

ROYAUME DE BELGIQUE

SERVICE PUBLIC FEDERAL ECONOMIE,
P.M.E., CLASSES MOYENNES ET ENERGIE

Arrêté royal relatif à la répartition des déchets radioactifs et de combustible usé, aux unités et méthodes de consommation des crédits de volume et aux critères de transfert contractuels

PHILIPPE, Roi des Belges,

A tous, présents et à venir, Salut.

Vu la loi du 26 avril 2024 portant la garantie de la sécurité d'approvisionnement dans le domaine de l'énergie et la réforme du secteur de l'énergie nucléaire, et en particulier les articles 4, 6° et 19°, 11, 12, 18 et 19 ;

Vu l'avis de l'inspecteur de Finances, donné le 8 mai 2024;

Vu l'avis [...] du Conseil d'Etat, donné le [...], en application de l'article 84, § 1^{er}, alinéa 1^{er}, 2°, des lois sur le Conseil d'Etat, coordonnées le 12 janvier 1973;

Sur la proposition de la Ministre de l'Énergie,

Nous avons arrêté et arrêtons :

Article 1^{er}. La répartition des déchets radioactifs et de combustible usé, les unités et les méthodes de consommation des crédits de volume et les critères de transfert contractuels sont repris en annexes 1, 2 et 3.

Art. 2. Le ministre qui a l'Energie dans ses attributions est chargé de l'exécution du présent arrêté.

KONINKRIJK BELGIE

FEDERALE OVERHEIDSDIENST
ECONOMIE, K.M.O., MIDDENSTAND EN
ENERGIE

Koninklijk besluit inzake de indeling van het radioactief afval en de verbruikte kernbrandstof, de meeteenheden en de wijze van verbruik van de volumekredieten, en de contractuele overdrachtscriteria

Filip, Koning der Belgen,

Aan allen die nu zijn en hierna wezen zullen, Onze Groet.

Gelet op de wet van 26 april 2024 houdende de verzekering van de bevoorradingszekerheid op het gebied van energie en de hervorming van de sector van de nucleaire energie, en in het bijzonder de artikelen 4, 6° en 19°, 11, 12, 18 en 19;

Gelet op het advies van de inspecteur van financiën, gegeven op 8 mei 2024;

Gelet op het advies [...] van de Raad van State, gegeven op [...], met toepassing van artikel 84, § 1, eerste lid, 2° van de wetten op de Raad van State, gecoördineerd op 12 januari 1973;

Op de voordracht van de Minister van Energie,

Hebben Wij besloten en besluiten Wij:

Artikel 1. De indeling van het radioactief afval en de verbruikte kernbrandstof, de meeteenheden en de wijze van verbruik van de volumekredieten en de contractuele overdrachtscriteria zijn opgenomen in de bijlagen 1, 2 en 3.

Art. 2. De Minister bevoegd voor Energie is belast met de uitvoering van dit besluit.

Annexes

Article N1. Déchets radioactifs de catégorie A, unités et méthodes de consommation des crédits de volume pour les déchets de catégorie A et critères de transfert contractuels pour les déchets de catégorie A;

Article N2. Déchets radioactifs de catégorie B, unités et méthodes de consommation des crédits de volume pour les déchets de catégorie B et critères de transfert contractuels pour les déchets de catégorie B;

Article N3. Déchets radioactifs de catégorie C et de combustible usé, unités et méthodes de consommation des crédits de volume pour les déchets de catégorie C et de combustible usé et critères de transfert contractuels pour les déchets de catégorie C, pour les déchets de combustible usé et les installations d'entreposage correspondantes et pour les sites nucléaires.

Bijlagen

Artikel N1. Radioactief afval van categorie A, meeteenheden en de wijze van verbruik van de volumekredieten voor categorie A-afval en de contractuele overdrachtscriteria voor categorie A-afval;

Artikel N2. Radioactief afval van categorie B, meeteenheden en de wijze van verbruik van de volumekredieten voor categorie B-afval en de contractuele overdrachtscriteria voor categorie B-afval;

Artikel N3. Radioactief afval van categorie C en verbruikte kernbrandstof, meeteenheden en de wijze van verbruik van de volumekredieten voor categorie C-afval en verbruikte kernbrandstof en de contractuele overdrachtscriteria voor categorie C-afval, voor verbruikte kernbrandstof en de betreffende opslaginstallaties en voor de nucleaire sites.

Donné à

Gegeven te

Par le Roi :

Van Koningswege:

La Ministre de l'Energie,

De Minister van Energie,

Christinne Van
der Straeten
(Signature)

Digitally signed by
Christinne Van der
Straeten (Signature)
Date: 2024.05.17
17:08:10 +02'00'

Tinne VAN DER STRAETEN

N1. Déchets radioactifs de catégorie A, unités et méthodes de consommation des crédits de volume pour les déchets de catégorie A et critères de transfert contractuels pour les déchets de catégorie A

Annexe 1
Volumes et critères de transfert contractuels pour les déchets de
catégorie A

1. VOLUMES

Voir l'Inventaire des déchets radioactifs de catégorie A d'Electrabel en annexe.

Au moment du transfert des déchets historiques de catégorie A, le volume suivant sera déduit du crédit de volume : [39 563,73] m³ (comme indiqué dans l' "Annexe Déchets historiques de catégorie A").

2. CRITÈRES DE TRANSFERT CONTRACTUELS POUR LES DÉCHETS FUTURS DE CATÉGORIE A

2.1 Détermination des critères de transfert contractuels pour les déchets futurs de catégorie A

Les critères de transfert contractuels pour les paquets de déchets de catégorie A sont les suivants :

- Critères de transfert HEC 20 06 2023 (ci-après « HEC »)
- Critères de transfert HOC 20 06 2023 (ci-après « HOC »)
- Critères de transfert CT3 20 06 2023 (ci-après « CT3 »)
- Critères de transfert HEC-B 20 06 2023 (ci-après « HEC-B »)
- Critères de transfert HOC-B 20 06 2023 (ci-après « HOC-B »)

Les Parties conviennent des critères de transfert contractuels (voir 2.2 ci-dessous).

Sauf disposition contraire prévue dans les annexes ci-dessous, aucun déchet radioactif ne sera transféré s'il n'est pas conditionné.

Remarques :

1. Les caissons qualifiés à utiliser pour les CT-3 et conformes aux critères CTC-307 et CTC-601 seront mis à disposition par l'Etat belge chez BELGOPROCESS au plus tard le 01/01/2028.
Afin de répondre à temps aux besoins du programme de déclassement de l'exploitant nucléaire, l'exploitant nucléaire soumettra un planning de livraison détaillé pour les caissons au plus tard le 30/06/2025.
Ce planning de livraison, qui devra tenir compte des contraintes industrielles liées au programme de stockage en surface, telles que la capacité nominale de production de l'usine de caissons et les besoins des autres producteurs de déchets belges, doit être convenu avec l'ONDRAF.
L'utilisation de caissons qualifiés fabriqués par BELGOPROCESS garantit que les critères de transfert CT-3 CTC-307, CTC-601-33 et CT-601-34 sont remplis par l'exploitant nucléaire au moment du transfert.
l'exploitant nucléaire a le droit d'utiliser des caissons fabriqués par d'autres, mais supportera alors seule les coûts et les risques liés au respect des critères de transfert contractuels CT-3, y compris, pour éviter toute ambiguïté, le respect des normes CTC-307, CTC-601-33 et CT-601-34.
2. La disponibilité d'une recette de mortier de remplissage qualifiée par l'ONDRAF telle que mise en œuvre dans l'installation IPM pour les CT-3 (conformément aux CTC-429-01) au plus tard le 01/01/2028 relève de la responsabilité de l'Etat belge.
Seule une recette de mortier qualifiée par l'ONDRAF garantit que les critères de transfert CT-3 CTC-411 à CTC-427 sont remplis au moment du transfert.
3. Electrabel et l'Etat belge collaboreront pour développer et approuver des « structures » appropriées (paniers, boîtes, etc.) pour les CT-3.
Pour répondre en temps voulu aux besoins du programme de déclassement de l'exploitant nucléaire, Engie et l'exploitant nucléaire soumettront des conceptions concertées de « structures » appropriées pour les CT-3 ainsi que leurs spécifications techniques dès que possible et au plus tard le 01/01/2025.
L'ONDRAF fera de son mieux, sous le contrôle de l'Etat belge, pour aider Engie et l'exploitant nucléaire et pour qualifier les conceptions (conformément aux CTC-430) d'ici le 01/01/2026 afin de ne pas retarder le programme de déclassement de l'exploitant nucléaire.
Après l'approbation de l'ONDRAF, l'exploitant nucléaire peut alors commencer la production de ses « structures » qualifiées pour les CT-3.
Seule l'utilisation de « structures » qualifiées pour les CT-3 par l'ONDRAF garantit que les critères de transfert CT3 CTC-430 sont remplis au moment du transfert.
4. En cas de blindage biologique en béton avec une activité en Ca-41 $> 1.10^9$ Bq/m³, l'Etat belge, Engie et l'exploitant nucléaire collaboreront pour développer une solution via une augmentation de la limite de concentration d'activité (CLI) de Ca-41 dans l'autorisation de stockage en surface de catégorie A, permettant le transfert de ces déchets en Monolithe de type III pour le 31/12/2038 ; Electrabel introduira une demande justifiant la nécessité d'augmenter cette limite pour le 31/12/2028. En attendant, ces déchets seront stockés de manière non immobilisée (en vrac) sur les sites d'Electrabel. Dès qu'une solution est mise en œuvre et au plus tard le 31 décembre 2038, Electrabel transférera ces déchets selon les critères de transfert CT-3 (conformément au CTC-501B) conformément à un planning convenu avec l'ONDRAF.

2.2 Critères de transfert contractuels convenus pour les paquets de déchets radioactifs

Les Critères de transfert contractuels mentionnés au point 2.1 ont été convenus pour les déchets mentionnés à l'annexe de la présente annexe « VOLUMES ET CRITÈRES DE TRANSFERT CONTRACTUELS CONVENUS POUR LES DÉCHETS SUIVANTS ».

Les Parties conviennent que le crédit de volume des déchets futurs de catégorie A sera consommé selon les règles suivantes :

1. Les déchets futurs de catégorie A sont répartis en six groupes de conformité exprimant les risques et les coûts supplémentaires supportés par l'Etat belge après le transfert pour assurer la conformité avec le stockage en surface de catégorie A :
1. Quatre groupes de conformité désignés H1, H2, H3 et H4 pour les futurs fûts de déchets de 400 litres (ces déchets utilisent les critères de transfert des paquets de déchets HEC, HOC, HEC-B et HOC-B) :

1. Le groupe de conformité H1 s'applique aux déchets qui satisfont soit :

1. à tous les critères non assouplis

2. à tous les critères non assouplis, à l'exception de HEC C CTC-404A, mais conformes à HEC C CTC-404D

3. à tous les critères non assouplis, à l'exception de HEC C CTC-406A, mais conformes à HEC C CTC-406B

2. Les groupes de conformité H2, H3 et H4 s'appliquent aux déchets qui satisfont à des critères assouplis suivant une approche graduelle où les risques de conformité après le transfert de H4 sont plus élevés que ceux de H3, qui sont à leur tour plus élevés que ceux de H2.
2. Deux groupes de conformité pour les futurs Monolithes de type 3, désignés respectivement MT3-1 et MT3-2 :
1. Le groupe de conformité MT3 s'applique aux déchets qui satisfont soit :

1. à tous les critères non assouplis

2. à tous les critères non assouplis à l'exception de CT3 CTC-405A mais qui satisfont à CT3 CTC-405B

3. à tous les critères non assouplis à l'exception de CT3 CTC-404A mais qui satisfont à CT3 CTC-404B

2. Le groupe de conformité MT3-2 s'applique aux déchets qui satisfont aux critères assouplis, à l'exception des critères de transfert CT3 CTC-405B et/ou des critères de transfert CT3 CTC-404B.

Il y a deux crédits définis pour le stockage en surface :

- Le crédit de volume physique de stockage correspond au volume d'occupation physique des déchets transférés dans le stockage final de catégorie A. Pour éviter toute ambiguïté, dans le cas où le crédit de volume physique de stockage est totalement consommé, l'indemnité d'ajustement de volume pour la catégorie A devra être appliquée au crédit de volume physique de stockages supplémentaire.
- Le crédit de conformité qui ne correspond pas à une occupation physique mais reflète les risques supportés par l'Etat belge après le transfert pour assurer la conformité avec le stockage en surface de catégorie A en raison de l'assouplissement des critères de transfert contractuels pour les groupes H2, H3, H4 et MT3-2. Dans le cas où le crédit de conformité est totalement consommé, l'indemnité d'ajustement de volume pour la catégorie A devra être appliquée au crédit de conformité supplémentaire.

Aucun transfert n'est autorisé entre les deux crédits susmentionnés.

Pour chaque paquet de déchets radioactifs transféré à l'Etat belge, les deux crédits seront consommés conformément à la règle de consommation suivante :

- Crédit de volume physique de stockage : les groupes H1, H2, H3, H4, MT3-1 et MT3-2 doivent consommer les crédits de Volume physique de stockage en m³ selon la formule suivante : A * nombre de paquets transférés.

Groupe de conformité	Paquet transféré	Consommation du de volume physique de stockage par paquet transféré [m³ / paquet transféré]	Facteur de consommation du crédit de volume physique de stockage [-]	Total des crédits de Volume physique de stockage pour H1, H2, H3, H4, MT3-1 et MT3-2 [m³]
		A	B	C
H1	Fût de 400 L	1,28	1	8.503
H2	Fût de 400 L	1,28	1	3.370
H3	Fût de 400 L	1,28	1	2.023

H4	Fût de 400 L	1,28	1	2.065
MT3-1	CT-3	6,14	1	39.106
MT3-2	CT-3	6,14	1	4.599
Total				59.666

- Crédit de conformité : En outre, les groupes H2, H3, H4 et MT3-2 doivent consommer un crédit de conformité supplémentaire en équivalent m³ selon la formule suivante : $F * \text{nombre de paquets transférés}$. Le facteur F et le crédit de conformité sont indiqués dans le tableau ci-dessous.
-

Groupe de conformité	Facteur de groupe de conformité[-]	Facteur de consommation du crédit de conformité [-]	Consommation du crédit de conformité par paquet transféré [m³-eq / paquet transféré]	Total des crédits de conformité pour H2, H3, H4 et MT3-2 [m³-eq]
	D	E = D - B	F = A * E	G = C * E
H1	1	0	0	-
H2	1,226	0,226	0,289	762
H3	1,951	0,951	1,217	1.923
H4	7,292	6,292	8,054	12.992
MT3-1	1	0	0	-
MT3-2	1,248	0,248	1,523	1.141
Total				16.818

3. TRANSFERT DES DÉCHETS HISTORIQUES DE CATÉGORIE A

Les déchets historiques de catégorie A seront transférés à l'Etat belge moyennant le paiement du montant forfaitaire, dans l'état où ils se trouvent à la Date d'Exécution, à condition que l'opérateur nucléaire fournisse à l'ONDRAF toutes les informations dont l'opérateur nucléaire dispose à ce sujet. Cela constitue les critères de transfert contractuels pour ces déchets historiques de catégorie A.

l'Etat belge

ANNEXE : VOLUMES ET CRITÈRES DE TRANSFERT CONTRACTUELS CONVENUS POUR LES DÉCHETS SUIVANTS

Inventaire des déchets radioactifs de catégorie A d'Electrabel

E = Déchets existants présents sur le site BP au 31/12/2021 / OE = Déchets existants et déjà conditionnés présents sur le site EBL au 31/12/2021 / OF = Déchets d'exploitation futurs / P = Déchets de la future phase post-opérationnelle (POP)/ D = Déchets du futur démantèlement

Structure MWS (Material and Waste Streams) basée sur la note commune EBL-ONDRAF 2022-0958

Formules applicables :

NBR Monolithes [#] = (NBR paquets transférés [#]) / NBR paquets transférés par Monolithe [# / Mon]
 Crédit de volume physique de stockage [m³] = NBR Monolithes [#] * Volume unitaire de Monolithe [m³ / #]

Regroupement	FamCode/MWSCode	SubMWSCode	TC DES PACQUETS DE DÉCHETS	Chlorures	Sulfates	ASR/DEF	Cellulose	Autres critères	Groupe de conformité	Facteur de groupe de conformité [-]	Paquet transféré	NBR Paquets transférés [#]	Taux de remplissage Monolithes = NBR paquets transférés par Monolithe [# / Mon]	NBR Monolithes [#]	Volume unitaire de Monolithe [m³ / #]	Crédit de volume physique de stockage [m³]	Crédit de conformité [m³- équivalent]
										W		B	E	F=B/E	G	H=F*G	J=H*(W-1)
OF-01- Concentrats CNT	CONCT-CNT-400		HOC	404A	409	408	406		H1	1	Fût de 400 l	905,3	4	226,31	5,12	1.158,73	-
OF-02- Concentrats KCD	CONCT-KCD-400		HOC	404B	409	408	406		H3	1,951	Fût de 400 l	403,6	4	100,89	5,12	516,56	491,25
	CONCT-KCD-400		HOC	404C	409	408	406		H4	7,292	Fût de 400 l	269,0	4	67,26	5,12	344,37	2.166,78
OF-03-Filtres EBL	FILTR-CNT-400-A		HEC	404A	409 A	408A	406A		H1	1	Fût de 400 l	6,8	4	1,69	5,12	8,64	-
	FILTR-KCD-400-A		HEC	404A	409 A	408A	406A		H1	1	Fût de 400 l	151,1	4	37,76	5,12	193,34	-
	FILTR-CNT-400-A + FILTR-KCD-400-A		HEC-B	404	409	408	406		H4	7,292	Fût de 400 l	10,0	4	2,50	5,12	12,80	80,54
OF-04- Résines EBL	RESIN-CNT-C400-A		HOC	404A	409	408	406		H1	1	Fût de 400 l	592,7	4	148,17	5,12	758,63	-
	RESIN-CNT-C400-A		HOC-B	404	409	408	406		H4	7,292	Fût de 400 l	197,6	4	49,39	5,12	252,88	1.591,09
	RESIN-KCD-C400-A		HOC	404A	409	408	406		H1	1	Fût de 400 l	236,5	4	59,12	5,12	302,69	-

	RESIN-KCD-C400-A		HOC-B	404	409	408	406		H4	7,292	Fût de 400 l	78,8	4	19,71	5,12	100,90	634,84
OF-05-Varia EBL	VARIA-CNT-400-A	DO Métal & DO béton (non sensible à ASR/DEF)	HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	Fût de 400 l	63,2	4	15,80	5,12	80,88	-
	VARIA-CNT-400-A	DO beton (sensible à ASR/DEF)	HEC	404A	409A	408C	406A		H2	1,226	Fût de 400 l	1,0	4	0,25	5,12	1,28	0,29
	VARIA-CNT-400-A	DO Potentiellement conforme (A0 et autres PBC)	HEC	404A	409A	408C	406B		H2	1,226	Fût de 400 l	29,6	4	7,41	5,12	37,92	8,57
	VARIA-CNT-400-A	DO non conforme	HEC	404C	409C	408C	406C		H3	1,951	Fût de 400 l	4,9	4	1,23	5,12	6,32	6,01
	VARIA-KCD-400-A	DO Métal & DO béton (non sensible à ASR/DEF)	HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	Fût de 400 l	142,8	4	35,70	5,12	182,77	-
	VARIA-KCD-400-A	DO Déchets conformes avec risque ASR/DEF	HEC	404A	409A	408C	406A		H2	1,226	Fût de 400 l	2,0	4	0,50	5,12	2,56	0,58
	VARIA-KCD-400-A	DO Potentiellement conforme (A0 et autres PBC)	HEC	404A	409A	408C	406B		H2	1,226	Fût de 400 l	66,8	4	16,71	5,12	85,54	19,33
	VARIA-KCD-400-A	DO non conforme	HEC	404C	409C	408C	406C		H3	1,951	Fût de 400 l	11,1	4	2,78	5,12	14,26	13,56
OF-06- Déchets Compactés	SCOMP-CILVA-400	Conforme (M0, M3, M7, MV, A7, B1, FC, I1, I2, ...)	HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	Fût de 400 l	316,8	4	79,20	5,12	405,50	-
		Déchets conformes avec le risque ASR/DEF (A17-Z3, ZA, ...)	HEC	404A	409A	408C	406A		H2	1,226	Fût de 400 l	26,4	4	6,60	5,12	33,79	7,64
		Déchets potentiellement conformes (AO, I2, ZA, ...)	HEC	404A	409A	408C	406B		H2	1,226	Fût de 400 l	158,4	4	39,60	5,12	202,75	45,82
		Déchets non conformes (ZG, ...)	HEC	404C	409C	408C	406C		H3	1,951	Fût de 400 l	26,4	4	6,60	5,12	33,79	32,14
OF-07- Déchets Non Compactés	NCOMP-CILVA-400	Conforme (M0, M3, M7, MV, A7, B1, FC, I1, I2, ...)	HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	Fût de 400 l	18,0	4	4,50	5,12	23,04	-
		Déchets conformes avec le risque ASR/DEF (A17-Z3, ZA, ...)	HEC	404A	409A	408C	406A		H2	1,226	Fût de 400 l	1,5	4	0,38	5,12	1,92	0,43
		Déchets potentiellement conformes (AO, I2, ...)	HEC	404A	409A	408C	406B		H2	1,226	Fût de 400 l	9,0	4	2,25	5,12	11,52	2,60

		Déchets non conformes (ZG, ...)	HEC	404C	409C	408C	406C		H3	1,951	Fût de 400 l	1,5	4	0,38	5,12	1,92	1,83
--	--	---------------------------------	-----	------	------	------	------	--	----	-------	--------------	-----	---	------	------	------	------

OF-08- Cendres	ASHES-CILVA-400		HEC	404B	409A	408A	406A		H4	7,292	Fût de 400 l	52,3	4	13,08	5,12	66,99	421,53
			HEC	404C	409B	408A	406A		H4	7,292	Fût de 400 l	13,1	4	3,27	5,12	16,75	105,38
P-01- Concentrats CNT	CONCT-CNT-400		HOC	404A	409	408	406		H1	1	Fût de 400 l	208,2	4	52,05	5,12	266,50	-
P-02- Concentrats KCD	CONCT-KCD-400		HOC	404B	409	408	406		H3	1,951	Fût de 400 l	126,8	4	31,71	5,12	162,34	154,39
	CONCT-KCD-400		HOC	404C	409	408	406		H4	7,292	Fût de 400 l	84,6	4	21,14	5,12	108,23	680,96
P-03-Filtres EBL	FILTR-CNT-400-A		HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	Fût de 400 l	83,0	4	20,75	5,12	106,22	-
	FILTR-KCD-400-A		HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	Fût de 400 l	88,8	4	22,21	5,12	113,69	-
	FILTR-CNT-400-A + FILTR-KCD-400-A	Filtres hautement contaminés	HEC-B	404	409	408	406		H4	7,292	Fût de 400 l	10,0	4	2,50	5,12	12,80	80,54
P-04-Resines EBL	RESIN-CNT-C400-A		HOC	404A	409	408	406		H1	1	Fût de 400 l	216,0	4	53,99	5,12	276,43	-
	RESIN-CNT-C400-A		HOC-B	404	409	408	406		H4	7,292	Fût de 400 l	72,0	4	18,00	5,12	92,14	579,76
	RESIN-KCD-C400-A		HOC	404A	409	408	406		H1	1	Fût de 400 l	280,5	4	70,13	5,12	359,09	-
	RESIN-KCD-C400-A		HOC-B	404	409	408	406		H4	7,292	Fût de 400 l	93,5	4	23,38	5,12	119,70	753,13
P-05-Varia EBL	VARIA-CNT-400-A	DO Métal & DO béton (non sensible à ASR/DEF)	HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	Fût de 400 l	175,5	4	43,88	5,12	224,67	-
	VARIA-CNT-400-A	DO béton (sensible à ASR/DEF)	HEC	404A	409A	408C	406A		H2	1,226	Fût de 400 l	14,6	4	3,66	5,12	18,72	4,23
	VARIA-CNT-400-A	DO Potentiellement conforme (A0 et autres PBC)	HEC	404A	409A	408C	406B		H2	1,226	Fût de 400 l	87,8	4	21,94	5,12	112,33	25,39
	VARIA-CNT-400-A	DO non conforme	HEC	404C	409C	408C	406C		H3	1,951	Fût de 400 l	14,6	4	3,66	5,12	18,72	17,81
	VARIA-KCD-400-A	DO Métal & DO béton (non sensible à ASR/DEF)	HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	Fût de 400 l	132,3	4	33,06	5,12	169,29	-
	VARIA-KCD-400-A	DO Déchets conformes avec le risque ASR/DEF	HEC	404A	409A	408C	406A		H2	1,226	Fût de 400 l	11,0	4	2,76	5,12	14,11	3,19
	VARIA-KCD-400-A	DO Potentiellement conforme (A0 et autres PBC)	HEC	404A	409A	408C	406B		H2	1,226	Fût de 400 l	66,1	4	16,53	5,12	84,65	19,13

	VARIA-KCD-400-A	DO non conforme	HEC	404C	409C	408C	406C		H3	1,951	Fût de 400 l	11,0	4	2,76	5,12	14,11	13,42
P-06-Déchets Compactés	SCOMP-CILVA-400	Conforme (M0, M3, M7, MV, A7, B1, FC, I1, I2, ...)	HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	Fût de 400 l	984,1	4	246,03	5,12	1.259,69	-
	SCOMP-CILVA-400	Déchets conformes au risque ASR/DEF (A17-Z3, ZA, ...)	HEC	404A	409A	408C	406A		H2	1,226	Fût de 400 l	82,0	4	20,50	5,12	104,97	23,72
	SCOMP-CILVA-400	Déchets potentiellement conformes (AO, I2, ZA, ...)	HEC	404A	409A	408C	406B		H2	1,226	Fût de 400 l	492,1	4	123,02	5,12	629,85	142,35
	SCOMP-CILVA-400	Déchets non conformes (ZG, ...)	HEC	404C	409C	408C	406C		H3	1,951	Fût de 400 l	82,0	4	20,50	5,12	104,97	99,83
P-07-Déchets Non Compactés	NCOMP-CILVA-400	Conforme (M0, M3, M7, MV, A7, B1, FC, I1, I2, ...)	HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	Fût de 400 l	234,6	4	58,66	5,12	300,34	-
	NCOMP-CILVA-400	Déchets conformes au risque ASR/DEF (A17-Z3, ZA, ...)	HEC	404A	409A	408C	406A		H2	1,226	Fût de 400 l	19,6	4	4,89	5,12	25,03	5,66
	NCOMP-CILVA-400	Déchets potentiellement conformes (AO, I2, ZA, ...)	HEC	404A	409A	408C	406B		H2	1,226	Fût de 400 l	117,3	4	29,33	5,12	150,17	33,94
	NCOMP-CILVA-400	Déchets non conforme (ZG, ...)	HEC	404C	409C	408C	406C		H3	1,951	Fût de 400 l	19,6	4	4,89	5,12	25,03	23,80
P-08-Cendres	ASHES-CILVA-400		HEC	404B	409A	408A	406A		H4	7,292	Fût de 400 l	27,3	4	6,82	5,12	34,93	219,80
			HEC	404C	409B	408A	406A		H4	7,292	Fût de 400 l	6,8	4	1,71	5,12	8,73	54,95
D - MWS	Revêtement activé	Monol. Type III - 16 pastilles MW,SM	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	36,6	1	36,57	6,14	224,53	-
		Monol. Type III - métallique	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	171,3	1	171,27	6,14	1.051,57	-
	Blindage biologique	Monol. Type III - béton (sans ASR/DEF)	CT-3	405B	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	3.156,2	1	3.156,21	6,14	19.379,10	-
		Monol. Type III - béton (Ca41 > CLI)	CT-3	405B	408	407B	404A	501B	MT3-2	1,248	CT-3	-	1	-	6,14	-	-
		Monol. Type III - béton (avec ASR/DEF)	CT-3	405B	408	407B	404A		MT3-2	1,248	CT-3	749,0	1	749,00	6,14	4.598,86	1.140,52
		Monol. Type III - métallique	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	0,5	1	0,50	6,14	3,09	-
	Câbles	Monol. Type III - 24 pastilles IW	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	70,7	1	70,74	6,14	434,33	-
			CT-3	405A	408	407A	404B		MT3-1	1	CT-3	17,7	1	17,68	5,12	90,55	-
	Mécanisme d'entraînement des crayons de contrôles	Monol. Type III - métallique	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	92,4	1	92,41	6,14	567,42	-

ARMOIRES ÉLECTRIQUES	Monol. Type III - 16 pastilles MW,SM	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	7,6	1	7,63	6,14	46,83	-
Échangeurs de chaleur	Monol. Type III - métallique	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	9,3	1	9,28	6,14	56,97	-
MÉTAUX HÉTÉROGÈNES	Monol. Type III - 16 pastilles MW,SM	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	10,2	1	10,21	6,14	62,67	-
		HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	Fût de 400 l	152,8	4	38,21	5,12	195,62	-
	Monol. Type III – métallique	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	204,7	1	204,71	6,14	1.256,90	-
MÉTAUX HOMOGÈNES	Monol. Type III - 16 pastilles MW,SM	CT3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	39,5	1	39,48	6,14	242,42	-
		HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	Fût de 400 l	28,1	4	7,02	5,12	35,94	-
	Monol. Type III - 20 pastilles MW,LM -	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT3	54,2	1	54,19	6,14	332,71	-
		HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	Fût de 400 l	38,5	4	9,63	5,12	49,32	-
	Monol. Type III – métallique	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	155,4	1	155,36	6,14	953,89	-
ISOLATION	Monol. Type III - 24 pastilles IW	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	65,6	1	65,55	6,14	402,50	-
NOUVEAU-AMIANTE	Monol. Type I – A17I2 – Isolation	HEC	404A	409A	408C	406C		H3	1,951	Fût de 400 l	596,4	4	149,11	5,12	763,45	726,04
NOUVEAU-AMIANTE	Monol. Type I – A17I2 – Isolation	HEC	404C	409C	408C	406C		H4	7,292	Fût de 400 l	149,1	4	37,28	5,12	190,86	1.200,91
NOUVEAU-SOLIDE ISSU DE LA FUSION	Monol. Type III – 16 pastilles MeltW	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	63,0	1	63,02	6,14	386,93	-
Pressuriseurs	Monol. Type III - métallique	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	23,1	1	23,10	6,14	141,81	-
Racks	Monol. Type III - métallique	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	14,7	1	14,73	6,14	90,44	-
TUYAUX DU SYSTÈME DE REFROIDISSEMENT DU RÉACTEUR	Monol. Type III - 16 pastilles MW,SM	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	5,3	1	5,28	6,14	32,43	-
	Monol. Type III - métallique	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	25,5	1	25,47	6,14	156,40	-
RPV +RVCH	Monol. Type III - métallique	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	417,1	1	417,06	6,14	2.560,74	-
	Monol. Type III - acier (bouclier 10-90m)	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	249,1	1	249,12	6,14	1.529,60	-
ISOLATION RPV	Monol. Type III - 24 pastilles IW	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	8,9	1	8,91	6,14	54,69	-
	Monol. Type III - mét. Isol. (bouclier 0-90m)	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	36,1	1	36,12	6,14	221,80	-
RPV Internes	Monol. Type III - métallique	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	59,3	1	59,35	6,14	364,38	-

		Monol. Type III - acier (bouclier 10-90m)	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	81,0	1	81,03	6,14	497,51	-
	Supports RPV	Monol. Type III - métallique	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	3,7	1	3,73	6,14	22,91	-
		Monol. Type III - acier (bouclier 10- 90m)	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	30,7	1	30,72	6,14	188,61	-
	GRAVATS PROVENANT DES TRAVAUX DE DÉCONTAMINATI ON	Monol. Type III – béton (sans ASR/DEF)	HEC	404D	409A	408A	406A		H1	1	Fût de 400 l	965,4	4	241,35	5,12	1.235,69	-
		Monol. Type III – béton (sensible à ASR/DEF)	HEC	404D	409A	408C	406A		H2	1,226	Fût de 400 l	965,4	4	241,35	5,12	1.235,69	279,27
	Déchets secondaires	Monol. Type I – A11A2 – Combustible (Cendres)	HEC	404B	409A	408A	406A		H4	7,292	Fût de 400 l	372,2	4	93,04	5,12	476,39	2.997,43
		Monol. Type I – A11A2 – Combustible (Cendres)	HEC	404C	409B	408A	406A		H4	7,292	Fût de 400 l	93,0	4	23,26	5,12	119,10	749,36
		Monol. Type I – B03 – Huile (Cendres)	HEC	404C	409B	408A	406A		H4	7,292	Fût de 400 l	3,0	4	0,75	5,12	3,83	24,12
		Monol. Type I – concentrés (4x400l) – CNT	HOC	404A	409	408	406		H1	1	Fût de 400 l	182,2	4	45,54	5,12	233,19	-
		Monol. Type I – concentrés (4x400l) – KCD	HOC	404B	409	408	406		H3	1,951	Fût de 400 l	121,3	4	30,33	5,12	155,27	147,66
		Monol. Type I – concentrés (4x400l) – KCD	HOC	404C	409	408	406		H4	7,292	Fût de 400 l	80,9	4	20,22	5,12	103,51	651,30
		Monol. Type I – solides (4x400l) – Conforme	HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	Fût de 400 l	440,2	4	110,06	5,12	563,48	-
		Monol. Type I – solides (4x400l) – Potentiellemen t conforme	HEC	404A	409A	408C	406B		H2	1,226	Fût de 400 l	220,1	4	55,03	5,12	281,74	63,67
		Monol. Type I – solides (4x400l) – non conformes	HEC	404C	409C	408C	406C		H3	1,951	Fût de 400 l	73,4	4	18,34	5,12	93,91	89,31

		Monol. Type III – 20 pastilles MW,LM – Conforme	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	82,0	1	81,97	6,14	503,29	-
--	--	--	------	------	-----	------	------	--	-------	---	------	------	---	-------	------	--------	---

		Monol. Type III - 20 pastilles MW,LM - Potentiellement conforme	HEC	404A	409A	408C	406B		H2	1,226	Fût de 400 l	262,3	4	65,58	5,12	335,75	75,88
		Monol. Type III - 20 pastilles MW,LM - Non conformes	HEC	404C	409C	408C	406C		H3	1,951	Fût de 400 l	87,4	4	21,86	5,12	111,92	106,43
	Générateurs de vapeur	Monol. Type III - 16 pastilles MW,SM	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	821,4	1	821,40	6,14	5.043,42	-
		Monol. Type III - métallique	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	257,3	1	257,28	6,14	1.579,68	-
	Cuves	Monol. Type III - métallique	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	64,1	1	64,06	6,14	393,33	-
	Vannes	Monol. Type III - métallique	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	37,9	1	37,93	6,14	232,87	-
	Total															59.666,32	16.818,08

Le tableau ci-dessus est fourni sous l'hypothèse/condition principale que :

- Tous les CTC : aucun critère prohibitif dans les CTC HEC, HOC et CT-3 transmis le 20.06.2023 qui empêcherait l'applicabilité industrielle.

ANNEXE : Déchets historiques de catégorie A

Inventaire des déchets radioactifs de catégorie A d'Electrabel

E = Déchets existants présents sur le site BP au 31/12/2021 / OE = Déchets existants et déjà conditionnés présents sur le site EBL au 31/12/2021

OF = Déchets d'exploitation futurs / P = Déchets de la future phase post-opérationnelle (POP)/ D = Déchets du futur démantèlement

Structure MWS (Material and Waste Streams) basée sur la note commune EBL-ONDRAF 2022-0958

Formules applicables :

NBR Monolithes [#] = (NBR paquets transférés [#]) / NBR paquets transférés par Monolithe [# / Mon]

 Crédit de volume physique de stockage [m³] = NBR Monolithes [#] * Volume unitaire de Monolithe [m³ / #]

Regroupement	FamCode/MWSCode	SubMWSCode	TC DES PAQUETS DE DÉCHETS	Paquet transféré	NBR Paquets transférés [#]	Taux de remplissage des Monolithes = NBR paquets transférés par Monolithe [#/Mon]	NBR Monolithes [#]	Volume unitaire de Monolithe [m³ / #]	Crédit de volume physique de stockage [m³]
					B	E	F=B/E	G	H=F*G
E-01-Filtres EBL	FILTR-CNT-1500		Historique BP	Fût de 1500 l	13,0	1	13,00	6,14	79,82
	FILTR-CNT-1600-A		Historique BP	Fût de 1600 l	40,0	1	40,00	6,14	245,60
	FILTR-CNT-400-A		Historique BP	Fût de 400 l	890,0	4	222,50	5,12	1.139,20
	FILTR-KCD-400-A		Historique BP	Fût de 400 l	801,0	4	200,25	5,12	1.025,28
E-02- Concentrats CNT	CONCT-CNT-1500		Historique BP	Fût de 1500 l	98,0	1	98,00	6,14	601,72
	CONCT-CNT-1600		Historique BP	Fût de 1600 l	25,0	1	25,00	6,14	153,50
	CONCT-CNT-220		Historique BP	Fût de 220 l	30,0	5	6,00	5,12	30,72
	CONCT-CNT-400		Historique BP	Fût de 400 l	4.033,0	4	1.008,25	5,12	5.162,24
	CONCT-CNT-400G		Historique BP	Fût de 400 l	96,0	4	24,00	6,14	147,36
	MIXED-CNT-1500-A		Historique BP	Fût de 1500 l	189,0	1	189,00	6,14	1.160,46
E-03-Resines CNT	RESIN-CNT-C1500		Historique BP	Fût de 1500 l	5,0	1	5,00	6,14	30,70

	RESIN-CNT-C400-A		Historique BP	Fût de 400 l	209,0	4	52,25	5,12	267,52
E-04-Divers EBL	VARIA-CNT-1500-A		Historique BP	Fût de 1500 l	21,0	1	21,00	6,14	128,94
	VARIA-CNT-1600-A		Historique BP	Fût de 1600 l	26,0	1	26,00	6,14	159,64
	VARIA-CNT-400-A		Historique BP	Fût de 400 l	636,0	4	159,00	5,12	814,08
	VARIA-KCD-400-A		Historique BP	Fût de 400 l	174,0	4	43,50	5,12	222,72
E-05-Déchets Compactés	SCOMP-BGEVCO-400		Historique BP	Fût de 400 l	1.622,7	4	405,68	5,12	2.077,06
	SCOMP-CILVA-400		Historique BP	Fût de 400 l	5.102,8	4	1.275,69	5,12	6.531,55
E-06-Déchets Non Compactés	NCOMP-BGEVCO-400		Historique BP	Fût de 400 l	260,4	4	65,10	5,12	333,32
	NCOMP-CILVA-400		Historique BP	Fût de 400 l	-	4	-	5,12	-
E-07-Cendres	ASHES-BGEVCO-400		Historique BP	Fût de 400 l	107,2	4	26,79	5,12	137,15
	ASHES-CILVA-400		Historique BP	Fût de 400 l	338,6	4	84,64	5,12	433,38
E-08-HRASol	SOLID-HRA-SOL-400-A		Historique BP	Fût de 400 l	0,8	4	0,20	5,12	1,00
E-09-Boues	SLUDGE-220-A		Historique BP	Fût de 220 l	-	5	-	5,12	-
	SLUDGE-400-A		Historique BP	Fût de 400 l	220,5	4	55,14	5,12	282,30
	SLUDGE-400V-A		Historique BP	Fût de 400 l	-	4	-	6,14	-
E-10-Résines Polymères CNT	RESIN-CNT-R1500-A		Historique BP	Fût de 1500 l	167,0	1	167,00	6,14	1.025,38
	RESIN-CNT-R1600		Historique BP	Fût de 1600 l	17,0	1	17,00	6,14	104,38
	RESIN-CNT-R400-A		Historique BP	Fût de 400 l	769,0	4	192,25	5,12	984,32
E-11-cimentation le long du chemin	SOLID-233-SCK-220		Historique BP	Fût de 220 l	152,9	5	30,57	5,12	156,53
	SOLID-233-SCK-400		Historique BP	Fût de 400 l	1.047,9	4	261,97	5,12	1.341,29
	SOLID-233-SCK-400V		Historique BP	Fût de 400 l	1.076,2	4	269,06	6,14	1.652,03
E-12-Déchets Gel	CONCT-KCD-220		Historique BP	Fût de 220 l	1,0	5	0,20	5,12	1,02
	CONCT-KCD-400		Historique BP	Fût de 400 l	657,0	4	164,25	5,12	840,96
	CONCT-KCD-400V		Historique BP	Fût de 400 l	466,0	4	116,50	6,14	715,31

	MIXED-KCD-400-A		Historique BP	Fût de 400 l	4.860,0	4	1.215,00	5,12	6.220,80
	MIXED-KCD-400V-A		Historique BP	Fût de 400 l	485,0	4	121,25	6,14	744,48
	MIXED-KCD-600		Historique BP	Fût de 600 l	21,0	1	21,00	6,14	128,94
	RESIN-KCD-1000-A		Historique BP	Fût de 1000 l	75,0	1	75,00	6,14	460,50
	RESIN-KCD-C400-A		Historique BP	Fût de 400 l	1.203,0	4	300,75	5,12	1.539,84
	RESIN-KCD-C400V		Historique BP	Fût de 400 l	500,0	4	125,00	6,14	767,50
OE-01- Concentrats CNT	CONCT-CNT-400		NS Historique	Fût de 400 l	338,0	4	84,50	5,12	432,64
OE-02- Concentrats KCD	CONCT-KCD-400		NS Historique	Fût de 400 l	365,0	4	91,25	5,12	467,20
OF-03-Filtres EBL	FILTR-CNT-400-A		Historique NS	Fût de 400 l	140,0	4	35,00	5,12	179,20
	FILTR-KCD-400-A		Historique NS	Fût de 400 l	-	4	-	5,12	-
P-04-Resines EBL	RESIN-CNT-C400-A		Historique NS	Fût de 400 l	-	4	-	5,12	-
	RESIN-KCD-C400-A		Historique NS	Fût de 400 l	109,0	4	27,25	5,12	139,52
OF-05-Varia EBL	VARIA-CNT-400-A		Historique NS	Fût de 400 l	53,0	4	13,25	5,12	67,84
	VARIA-KCD-400-A		Historique NS	Fût de 400 l	335,0	4	83,75	5,12	428,80
Total									39.563,73

Contractual Transfert Criteria - HEC

Date : 20 Juin 2023

Résumé

Cette note comporte les *Contractual Transfert Criteria* (appelés critères de transfert contractuels dans ce document) pour les déchets hétérogènes conditionnés en matrice de ciment.

Cette note est d'application pour les déchets de type OF (déchets futurs) et P (déchets MAD).

Ces critères de transfert contractuels tiennent compte des critères de conformité du chapitre 15 du rapport de sûreté pour le stockage en surface à Dessel (version 3 du 30 janvier 2019).

Ces critères sont principalement basés sur le document draft ONDRAF : ACRIA-DC-LAGA/MAGA-HEC-151/127 version 6R 4 jan 2022 , nota 2021-0196.

En outre, ce document contient certains critères supplémentaires et/ou assouplis dans le cadre de l'accord entre Engie et l'Etat belge pour le transfert financier des déchets radioactifs de catégorie A pour certains flux/familles de déchets radioactifs.

L'annexe 8 donne des exemples de principes de caractérisation de certains déchets d'Electrabel applicables industriellement en vue du transfert.

1	DISPOSITIONS DE BASE	4
1.1	DESCRIPTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS	4
1.1.1	DESCRIPTION GÉNÉRALE	4
1.1.2	CONFIGURATIONS APPLICABLES DU COLIS DE DC	4
1.2	INSTRUCTIONS POUR L'UTILISATEUR DE CE DOCUMENT	4
1.2.1	CODIFICATION DES CRITÈRES DE TRANSFERT CONTRACTUELS	4
1.2.2	JUSTIFICATION DES CRITÈRES DE TRANSFERT CONTRACTUELS	5
1.2.3	DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE	5
1.2.4	TERMINOLOGIE	5
2	APPROBATION POUR TRANSFERT	6
3	DOCUMENTATION RELATIVE AUX DÉCHETS RADIOACTIFS	6
3.1	FORMULAIRE C	6
3.2	LE DOSSIER DOCUMENTAIRE DE PRODUCTION (DDP)	9
4	CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES DÉCHETS	11
4.1	LA FORME DU DÉCHET	11
4.1.1	ASPECT PHYSIQUE	11
4.1.2	STABILITÉ PHYSIQUE ET CHIMIQUE	11
4.1.3	CHLORURES	11
4.1.4	SUBSTANCES BIODÉGRADABLES	11
4.1.5	SUBSTANCES DANGEREUSES	12
4.2	LES DÉCHETS BRUTS ET/OU TRAITÉS	12
4.2.1	PROCESSUS POUVANT MENER À L'EXPANSION DES DÉCHETS CONDITIONNÉS	12
4.2.2	SULFATES	13
4.2.3	MÉTAUX ÉLECTROPOSITIFS	13
4.2.4	SOURCES SCELLÉES	13
4.3	LA MATRICE D'IMMOBILISATION	14
4.3.1	MATIÈRES PREMIÈRES DE LA MATRICE D'IMMOBILISATION	14
4.3.2	LA MATRICE D'IMMOBILISATION FRAÎCHE	15
4.3.3	LA MATRICE D'IMMOBILISATION DURCIE	17
4.4	BLINDAGE RADIOLOGIQUE	20
5	CARACTÉRISTIQUES RADIOLOGIQUES DES DÉCHETS	21
5.1	ACTIVITÉS VOLUMIQUES MAXIMALES	21
5.1.1	LIMITES DE CONCENTRATION SPÉCIFIQUES (CLI)	21
5.1.2	CRITÈRE X	22
5.1.3	FACTEUR D'HÉTÉROGÉNÉITÉ	23
5.1.4	ACTIVITÉ DU RADIUM/THORIUM PAR UNITÉ DE MASSE	24
5.2	CRITICITÉ	24
6	EMBALLAGE ET COLIS PRIMAIRE	25
6.1	L'EMBALLAGE PRIMAIRE	25
6.2	LE COLIS PRIMAIRE	26
6.2.1	CRITÈRES PHYSIQUES ET CHIMIQUES POUR LE COLIS PRIMAIRE	26
6.2.2	SÛRETÉ RADIOLOGIQUE OPÉRATIONNELLE	27
6.2.3	INSCRIPTIONS ET PICTOGRAMMES	27
7	AGENTS PATHOGÈNES BIOLOGIQUES	28
8	DISPOSITIONS ADMINISTRATIVES	29
8.1	NON-CONFORMITÉS	29
8.2	DÉROGATIONS	29
9	RÉFÉRENCES	29
ANNEXE 1	JUSTIFICATION DES CRITÈRES DE TRANSFERT CONTRACTUELS	33

ANNEXE 2	SCÉNARIO DE GESTION DE RÉFÉRENCE	48
ANNEXE 3	CONFIGURATIONS APPLICABLES DU COLIS DE DC	49
ANNEXE 4	APERÇU DES PHRASES DE RISQUE DES SUBSTANCES ET MÉLANGES DANGEREUX EXCLUS.....	56
ANNEXE 5	LE FORMULAIRE C : LA PAGE DE GARDE ET L' ANNEXE.....	58
ANNEXE 6	LISTE DES MÉTAUX ÉLECTROPOSITIFS.....	62
ANNEXE 7	LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	63
<u>ANNEXE 8 EXEMPLES DE PRINCIPES DE CARACTÉRISATION DE CERTAINS DÉCHETS D'ÉLECTRABEL</u>		
<u>APPLICABLES INDUSTRIELLEMENT EN VUE DU TRANSFERT</u>		<u>64</u>

1 DISPOSITIONS DE BASE

1.1 Description des déchets radioactifs

1.1.1 Description générale

Ce critèree de transfert contractuel concerne les déchets hétérogènes, conditionnés dans une matrice de ciment (HEC). Il s'agit des productions OF, P.

Le scénario de gestion de référence des déchets radioactifs couverts par ce document est défini à l'Annexe 2.

En outre, le champ d'application de ce document se limite aux déchets conditionnés (DC) avec les configurations décrites ci-dessous (voir § 1.1.2).

1.1.2 Configurations applicables du colis de DC

Les types de configurations auxquelles ce document s'appliquent, ont été déterminées sur la base des illustrations figurant dans l'Annexe 3.

Ce document s'applique aux configurations suivantes du colis de DC :

1. galettes cimentées, sans blindage interne
2. galettes cimentées, avec blindage interne
3. filtres cimentés, sans blindage interne
4. filtres cimentés, avec blindage interne
5. déchets en vrac cimentés, sans blindage interne
6. déchets en vrac cimentés, avec blindage interne

1.2 Instructions pour l'utilisateur de ce document

1.2.1 Codification des critères de transfert contractuels

Les critères de transfert contractuels figurent dans les Chapitres 2 à 7 inclus.

Un **critèree de transfert contractuel** est reconnaissable grâce à un code alphabétique placé entre parenthèses dans la marge gauche de la page. Ce code est précédé d'un numéro qui permet d'identifier le critère d'acceptation concerné.

Les **codes alphabétiques** ont la signification suivante :

- la lettre O indique un critère opérationnel. Un tel critère concerne la sûreté de la gestion des déchets radioactifs durant l'exploitation d'une installation dans le scénario de traitement de référence. Dans ce document, il s'agit initialement du bâtiment d'entreposage 151 ou 127;
- la lettre L indique un critère à long terme. Un tel critère concerne la sûreté passive après la fermeture de la destination finale de référence des déchets radioactifs.
 - Le code Lc indique un critère critique. Il s'agit d'un critère à long terme, dont l'ONDRAF suppose qu'il évoluera.

Le **symbole**  dans la marge gauche de la page clarifie le contexte de certains critères de transfert contractuels. Ces informations ont été ajoutées afin de promouvoir l'interprétation correcte des critères de transfert contractuels, mais ne constituent pas en soi un critèree de transfert contractuel.

1.2.2 Justification des critères de transfert contractuels

Les justifications des critères de transfert contractuels sont rassemblées dans l'Annexe 1 de ce document. Les numéros des justifications sont identiques à ceux identifiant les critères de transfert contractuels.

Une justification explique la raison d'être du critère d'acceptation de transfert et indique la manière dont les valeurs limites éventuelles ont été déduites. Une justification peut également donner des informations et des clarifications supplémentaires. L'objectif ultime des justifications est de promouvoir l'interprétation correcte des critères de transfert contractuels. Une justification est de nature informative et ne fait pas partie du critère.

1.2.3 Documents de référence

La liste des documents de référence figure au Chapitre 9 de ce contrat de transfert. Cette liste identifie les notes techniques en tant que telles. Elle identifie également des arrêtés royaux et des lois (législation fédérale belge) ainsi que des règlements (législation européenne) en tant que tels.

De tous les documents de référence mentionnés au chapitre 9, la version en vigueur, ou autorisée, à la date de signature des documents de transaction de transfert doit être utilisée. Ceci s'applique également à la législation mentionnée dans cette liste.

Pour toutes les notes techniques, la version en vigueur est indiquée dans la liste récapitulative des documents approuvés (LDA) [5]. Pour toutes les normes énumérées, la dernière version est limitée à la date de signature des documents de transaction.

1.2.4 Terminologie

La terminologie utilisée dans les documents relatifs aux critères de transfert contractuels est expliquée dans la note technique « GLOSS » [6]. Toutefois, la définition suivante est une correction :

- Conditionnement hétérogène: méthode de conditionnement qui comprend une immobilisation basée sur l'enrobage.

Dans ce document en particulier :

- l'expression « déchets radioactifs » désigne le lot de déchets radioactifs qui est contrôlé au regard des critères de transfert contractuels ci-dessous.
- les termes « colis primaire » et « colis DC » signifient la même chose, à savoir le produit final obtenu après l'immobilisation et le conditionnement des déchets radioactifs.
- dans le chapitre 4, le terme « pâte de ciment » signifie un mélange de ciment et d'eau de gâchée, sans ajout de granulats.

La liste des abréviations utilisées dans le présent document est donnée à l'Annexe 7.

2 APPROBATION POUR TRANSFERT

- 201 (L,O) Le **traitement et le conditionnement** de chaque colis primaire doivent constituer le produit final d'un **procédé** dans une **installation** associée qui est agréé par l'ONDRAF. À cette fin, le producteur doit établir un dossier d'approbation pour transfert conformément aux prescriptions de la note technique NTC-4 [7] qui doit être approuvé avant le conditionnement. Il convient de documenter la manière dont les incertitudes sont prises en compte dans l'appréciation des valeurs de mesure par rapport aux valeurs limites des critères de transfert contractuels. Les valeurs limites numériques dans les critères de transfert contractuels sont exprimées avec le nombre de chiffres significatifs correspondant à la précision requise de la grandeur à mesurer.
- 202 (L,O) La **caractérisation radiologique** de chaque colis primaire doit être basée sur une installation de mesure et/ou une méthode agréée par l'ONDRAF. À cette fin, le producteur doit établir un dossier d'approbation pour transfert conformément aux prescriptions de la note technique NTC-6 [8]. Il convient de documenter la manière dont les incertitudes sont prises en compte dans l'appréciation des valeurs de mesure par rapport aux valeurs limites des critères de transfert contractuels. Les valeurs limites numériques dans les critères de transfert contractuels sont exprimées avec le nombre de chiffres significatifs correspondant à la précision requise de la grandeur à mesurer.
- 203 (L,O) Les **données radiologiques quantitatives** doivent avoir été mesurées selon une méthode agréée par l'ONDRAF. À cette fin, le producteur doit établir un dossier d'approbation pour transfert conformément aux prescriptions de la note technique NTC- 6/A [9], NTC-6/B [10] ou NTC-6/C [11]. Le dossier d'approbation pour transfert doit mentionner les normes appliquées.
- 204 (L,O) L'**emballage primaire**, utilisé par le producteur pour conditionner les déchets bruts et/ou traités, doit être agréé par l'ONDRAF. À cette fin, le producteur doit établir un dossier d'approbation pour transfert conformément aux prescriptions de la note technique NTC-9 [12].

3 DOCUMENTATION RELATIVE AUX DÉCHETS RADIOACTIFS

-  Ce chapitre énumère les informations sur les colis primaires et son contenu. Elles doivent être documentées pour pouvoir transférer les déchets radioactifs. Toutes ces données sont supposées figurer dans le dossier documentaire de production (DDP) et dans le formulaire C (page de garde et annexe(s) associée(s), voir Annexe 5).

3.1 Formulaire C

- 301 (L,O) Les **données générales** suivantes sur le lot doivent être indiquées sur la page de garde du formulaire C :
- numéro du formulaire C
 - date à laquelle le formulaire a été établi
 - nombre d'annexes au formulaire C
 - coordonnées du producteur
 - lieu d'enlèvement
 - variante de conditionnement (selon la NTC-3[13])
 - référence de la campagne correspondante
 - liste des colis primaires à enlever

- remarques
- signature et nom d'un expert agréé du service de contrôle physique du producteur garantissant les caractéristiques radiologiques des colis primaires

302 (L,O) Les **données physiques et chimiques** suivantes de chaque colis de DC doivent être disponibles dans l'annexe du formulaire C (fiche d'identification) :

- numéro du colis
- numéro du formulaire C correspondant et de la campagne
- date de production du colis (c'est-à-dire la date de l'immobilisation du colis de DC)
- référence du lot de l'emballage primaire
- conditionneur
- masse du colis de DC
- description des déchets (selon la NTC-3 [13]). À cet égard s'applique également ce qui suit :
 - Si le code DO est utilisé, la composition des déchets bruts et/ou traités pour chaque colis doit être spécifiée par fraction de déchets au moyen d'un code AO (selon la TNT-2 [14]) et d'une masse (estimation). Les règles suivantes s'appliquent :
 - Le code AO de chaque fraction de déchets doit correspondre au mieux à la description des déchets qui composent cette fraction. Dans ce cadre, un code AO spécifique doit être utilisé, à l'exception des cas suivants :
 1. Lorsque la fraction de déchets peut être décrite par un code AO qui, dans la directive 'Codes AO' [15], est identifié comme 'conforme au stockage' (ou 'BC' pour 'bergingsconform'), un code AO générique peut également être utilisé
 2. Le code AO peut être utilisé pour une fraction de déchets (la 'fraction résiduelle'), à condition que la masse de cette fraction résiduelle ait été prise en compte dans le 'dossier d'approbation de transfert' du procédé (mentionné au critère **201**)
 - La somme des masses de toutes les fractions de déchets doit être égale à la masse des déchets bruts et/ou traités dans le colis de DC.
 - D'une fraction de déchets constituée des codes AO : H0, H4 ou H5, la marque de la résine doit être indiquée dans le champ de commentaires.
 - Si le code FE est utilisé, la fiche contenant les informations de production concernant les filtres doit être ajoutée au dossier de documentation de production pour chaque colis (voir **307**).
- type d'emballage primaire utilisé, fermeture utilisée, blindage interne utilisé et matrice d'immobilisation utilisée (selon la NTC-3 [13])
- si les colis de DC contiennent des substances ou des mélanges dangereux (c'est-à-dire qu'une phrase H ou EUH y est applicable, sur la base de la masse de la forme du déchet¹ et compte tenu des critères et valeurs limites pour les substances dangereuses dans le règlement CLP [16] et dans les directives techniques pour la classification des déchets [17]), pour chaque substance dangereuse :
 - nom de la substance dangereuse
 - phrases H applicables (y compris les phrases EUH)
- référence du dossier d'approbation « Procédé » avec numéro de version
- référence du dossier d'approbation « Emballage primaire » avec numéro de version

303 (L,O) L'annexe du formulaire C doit contenir les activités des **radionucléides** présents dans le spectre radiologique de chaque colis de DC et qui sont énumérés dans le Tableau 1.

¹ La masse de la forme du déchet est égale à la masse du colis moins celle de son emballage primaire.

- ❗ Toute activité inférieure à 1 Bq peut être considérée comme nulle et peut être déclarée comme 0 dans l'annexe du formulaire C. Ce seuil est imposé pour éviter que des activités très faibles potentiellement fictives soient déclarées alors qu'elles ne sont que le résultat de calculs. De plus, ces activités sont trop faibles pour être pertinentes.

Tableau 1: Liste standard des radionucléides à déclarer obligatoirement

H-3	Ni-63	Ag-108m	Cs-137	Th-229	Pu-238	Cm-243
C-14	Se-79	Ag-110m	Ce-144	Th-230	Pu-239	Cm-244
S-35	Kr-85	Sn-121m	Pm-147	Th-232	Pu-240	Cm-245
Cl-36	Sr-90	I-125	Sm-151	Pa-231	Pu-241	Cm-246
Ar-39	Mo-93	I-129	Eu-152	U-233	Pu-242	Cm-247
Ca-41	Zr-93	I-131	Eu-154	U-234	Pu-244	Cm-248
Mn-54	Nb-94	Sb-125	Eu-155	U-235	Am-241	
Co-58	Tc-99	Sn-126	Ho-166m	U-236	Am-242m	
Co-60	Ru-106	Cs-134	Hf-178n	U-238	Am-243	
Ni-59	Pd-107	Cs-135	Ra-226	Np-237	Cm-242	

❗ Remarques :

- Pour les radionucléides qui sont en équilibre séculaire avec leur nucléide parent (Cs-137/Ba-137m, Sr-90/Y-90, Ru-106/Rh-106 et Ce-144/Pr-144) à court terme ($T_{1/2} < 30$ jours), seule l'activité du nucléide parent sera indiquée.
- Le thorium naturel est censé être en équilibre séculaire avec ses fils. Il suffit ainsi de déclarer le nucléide parent Th-232.

304 (L,O) Les **données radiologiques** suivantes doivent pour les radionucléides présents du critère **303** pour chaque colis primaire être mentionnées dans l'annexe du formulaire C:

- date de détermination de l'activité présente
- activité alpha totale
- activité bêta/gamma totale
- débit de dose maximal au contact et à 1 m du colis primaire, avec la date des mesures (voir aussi **610**)
- confirmation (oui/non) que la contamination surfacique transférable mesurée est inférieure à la valeur limite (voir aussi **611**), avec la date de la mesure
- les masses des matières fissiles U-235, Pu-239 et Pu-241
- confirmation (oui/non) que les déchets radioactifs contiennent de l'uranium hautement enrichi ($\geq 20\%$) (sous réserve d'une valeur seuil de 1 mg)
- méthodologie utilisée pour la caractérisation radiologique
- référence du dossier d'approbation « Radiologique » pour la détermination de l'activité présente avec numéro de version
- référence éventuelle du dossier d'approbation « Installation de mesure » avec numéro de version

305 (L,O) L'annexe au formulaire C de chaque colis de DC doit inclure la confirmation que les déchets radioactifs ne sont pas contaminés ou susceptibles d'être contaminés par des **agents pathogènes biologiques**. Voir le chapitre 7 pour la définition précise des « agents pathogènes biologiques ».

3.2 Le dossier documentaire de production (DDP)

306 (L,O) Le producteur doit documenter les déchets radioactifs conditionnés au moyen d'un **dossier documentaire de production** (DDP). Le DDP original est conservé et archivé par le producteur pendant une période à convenir avec l'ONDRAF. Une copie doit également en être envoyée à l'ONDRAF.

307 (L,O) Un DDP doit être établi **par campagne**, et son contenu exact dépend du procédé de conditionnement ainsi que de la variante de conditionnement. Dans le DDP les données suivantes doivent être **documentées au minimum**:

- Informations générales concernant la campagne:
 - nombre de colis produits
 - période de conditionnement
 - matrice d'immobilisation utilisée (selon NTC-3[13])
 - procédé de conditionnement et la variante de conditionnement
 - référence de: l'approbation « Procédé », l'approbation « Radiologique », l'approbation « Installation de mesure » et l'approbation « Emballage primaire » avec les numéros de version
- Emballages: rapports de réception des emballages primaires utilisés.
- Rapports et comptes rendus sur les contrôles de production par le producteur démontrant la qualité du produit final et sa conformité à ce document. Ces rapports et comptes rendus couvrent au moins les contrôles suivants:
 - contrôles à la réception des emballages primaires
 - contrôles à la cimentation
 - contrôles à la fermeture
- Matrice d'immobilisation:
 - matières premières de la matrice d'immobilisation:
 - provenance des matières premières utilisées
 - certificats d'analyse et/ou de qualité des matières premières démontrant qu'elles répondent aux critères décrits sous 412, 413, 415 417 et 419 du présent document
 - composition nominale telle que décrite dans le critère 422
 - composition de la matrice d'immobilisation par colis
 - résultats des essais suivants sur des échantillons représentatifs, dont la fréquence est définie dans le dossier d'approbation :
 - consistance (voir aussi 424)
 - retrait (voir aussi 426)
 - porosité accessible à l'eau (voir aussi 433)
 - résistance à la compression (voir aussi 434)
 - résistance à la flexion (voir aussi 435)
 - résistante à l'eau (voir aussi 436)
 - résistance au gel-dégel (voir aussi 438)
- Blindage radiologique :
 - si le fabricant du blindage radiologique possède un label BENOR ou un label équivalent² :

² Par un équivalent du label BENOR, on entend un label équivalent (ou supérieur) d'un autre pays tel que l'AFNOR en France ou le KOMO (KIWA) aux Pays-Bas. L'équivalence est vérifiée par le processus d'agrément.

- les résultats de l'essai « résistance à l'eau » (voir aussi 436) et
 - le certificat BENOR du fabricant dublindage
- dans le cas contraire, il est nécessaire d'indiquer les mêmes données que dans les critères 412 à 438 inclus, en remplaçant « matrice d'immobilisation » par « blindage radiologique »
- Provenance et description des déchets bruts et/ou traités (selon la NTC-3 [13]).
 - Si le code FE est utilisé, la fiche contenant les informations de production concernant les filtres doit être ajoutée.
- Documents contenant les résultats radiologiques (c'est-à-dire les activités des radionucléides comme demandé dans le critère 303) des mesures prises sur le produit final et/ou du demi-produit.
- Référence du formulaire C, annexes comprises, si l'ONDRAF a déjà reçu ledit formulaire C, ou un exemplaire rempli conformément aux critères 301 à 305 inclus, si l'ONDRAF ne l'a pas encore reçu.
- Suivantes données physiques et chimiques parcolis:
 - confirmation (oui/non) que la présence de substances biodégradables en plus des substances contenant de la cellulose (voir 405)
 - masse totale des substances cellulosiques présentes (voir 406)
 - masse des ions chlorure minéraux dans la forme du déchet (voir 404)
 - masse des ions sulfate SO_4^{2-} solubles dans l'eau présents dans la forme du déchet (c'est-à-dire tous les sulfates inorganiques à l'exception du baryumsulfate, voir 409) :
 - de chaque agent complexant ou chélatant présent:
 - nom de l'agent
 - masse
 - de chaque métal électropositif présent (liste exhaustive donnée en Annexe 6 et voir 410) :
 - nom du métal
 - masse
 - de chaque absorbant organique ou inorganique présent (y compris le gel de silice et la vermiculite) :
 - nom de l'absorbant
 - masse
- Documents sur les notifications d'incidents, les demandes de dérogation et les demandes de régularisation.



Les colis peuvent se subdiviser en campagnes comme suit:

- Les colis conditionnés selon un certain procédé de conditionnement sont réunis dans une même campagne.
- Les colis conditionnés au cours d'une même période de production sont réunis dans une même campagne. Dans le cas d'une production continue, une campagne peut inclure des colis provenant d'une période de production ne dépassant pas 6 mois.
- Eventuellement sur base d'autres conditions, après concertation avec l'ONDRAF (comme le type de déchets selon la NTC-3 [13]).

4 CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES DÉCHETS

4.1 La forme du déchet

4.1.1 Aspect physique

- 401 (L,O) La forme du déchet doit former un **ensemble solide, compact et non dispersible**, physiquement et chimiquement **stable** dans les conditions prévues pendant le transport et l'entreposage.

4.1.2 Stabilité physique et chimique

- 402 (L,O) La formation éventuelle de gaz suite à la corrosion, à la radiolyse et/ou à la décomposition de matières organiques ne peut porter atteinte à l'**intégrité de la forme du déchet** et ne peut entraîner de déformation inacceptable de l'emballage primaire. L'évolution de la formation de gaz dans la forme du déchet doit dès lors être documentée dans le dossier d'approbation
- 403 (L,O) En aucun point de la forme du déchet, la **température** ne peut avoir été supérieure ou égale à 100 °C.

4.1.3 Chlorures

- 404A (Lc) La quantité d'**ions chlorure** minéraux dans la forme du déchet ne peut pour aucun colis primaire dépasser 0,4 m% de la masse de ciment dans la matrice d'immobilisation. Tous les chlorures inorganiques doivent être pris en compte. Tous les chlorures organiques sont considérés comme insolubles dans l'eau. Le critère ne s'applique donc pas à cet égard.
- 404B (Lc) **Critère relaxé par rapport au critère 404A pour certains flux.** La quantité d'**ions chlorure** minéraux dans la forme du déchet ne peut pour aucun colis primaire dépasser 2,0 m% de la masse de ciment dans la matrice d'immobilisation. Tous les chlorures inorganiques doivent être pris en compte. Tous les chlorures organiques sont considérés comme insolubles dans l'eau. Le critère ne s'applique donc pas à cet égard.
- 404C (Lc) **Critère relaxé par rapport au critère 404A pour certains flux.** La quantité d'**ions chlorure** minéraux dans la forme du déchet ne peut pour aucun colis primaire dépasser 5,0 m% de la masse de ciment dans la matrice d'immobilisation. Tous les chlorures inorganiques doivent être pris en compte. Tous les chlorures organiques sont considérés comme insolubles dans l'eau. Le critère ne s'applique donc pas à cet égard.
- 404D (Lc) **Critère relaxé par rapport au critère 404A pour certains flux.** La quantité d'**ions chlorure** minéraux dans la forme du déchet ne peut pour aucun colis primaire dépasser 0,4 m% de la masse de ciment dans la matrice d'immobilisation et dans le béton concassé (*betonpuin*). Tous les chlorures inorganiques doivent être pris en compte. Tous les chlorures organiques sont considérés comme insolubles dans l'eau. Le critère ne s'applique donc pas à cet égard.

4.1.4 Substances biodégradables

- 405 (L,O) Les **substances biodégradables**, à l'exception des substances cellulosiques, ne peuvent être présentes dans la forme du déchet.

-  Les agents absorbants organiques (voir également justification 307) ne sont pas considérés comme des « substances biodégradables » et ne sont donc pas explicitement interdits dans la forme du déchet. L'ONDRAF recommande cependant de limiter autant que possible ces substances pour le stockage en surface. Il est préférable de choisir des alternatives inorganiques.

406A (Lc) Dans aucun colis primaire, la masse totale des matières cellulosiques dans la forme du déchet ne peut dépasser 0,1 kg.

406B (Lc) **Critère relaxé par rapport au critère 406A pour certains flux :** Dans aucun colis primaire, la masse totale des **matières cellulosiques** dans la forme du déchet ne peut dépasser 0,2 kg.

406C (Lc) **Critère relaxé par rapport au critère 406A pour certains flux :** Dans aucun colis primaire, la masse totale des **matières cellulosiques** dans la forme du déchet ne peut dépasser 15 kg.

4.1.5 Substances dangereuses

407 (L,O) La forme du déchet ne peut pas comporter de **substances ou de mélanges** dangereux qui sont classés par le Règlement CLP [16] dans les **dangers physiques**, et :

- Soit qui sont désignés selon son Annexe I par une phrase H spécifique ;
- Soit qui sont désignés selon son Annexe II par une phrase EUH spécifique concernant les **propriétés matérielles**.

-  L'Annexe 4 donne un aperçu des phrases de risque des substances et des mélanges qui sont exclus par ce critère, sur la base du Règlement CLP en vigueur au moment où ce document a été approuvé. Cette annexe est donc purement illustrative et a pour but d'aider l'utilisateur de ce document.

4.2 Les déchets bruts et/ou traités

-  Le tableau 15-3 du § 15.4.2.7 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface fournit une liste minimale des substances qui sont exclues si elles sont présentes en quantités telles qu'elles interagissent avec la réaction d'hydratation pendant le durcissement du mortier et peuvent entraîner une diminution inacceptable de la qualité du mortier en ce qui concerne sa rétention chimique ou sa limitation du débit d'eau. Ces substances ont toutefois déjà été abordées dans divers critères d'acceptation de cet ACRIA (des substances biodégradables (voir 405), des substances ou mélanges dangereux (voir 407) ...), et par conséquent, le tableau 15-3 du § 15.4.2.7 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface est purement illustratif.

4.2.1 Processus pouvant mener à l'expansion des déchets conditionnés

408A (Lc,O) Le béton concassé ou le mortier concassé contenu dans les déchets bruts et/ou traités doit **être insensible à la RAS³ et à la DEF⁴**. Cette insensibilité doit être démontrée dans le dossier d'approbation sur la base des propriétés connues du béton⁵ ou mortier. Si ce n'est pas possible, l'insensibilité doit être démontrée sur des échantillons représentatifs et en utilisant des méthodes d'essai appropriées (par exemple la méthode décrite sous [18]).

³ Réaction alcali-silice.

⁴ Delayed ettringite formation.

⁵ Pour une granulométrie maximale nominale (D_{max}) supérieure à 4 mm, le terme « béton » est utilisé. Pour une D_{max} inférieure ou égale à 4 mm, le terme « mortier » est utilisé.

408B(Lc,O) **Critère relaxé par rapport au critère 408A pour certains flux.** Il n'est pas exigé que le béton concassé dans les déchets bruts et/ou traités soit insensible à l'ASR et à la DEF. Toutefois, pour chaque colis primaire dont les déchets bruts et/ou traités contiennent du béton concassé, la sensibilité ou l'insensibilité de ce béton concassé à l'ASR et à la DEF doit être démontrée sur la base des propriétés connues du béton en question, ou sur la base d'échantillons représentatifs à l'aide de méthodes de test appropriées.

408C(Lc,O) **Critère relaxé par rapport au critère 408A pour certains flux.** Il n'est pas exigé que le béton concassé dans les déchets bruts et/ou traités soit insensible à l'ASR et à la DEF. Il n'est pas non plus nécessaire d'évaluer la sensibilité à l'ASR et à la DEF de ce béton concassé.

4.2.2 Sulfates

409A (Lc) Dans aucun colis primaire, la masse des ions sulfate (SO_4^{2-}) contenus dans les **sulfates hydrosolubles** provenant de déchets radioactifs bruts et/ou traités ne peut dépasser 12 g par kilogramme de forme du déchet.
Tous les sulfates inorganiques, à l'exception du baryumsulfate ($BaSO_4$), sont considérés comme des sulfates hydrosolubles. Tous les sulfates organiques sont considérés comme insolubles dans l'eau. Le critère ne s'applique donc pas à cet égard.

409B (Lc) **Critère relaxé par rapport au critère 409A pour certains flux.** Dans aucun colis primaire, la masse des ions sulfate (SO_4^{2-}) contenus dans les **sulfates hydrosolubles** provenant de déchets radioactifs bruts et/ou traités ne peut dépasser 24 g par kilogramme de forme du déchet.
Tous les sulfates inorganiques, à l'exception du baryumsulfate ($BaSO_4$), sont considérés comme des sulfates hydrosolubles. Tous les sulfates organiques sont considérés comme insolubles dans l'eau. Le critère ne s'applique donc pas à cet égard.

409C (Lc) **Critère relaxé par rapport au critère 409A pour certains flux.** La masse des ions sulfate (SO_4^{2-}) contenus dans les **sulfates hydrosolubles** provenant de déchets radioactifs bruts et/ou traités est déclarée en g par kilogramme de forme du déchet.
Tous les sulfates inorganiques, à l'exception du baryumsulfate ($BaSO_4$), sont considérés comme des sulfates hydrosolubles. Tous les sulfates organiques sont considérés comme insolubles dans l'eau. Le critère ne s'applique donc pas à cet égard.

4.2.3 Métaux électropositifs

410 (L) Les déchets radioactifs bruts et/ou traités ne peuvent contenir de **métaux électropositifs** (voir Annexe 6), sauf si le producteur peut démontrer dans son dossier d'approbation que la cinétique de corrosion est suffisamment lente pour ne pas interférer avec la prise et le durcissement de la matrice d'immobilisation.

4.2.4 Sources scellées

411 (L) Les **sources scellées** ne peuvent être présentes dans les déchets radioactifs.

4.3 La matrice d'immobilisation

4.3.1 Matières premières de la matrice d'immobilisation

 Les critères décrits ci-dessous sont spécifiques aux ingrédients utilisés dans la production de la matrice d'immobilisation et ne doivent pas nécessairement tous être présents dans la composition de la matrice d'immobilisation. Les ingrédients de la matrice d'immobilisation appartiennent exclusivement aux cinq catégories suivantes : ciment, granulat, eau, adjuvant ou additif. Elles sont définies dans les normes énumérées ci-dessous.

Pour rappel, un adjuvant est un produit ajouté, lors de la fabrication du béton ou du mortier, en petites quantités par rapport à la masse de ciment pour modifier les propriétés du béton ou du mortier lorsqu'il est frais et/ou durci.

Un additif est un matériau finement divisé qui est utilisé dans le béton ou le mortier pour améliorer des propriétés spécifiques ou pour lui donner des propriétés particulières. La norme NBN EN 206 : 2013+A1 : 2016 [19] explique la différence entre les additifs pratiquement inertes (type I) et les additifs hydrauliques pouzzolaniques ou latents (type II). Les différents additifs autorisés sont décrits dans les normes mentionnées ci-dessous. Le contrôle et l'assurance de la qualité des matières premières sont décrits dans le dossier d'approbation (voir critère 421).

- 412 (L,O) **Le ciment** utilisé pour la matrice d'immobilisation doit être conforme aux exigences de la norme NBN EN 197-1 [20].
- 413 (L,O) Les **granulats** utilisés pour la matrice d'immobilisation doivent être conformes aux exigences de la norme NBN EN 12620 [21] ou NBN EN 13139 [22].
- 414 (L,O) Les granulats utilisés pour la matrice d'immobilisation doivent être insensibles à **la RAS**. La RAS doit être exclue pour tous les granulats selon la méthode décrite dans l'ASTM C1260 (2014). Si le résultat de ce test pas concluant, les granulats ou la matrice d'immobilisation doivent ensuite être testés conformément à la méthode décrite dans l'ASTM C1293 (2015).
- 415 (L,O) **L'eau de gâchée** utilisée pour la matrice d'immobilisation doit être conforme aux exigences de la norme NBN EN 1008 [23].
- 416 (L) Les **adjuvants organiques** ne sont pas autorisés, à l'exception des superplastifiants à base de (par ordre de préférence) :
- sulfonate de naphthalène
 - polycarboxylate
 - sulfonate de mélamine
- Le producteur doit justifier le choix éventuel d'un adjuvant organique ci-dessus dans le dossier d'approbation.
- 417 (L,O) Les **adjuvants** utilisés pour la matrice d'immobilisation doivent être conformes aux exigences des normes NBN EN 934-1 [24], NBN EN 934-2 [25], NBN EN 934-3 [26], NBN EN 934-4 [27], NBN EN 934-5 [28] ou NBN EN 934-6 [29].
- 418 (L) Les **additifs** doivent être **inorganiques**.
- 419 (L,O) Les **additifs** qui sont ajoutés pendant la production des colis DC doivent être conformes à la norme NBN EN 197-1 [20] et aux exigences de la norme mentionnée ci-dessous pour ce type d'additif :
- Le laitier de haut fourneau (S) doit être conforme à la norme NBN EN 15167-1 [30].
 - La fumée de silice (D) doit être conforme à la norme NBN EN 13263-1 [31].

- Les cendres volantes contenant du silicium (V) ou du calcium (W) doivent être conformes à la norme NBN EN 450-1 [32].
- Le filler calcaire (L ou LL) doit être conforme à la définition de la norme NBN EN 12620 [21].

 Ce critère ne s'applique pas au ciment conforme NBN EN 197-1 qui déjà contient des additifs.

420 (L,O) Le **filler calcaire (L ou LL)** (voir critère **419**) doit être insensible à la RAS. Le producteur doit le démontrer :

- soit en testant la roche mère du filler calcaire selon la méthode décrite dans l'ASTM C1260 (2014) ;
- soit en testant la matrice d'immobilisation selon la méthode décrite dans l'ASTM C1293 (2015).

4.3.2 La matrice d'immobilisation fraîche

 Les critères décrits ci-dessous concernent la composition de la matrice, les propriétés de la matière fraîche et son utilisation. Le respect de ces critères garantit un enrobage efficace, contrôlé et reproductible des déchets radioactifs.

421 (L,O) La **composition** (voir critère **422** et **423**) et **les propriétés de la matrice d'immobilisation** doivent être garanties par le système de qualité du processus de traitement et de conditionnement (voir critère **201**). Ce système de qualité doit être décrit dans le dossier d'approbation et doit :

- décrire toutes les étapes du procédé liées à la matrice d'immobilisation, c'est-à-dire de la réception des matières premières de la matrice d'immobilisation au produit final du procédé, à savoir l'emballage des déchets conditionnés ;
- déterminer la fréquence à laquelle sont menés les tests prévus dans les critères de transfert contractuels (**414**, **420**, **424**, **426**, **431**, **433**, **434**, **435**, **436**, **437** et **438**) ;
- décrire quels contrôles de qualité, en plus des tests mentionnés ci-dessus, sont effectués et à quel stade du procédé et déterminer la fréquence à laquelle ces contrôles de qualité sont menés ;
- définir sous quelles conditions les tests susmentionnés seront répétés dans le cadre des contrôles de qualité précités.

422 (L,O) La **composition nominale** de la matrice d'immobilisation doit être précisée dans le dossier d'approbation.

 La composition nominale ne tient pas compte de la précision de dosage (voir critère **423**), mais comprend l'identification de ingrédients de la matrice d'immobilisation et les doses.

423 (L,O) La **précision de dosage** des ingrédients de la matrice d'immobilisation doit être conforme à la norme NBN EN 206:2013+A1 : 2016 [19]. Si le producteur ne peut pas garantir les tolérances prévues par la norme, il doit indiquer sa propre tolérance dans le dossier d'approbation et assurer que les critères **412** à **438** seront toujours respectés dans les limites de cette tolérance.

424 (L,O) La matrice d'immobilisation doit envelopper complètement les déchets bruts et/ou traités et combler tous les espaces vides. Plus précisément, le producteur doit :

- constituer un colis primaire non actif avant le début de la production des colis de DC. Après le durcissement de la matrice d'immobilisation, il convient de vérifier, par le biais d'un contrôle visuel d'une découpe verticale de ce colis, si la matrice a rempli

les espaces vides et a complètement enveloppé les déchets. Les résultats de cet test doivent être inclus dans le dossier d'approbation.

- indiquer la **consistance** de la matrice d'immobilisation fraîche du colis primaire non actif dans le dossier d'approbation. Cette consistance doit être mesurée sur des échantillons représentatifs selon les normes suivantes :
 - pour le béton : la norme NBN EN 12350-2 [33];
 - pour le mortier et la pâte de ciment : la norme NBN EN 1015-3 [34]⁶.
- garantir la consistance de la matrice d'immobilisation des colis primaires actifs pendant la production des colis de DC et la démontrer en effectuant des mesures de consistance sur des échantillons représentatifs conformément à la norme applicable (voir ci-dessus). Pour le béton, la consistance mesurée doit toujours appartenir à la même classe de consistance que celle indiquée dans le dossier d'approbation. Pour le mortier et la pâte de ciment, la consistance mesurée ne doit pas s'écarter de plus de 10 % de la valeur de la consistance indiquée dans le dossier d'approbation.

Si le producteur utilise une autre méthode de test pour vérifier que les espaces vides ont été comblés et que les déchets sont complètement enrobés dans le colis primaire non actif, il y a lieu de remplir toutes les conditions suivantes :

- Dans le dossier d'approbation il doit être justifié pourquoi une dérogation à la méthode de test décrite ci-dessus est souhaitée.
- Dans le dossier d'approbation il doit être démontré que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.



L'approbation de la méthode de test alternative découle de l'approbation du dossier d'approbation

425 (L,O) Lorsque la matrice d'immobilisation est coulée en plusieurs étapes mais que la durée entre deux étapes consécutives dépasse le temps jusqu' à la prise⁷ de la première étape, le producteur doit, afin d'assurer la **continuité** de la matrice d'immobilisation:

- justifier dans son dossier d'approbation pourquoi la matrice d'immobilisation ne peut être coulée en une seule fois ;
- humidifier la surface avant de passer à l'étape suivante.

426 (L,O) Aucun **retrait** excessif ne doit avoir eu lieu pendant la prise et le durcissement de la matrice d'immobilisation. Pour le démontrer, le producteur doit avoir mesuré le retrait sur des éprouvettes représentatives selon les normes NBN B15-216 [35] pour le béton et NBN B14-217 [36] pour le mortier et la pâte de ciment. Le retrait de chaque éprouvette doit être inférieur ou égal à :

- 1 mm/m pour le béton.
- 2 mm/m pour le mortier et la pâte de ciment.

427 (L,O) Lors de la prise, la matrice d'immobilisation fraîche doit être protégée contre la perte excessive d'eau par évaporation. Le producteur doit justifier dans le dossier d'approbation comment ce critère est garanti.

428 (L,O) Lors de la fermeture du colis, il ne doit pas y avoir d'**eau libre sur la surface supérieure** de la forme du déchet. Cet aspect fera l'objet d'un contrôle visuel avant la fermeture définitive du colis. L'eau qui se trouve à la surface pendant la prise ne peut donc pas être enlevée manuellement.

⁶ Y compris les révisions A1/2004 et A2/2006

⁷ Ce le temps entre le coulage de la matrice d'immobilisation dans le fût et le début de la prise.

- 429 (L,O) La matrice d'immobilisation et le mortier ou le béton de l'éventuel blindage radiologique doivent **combler** au moins 85 % du volume de l'espace constitué par le volume interne de l'emballage primaire moins le volume externe des déchets radioactifs bruts et/ou traités. Dans ce cas, la matrice d'immobilisation doit recouvrir la partie supérieure des déchets de manière à ce que cette partie ne soit plus visible, sans toutefois entraver le placement du couvercle sur l'emballage primaire. La distance à laisser à cet effet entre le haut de la cuve de l'emballage primaire et la matrice d'immobilisation dépend de la conception de l'emballage primaire et doit être déterminée dans le dossier d'approbation.
- 430 (L,O) Pendant la prise de la matrice d'immobilisation, il faut que le colis primaire soit maintenu **immobile**. Le début et la fin de la prise doivent être définis dans le dossier d'approbation.

4.3.3 La matrice d'immobilisation durcie

 Les critères décrits ci-dessous concernent les propriétés du matériau durci. Elles se divisent en deux catégories : les propriétés mécaniques et structurelles de la matrice d'immobilisation et les propriétés relatives à son comportement à long terme.

- 431 (L,O) La matrice d'immobilisation doit être **homogène**. Cela signifie qu'un bon mélange doit y avoir lieu et qu'aucune ségrégation ne doit survenir pendant la prise. Cela doit être démontré par le même test que pour le critère 424 (découpe verticale d'un colis primaire non actif), en vérifiant visuellement que la matrice d'immobilisation est homogène. Les résultats de ce test doivent être inclus dans le dossier d'approbation.
- Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies :
- Dans le dossier d'approbation doit être justifié pourquoi une dérogation à la méthode de test décrite ci-dessus est souhaitée.
 - Dans le dossier d'approbation doit être démontré que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.

 L'approbation de la méthode de test alternative découle de l'approbation du dossier d'approbation.

- 432 (L,O) La matrice d'immobilisation ne doit pas contenir de **fissures traversantes**. Il s'agit de fissures qui vont de l'intérieur de l'emballage primaire jusqu'aux déchets bruts et/ou traités et qui présentent une largeur de 0,1 mm ou plus. Cela doit être démontré par le même test que pour le critère 424 (découpe verticale d'un colis primaire non actif), en vérifiant visuellement que la matrice d'immobilisation ne comporte aucune fissure continue. Les résultats de ce test doivent être inclus dans le dossier d'approbation.
- Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies :
- Dans le dossier d'approbation doit être justifié pourquoi une dérogation à la méthode de test décrite ci-dessus est souhaitée.
 - Dans le dossier d'approbation doit être démontré que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.

 L'approbation de la méthode de test alternative découle de l'approbation du dossier d'approbation.

- 433 (L,O) La **porosité accessible à l'eau** de la matrice d'immobilisation doit être inférieure ou égale à :
- 14 vol% dans le cas du béton
 - 21 vol% dans le cas du mortier ou de la pâte de ciment

La porosité accessible à l'eau des échantillons de la matrice d'immobilisation est de préférence définie conformément à la méthode de test décrite dans l'ouvrage GranDuBé [37] (chapitre I.2, paragraphe 3).

Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies:

- Dans le dossier d'approbation doit être justifié pourquoi une dérogation à la méthode de test décrite dans l'ouvrage GranDuBé est souhaitée.
- Dans le dossier d'approbation doit être démontré que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite dans l'ouvrage GranDuBé.



L'approbation de la méthode de test alternative découle de l'approbation du dossier d'approbation.

434 (L,O) La **résistance à la compression** de la matrice d'immobilisation durcie à 28 jours doit :

- être supérieure ou égale à 30 MPa ;
- répondre à l'un des critères ci-dessous :
 - soit la résistance à la compression mesurée se situe dans l'intervalle de confiance de 95%, où cet intervalle doit être inférieur ou égal à 20 MPa [38] ;
 - soit la résistance à la compression mesurée se situe dehors l'intervalle de confiance de 95%, mais le mortier ou le béton testé satisfait à une série de contrôles supplémentaires différents des contrôles de qualité courants (voir critère **421**) prévus dans le dossier d'approbation.

Cette résistance à la compression doit être déterminée sur des échantillons standardisés et conservés dans un environnement confiné (qui ne permet pas l'échange d'humidité) et/ou dans une chambre humide conformément aux normes applicables. Dans son dossier d'approbation, le producteur doit en outre renseigner l'intervalle de confiance à 95 % de la résistance de la matrice d'immobilisation à la compression à 28 jours. Le Tableau 2 ci- après présente la norme applicable et les dimensions de l'échantillon pour chaque type de matrice d'immobilisation.

Tableau 2: Normes applicables pour déterminer la résistance à la compression

Matrice d'immobilisation	Norme applicable	Dimensions de l'échantillon
Béton	NBN EN 12390-3 [39]	150 x 150 x 150 mm ou Ø 150 mm x 300 mm
Mortier, pâte de ciment	NBN EN 1015-11 [40]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-3 [39]	150 x 150 x 150 mm

435 (L,O) La **résistance à la flexion** de la matrice d'immobilisation à 28 jours doit être supérieure ou égale à 1 MPa. Cette résistance à la flexion doit être déterminée sur des échantillons standardisés et conservés dans un environnement confiné (qui ne permet pas l'échange d'humidité) et/ou dans une chambre humide, conformément aux normes applicables. Le

Tableau 3 présente la norme applicable et les dimensions de l'échantillon nécessaires à la détermination de la résistance de la flexion pour chaque type de matrice d'immobilisation.

Tableau 3: Normes applicables pour déterminer la résistance à la flexion

Matrice d'immobilisation	Norme applicable	Dimensions de l'échantillon
Béton	NBN EN 12390-5 [41]	Prisme, avec dimensions selon la norme
Mortier, pâte de ciment	NBN EN 1015-11 [40]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-5 [41]	Prisme, avec dimensions selon la norme

436 (L) La matrice d'immobilisation doit être **résistante à l'eau**. Cela signifie que les échantillons durcis de la matrice d'immobilisation aux dimensions du Tableau 3 doivent être immergés dans l'eau pendant une période d'au moins 90 jours. Les conditions de test et la procédure d'inspection des échantillons après le test doivent être décrites suffisamment en détails dans le dossier d'approbation pour permettre de reproduire le test sans ambiguïté. Par conditions de test, on entend au moins:

- le volume d'eau par rapport à l'échantillon
- la composition de l'eau et la fréquence de renouvellement
- l'ancienneté de l'échantillon au début du test
- la géométrie du dispositif
- la température de l'eau

Après le test, chaque échantillon doit:

- être exempt de toute modification structurelle (fissures, effritement, déformation...);
- démontrer une résistance à la flexion supérieure ou égale à 1 MPa, déterminée conformément à la norme correspondante dans le Tableau 3.

Toute modification de volume et de masse doit être précisée dans le dossier d'approbation. Les essais doivent toujours être effectués avec des échantillons différents et il convient d'évaluer la série d'échantillons dans son ensemble.



L'approbation de la méthode de test alternative découle de l'approbation du dossier d'approbation.

437 (L,O) Au niveau de la matrice d'immobilisation, il convient:

- que pendant et après la prise sa température interne ait évolué tout en étant restée inférieure ou égale à 60 °C en tout point ;
- ou qu'elle soit insensible à la **DEF** et que cette insensibilité soit démontrée sur des échantillons représentatifs en utilisant des méthodes d'essai appropriées.

Cette insensibilité à la DEF doit être démontrée en utilisant la méthode d'essai décrite dans la note 2014-3049 [42]. Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies :

- Dans le dossier d'approbation doit être justifié pourquoi une dérogation à la méthode de test décrite ci-dessus est souhaitée.
- Dans le dossier d'approbation doit être démontré que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.

-  L'approbation de la méthode de test alternative découle de l'approbation du dossier d'approbation.

- 438 (L,O) La matrice d'immobilisation durcie doit pouvoir résister à l'alternance de **gel et de dégel**. Ce critère doit être contrôlé sur des échantillons représentatifs lors d'un test de cycle de gel et dégel conformément à la fiche technique TFT 2 [43] de l'ONDRAF. Après le test, chaque échantillon doit :
- être exempt de toute modification structurelle (fissures, effritement, déformation ...);
 - Avoir une résistance à la compression supérieure ou égale à 80 % de leur valeur initiale.

4.4 Blindage radiologique

- 439 (L) Le **blindage radiologique** doit être en béton (par exemple béton d'hématite, béton de baryte ...), mortier (par exemple mortier d'hématite, mortier de baryte ...), pâte de ciment, acier ou plomb.
- 440 (L,O) Si le fabricant du blindage radiologique en béton, en mortier ou en pâte de ciment **possède un label BENOR ou un label équivalent**⁸ pour le béton, le mortier ou la pâte de ciment utilisé à cet effet, ce blindage doit répondre aux critères suivants déjà décrits au § 4.3 (où « matrice d'immobilisation » doit être remplacé par « blindage radiologique ») :
- Insensibilité à la RAS (voir critère 414)
 - Adjuvants inorganiques (voir critère 416)
 - Composition nominale de la matrice d'immobilisation (voir critère 422)
 - Résistante à l'eau (voir aussi 436)
 - Insensibilité à la DEF (voir critère 437)

Si le fabricant **ne dispose pas d'un label BENOR ou un label équivalent** pour le béton, le mortier ou la pâte de ciment du blindage radiologique, ce blindage doit répondre aux mêmes critères que ceux pour la matrice d'immobilisation (c'est-à-dire tous les critères du 412 à 438 inclus) à l'exception du « combler » (voir critère 429), des « fissures traversantes » (voir critère 432), de la « porosité accessible à l'eau » (voir critère 433) et de la « résistance au gel-dégel » (voir critère 438). À cet égard, « matrice d'immobilisation » doit être remplacé par « blindage radiologique ».

⁸ Par un équivalent du label BENOR, on entend un label similaire (ou supérieur) d'un autre pays tel que l'AFNOR en France ou le KOMO (KIWA) aux Pays-Bas. L'équivalence est vérifiée par le processus d'agrément.

5 CARACTÉRISTIQUES RADIOLOGIQUES DES DÉCHETS

5.1 Activités volumiques maximales

5.1.1 Limites de concentration spécifiques (CLI)

- 501 (L) Dans chaque colis primaire, l'activité volumique de chacun des radionucléides critiques doit être inférieure ou égale à la **limite de concentration spécifique (CLI)** mentionnée dans le Tableau 4. L'activité volumique est calculée sur le volume nominal du colis (c'est-à-dire 0,4 m³ pour un fût de 400 litres).

Tableau 4: Valeurs CLI

Nucléide	Valeur CLI [Bq/m ³]
Ag-108m	1 × 10 ⁸
Am-241	2 × 10 ⁹
Am-243	1 × 10 ⁸
C-14	1 × 10 ¹¹
Ca-41	1 × 10 ⁹
Cl-36	1 × 10 ⁸
Cm-244	1 × 10 ⁹
Cs-135	1 × 10 ⁸
Cs-137	1 × 10 ¹²
I-129	1 × 10 ⁸
Mo-93	1 × 10 ⁸
Nb-94	7 × 10 ⁸
Ni-59	1 × 10 ¹¹
Ni-63	1 × 10 ¹³
Np-237	1 × 10 ⁸
Pu-238	1 × 10 ⁹
Pu-239	5 × 10 ⁸
Pu-240	1 × 10 ⁹
Pu-241	8 × 10 ¹⁰
Se-79	1 × 10 ⁹
Sn-126	1 × 10 ⁸
Sr-90	1 × 10 ¹¹
Tc-99	1 × 10 ¹⁰
U-234	1 × 10 ⁹
U-235	1 × 10 ⁷
U-236	1 × 10 ⁸
U-238	1 × 10 ⁸
Zr-93	1 × 10 ⁹

5.1.2 Critère X

502 (L,O) Pour chaque colis primaire, le **facteur X** doit être inférieur ou égal à 1, ce facteur X étant défini comme suit :

$$X = \sum_{i=1}^N \frac{C_i}{C_{i,max}}$$

Ci-dessous :

- N : le nombre de radionucléides critiques dans le Tableau 5 ;
- C_i : l'activité volumique [Bq/m³], calculée sur le volume nominal, d'un nucléide donné (i) dans un colis primaire ;
- C_{i, max} : la valeur correspondant à un nucléide donné (i) dans le Tableau 5.

Tableau 5: Valeurs C_{i,max}

Nucléide	Valeur C _{i,max} [Bq/m ³]
Ag-108m	1,12 × 10 ⁹
Am-241	2,92 × 10 ⁹
Am-243	1,39 × 10 ⁹
C-14	1,40 × 10 ¹³
Ca-41	2,52 × 10 ¹²
Cl-36	2,83 × 10 ¹²
Cm-244	5,93 × 10 ¹¹
Cs-135	9,72 × 10 ¹²
Cs-137	1,99 × 10 ¹²
I-129	4,10 × 10 ¹⁰
Mo-93	9,30 × 10 ¹⁰
Nb-94	7,13 × 10 ⁸
Ni-59	4,36 × 10 ¹¹
Ni-63	4,20 × 10 ¹⁴
Np-237	1,93 × 10 ⁹
Pu-238	1,84 × 10 ¹⁰
Pu-239	1,60 × 10 ⁹
Pu-240	1,63 × 10 ⁹
Pu-241	8,51 × 10 ¹⁰
Se-79	8,81 × 10 ¹²
Sn-126	5,49 × 10 ⁸
Sr-90	9,24 × 10 ¹⁴
Tc-99	5,63 × 10 ¹²
U-234	2,09 × 10 ¹⁰
U-235	3,78 × 10 ⁹
U-236	2,38 × 10 ¹⁰
U-238	1,50 × 10 ¹⁰
Zr-93	5,31 × 10 ¹¹

5.1.3 Facteur d'hétérogénéité

- 503 (L) Le facteur d'hétérogénéité de chaque colis primaire doit être inférieur ou égal à 340, ce facteur d'hétérogénéité (Z_{colis}) étant défini comme suit :

$$Z_{\text{colis}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{4 \times A_{i,\text{colis}}}{\text{OLI}_{i,\text{tumulus est}} / 17\,240} \leq 340$$

Où :

N : le nombre de radionucléides dans le Tableau 1

$A_{i,\text{colis}}$: l'activité totale (Bq) d'un radionucléide donné (i) dans un colis primaire

$\text{OLI}_{i,\text{tumulus est}}$: la valeur correspondant à un radionucléide donné (i) dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Valeurs OLI (tumulus del'est)

Nucléide	Valeur OLI [Bq]
Ag-108m	$1,59 \times 10^{10}$
Am-241	$3,75 \times 10^{11}$
Am-243	$1,13 \times 10^{10}$
C-14	$5,03 \times 10^{12}$
Ca-41	$1,59 \times 10^{12}$
Cl-36	$1,39 \times 10^{10}$
Cm-244	$1,31 \times 10^{11}$
Cs-135	$2,57 \times 10^8$
Cs-137	$5,57 \times 10^{13}$
I-129	$9,72 \times 10^8$
Mo-93	$1,40 \times 10^{10}$
Nb-94	$2,75 \times 10^{11}$
Ni-59	$3,44 \times 10^{12}$
Ni-63	$3,75 \times 10^{14}$
Np-237	$5,87 \times 10^8$
Pu-238	$2,20 \times 10^{11}$
Pu-239	$6,46 \times 10^{10}$
Pu-240	$6,81 \times 10^{10}$
Pu-241	$7,31 \times 10^{12}$
Se-79	$6,20 \times 10^8$
Sn-126	$8,62 \times 10^8$
Sr-90	$2,20 \times 10^{12}$
Tc-99	$5,15 \times 10^{10}$
U-234	$5,32 \times 10^{10}$
U-235	$2,59 \times 10^9$
U-236	$4,00 \times 10^{10}$
U-238	$1,52 \times 10^{10}$

Nucléide	Valeur OLI [Bq]
Zr-93	$1,12 \times 10^9$

5.1.4 Activité du radium/thorium par unité de masse

- 504 (L,O) Dans chaque colis primaire, la somme des activités de **Ra-226** et **Th-232** par unité de masse doit être inférieure ou égale à 1000 Bq/kg. L'activité par unité de masse est calculée en fonction de la masse de la forme du déchet.

5.2 Criticité



Ces critères de transfert contractuels ne contiennent que des restrictions sur la présence de nucléides fissiles dans les déchets afin d'exclure le risque de criticité. Ces critères de transfert contractuels ne portent en rien préjudice aux critères de transfert contractuels énoncés aux 501 à 504.

- 505 (L,O) La quantité de nucléides fissiles dans un colis primaire ne peut être supérieure à :
- 50 g pour la somme des masses d'**U-235** et de **Pu-239**;
 - 86 g pour la masse de **Pu-241**.
- 506 (L) Dans aucun colis primaire contenant de l'uranium hautement enrichi (c'est-à-dire uranium dont le taux d'enrichissement est de 20 % ou plus), la masse d' **U-235** ne peut dépasser 15 g.

6 EMBALLAGE ET COLIS PRIMAIRE

6.1 L'emballage primaire

- 601 (O) L'emballage primaire doit être tel que le colis primaire satisfasse aux exigences relatives à un colis de transport de **type IP-2**, comme le stipulent les « *Safety Standards* de l'AIEA » [44]. En plus des résultats du test de chute et du test d'empilement, le producteur doit également inclure le certificat IP-2 du colis de transport dans le dossier d'approbation « Emballage primaire ».
- 602 (L,O) Pour chaque colis de déchets conditionnés, l'emballage primaire doit être inclus dans la liste du Tableau 2 (les codes sont conformes à la note technique NTC-3[13]).

Tableau 2 : Liste des emballages autorisés pour les colis de déchets conditionnés

Code	Description de l'emballage	Contenu
FS04D	Fût standard de 400l, nouveau design	400 litres
FS04F	Fût standard de 400l, nouveau design, centrage galettes	400 litres

- 603 (L,O) Les différents matériaux à partir desquels l'emballage primaire est fabriqué doivent être **physiquement et chimiquement compatibles** entre eux et avec :
- les matériaux et équipements utilisés pour le transport et dans les infrastructures d'entreposage ;
 - les ingrédients utilisées pour la matrice d'immobilisation et les déchets radioactifs bruts et/ou traités ;
 - L'éventuel blindage interne présent.
-  Exemples typiques de matériaux mis en œuvre dans le processus de production d'un emballage primaire, dont la compatibilité physique et chimique est évaluée et documentée dans le dossier d'approbation :
- le matériau de base dont est constitué l'emballage primaire (y compris le couvercle)
 - le matériau de base à partir duquel les composants internes (voir Annexe 3) sont fabriqués
 - le matériel de soudage
 - la protection galvanique utilisée
 - le revêtement utilisé (par exemple peinture époxy)
 - le blindage (radiologique) utilisé
 - le manteau de protection interne utilisé
- 604 (O) L'**intégrité, la résistance mécanique, la forme et les dimensions** de l'emballage primaire doivent être conservées, dans le cadre de charges statiques et dynamiques normales, pendant une période minimale de 75 ans. Ceci vaut pour toutes les actions normales pendant l'entreposage de l'emballage primaire vide, le remplissage de l'emballage primaire avec des déchets et de la matrice d'immobilisation, les opérations de chargement et de déchargement et l'entreposage de l'emballage primaire dans le bâtiment d'entreposage conçu à cet effet.
- 605 (O) L'emballage primaire doit être résistant à la **corrosion et aux attaques chimiques** pendant une période d'entreposage minimale de 75 ans dans des conditions normales d'utilisation dans le bâtiment d'entreposage conçu à cet effet. Cette résistance doit être démontrée dans le dossier d'approbation « Emballage primaire ».

-  Le respect des critères 603, 604 et 605 est fortement influencé par les conditions connexes de la fabrication de l'emballage, l'entreposage de l'emballage vide dans un entrepôt, le remplissage de l'emballage avec des déchets bruts et/ou traités et de la matrice d'immobilisation, ainsi que par les actions mécaniques y afférentes.

6.2 Le colis primaire

6.2.1 Critères physiques et chimiques pour le colis primaire

- 606 (L) Dans aucun emballage primaire, le total des **espaces vides** macroscopiques ne peut dépasser 20 % du volume nominal de l'emballage primaire (c'est à dire 0,4 m³ pour un fût de 400 litres). Ce pourcentage de volume d'espaces vides doit être mentionné dans le dossier d'approbation « Procédé », lequel doit également préciser la méthode pour déterminer ce pourcentage de volume.

-  Pour répondre à ce critère, il peut être nécessaire, dans certains cas, de remplir davantage les espaces vides. Si tel est le cas, il convient d'utiliser des matériaux qui répondent au critère 440.

- 607 (L,O) La **masse totale** d'aucun colis primaire ne peut dépasser 1,5 x 10³ kg.

- 608 (L) Dans chaque colis primaire, la **masse de la pâte de ciment durcie** doit être supérieure ou égale à 10 m % de la masse totale du colis primaire.

-  Une méthode de calcul de la masse de la pâte de ciment durcie dans le béton ou le mortier est décrite ci-dessous. Cette méthode est considérée comme suffisamment proche, tant pour le ciment Portland que pour les ciments composites (tels que le CEM III) et suppose un rapport stœchiométrique de 0,4 unité de masse d'eau de gâchée par unité de masse de ciment Portland :

Si $E/C > 0,4$, alors :

$$PCD = C \times 1,4$$

Si non :

$$PCD = E \times 3,5$$

Avec :

- C : la proportion de ciment(kg/m³)
- E : la proportion d'eau de gâchée(kg/m³)
- PCD : la proportion de pâte de ciment durcie(kg/m³)

- 609 (L,O) Aucun colis primaire ne peut contenir de **liquides libres**.

-  L'eau interstitielle (par exemple dans les pores du béton concassé) n'est pas considérée comme un liquide libre.

6.2.2 Sûreté radiologique opérationnelle

- 610 (O) Aucun colis primaire ne peut avoir un **débit de dose maximal** supérieur, mesuré au contact du colis, à :
- 5 mSv/h, pour les déchets conditionnés destinés au bâtiment d'entreposage 151;
 - 200 mSv/h, pour les déchets conditionnés destinés au bâtiment d'entreposage 127.
- Sinon, le débit de dose maximal mesuré à une distance de 1 mètre ne doit pas dépasser :
- 0,5 mSv/h, pour les déchets conditionnés destinés au bâtiment d'entreposage 151;
 - 20 mSv/h, pour les déchets conditionnés destinés au bâtiment d'entreposage 127.
- 611 (O) Aucun colis primaire ne peut avoir **une contamination surfacique transférable** supérieure à :
- 0,4 Bq/cm² pour le total des émetteurs bêta/gamma;
 - 0,04 Bq/cm² pour le total des émetteurs alpha.
- 612 (O) Pour aucun colis primaire dont les déchets conditionnés sont destinés au bâtiment d'entreposage 151, l'**activité totale des émetteurs alpha par unité de masse** ne peut dépasser 4 MBq/kg. L'activité totale est calculée en fonction du masse du colis primaire.
- 613 (O) Pour aucun colis primaire dont les déchets conditionnés sont destinés au bâtiment d'entreposage 127, l'**activité totale par unité de volume** ne peut dépasser :
- 20 GBq/m³ pour les émetteurs alpha ;
 - 800 GBq/m³ pour les émetteurs bêta/gamma (sauf H-3).
- L'activité du concentration totale est calculée en fonction du volume nominale du colis primaire.
- 614 (O) D'aucun colis primaire l'activité totale pour H-3 par unité de volume ne peut dépasser 25 GBq/m³. L'activité du concentration totale est calculée en fonction du volume nominale du colis primaire.

6.2.3 Inscriptions et pictogrammes

- 615 (L,O) Chaque colis primaire doit porter un **code d'identification unique** qui relie sans ambiguïté les déchets radioactifs à leur documentation (voir chapitre 3).
- 616 (L,O) Le **code d'identification apposé** doit remplir toutes les conditions suivantes :
- Le code doit se composer d'une combinaison successive d'une lettre (L), d'un nombre à deux chiffres (C), d'un trait d'union et d'un nombre à quatre chiffres (C) (voir Figure 1). Les règles suivantes s'appliquent :
 - La lettre correspond au producteur (voir NTC-3[13]).
 - Le nombre à deux chiffres avant le trait d'union correspond aux deux derniers chiffres de l'année de fabrication de l'emballage primaire.
 - Le nombre à quatre chiffres après le trait d'union est le numéro séquentiel attribué au colis.
 - Le code doit se composer de lettres et de chiffres d'une taille de 75 mm ou plus.
 - Le code doit être apposé avant que l'emballage primaire soit rempli de déchets.
 - Le code doit être apposé sur la face latérale du fût métallique et sur le couvercle ou le fond.
 - Le code doit rester lisible pendant au moins 75 ans (période d'entreposage).

L	C	C	-	C	C	C	C
---	---	---	---	---	---	---	---

Figure 1: code d'identification théorique d'un colis de DC

- 617 (O) Chaque colis primaire doit porter un **sigle d'avertissement indiquant la présence de rayonnements ionisants**, correspondant au symbole repris sous la Figure 2. Le sigle d'avertissement apposé doit remplir toutes les conditions suivantes :
- Le sigle doit avoir une hauteur de 200 mm ou plus et doit respecter les proportions indiquées en Figure 2.
 - Le sigle doit être clairement visible et facilement reconnaissable.
 - Le sigle doit être apposé sur la face latérale du fût métallique à un endroit situé en dessous du code d'identification.

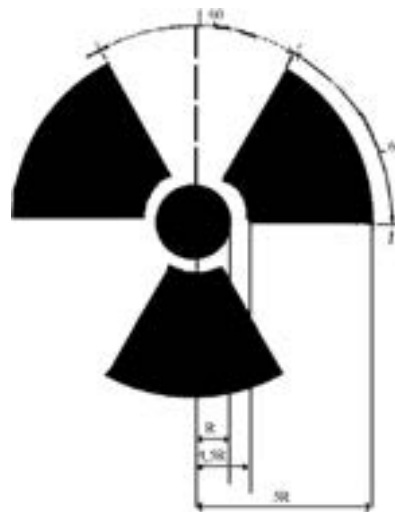


Figure 2: Symbole dans le sigle d'avertissement de la présence de rayonnements ionisants sur un colis de DC

7 AGENTS PATHOGÈNES BIOLOGIQUES

- 701 (L,O) Les déchets radioactifs ne peuvent être contaminés ou potentiellement contaminés par des **agents pathogènes biologiques**.

Par agents pathogènes biologiques, on entend :

- des matières infectieuses (telles que définies pour la classe 6.2 de l'ADR)
- des biotoxines (telles que définies pour la classe 6.1 de l'ADR – code T1, T2)
- des déchets médicaux (tels que définis pour la classe 6.2 de l'ADR – UN 3291)
- des organismes génétiquement modifiés (tels que définis pour le code M8 de la classe 9 de l'ADR)

- 702 (L,O) Les déchets radioactifs biologiquement **inactivés** doivent être considérés comme potentiellement contaminés par des agents pathogènes biologiques.

8 DISPOSITIONS ADMINISTRATIVES

8.1 Non-conformités

Il n'est pas possible de déroger aux critères de transfert contractuels.

8.2 Dérogations

Il n'est pas possible de déroger aux critères de transfert contractuels.

9 RÉFÉRENCES

- [1] Note ONDRAF 2000-3267fr (révision 2): « ACRIA-DC-LAGA-HEC-151 », auteur : M. Demarche, R. Gens et J. Lenssens;
- [2] Note ONDRAF 2000-4220f : « ACRIA-DC-LAGAT-HEC-151 », auteur : M. Demarche, R. Gens et J. Lenssens;
- [3] Note ONDRAF 2011-0492f (révision 3) : « ACRIA-GA-MAGA-HEC-127 », auteur : C. De Bock;
- [4] Note ONDRAF 2010-1078f (révision 1): « ACRIA-DC-MAGAT-HEC-127 », auteur : C. De Bock;
- [5] Note ONDRAF 98-1446, « Overzichtslijst van goedgekeurde documenten met betrekking tot de acceptatiecriteria voor radioactief afval / Liste récapitulative des documents approuvés relatifs aux critères d'acceptation de déchets radioactifs»;
- [6] Note ONDRAF 2012-0982, note technique : « GLOS: Glossaire relatif aux critères d'acceptation de l'ONDRAF »;
- [7] Note ONDRAF 400-89/623, note technique NTC-4 : « Qualification d'un procédé et d'une installation de traitement/conditionnement de déchets radioactifs - directives d'élaboration d'un dossier technique », auteur : A. De Goeyse;
- [8] Note ONDRAF 97-3497 : « Note technique NTC-6 : Méthodes et installations de mesure pour la détermination de l'activité des déchets conditionnés », auteur : A. De Goeyse;
- [9] Note ONDRAF 97-4696 : « Note technique NTC-6/A : Contenu type d'un dossier technique pour les méthodes basées sur l'analyse de colis primaires par spectrométrie gamma, auteur : A. De Goeyse;
- [10] Note ONDRAF 97-4700 : « Note technique NTC-6/B : Contenu type d'un dossier technique pour les méthodes basées sur l'analyse de colis primaires à l'aide de mesures neutroniques », auteur : A. De Goeyse;
- [11] Note ONDRAF 2020-2682 : « Note technique NTC-6/C : Contenu type d'un dossier d'agrément pour les méthodes basées sur l'analyse de colis primaires à l'aide de mesures de débit de dose. », auteur J. Becker ;
- [12] Note ONDRAF 2000-1049 : « Note technique NTC-9 : Contenu type des dossiers d'agrément des emballages primaires pour les déchets conditionnés », auteur : M. Voet;
- [13] Note ONDRAF 2021-0334F, note technique : « Note technique NTC-3 », auteur : N. Van Houtven ;
- [14] Note ONDRAF 2020-0827, note technique : « TNT-2 : Codification des DNC », auteur : C. De Bock ;

-
- [15] NIRAS-nota 2022-1407, technische nota, 'Productie van bergingsconform niet-geconditioneerd afval op basis van de afvalomschrijvingen (AO-codes)';
 - [16] « Règlement CLP », à savoir le Règlement (CE) no 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 (et modifications ultérieures) relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) no 1907/2006 ;
 - [17] « Directives techniques pour la classification des déchets », Communication (CE) no 2018/C124/01 de la Commission européenne du 9 avril 2018 ;
 - [18] Note ONDRAF 2018-2897 : « Évaluation RAS et/ou DEF dans le béton concassé pour le stockage en surface à Dessel - conformément au dossier de sûreté version 3 », auteur : E. Coppens ;
 - [19] NBN EN 206+A2 : « Béton - Spécification, performances, production et conformité », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2021 ou plus récente ;
 - [20] NBN EN 197-1, « Ciment - Partie 1 : Composition, spécifications et critères de conformité des ciments courants », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2011 ou plus récente ;
 - [21] NBN EN 12620, « Granulats pour béton », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2013 ou plus récente ;
 - [22] NBN EN 13139, « Granulats pour mortiers », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2013 ou plus récente ;
 - [23] NBN EN 1008, « Eau de gâchage pour bétons : Spécifications d'échantillonnage, d'essais et d'évaluation de l'aptitude à l'emploi, y compris les eaux des processus de l'industrie du béton, telle que l'eau de gâchage pour béton », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2002 ou plus récente ;
 - [24] NBN EN 934-1, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 1 : Exigences communes », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2008 ou plus récente ;
 - [25] NBN EN 934-2+A1, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 2 : Adjuvants pour bétons - Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2012 ou plus récente ;
 - [26] NBN EN 934-3+A1, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 3: Adjuvants pour mortier de montage - Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2012 ou plus récente ;
 - [27] NBN EN 934-4, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 4 : Adjuvants pour coulis de câble de précontrainte - Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2009 ou plus récente ;
 - [28] NBN EN 934-5, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 5 : Adjuvants pour béton projeté - Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage » Bureau de Normalisation (NBN), édition 2008 ou plus récente ;
 - [29] NBN EN 934-6, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 6 : Échantillonnage, évaluation et vérification de la constance des performances », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2019 ou plus récente ;
 - [30] NBN EN 15167-1, « Laitier granulé de haut-fourneau moulu pour utilisation dans le béton, mortier et coulis - Partie 1 : Définitions, exigences et critères de conformité», Bureau de Normalisation (NBN), édition 2007 ou plus récente ;
 - [31] NBN EN 13263-1+A1, « Fumée de silice pour béton - Partie 1 : Définitions, exigences et critères de conformité », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2009 ou plus récente ;

-
- [32] NBN EN 450-1, « Cendres volantes pour béton - Partie 1 : Définition, spécifications et critères de conformité », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2012 ou plus récente ;
 - [33] NBN EN 12350-2, « Essais pour béton frais - Partie 2 : Essai d'affaissement », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2009 ou plus récente ;
 - [34] NBN EN 1015-3, « Méthodes d'essai des mortiers pour maçonnerie - Partie 3 : Détermination de la consistance du mortier frais (à la table à secousses) », Bureau de Normalisation (NBN), édition 1999 ou plus récente ;
 - [35] NBN B15-216, « Essais des bétons – Retrait et gonflement », Bureau de Normalisation (NBN), édition 1974 ou plus récente ;
 - [36] NBN B14-217, « Essais des mortiers - Retrait et gonflement », Bureau de Normalisation (NBN), édition 1983 ou plus récente ;
 - [37] G. Arliguie et H. Hornain, GranDuBé : Grandeurs associées à la Durabilité des Bétons, Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (2007) ISBN:978-2-85978-425- 6;
 - [38] Note ONDRAF 2018-0265, « L'intervalle de confiance pour la valeur individuelle appliquée à la production de béton", auteur : E. Coppens;
 - [39] NBN EN 12390-3, « Essais pour béton durci - Partie 3 : Résistance à la compression des éprouvettes », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2019 ou plus récente ;
 - [40] NBN EN 1015-11, « Méthodes d'essai des mortiers pour maçonnerie - Partie 11: Détermination de la résistance en flexion et en compression du mortier durci », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2019 ou plus récente ;
 - [41] NBN EN 12390-5, « Essais pour béton durci - Partie 5 : Résistance à la flexion des éprouvettes », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2019 ou plus récente ;
 - [42] Note ONDRAF 2014-3049, « Beproeving van een matrix tot interne sulfiet aantasting (DEF) », auteur : E. Coppens;
 - [43] Note ONDRAF 1997-2207 : « TFT 2 : Détermination de la résistance aux effets thermiques des colis enrobés de déchets solides” ;
 - [44] IAEA Safety Standards – Specific Safety Requirements no. SSR-6 (Rev. 1): « Regulations for the safe transport of radioactive material (edition 2018) », Vienne : Agence Internationale de l'Énergie Atomique, edition 2018 ou plus récente, ISBN 978-92-0-107917-6 ;
 - [45] Note ONDRAF 2011-0860, note technique : « NTC-14 : Contenu type d'une AA ou d'une RANC par rapport à un critère à long terme applicable aux déchets conditionnés », auteur: C. De Bock ;
 - [46] Arrêté royal du 18 novembre 2002 (et modifications ultérieures) réglant l'agrément d'équipements destinés à l'entreposage, au traitement et au conditionnement de déchets radioactifs portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants;
 - [47] NBN EN 1744-1 + A1, « Essais visant à déterminer les propriétés chimiques des granulats – Partie 1 : Analyse chimique », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2013 ou plus récente ;
 - [48] V. Baroghel-Bouny, Durability indicators: “relevant tools for performance based evaluation and multi-level prediction of RC durability”, International RILEM Workshop on Performance Based Evaluation and Indicators for Concrete Durability, 19-21 March 2006, Madrid, Spain, Proceedings PRO 47, Edited by V. Baroghel-Bouny, C. Andrade, R. Torrent, K. Scrivener, 2007;

- [49] Note ONDRAF 2018-2873, « Étude : Propriétés des mortiers de conditionnement hétérogènes simples", auteur : E. Coppens ;
- [50] Note ONDRAF 2019-0624, « Détermination des valeurs $C_{i,max}$ à utiliser dans les ACRIA pour les déchets de stockage", auteur : E. Vermariën ;
- [51] Note ONDRAF 2005-1858, « Synthesenota bepaling onderlimiet Ra-226/Th-232 in RAGAL. », auteur : J. Lenssens ;
- [52] Note ONDRAF 98-1002, « Réflexions concernant la quantité admissible d'espaces creux dans les déchets », auteur : L. Van Cauteren ;
- [53] « RGPRI », soit l'arrêté royal du 20 juillet 2001 portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants ;
- [54] « ADR » en vigueur au 1^{er} janvier 2021 (et ses modifications ultérieures), à savoir la Convention européenne relative au transport international des marchandises dangereuses par la route, publiée au Moniteur belge le 23 décembre 2020 ;

Annexe 1 Justification des critères de transfert contractuels

- 201 L'approbation des équipements, réglé par l'arrêté royal du 18 novembre 2002 [46], est un élément essentiel pour assurer la conformité des déchets radioactifs aux critères d'acceptation. En effet, l'approbation implique :
- que la méthode, le procédé, l'équipement, l'installation qu'un producteur utilise permet de traiter et de conditionner des déchets radioactifs qui répondent aux critères d'acceptation en vigueur ;
 - qu'il s'agit d'un équipement pour lequel la priorité est donnée à l'application de technologies de traitement, de conditionnement et de caractérisation radiologique de colis primaires ou d'unités d'enlèvement de DC dont la faisabilité est suffisamment éprouvée et dans le cadre desquelles le principe d'optimisation de la protection radiologique (ALARA) est appliqué.
- L'approbation signifie :
- que les déchets bruts et/ou traités sont conditionnés selon un procédé agréé.
 - que les DC sont caractérisés radiologiquement selon une méthode agréée et, le cas échéant, avec un système de mesure agréé.
 - que les DC sont emballés dans un emballage primaire agréé.
- 202 Idem justification 201.
- 203 L'ONDRAF a consigné dans ces notes techniques les méthodes de mesure qu'il juge indispensables pour obtenir des données radiologiques qualitatives correctes sur les DC. Pour l'approbation des méthodes et installations de mesure pour la caractérisation radiologique des DC l'ONDRAF utilise ces notes techniques comme s'il s'agissait de normes.
- 204 Idem justification 201.
- 301 Le formulaire C est structuré en deux parties principales : 1) la page de garde contenant les informations applicables à tous les colis et 2) l'annexe contenant les informations spécifiques à chaque colis. Ce critère d'acceptation énumère les informations que le producteur fournit sur la page de garde.
- 302 Les données spécifiques par colis sont structurées en deux grandes parties : a) les données physiques et chimiques et b) les données radiologiques. Ce critère d'acceptation énumère les données physiques et chimiques que le producteur fournit dans l'annexe du formulaire C.
- En ce qui concerne les « substances dangereuses » ou les « mélanges dangereux » :
- Le « danger » d'une substance ou d'un mélange dans les déchets d'un colis primaire ne concerne pas seulement la présence d'une certaine substance « dangereuse », mais aussi la concentration avec laquelle cette substance est présente dans les déchets. Vous trouverez ci-dessous un exemple de calcul de l'évaluation de la « dangerosité » d'une substance ou d'un mélange, ainsi que les données figurant dans l'annexe du formulaire C.
- Supposons un colis primaire avec une forme de déchet de 100 kg, dont 5 kg d'amiante :
- La concentration d'amiante dans la forme de déchet est donc de 5 %.
 - Selon le règlement CLP [16], l'amiante est une substance dangereuse désignée par la phrase H350 (cancérogène, catégorie IA/B).
 - Conformément au § 3.6.3 de l'annexe I du règlement CLP, ce danger s'applique si la concentration d'amiante est supérieure à 0,1 %.
→ Par conséquent, la phrase H350 est d'application.
 - Selon le règlement CLP, l'amiante est également une substance dangereuse désignée par la phrase H372 (nocive pour certains organes, catégorie 2).
 - Conformément au § 3.9.3 de l'annexe I du règlement CLP, ce danger s'applique si la concentration d'amiante est supérieure à 10 %.
→ Par conséquent, la phrase H372 est d'application.
 - Les informations à fournir dans l'annexe du formulaire C sont : La forme de déchet contient la substance dangereuse « amiante » avec la phrase H appropriée : H350.
- 303 L'activité des radionucléides est demandée en raison de l'importance de ces nucléides pour la sûreté opérationnelle, la sûreté à long terme dans la destination finale de référence, ou les deux. La

sélection des radionucléides a été étendue pour préserver si possible le stockage géologique en tant qu'option de secours pour les déchets concernés. Elle assure également la traçabilité des déchets radioactifs.

- 304 Les données spécifiques par colis sont structurées en deux grandes parties : a) les données physiques et chimiques et b) les données radiologiques. Ce critère d'acceptation énumère les données radiologiques que le producteur fournit dans l'annexe du formulaire C.
- 305 Cette donnée est nécessaire au regard des critères de transfert contractuels du Chapitre 7.
- 306 Le dossier documentaire de production (DDP) contient toutes les informations pertinentes sur les colis de DC. Ce dossier permet à l'ONDRAF de vérifier si les critères de transfert contractuels applicables ont été respectés. En outre, ce dossier contient également des données sur les déchets radioactifs qui garantissent une meilleure traçabilité des déchets.
- 307 Un DDP contient toutes les données requises dans le présent ACRIA-DC (démontrant le respect des critères de transfert contractuels), d'une part, et d'autre part, qui sont à documenter conformément au dossier d'approbation (par exemple les paramètres de processus, les certificats de matières premières ...). Le DDP s'inscrit également dans le cadre des exigences de l'ONDRAF en matière de gestion qualité et est requis pour accepter les colis primaires de DC qui sont présentés.

Les contrôles de production effectués lors de la réception des emballages primaires portent sur la présence ou non de fissures, de bosses, de rayures ... Lors des contrôles pendant la cimentation, le producteur examine : le moment (du début à la fin) où le colis est resté immobile, la hauteur de remplissage du colis ..., tandis que les contrôles pendant la fermeture portent principalement sur : la qualité du sertissage, l'absence d'eau libre sur la surface supérieure du colis ...

Pour la ségrégation (voir le critère 431), la RAS (voir critère 414) et la DEF (voir le critère 437), il suffit d'inclure dans le dossier d'approbation les résultats des essais sur des échantillons représentatifs de la matrice d'immobilisation. Il n'est pas nécessaire de les inclure dans le DDP.

En ce qui concerne les « substances contenant de la cellulose » :

Les substances contenant de la cellulose sont principalement ou entièrement constituées de cellulose. La cellulose est constituée d'une séquence d'unités de glucose et est donc considérée comme une substance 'putrescible' ou organique périssable. L'ISA, un produit de dégradation de la cellulose, est un agent complexant ou chélatant (voir ci-dessous) dont l'effet perturbateur sur les barrières cimentaires dans le stockage est connu.

Exemples de substances contenant de la cellulose : papier, carton, bois et coton. Dans la pratique, des substances contenant de la cellulose peuvent aussi se trouver dans les matériaux de construction, comme les panneaux de fibres de bois et de ciment, le gyproc (plaque de plâtre) ou le linoléum. Ils se retrouvent aussi typiquement dans le sol (à cause des rameaux et des feuilles). Par contre, le cuir (chaussures) n'est pas un matériau contenant de la cellulose.

En ce qui concerne les « chlorures minéraux » :

En général, les chlorures sont des composés qui contiennent du chlore à l'état d'oxydation « - 1 ». Un ion chlorure est l'ion chargé négativement Cl^- . Les ions chlorure dans une solution aqueuse peuvent compromettre la sûreté à long terme de deux façons :

- Les ions chlorure peuvent avoir un effet perturbateur sur l'armature en acier du caisson ; et
- de cette façon, les ions chlorures, à l'instar des substances contenant de la cellulose, peuvent avoir un effet perturbateur sur la rétention chimique des barrières en ciment. En cas de concentration élevée d'ions chlorures dissous, la matrice de ciment elle-même peut être affectée.

La connaissance de la masse d'ions chlorures qui peut être libérée par la dissolution des chlorures dans l'eau est donc importante pour la documentation des déchets radioactifs.

Pour l'application de ce document, tous les chlorures inorganiques sont considérés. Les chlorures minéraux sont des sels dans lesquels l'ion chargé négativement (« anion ») est un ion chlorure. Un sel est une liaison électrostatique (c'est-à-dire non covalente) entre les ions positifs et négatifs. Un exemple de chlorure minéral est le NaCl (sel de table). En pratique, les chlorures minéraux peuvent généralement se trouver dans les déchets radioactifs provenant de résidus

d'évaporation, de matériaux absorbants, de roches sédimentaires ou de matériaux de construction dérivés de roches sédimentaires (sable, briques et débris de béton) ou dans les déchets résultant de l'utilisation d'agents de décontamination et de nettoyage.

Les chlorures organiques ne sont constitués que de liaisons covalentes. Pour ces types de déchets, le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface des déchets (voir § 5.3.2.10.4 du rapport de sûreté) démontre qu'ils ne donnent pas lieu à la libération de plus de 0,4 m% d'ions chlorure par rapport à la masse de ciment dans la matrice d'immobilisation. Le polychlorure de vinyle (PVC) ou d'autres plastiques chlorés sont des exemples de composés chimiques dans lesquels l'élément chlore est lié par covalence.

Voici un exemple de calcul pour illustrer la dérivation des données pour le DDP.

Supposons un colis primaire contenant des déchets radioactifs bruts et/ou traités avec 2 kg d'AgCl, 1 kg de NaCl et 20 kg de PVC et 350 kg de la matrice d'immobilisation (estimations):

- Seuls les sels minéraux AgCl et NaCl sont considérés comme solubles dans l'eau.
- La masse des ions chlorures dans chaque chlorure peut être dérivée de la masse du chlorure et des masses atomiques des éléments (35,45 pour Cl, 107,87 pour Ag, 22,99 pour Na).
- Par exemple, la masse des ions chlorures dans le NaCl est égale à $1 \text{ kg} \times (35,45 / (35,45 + 22,99)) = 0,6 \text{ kg}$.
- Les composants utilisés pour la matrice d'immobilisation dans cet exemple sont énumérés dans Tableau 3.

▪ **Tableau 3 : Composants de la matrice d'immobilisation fictive**

Composant	Masse [kg]	% Cl ⁻	Masse Cl ⁻ [kg]
Granulat 1	135	0,001	0,00135
Granulat 2	51	0,001	0,00051
Eau	62,5	0,025	0,0156
Ciment (type CEM I)	100	0,1	0,1
Adjuvant	1,5	0,1	0,0015

- Les pourcentages d'ions chlorures dans les granulats utilisés doivent être testés selon la norme NBN EN 1744-1 [47]. Pour cet exemple, une valeur conservatrice de 0,001 m% a été retenue. La norme belge pour l'eau potable impose un maximum d'ions chlorures de 250 mg/l, soit 0,025 m%. Selon les normes respectives NBN EN 197-1 [20] et NBN 934-1 [24] les ciments et les adjuvants utilisés dans la matrice d'immobilisation ne peuvent pas contenir plus de 0,1 m% d'ions chlorures. Il convient de noter que le ciment est la principale contribution à la masse des ions chlorures dans la matrice d'immobilisation.
- Les données du DDP sont donc : AgCl (2 kg AgCl, 0,5 kg ions chlorures), NaCl (1 kg NaCl, 0,6 kg ions chlorures) et matrice d'immobilisation (350 kg, 0,1 kg ions chlorures).

En ce qui concerne les « sulfates solubles dans l'eau » :

Les sulfates désignent les composés chimiques contenant l'ion sulfate. Un ion sulfate est un oxoanion polyatomique de soufre de formule brute SO_4^{2-} . Les ions sulfates dans une solution aqueuse peuvent compromettre la sûreté à long terme puisqu'ils affectent la matrice de ciment et donc affecter l'intégrité des barrières en béton de l'évaluation de sûreté.

Pour l'application de ce document tous les sulfates inorganiques, à l'exception du BaSO_4 (baryumsulfate), sont considérés comme des sulfates solubles dans l'eau. Les sulfates organiques sont des sels dans lesquels l'ion chargé négativement (« anion ») est un ionsulfate (SO_4^{2-}). Un sel est une liaison électrostatique (c'est-à-dire non covalente) entre les ions positifs et négatifs. Le NaSO_4 est un exemple de sulfate inorganique. En pratique, les sulfates organiques peuvent généralement se trouver dans les déchets radioactifs provenant de résidus d'évaporation, d'engrais (par exemple sulfate d'ammoniac), de roches sédimentaires ou de matériaux de construction dérivés de roches sédimentaires (par exemple gypse dans les plaque de plâtre ou gyproc) ou dans les déchets résultant de l'utilisation d'agents de décontamination et de nettoyage.

Les sulfates organiques n'apparaissent que dans les résines conditionnées de manière homogène et dans les petites colonnes de résine conditionnées de manière hétérogène. Pour ces types de déchets, le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface des déchets (voir § 5.3.2.10.5 du rapport de sûreté) démontre qu'ils ne donnent pas lieu à la libération de plus de 12 g d'ions sulfate par kilogramme de forme du déchet. Les esters sulfatés (comme le sulfate de diméthyle) sont un exemple de sulfate organique.

En ce qui concerne les « agents complexants ou chélatants » :

Les agents complexants et les chélatants sont des liaisons par attraction électrostatique entre un ion métallique central et les ligands organiques environnants. L'agent complexant ou chélatant peut avoir des propriétés de migration significativement différentes de celles de l'ion métallique individuel. De cette façon, les agents complexants ou chélatants peuvent avoir un effet perturbateur sur la rétention chimique des barrières à base de ciment. C'est pourquoi les agents complexants et chélatants sont limités dans les déchets. Cependant, la gamme des agents complexants ou chélatants est très étendue et leurs propriétés sont très diverses. Pour cette raison l'ONDRAF ne peut imposer des exigences ou des valeurs limites spécifiques, mais demande-elle seulement que la présence d'agents complexants ou chélatants dans les déchets soit documentée. Cela permettra de réaliser des études de sûreté spécifiques, qui pourront ou non démontrer que les déchets peuvent être placés dans l'installation de stockage en surface en toute sécurité, sous réserve d'éventuelles mesures telles qu'une adaptation des critères radiologiques et/ou de la stratégie de remplissage.

Exemples d'agents complexants ou chélatants : EDTA, DPTA, NTA, acide tartrique, acide citrique, acide oxalique, acide alkylsulfonique, phénols substitués ... Dans la pratique, des agents complexants ou chélatants peuvent généralement être présents dans les déchets radioactifs résultant de l'utilisation d'agents de décontamination et de nettoyage dans les hôpitaux, les instituts de recherche, les entreprises chimiques et lors du démantèlement d'installations nucléaires.

En ce qui concerne les « agents absorbants » :

Les agents absorbants inorganiques (par exemple gel de silice et vermiculite) peuvent se dilater au contact de l'eau. Les agents absorbants organiques peuvent contenir des agents complexants ou chélatants ou leurs produits de dégradation peuvent l'être. Des agents absorbants pourraient donc hypothétiquement porter préjudice à la sécurité de la gestion à long terme des déchets radioactifs. L'ONDRAF ne dispose pas d'une argumentation suffisamment solide pour imposer certaines valeurs limites. Les agents absorbants ne se retrouvent toutefois qu'en quantités limitées par colis. L'ONDRAF tolérera donc la présence d'absorbants organiques ou inorganiques dans les déchets, mais exigera néanmoins que ces substances soient identifiées et leur masse, déclarée.

- 401 En comparaison avec les liquides, les gaz, les poudres ..., une forme du déchet solide et non dispersable possède de meilleures propriétés physiques, mécaniques et chimiques pour une gestion sûre. Les liquides, les gaz, les poudres ..., présentent un risque plus important de fuites éventuelles de radioactivité dans l'environnement.
Une forme du déchet compacte constitue un ensemble continu non dispersible.
Une forme du déchet stable garantit que l'évolution de la forme du déchet soit restreinte et qu'elle ne se dégradera pas sous l'influence de l'environnement, de son propre contenu ou à la suite d'actions normales dans les différentes étapes de la gestion.
- 402 Ce critère est un critère opérationnel car le gaz peut se former à la suite de réactions entre les déchets radioactifs bruts et/ou traités et la matrice d'immobilisation, en raison de la corrosion, de la radiolyse ou de la décomposition de substances organiques. Ce gaz peut affecter l'intégrité de la forme du déchet en provoquant des fissures, des fentes, des trous et/ou des déformations. Il peut également affecter l'intégrité de l'emballage primaire. Les fonctions de sûreté opérationnelle des colis primaires de DC (confinement, blindage et isolement) peuvent donc être perturbées.
En même temps, ce critère d'acceptation vise également à garantir le stockage géologique comme option de repli lorsque cela s'avère possible. Dans le cadre du stockage géologique, la production de gaz est un phénomène important. Par conséquent, ce critère d'acceptation peut également être considéré comme un critère à long terme.

- 403 Ce critère d'acceptation veille à éviter une évaporation excessive de l'eau dans la forme du déchet. Une évaporation excessive d'eau peut mener à des fissures, effritement, déformation ..., de la forme du déchet, qui peuvent nuire la durabilité de la matrice d'immobilisation.
- 404 A :
- Les ions chlorures minéraux peuvent nuire à la sécurité de deux façons : d'une part, ils peuvent avoir un effet perturbateur sur les armatures en acier du caisson. D'autre part, à l'instar des substances contenant de la cellulose, ils peuvent former des complexes stables avec certains radionucléides, perturbant les fonctions de rétention des barrières ouvragées. S'il y a beaucoup des ions chlorures, elles peuvent endommager la matrice de ciment elle-même.
- La valeur limite dans ce critère découle des critères de conformité applicables aux déchets destinés au stockage en surface (voir § 15.4.2.2 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface). Le rapport de sûreté limite la quantité d'ions chlorures minéraux dans la forme du déchet à 0,4 m% de la masse de ciment dans la matrice d'immobilisation. La forme du déchet comprend les déchets radioactifs bruts et/ou traités introduits, les composants internes, la matrice d'immobilisation et l'éventuel blindage interne (voir Annexe 3), de sorte que la somme de tous les ions chlorures minéraux de ces composants constitue la quantité totale d'ions chlorures minéraux pris en considération dans ce critère. Le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 5.3.2.10.4 du rapport de sûreté) démontre que les chlorures organiques ne donnent pas lieu à la libération de plus de 0,4 m% d'ions chlorure par rapport à la masse de ciment dans la matrice d'immobilisation (voir également la justification 307).
- B :
- Critère 404A relaxé uniquement dans le cadre de l'accord entre Engie et l'Etat belge pour le transfert financier des déchets radioactifs de catégorie A pour certains flux/familles de déchets radioactifs.
- C :
- Critère 404A relaxé uniquement dans le cadre de l'accord entre Engie et l'Etat belge pour le transfert financier des déchets radioactifs de catégorie A pour certains flux/familles de déchets radioactifs.
- D :
- Critère 404A relaxé uniquement dans le cadre de l'accord entre Engie et l'Etat belge pour le transfert financier des déchets radioactifs de catégorie A pour certains flux/familles de déchets radioactifs.
- 405 Ce critère d'acceptation repose sur une décision de l'ONDRAF, qui entend ainsi maintenir la gestion courante des « substances putrescibles » dans les déchets. Par « substances putrescibles », on entend des substances organiques susceptibles de former un substrat approprié (= milieu de culture pour les micro-organismes) pour un processus de biodégradation et/ou se dégrader facilement par hydrolyse basique. Les substances putrescibles sont donc des substances et des graisses biodégradables. Les substances biodégradables sont, en effet, des substances qui peuvent former un substrat approprié pour un processus de biodégradation. Les graisses sont des substances qui se désintègrent par hydrolyse basique en un savon (= sel d'un acide gras) et en glycérol.
- Les deux réactions susmentionnées donnent lieu à des produits susceptibles de perturber les fonctions de sécurité opérationnelle et à long terme (par exemple par la corrosion de l'emballage métallique ou la dégradation de la matrice de ciment), selon leur quantité présente dans les déchets. Le critère fait une exception pour le cas des substances contenant de la cellulose, pour lesquelles il existe une limite maximale spécifique (voir § 15.4.2.1 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface). Le critère fait également abstraction du fait que, dans la pratique, les graisses sont soit biodégradables, soit présentes en quantités négligeables dans les déchets. Le critère d'acceptation ne s'applique pas aux emballages primaires car ceux-ci ne contiennent aucune substance biodégradable.
- Ce critère n'est pas quantitatif. Il n'est pas exprimé à l'aide de valeurs limites numériques. L'interdiction de présence de substances biodégradables ne doit donc pas être assimilée à la valeur limite zéro. Le critère est qualitatif. Des quantités négligeables des substances en question, qui n'interfèrent pas avec la performance des fonctions de sûreté, peuvent donc être tolérées.
- 406 A :
- L'acide isosaccharinique (ISA), principal produit de dégradation de la cellulose en conditions de stockage, peut former des complexes stables avec certains radionucléides. Cela perturbe les propriétés de rétention des barrières ouvragées cimentaires et peut donc entraîner un impact radiologique plus élevé par la lixiviation du stockage en surface. À cette fin, la présence de substances contenant de la cellulose dans la forme du déchet doit être limitée. Cependant, la

relation entre la présence d'ISA et son influence sur les propriétés de rétention des barrières de ciment n'est pas proportionnelle. Il existe une valeur maximale pour la concentration d'ISA en dessous de laquelle il n'y a pas d'influence sur ces propriétés de rétention.

La limite de 0,1 kg pour un colis de 400 litres est directement issue du rapport de sûreté du stockage en surface (voir § 15.4.2.1 du rapport de sûreté).

Le critère d'acceptation ne s'applique pas aux emballages primaires, car ceux-ci ne contiennent aucune substance cellulosique. Quelques exemples des substances cellulosiques sont fournis dans la justification 307.

B : Critère 406A relaxé uniquement dans le cadre de l'accord entre Engie et l'Etat belge pour le transfert financier des déchets radioactifs de catégorie A pour certains flux/familles de déchets radioactifs.

C : Critère 406A relaxé uniquement dans le cadre de l'accord entre Engie et l'Etat belge pour le transfert financier des déchets radioactifs de catégorie A pour certains flux/familles de déchets radioactifs.

407 Ce critère découle du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 15.4.2.5 du rapport de sûreté). Il stipule que les substances ou mélanges classés sous « dangers physiques » sont exclus des déchets de stockage. C'est une décision de l'ONDRAF d'ajouter un complément concernant les phrases EUH. Ces phrases EUH fournissent des informations supplémentaires sur des risques spécifiques pour les substances qui sont classées comme physiquement dangereuses. La concentration joue également un rôle dans l'évaluation de la dangerosité des certaines substance. L'ONDRAF a choisi le colis DC individuel comme unité pour cette évaluation et, à ce titre, de calculer les concentrations des substances potentiellement dangereuses sur la masse de la forme de déchets du colis DC. Le critère d'acceptation ne s'applique pas aux emballages primaires car ceux-ci ne contiennent aucune substance ou mélange dangereux.

Ce critère n'est pas quantitatif. Il n'est pas exprimé à l'aide de valeurs limites numériques. L'interdiction de présence de substances ou de mélanges dangereux ne doit donc pas être assimilée à la valeur limite zéro. Le critère est qualitatif. Des quantités négligeables des substances en question, qui n'interfèrent pas avec la performance des fonctions de sûreté, peuvent donc être tolérées.

408 A :
Selon le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 15.3.4 du rapport de sûreté), aucun processus ne peut se produire dans les déchets destinés au stockage en surface qui, en raison de l'expansion des déchets de stockage (par exemple la formation de gel), pourrait entraîner des fissures et donc affecter l'intégrité physique des barrières de ciment (ici, le caisson, le mortier de remplissage ou les déchets de stockage eux-mêmes). Ceci pourrait perturber les fonctions de sûreté du stockage en surface.

Pour le béton concassé, la RAS et la DEF ont été identifiées comme les seuls processus pour lesquels des critères et des exigences supplémentaires doivent être définis afin d'éviter de telles perturbations.

B : Critère 408A relaxé uniquement dans le cadre de l'accord entre Engie et l'Etat belge pour le transfert financier des déchets radioactifs de catégorie A pour certains flux/familles de déchets radioactifs.

C : Critère 408A relaxé uniquement dans le cadre de l'accord entre Engie et l'Etat belge pour le transfert financier des déchets radioactifs de catégorie A pour certains flux/familles de déchets radioactifs. L'ONDRAF estime qu'il sera difficile de déterminer la sensibilité à l'ASR et à la DEF des déchets en question.

409 A :
Cette valeur limite du critère d'acceptation est issue du rapport de sûreté relatif à l'installation de stockage en surface (voir § 15.4.2.3 du rapport de sûreté). La fraction massique des ions sulfates (masse SO_4^{2-}) dans chaque colis de déchets conditionnés est dès lors limitée à 12 g par kilogramme de la forme du déchet. Jusqu'à la limite de 12 g par kilogramme de la forme de déchet, la libération d'ions sulfates des déchets radioactifs conditionnés n'a aucune influence sur la détérioration de la matrice de ciment des barrières en béton selon l'évaluation de sûreté. Pour rappel : la masse de la forme du déchet est égale à la masse du colis moins celle de son emballage.

Le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 5.3.2.10.5 du rapport de sûreté) démontre que les sulfates organiques ne donnent pas lieu à la libération de plus de 12 g d'ions sulfate par kilogramme de forme du déchet (voir également la justification 307).

B :

Critère 409A relaxé uniquement dans le cadre de l'accord entre Engie et l'Etat belge pour le transfert financier des déchets radioactifs de catégorie A pour certains flux/familles de déchets radioactifs.

C :

Critère 409A relaxé uniquement dans le cadre de l'accord entre Engie et l'Etat belge pour le transfert financier des déchets radioactifs de catégorie A pour certains flux/familles de déchets radioactifs.

- 410 Les métaux électropositifs (tels que l'aluminium, le béryllium et le magnésium) ne peuvent normalement pas être immobilisés dans une matrice à base de ciment comme liant hydraulique. Ceux-ci forment un couple redox, dans lequel une quantité non négligeable d' H_2 se libère pendant la prise et le durcissement de la matrice (à noter qu'une réaction de fixation dans une matrice de ciment peut prendre beaucoup de temps). L'immobilisation de ces métaux dans une matrice à base de ciment en tant que liant hydraulique n'est possible que si le producteur peut démontrer que la cinétique de la réaction est suffisamment lente pour qu'elle n'interfère pas avec la prise et le durcissement de la matrice. Ceci peut s'obtenir soit en évitant le contact direct entre le métal et la matrice pendant la prise et le durcissement de la matrice, soit en utilisant une composition de matrice qui contient un additif (par exemple du nitrate de lithium) qui inhibe la réaction de corrosion. Pour éviter tout contact direct entre le métal et la matrice, le métal peut être revêtu ou emballé hermétiquement avec/dans matériau inerte (plastique ou similaire) bien que dans la plupart des cas, une galette offre déjà un blindage suffisant.
Ce critère n'est pas quantitatif. Il n'est pas exprimé à l'aide de valeurs limites numériques. L'interdiction de présence des métaux électropositifs ne doit donc pas être assimilée à la valeur limite zéro. Le critère est qualitatif. Des quantités négligeables des substances en question, qui n'interfèrent pas avec la performance des fonctions de sûreté, peuvent donc être tolérées.
- 411 L'exclusion de sources scellées dans les déchets radioactifs bruts et/ou traités repose sur une décision de l'ONDRAF, qui souhaite ainsi maintenir, jusqu'à nouvel ordre, la gestion courante pour des sources scellées dans les déchets. Les sources ne sont pas non plus compatibles avec les hypothèses des évaluations de sûreté dans le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface des déchets de catégorie A à Dessel. L'ONDRAF classe actuellement les sources scellées comme des déchets que la destination finale est le stockage géologique.
- 412 Si le ciment utilisé dans la matrice d'immobilisation répond à la norme indiquée dans le critère, la qualité du ciment peut être garantie. Un ciment de qualité est nécessaire, mais pas suffisant pour une matrice d'immobilisation de qualité.
- 413 Idem justification 412
- 414 La réaction alcali-silice (RAS) est une réaction chimique entre des granulats qui contiennent de la silice réactive et les alcalis présents dans la matrice d'immobilisation. Cette réaction peut entraîner l'expansion de la forme du déchet (voir justification 408), qui pourrait à son tour entraîner des fissures et des déchirures dans la matrice d'immobilisation.
La méthode décrite dans l'ASTM C1260 est un test d'orientation qui peut mener à l'un des résultats suivants :
- le granulat est sensible à la RAS ;
 - le granulat est insensible à la RAS ;
 - le granulat est potentiellement sensible à la RAS.
- Dans ce dernier cas, la réalisation du test ASTM C1293 conduira à une classification du granulat comme « sensible à la RAS » ou « insensible à la RAS ». Il est important d'examiner tous les granulats utilisés, qu'ils contiennent du silicium ou du calcium. De faibles teneurs en silicium, en dolomite et/ou en argile réactifs peuvent en effet déjà entraîner une réaction expansive en milieu alcalin.
- 415 Idem justification 412
- 416 La dégradation de composés organiques peut conduire à la formation d'agents complexants ou chélatants. Ces agents peuvent modifier la spéciation des radionucléides en solution en augmentant la solubilité des radionucléides et/ou en réduisant la sorption sur les barrières artificielles (matrice d'immobilisation et/ou blindage radiologique) ou les roches sédimentaires dans les déchets radioactifs bruts et/ou traités. Le producteur peut mieux utiliser des adjuvants inorganiques pour

éviter autant que possible la formation d'agents complexants et chélatants dans la matrice d'immobilisation. S'il est fait usage d'adjuvants organiques, le producteur doit argumenter ce choix dans le dossier d'approbation.

Sur la base de recherches internationales sur la capacité complexante et chélatante des superplastifiants, l'ONDRAF permet l'utilisation des superplastifiants suivants si le dosage soit correct⁹ : des superplastifiants à base de sulfonate de naphthalène, de polycarboxylate ou de sulfonate de mélamine. L'utilisation de sulfonate de naphthalène, de polycarboxylate et de sulfonate de mélamine est étayée par le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (pour le sulfonate de naphthalène et le polycarboxylate voir § 5.3.4 du rapport de sûreté, pour le sulfonate de mélamine voir § 5.3.1.2.9 du rapport de sûreté). Pour le sulfonate de mélamine aucune réduction de la sorption n'est attendue aux barrières artificielles.

- 417 Idem justification 412
- 418 Seuls les additifs minéraux à la matrice d'immobilisation sont autorisés, afin de limiter la quantité de substances organiques dans les déchets conditionnés. La dégradation de composés organiques peut en effet conduire à la formation d'agents complexants ou chélatants (voir également justification 416).
- 419 Les normes garantissent une qualité minimale et une identification précise et univoque des additifs. Par exemple, certains granulats contenant du silicium sont classés comme fumée de silice en raison de leur granulométrie et sont certifiés et codifiés selon la norme spécifiée. Des additifs de qualité sont nécessaires, mais pas suffisants pour une matrice d'immobilisation de qualité.
- 420 Étant donné le risque plutôt faible de sensibilité à la RAS du filler calcaire, le producteur peut démontrer cette insensibilité avec sa composition chimique. Comme le test court ASTM-C1260 n'est pas applicable aux granulats fins de la matrice d'immobilisation tels que le filler calcaire (L ou LL), la roche mère du filler calcaire, si disponible avec une granulométrie suffisamment large, peut être évaluée en utilisant la méthode de test plus courte décrite dans l'ASTM C1260.
Le producteur peut également démontrer l'insensibilité à la RAS en effectuant le test standardisé ASTM C1293 sur l'ensemble du béton, du mortier ou de la pâte de ciment.
- 421 Le système de qualité doit garantir la qualité de la matrice d'immobilisation, afin que tous les critères de transfert contractuels relatifs à la matrice d'immobilisation soient toujours respectés. Étant donné que la plupart des ingrédients d'une matrice d'immobilisation sont des produits naturels, tout changement de l'origine de ces ingrédients (y compris un changement du fournisseur/de la carrière/du four à ciment ...) peut également avoir un impact sur des propriétés de la matrice d'immobilisation.
- 422 L'utilisation de ciment comme liant hydraulique dans la composition d'une matrice est cruciale, en raison de ses propriétés chimiques, physiques et mécaniques (et donc pour la qualité). C'est pourquoi l'ONDRAF exige du producteur qu'il mette en œuvre les procédures nécessaires. Ce qui permet de garantir une composition constante de la matrice d'immobilisation, dans les marges de tolérance définies et acceptées, ainsi qu'une documentation correcte de cette composition dans le dossier d'approbation correspondant.
- 423 La composition nominale est contrôlée et garantie sur la base des précisions de dosage des ingrédients de la matrice d'immobilisation utilisées conformément à la norme spécifiée. Si le producteur n'est pas en mesure de respecter cette norme, il peut indiquer sa propre précision de dosage dans le dossier d'approbation, à condition qu'aucun autre critère ne soit enfreint par ces variations.
- 424 L'ONDRAF exige que la matrice d'immobilisation fraîche ait une fluidité suffisante pour minimiser les espaces vides dans le colis primaire et envelopper complètement les déchets. Le producteur peut par exemple, à intervalles réguliers déterminés selon le critère 421, effectuer des mesures pour confirmer la consistance. Lorsque la consistance requise est utilisée afin d'éviter les espaces vides continus, le transport éventuel de radionucléides à travers le colis ou le relâchement de radionucléides du colis est minimisé (voir § 15.3.2.2 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface).

⁹ Par « dosage correct », on entend un dosage normal comme il est d'usage dans la technologie classique du béton (maximum de quelques pour cent par rapport à la masse du ciment), dans lequel la (les) adjuvant(s) n'a (n'ont) en outre pas d'effets négatifs sur les propriétés du mortier/béton frais ou de la pâte de ciment fraîche (tels que la ségrégation, la transpiration excessive...).

-
- 425 Si la prise de la matrice de la première étape commence avant que la deuxième étape commencement, des discontinuités peuvent se former entre les étapes successives. Ces problèmes sont évités lorsque le temps entre deux étapes consécutives est suffisamment court pour que la prise de la première étape n'ait pas encore commencé, ou en humidifiant la surface avant le début d'une étape suivante. L'ONDRAF considère l'excédent issu de la matrice d'immobilisation à la fin d'une campagne, qui est utilisé pour la cimentation des paniers, comme une « matrice d'immobilisation » et non comme un « blindage radiologique ». Tous les critères de transfert contractuels décrits au § 4.3 s'appliquent donc à cet égard.
- 426 Ce critère limite la fissuration et contribue à assurer la durabilité de la matrice d'immobilisation, ce qui implique entre autre que le DC possède les propriétés physiques et chimiques souhaitées pour limiter le relâchement de radionucléides par les déchets bruts et/ou traités (voir § 15.3.2.1 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface).
Dans la construction classique, un retrait de 1 mm/m est considéré comme une valeur élevée pour un « béton standard ». Pour obtenir une valeur équivalente pour un mortier ou une pâte de ciment, la valeur d'un béton standard est doublée.
Rien n'empêche le producteur d'utiliser une matrice d'immobilisation sans granulats, mais le critère relatif à la valeur du retrait est le même pour les mortiers et les pâtes de ciment en raison de l'absence de norme satisfaisante sur les pâtes de ciment.
- 427 Une perte d'eau excessive due à l'évaporation pendant la phase de prise peut entraîner un manque d'eau pour la prise et le durcissement, ce qui peut nuire à la durabilité de la matrice d'immobilisation. Un moyen de satisfaire à ce critère, est de placer le couvercle sur le colis primaire de DC sans le fermer de manière définitive.
- 428 Pendant la prise et le durcissement d'une matrice d'immobilisation cimentaire, la matrice va dans une première phase « transpirer » (elle libère donc de l'eau). Cette eau est ensuite réabsorbée dans la matrice et liée, de sorte qu'il ne reste plus d'eau libre à la surface. La présence d'eau libre après la prise et le durcissement de la matrice indique qu'une ségrégation a eu lieu ou que trop d'eau a été ajoutée au départ (par exemple demande en eau mal déterminée, erreur dans le dosage de l'eau ...). Les deux cas peuvent être préjudiciables à la qualité de la matrice d'immobilisation. Accessoirement l'eau libre peut favoriser des voies préférentielles de migration des radionucléides, ce qui augmente également le risque de contamination à l'intérieur et à l'extérieur du colis primaire de DC. Ce qui compromet l'intégrité du colis primaire au niveau confinement des radionucléides.
- 429 Les critères de conformité du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 15.3.2.2 du rapport de sûreté) imposent cette limitation afin d'éviter les espaces vides continus. Lorsque la quantité requise de mortier de conditionnement est utilisée, afin que la partie supérieure des déchets n'est plus visible, le transport éventuel de radionucléides à travers le colis ou le relâchement de radionucléides du colis est réduit au minimum. L'espace entre le couvercle et la matrice est destiné pour ne pas gêner la mise en place ou l'enlèvement du couvercle pendant et après la prise de la matrice d'immobilisation. Plus précisément, dans ce critère on demande au producteur que le volume formé de l'espace indiqué par le numéro 2 de Figure 3 n'est pas supérieure à 15 vol% du volume formé par les numéros 2 à 4

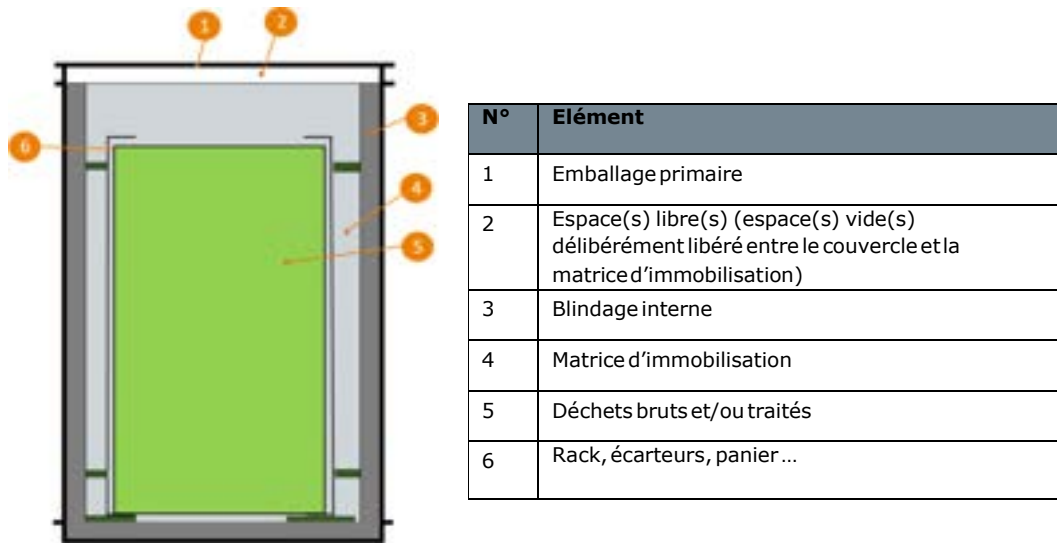


Figure 3: Clarification des espaces libres dans un colli DC.

- 430 L'ONDRAF demande que le colis primaire soit maintenu immobile pendant un certain temps pour s'assurer que la prise est suffisamment avancé (réduction de la plasticité pendant la prise), afin qu'il n'y ait pas de perte de cohésion entre la matrice d'immobilisation et les déchets bruts et/ou traités (à la suite de manipulations). Cela peut avoir des effets négatifs sur la qualité du colis primaire de DC. Entre le début et la fin de la prise, le colis ne peut être déplacé car la matrice d'immobilisation se trouve alors dans un état semi-plastique avec des propriétés mécaniques très faibles. Les dommages éventuels (comme les fissures) sont permanents.
- 431 Ce critère est nécessaire pour éviter le phénomène de ségrégation, qui a un impact négatif sur la qualité et l'homogénéité de la matrice d'immobilisation. La ségrégation forme des voies préférentielles potentielles de lixiviation, qui peuvent favoriser la migration des radionucléides et compromettre leur confinement.
- 432 Des fissures traversantes peuvent former des voies préférentielles pour le transport des radionucléides à travers la matrice d'immobilisation. Ce qui peut perturber les fonctions de sûreté (confinement des radionucléides) de l'installation de stockage en surface. Ce critère n'empêche pas une éventuelle perturbation des fonctions de sûreté, mais la limite quelque peu. Seules les fissures continues et visuellement perceptibles, c'est-à-dire les fissures d'une largeur de 0,1 mm ou plus, sont prises en compte pour des raisons pratiques de faisabilité.
- 433 Ce critère est corrélé à la microstructure et donc à la durabilité et la qualité de la matrice. La durabilité de la matrice d'immobilisation est importante sur le long terme, car une plus grande durabilité de la matrice d'immobilisation et une plus grande résistance aux substances agressives en combinaison avec l'eau aideront à assurer pendant plus longtemps la compatibilité avec le système de barrières artificielles dans l'installation de stockage. Une meilleure compatibilité avec l'installation de stockage est ainsi obtenue.
Il n'existe pas de norme belge ou européenne pour la détermination de la porosité accessible à l'eau. Par conséquent une méthode de test est proposée dans le document. Le producteur peut également utiliser une autre méthode de test si les conditions énoncées dans le critère sont remplies et si l'ONDRAF approuve cette méthode.
Le béton dont la porosité accessible à l'eau est inférieure ou égale à 14 % en volume est considéré comme un « béton moyen » [48]. La valeur équivalente du mortier et de la pâte de ciment a été déterminée dans [49].
- 434 La résistance à la compression est corrélée à la porosité et à la microstructure de la matrice d'immobilisation et est donc un des paramètres qui donne une indication de la qualité de la matrice d'immobilisation. Néanmoins, la résistance à la compression n'est pas en soi un bon paramètre pour la qualité d'un béton, d'un mortier ou d'une pâte de ciment. Cependant, la résistance à la compression peut être un indicateur de changements dans la composition et donc pour la qualité d'un béton, d'un mortier ou d'une pâte de ciment. Une fois que la composition du béton, du mortier

ou de la pâte de ciment a été déterminée, la résistance à la compression ne variera que dans des marges limitées. Une résistance à la compression différente indique une composition différente, et donc une qualité de béton, mortier ou pâte de ciment éventuellement inférieure.

Le système de qualité du producteur (voir critère 421) permet un intervalle de confiance de 95 % de la résistance à la compression à 28 jours. Pour cela, il se base sur les résistances à la compression mesurées dans des productions antérieures avec cette composition de la matrice et utilisant les mêmes matériaux de même origine, ou, s'il s'agit d'une composition récemment développée, sur des mesures effectuées lors de ce développement. Pour une bonne matrice et installation de cimentation et de dosage, la différence entre la valeur minimale et maximale de cette plage est inférieure ou égale à 20 MPa (voir [38]).

Dans la construction classique, une résistance à la compression à 28 jours de 30 MPa est considérée comme la limite inférieure pour un béton, mortier ou pâte de ciment standard. Afin de continuer à garantir un bon confinement et la sécurité du personnel dans des circonstances accidentelles en rapport avec les déchets radioactifs, la résistance à la compression est également importante pour la sûreté opérationnelle.

435 La résistance à la flexion donne une indication de la présence ou de l'absence de fissures dans la matrice d'immobilisation. S'il y a des fissures dans la matrice, la résistance à la flexion sera presque nulle. Les fissures peuvent favoriser le transport de radionucléides hors du colis et compromettre ainsi l'intégrité du colis primaire. L'ONDRAF a décidé d'utiliser la valeur 1 MPa comme limite inférieure pour des raisons pratiques.

436 Ce critère donne une indication de la durabilité de la matrice d'immobilisation et du comportement de la matrice en cas d'immersion dans l'eau.

Les mécanismes de dégradation de matériaux cimentaires nécessitent généralement la présence d'eau et/ou sont accélérés en conditions humides. De plus, l'installation de stockage en surface et l'installation de stockage géologique évoluent à long terme vers un système humide caractérisé par une humidité relative élevée. La réalisation d'un test avec une humidité relative de 100 % est, en d'autres termes, conservatrice (ou du moins représentative) pour les humidités relatives prévisibles dans une installation de stockage.

Tant pendant la phase opérationnelle de la gestion qu'à long terme, une certaine durabilité de la matrice d'immobilisation est importante. Dans l'installation de stockage, une plus grande durabilité de la matrice d'immobilisation et une plus grande résistance aux substances agressives en combinaison avec l'eau contribueront à une compatibilité assurée plus longue avec le système de barrières artificielles et à une meilleure compatibilité avec l'installation de stockage.

Il est impossible de décrire tous les changements structuraux potentiels dans le critère de telle sorte que plus aucune évaluation qualitative ne serait nécessaire. Quelques exemples de changements structuraux inacceptables sont indiqués (voir Figure 4) afin de mieux expliquer le critère d'acceptation aux producteurs.

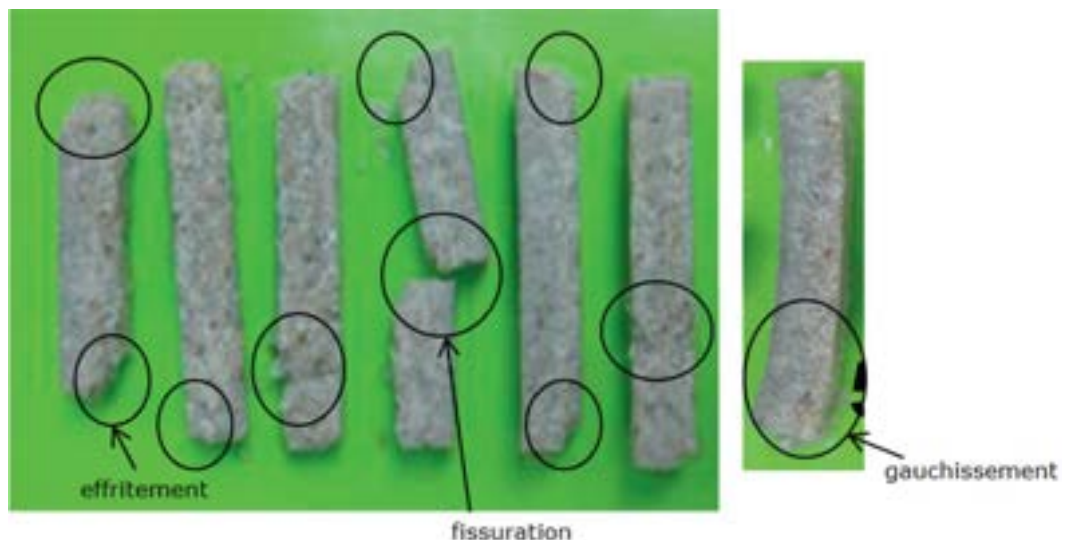


Figure 4: Exemples de changements structuraux inacceptables (effritement, fissuration et gauchissement) d'échantillons (entourés).

-
- 437 Si la température dans un béton, un mortier ou une pâte de ciment augmente au-dessus de 60 °C pendant ou après la prise, il y a un risque de dégradation interne par les sulfates en raison de la formation différée d'ettringite (DEF) et donc de gonflement, de fissuration ou de fractures de la forme du déchet. Ce qui pourrait perturber les fonctions de sûreté du stockage en surface.
- 438 L'essai de gel-dégel est corrélé à la microstructure et par conséquent à la durabilité et à la qualité de la matrice. La méthode d'essai à suivre est décrite dans la fiche technique TFT-2 [43] de l'ONDRAF. Quelques exemples de changements structurels inacceptables sont donnés dans la Figure 4. L'ONDRAF exige au minimum que la résistance à la compression après l'essai soit encore de 80 % de sa valeur initiale.
- 439 Les matériaux que le producteur peut utiliser pour un blindage radiologique éventuel sont limités, afin de ne pas créer de difficultés supplémentaires en ce qui concerne la démonstration de la compatibilité entre les composantes du colis primaire et la compatibilité avec l'installation de stockage (voir le critère 603). L'utilisation de ces matériaux pour le blindage radiologique implique entre autre que le DC possède les propriétés physiques et chimiques souhaitées pour limiter le relâchement de radionucléides provenant des déchets bruts et/ou traités (voir § 15.3.2.1 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface). Le choix des matériaux à utiliser est également limité à ceux indiqués en raison de la portée restreinte des configurations autorisées des colis de DC dans ce document.
- 440 Comme un blindage radiologique en béton, en mortier ou en pâte de ciment n'a pas de contact direct avec les déchets bruts et/ou traités, un ensemble de critères plus limité que celui pour la matrice d'immobilisation est suffisant. Ces critères permettent d'éviter toute perturbation potentielle des fonctions de sûreté du stockage en surface. En outre, il suffit que le fabricant de ces ingrédients dispose d'un label BENOR (ou un label équivalent) pour démontrer à l'ONDRAF que la qualité reste garantie pendant la production. Le fait de travailler selon un tel label de qualité signifie qu'un certain nombre de critères relatifs au contrôle et à l'assurance de la qualité sont automatiquement remplis et ne doivent donc plus être explicitement démontrés. Le fabricant peut être un sous-traitant du producteur de déchets ou le producteur de déchets lui-même.
Si le producteur ne dispose pas d'un label de qualité BENOR (ou un label équivalent), il existe des critères supplémentaires pour le blindage radiologique en béton, en mortier ou en pâte de ciment afin de montrer à l'ONDRAF que la qualité reste garantie pendant la production.
- 501 Les concentrations maximales de radionucléides par colis primaire et par monolithe peuvent s'écarter, dans des limites raisonnables, de la concentration moyenne acceptable dans l'installation de stockage (voir § 6.4.5.4 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface). Cela implique, entre autres, que les activités volumiques absolues des radionucléides critiques dans chaque colis de DC doivent être limitées à certaines valeurs limites. Les valeurs CLI utilisées à cet effet dans le critère d'acceptation sont tirées directement du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 15.6.1.1 du rapport de sûreté).
- 502 Conformément aux hypothèses du rapport de sûreté de l'installation pour le stockage en surface à Dessel (voir § 15.6.1.1 du rapport de sûreté), l'impact radiologique d'un colis de DC dans le scénario d'intrusion humaine involontaire « analyse d'une carotte » doit être inférieur ou égal à 3 mSv. Le respect de ce « critère X » permet de garantir ce point. Les valeurs $C_{i,max}$ correspondantes sont définies dans la note ONDRAF 2019-0624 [50].
Belgoprocess utilise la valeur du critère X pour déterminer la classe de DC. Un bâtiment d'entreposage spécifique est lié à la classe de DC, donc par conséquence ce critère d'acceptation est pertinent pour la sécurité opérationnelle de ce bâtiment d'entreposage.
- 503 Pour que les hypothèses de l'évaluation de sûreté soient valables, l'activité des radionucléides critiques doit avoir une répartition suffisamment homogène. Les valeurs OLI utilisées pour le tumulus est sont tirées directement du rapport de sûreté de l'installation pour le stockage en surface à Dessel (voir § 15.6.1.1 du rapport de sûreté). La valeur limite au sein du critère d'acceptation est tirée de la limite sur le monolithe dans le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 15.6.1.1 du rapport de sûreté). Ici, le facteur d'hétérogénéité pour chaque monolithe est limité à 85. L'hypothèse de base utilisée pour déterminer la valeur limite dans cet ACRIA est qu'un monolithe de type I contient à chaque fois 4 colis de DC, de sorte qu'un colis de DC ayant un facteur d'hétérogénéité de 340 peut être compensé par les 3 autres colis de DC.
- 504 Les déchets contenant du radium/thorium sont exclus de l'installation de stockage en surface afin d'éviter que l'émanation de radon des déchets ne perturbe les mesures radiologiques. En limitant

la somme autorisée des concentrations de Ra-226 et de Th-232 dans les déchets bruts et/ou traités à 1000 Bq/kg, on s'assure que toute émanation et/ou lixiviation ne causera pas d'effets significatifs par rapport aux concentrations de fond ou aux concentrations dans les matériaux de construction tels que le béton du site de stockage (voir § 14.3.1.5 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface). L'ONDRAF utilise la valeur de 1000 Bq/kg comme valeur limite générale pour la présence *naturelle* de radium et de thorium [51]. Cette valeur limite est également utilisée dans le rapport de sûreté au stockage en surface à Dessel (voir § 15.6.1.2 du rapport de sûreté).

Le critère d'acceptation est formulé sous forme d'injonction, conformément aux Règles Générales pour l'établissement des critères de transfert contractuels (version provisoire du 30 août 2018). Le respect de certaines activités volumiques maximales doit être considéré comme une exigence et non comme un moyen de prévenir une perturbation des fonctions de sécurité. Ainsi, le respect de l'activité maximale de Ra-226 et de Th-232 par unité de masse est une exigence fondée sur le choix stratégique de l'ONDRAF de détourner les déchets contenant du radium/thorium vers une trajectoire de gestion spécifique. Cette exigence se reflète par ailleurs dans la classification des déchets radioactifs. Pour cette raison, le critère d'acceptation est également lié à la sécurité opérationnelle.

- 505 Pour des raisons de sûreté opérationnelle et à long terme, le risque de criticité dans l'installation de stockage doit être inexistant. Les valeurs limites utilisées à cet effet dans le critère d'acceptation sont tirées directement du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface à Dessel (voir § 15.7.1.4 du rapport de sûreté). Les valeurs limites sont basées sur un scénario dans lequel les nucléides fissibles à long terme sont lixiviés et s'accumulent au bas de la pile de monolithes. Ces limites sont conservatrices pour la sécurité opérationnelle.
- 506 Cette limite découle de la disposition du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 15.7.2 du rapport de sûreté) selon laquelle les déchets bruts et/ou traités contenant du combustible nucléaire en quantités non négligeables ne sont pas admissibles au stockage en surface. Ce rapport de sûreté limite ensuite la masse d'U-235 dans un colis de 400 litres à 15 g si le colis contient de l'uranium hautement enrichi. Ce critère d'acceptation concerne un aspect visant à la sûreté après la fermeture de l'installation de stockage.
- 601 L'ONDRAF exige que l'emballage primaire réponde aux critères internationaux pour un colis de transport de type IP-2, afin qu'il dispose des propriétés physico-mécaniques permettant de l'utiliser en toute sécurité pendant la période d'entreposage.
Le test de chute prend en compte les accidents qui peuvent survenir lors du transport, tandis que le test d'empilement tient compte des charges auxquelles le colis primaire de DC peut être soumis pendant le transport.
- 602 Lorsqu'un emballage primaire du Tableau 2 est utilisé, dont le code correspond à la note technique NTC-3 [13], le colis de DC respecte automatiquement les dimensions et les masses autorisées pour l'installation de stockage en surface (voir tableau 6 du document ONDRAF/4NT/0573726/000/01 intitulé « All - Structural Design Caissons/Monoliths ». Ce document se trouve à l'annexe I du document NIRONDR TR-2011-63 E V3).
- 603 La compatibilité physique et chimique signifie que l'intégrité du colis primaire ne peut subir des conséquences préjudiciables, ni à court ni à long terme, entre autres à la suite de :
- l'incompatibilité entre la surface de contact d'un emballage primaire et les divers autres équipements ;
 - les phénomènes de rejet et/ou la mauvaise adhérence de la matrice d'immobilisation à la paroi (intérieure) de l'emballage primaire ;
 - la corrosion interne due au contact entre la matrice et la paroi ;
 - l'insertion des déchets radioactifs bruts et/ou traités et de la matrice d'immobilisation pendant le conditionnement.
- Ce critère implique donc qu'aucune dégradation physique et chimique de l'emballage primaire d'origine interne ne peut survenir dans le colis de DC.
- 604 Ce critère implique qu'aucun dommage physique de l'emballage primaire d'origine externe ne peut survenir dans le colis de DC pendant une période minimale de 75 ans. L'ONDRAF a décidé de faire commencer cette période à partir de l'année de production de l'emballage primaire.
Le critère d'acceptation garantit la résistance de l'emballage primaire à toutes les contraintes mécaniques qui peuvent survenir dans des conditions normales d'exploitation et donc sans perforations, fentes ou fissures, rayures profondes, coups, bosses et dégradations chimiques et thermiques. Le critère répond également à l'exigence selon laquelle le colis inférieur peut supporter

la charge, lorsque les colis sont empilés quatre (pour le bâtiment d'entreposage 127) ou six (pour le bâtiment d'entreposage 155) queue par-dessus pendant l'entreposage.

- 605 Ce critère implique donc qu'aucune dégradation chimique de l'emballage primaire d'origine externe ne peut survenir dans le colis de DC. À cette fin, l'ONDRAF exige, entre autres, que l'emballage primaire de DC résiste à la corrosion durant toutes les phases de sa gestion préalablement au conditionnement final. La résistance à la corrosion porte sur les phénomènes de corrosion d'origine interne et externe, dont la période envisagée est fixée à 75 ans.
L'intégrité de l'emballage primaire est cruciale pour la sûreté pendant toute la période d'entreposage et a un impact direct sur le déchargement ultérieur des colis primaires du bâtiment d'entreposage.
- 606 La limitation des espaces vides à 20 % du volume nominal du colis est liée à sa compatibilité avec le stockage géologique. L'ONDRAF souhaite en tenir compte au cas où la destination finale du colis ne serait en définitive pas le stockage en surface. Comment la valeur de 20 % a été obtenue, est expliqué dans la note 98-1002 [51]. Spécifiquement dans ce critère on demande au producteur que les espaces vides dans le volume formé par les numéros 2 à 6 du Figure 3 se limitent à 20 % du volume nominal du colis.
- 607 L'ONDRAF et Belgoprocess se basent prudemment sur une masse maximale de $1,5 \times 10^3$ kg pour le colis primaire. Cette valeur limite provient du grappin dans les bâtiments d'entreposage, mais couvre simultanément de manière conservatrice la masse maximale des colis de DC autorisée dans un monolithe de type I selon le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface.
- 608 Pour des raisons de la sûreté à long terme, les DC doivent avoir les propriétés physiques et chimiques qui limitent le relâchement de radionucléides provenant des déchets bruts et/ou traités. Cela signifie, entre autres, que les DC doivent contenir une quantité suffisamment importante de pâte de ciment durcie. En effet, les radionucléides sont essentiellement retenus dans la pâte de ciment durcie. La valeur limite est tirée directement du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 15.3.2.1 du rapport de sûreté).
Les formules de calcul de la PCD (fraction massique de la pâte de ciment durcie) peuvent être expliquées comme suit (voir également les § 5.3.1.2.10 et § 5.4.1.2.6 du rapport de sûreté) :
- Si $E/C \geq 0,4$, tout le ciment réagit et la masse d'eau qui réagit est de 0,4 fois la masse de ciment. Donc $PCD = C \times (1 + 0,4)$.
 - Si $E/C \leq 0,4$, toute l'eau réagit et la masse de ciment qui réagit est de 2,5 (= $1/0,4$) fois la masse d'eau. Donc $PCD = E \times (1 + 2,5)$.
- 609 Afin de protéger le monolithe contre toute perturbation des fonctions de sûreté opérationnelle et à long terme décrites dans le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 15.3.3 du rapport de sûreté), aucun liquide radioactif ne peut s'écouler du monolithe. En outre, les liquides libres, en particulier l'eau, peuvent servir de médium à des réactions chimiques perturbatrices telles que la corrosion et donc elles sont à éviter autant que possible. Seuls les liquides libres et macroscopiques sont exclus. L'eau interstitielle n'est donc pas considérée comme un liquide libre. L'eau interstitielle est maintenue en place par des forces capillaires et ne contribue donc pas aux processus qui supposent un flux de liquide dans le colis de stockage.
- 610 Les valeurs limites de 5 mSv/h et 200 mSv/h proviennent respectivement du rapport de sûreté de bâtiment d'entreposage B151 et IPM. La valeur limite de 5mSv/h est utilisée pour caractériser le DC et l'envoyer à un bâtiment d'entreposage approprié (B151). Afin de limiter le débit de dose au contact du monolithe à 20 mSv/h (voir §15.6.2.1 du rapport de sûreté), le débit de dose au contact des colis DC dans la lutte intégrée contre les ennemis des cultures est limité à 200 mSv/h. Cela implique que les colis de DC appartenant à le DC moyennement active (colis ayant un débit de dose supérieur à 5 mSv/h à 2 Sv/h) et ayant un débit de dose supérieur à 200 mSv/h peuvent être placés dans le bâtiment d'entreposage B127, mais ne peuvent pas passer à l'étape suivante de leur processus de gestion tant que le débit de dose n'a pas suffisamment diminué.
- 611 Le critère relatif à la contamination surfacique transférable est un paramètre opérationnel important pour la protection de la population et de l'environnement pendant les différentes phases de la gestion (transport et entreposage dans les bâtiments d'entreposage respectifs). En outre, ce critère est inclus dans le rapport de sûreté des bâtiments d'entreposage concernés.
- 612 L'activité alpha ou bêta/gamma totale est un paramètre important pour la sûreté du bâtiment d'entreposage. Dans l'éventualité d'un accident, l'impact sur l'homme et l'environnement doit rester dans les limites légales. Ce paramètre dépend du type de bâtiment et est mentionné dans le rapport de sûreté y afférent.

-
- 613 L'activité alpha ou bêta/gamma totale est un paramètre important pour la sûreté du bâtiment d'entreposage. Dans l'éventualité d'un accident, l'impact sur l'homme et l'environnement doit rester dans les limites légales. Ce paramètre dépend du type de bâtiment et est mentionné dans le rapport de sûreté y afférent. Les limites de 20 GBq/m³ pour les émetteurs alpha et de 800 GBq/m³ pour les émetteurs bêta/gamma ont été extraites du rapport de sûreté de l'IPM.
- 614 L'activité bêta/gamma du tritium est un paramètre important pour la sûreté opérationnelle du personnel tout au long du processus de gestion. En cas de circonstances accidentelles, l'impact sur les personnes et l'environnement doit rester dans les limites légales. Cette valeur limite est extraite du rapport de sûreté de l'IPM.
- 615 Un code d'identification unique apposé sur un colis assure un lien univoque avec son contenu radiologique et chimique, permettant d'assurer à tout moment la sûreté opérationnelle. En plus d'être un critère opérationnel, il s'agit aussi d'un critère à long terme, car il inclut la traçabilité et le contenu (radiologique et chimique) des déchets, qui sont importants pour le stockage du colis ainsi que pour garantir la sûreté à long terme de l'installation de stockage en surface.
- 616 Afin que le numéro d'identification soit clairement lisible à distance et sous différents angles, le numéro d'identification sera apposé suffisamment grand à plusieurs endroits du fût. À des fins d'uniformité, le numéro d'identification suit une structure déterminée telle qu'indiquée dans le critère d'acceptation.
- 617 Le RGPRI [53] impose ce qui suit :
- Chaque colis de DC doit porter un sigle d'avertissement de la présence de rayonnements ionisants. Ceci découle de l'article 31.2 c du RGPRI, qui stipule que le sigle d'avertissement doit figurer sur chaque récipient contenant des substances radioactives. Les dimensions de l'étiquette et son emplacement sur le colis dépendent de la bonne visibilité et du caractère reconnaissable du sigle d'avertissement. Les dimensions de l'étiquette et son emplacement sur le colis dépendent de la bonne visibilité et du caractère reconnaissable du sigle d'avertissement.
 - Le sigle d'avertissement doit être similaire au sigle d'avertissement pour les substances radioactives qui est décrit dans l'arrêté royal du 17 juin 1997 concernant la signalisation de sécurité et de santé au travail (auquel le Code sur le bien-être au travail fait également référence). Ceci découle de l'article 31.1 du RGPRI, qui aborde plus en détail le symbole qui constitue la caractéristique principale de ce sigle d'avertissement. Il convient de noter que l'arrêté royal du 17 juin 1997 n'impose pas la présence du sigle d'avertissement indiquant la présence de substances radioactives sur les récipients.
- 701 Ce critère est un critère à long terme car le rapport de sûreté d'installation de stockage en surface (voir § 15.5 du rapport de sûreté) interdit la présence de substances infectieuses dans les déchets de stockage. Ce critère est également un critère opérationnel car il concerne la sécurité des opérateurs du bâtiment d'entreposage considéré, de l'installation IPM ainsi que de l'installation de stockage en surface. Le critère d'acceptation est (légèrement) plus restrictif que le critère de conformité correspondant de l'installation de stockage en surface : l'interdiction s'applique à tous les « agents pathogènes biologiques » et non seulement aux « substances infectieuses », et ce pour des raisons opérationnelles. Les définitions de l'ADR [54] ont été utilisées pour la description des « agents pathogènes biologiques », vu l'exactitude de ces définitions et de la connaissance générale de cette législation.
- 702 Ce critère est fondé sur le principe de précaution. Les techniques d'inactivation biologique ne sont généralement pas efficaces à 100 % pour détruire les agents pathogènes biologiques présents.

Annexe 2 Scénario de gestion de référence

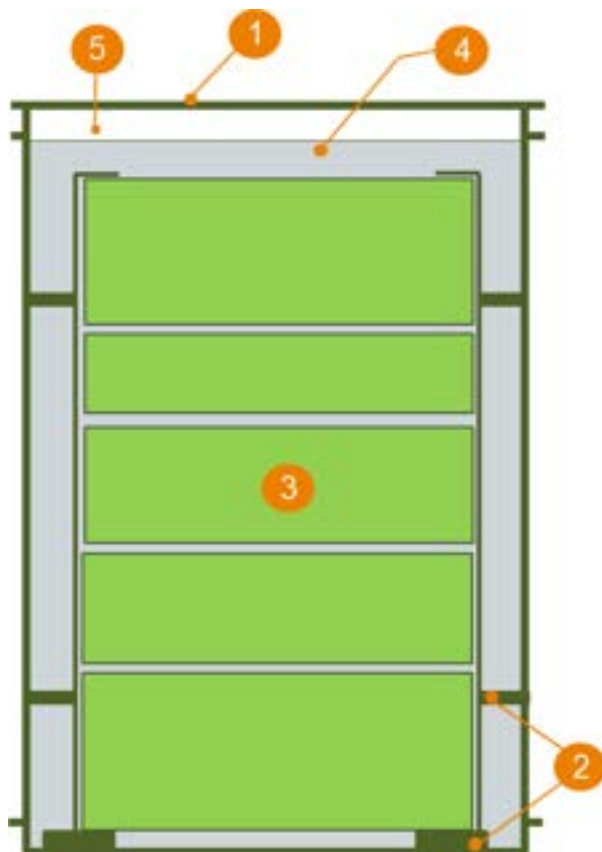
Un scénario de gestion de référence est la séquence des activités de gestion prévues par l'ONDRAF conformément au programme national visé dans la loi du 3 juin 2014 modifiant l'article 179 de la loi du 8 août 1980.

Le scénario de gestion de référence pour ces déchets comprend les étapes suivantes:

1. Acceptation des colis de déchets conditionnés (DC) par l'ONDRAF et transport vers le site 1 de Belgoprocess (dans le cas où les colis n'ont pas été produits sur ce site).
2. Entreposage des colis dans le bâtiment 151 ou 127 en fonction du débit de dose du colis.
3. Acceptation et transfert des colis de DC depuis les bâtiments d'entreposage vers la (future) IPM, également sur le site 1 de Belgoprocess.
4. Conditionnement final dans l'IPM.
Le conditionnement final consiste à regrouper une sélection de quatre colis de 400 litres de DC dans un type spécifique de conteneur en béton (« caisson »), suivi de la cimentation de ces colis avec du « mortier de remplissage ». Les produits du conditionnement final sont des colis de stockage (« monolithes ») de type I.
5. Acceptation et transfert des monolithes de l'IPM vers l'installation de stockage en surface, située à proximité du site de Belgoprocess et exploitée par l'ONDRAF.
6. Stockage des monolithes.
7. Gestion des déchets radioactifs après stockage.

Annexe 3 Configurations applicables du colis de DC

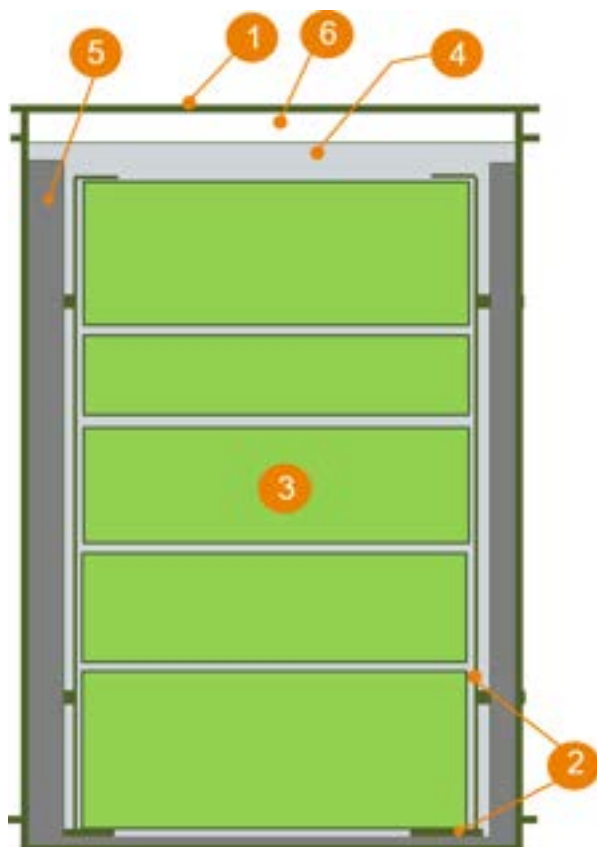
Configuration 1 : galettes cimentées, sans blindage interne



N°	Élément	Composante de base
1	Fût métallique: <ul style="list-style-type: none">▪ cuve (inclus éventuelle manteau de protection)▪ couvercle	Emballage primaire
2	Composantes internes (*): <ul style="list-style-type: none">▪ rack▪ écarteurs▪ ...	Forme du déchet
3	Galettes (déchets bruts et/ou traités)	
4	Matrice d'immobilisation (mortier ou béton de conditionnement)	
5	Espace(s) libre(s)	(espace(s) vide(s) délibérément libéré)

(*) Les composantes internes peuvent faire partie du dossier d'approbation 'Emballage Primaire'.

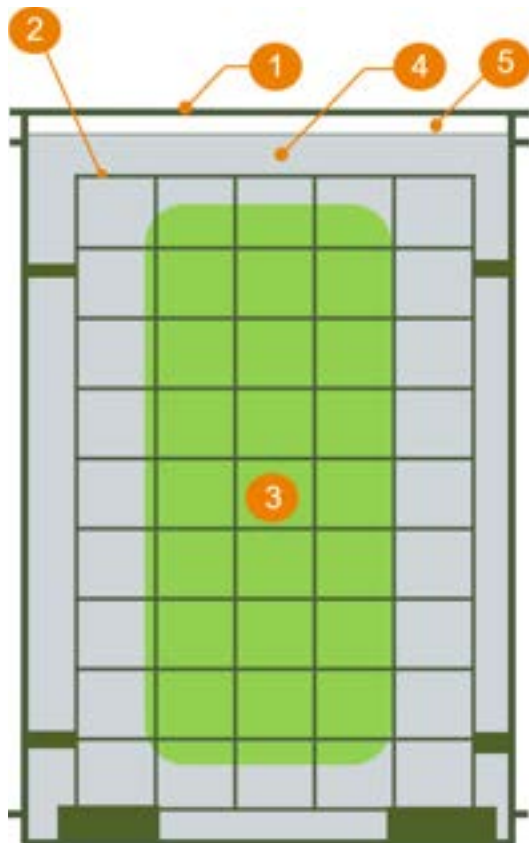
Configuration 2 : galettes cimentées, avec blindage interne



N°	Élément	Composante de base
1	Fût métallique: <ul style="list-style-type: none"> cuve (inclus éventuelle manteau de protection) couvercle 	Emballage primaire
2	Composantes internes (*): <ul style="list-style-type: none"> rack écarteurs ... 	Forme du déchet
3	Galettes (déchets bruts et/ou traités)	
4	Matrice d'immobilisation (mortier ou béton de conditionnement)	
5	Blindage interne (parexemple béton/mortier d'hématite ou baryte, pâte de ciment, acier ou plomb)	
6	Espace(s) libre(s)	(espace(s) vide(s) délibérément libéré)

(*) Les composantes internes peuvent faire partie du dossier d'approbation 'Emballage Primaire'.

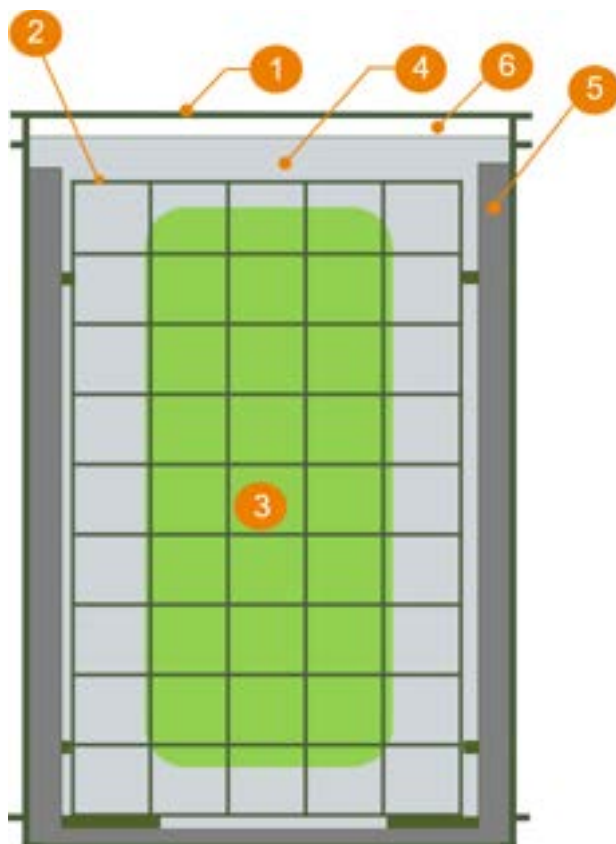
Configuration 3 : filtres cimentés, sans blindage interne



N°	Élément	Composante de base
1	Fût métallique: <ul style="list-style-type: none">▪ cuve (inclus éventuelle manteau de protection)▪ couvercle	Emballage primaire
2	Composantes internes (*): <ul style="list-style-type: none">▪ rack▪ écarteurs▪ ...	Forme du déchet
3	Filtres (déchets bruts et/ou traités)	
4	Matrice d'immobilisation (mortier ou béton de conditionnement)	
5	Espace(s) libre(s)	(espace(s) vide(s) délibérément libéré)

(*) Les composantes internes peuvent faire partie du dossier d'approbation 'Emballage Primaire'.

Configuration 4 : filtres cimentés, avec blindage interne

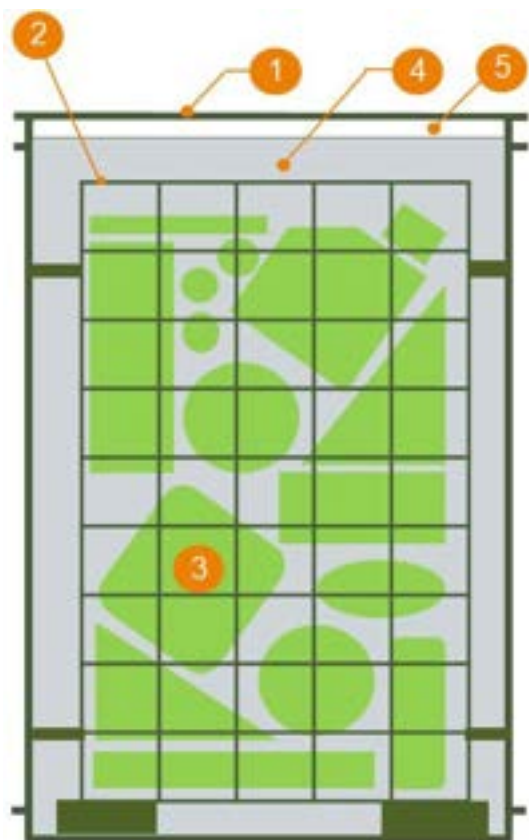


N°	Élément	Composante de base
1	Fût métallique: <ul style="list-style-type: none"> cuve (inclus éventuelle manteau de protection) couvercle 	Emballage primaire
2	Composantes internes (*): <ul style="list-style-type: none"> rack écarteurs ... 	Forme du déchet
3	Filtres (déchets bruts et/ou traités)	
4	Matrice d'immobilisation (mortier ou béton de conditionnement)	
5	Blindage interne (par exemple béton/mortier d'hématite ou baryte, pâte de ciment, acier ou plomb)	

6	Espace(s) libre(s)	(espace(s) vide(s) délibérément libéré)
---	--------------------	---

(*) Les composantes internes peuvent faire partie du dossier d'approbation 'Emballage Primaire'.

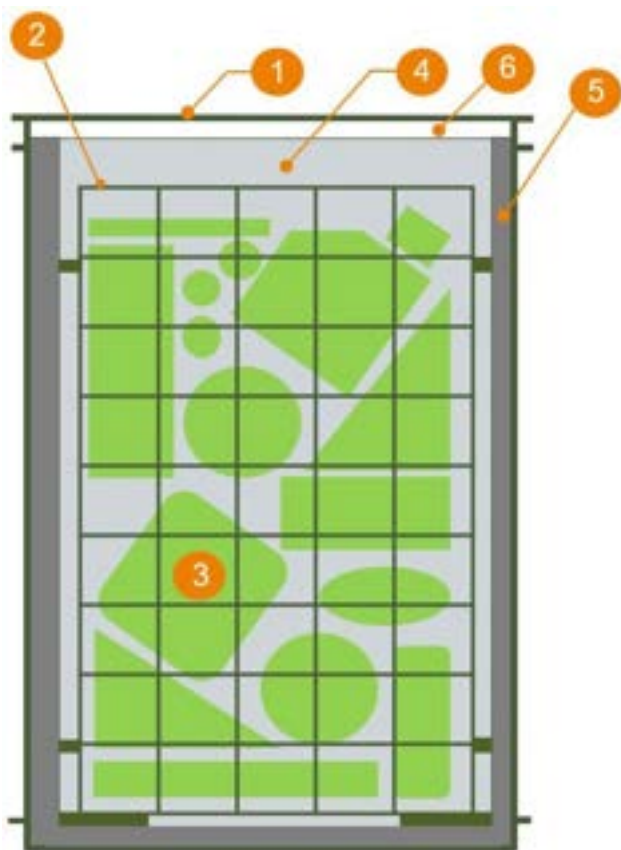
Configuration 5 : déchets en vrac cimentés, sans blindage



N°	Élément	Composante de base
1	Fût métallique: <ul style="list-style-type: none"> cuve (inclus éventuelle manteau de protection) couvercle 	Emballage primaire
2	Composantes internes (*): <ul style="list-style-type: none"> rack écarteurs ... 	Forme du déchet
3	Déchets en vrac (déchets bruts et/ou traités)	
4	Matrice d'immobilisation (mortier ou béton de conditionnement)	
5	Espace(s) libre(s)	(espace(s) vide(s) délibérément libéré)

(*) Les composantes internes peuvent faire partie du dossier d'approbation 'Emballage Primaire'.

Configuration 6 : déchets en vrac cimentés, avec blindage interne



N°	Élément	Composante de base
1	Fût métallique: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuve (inclus éventuelle manteau de protection) ▪ couvercle 	Emballage primaire
2	Composantes internes (*): <ul style="list-style-type: none"> ▪ rack ▪ écarteurs ▪ ... 	Forme du déchet
3	Filtres (déchets bruts et/ou traités)	
4	Matrice d'immobilisation (Mortier ou béton de conditionnement)	
5	Blindage interne (parexemple béton/mortier d'hématite ou baryte, pâte de ciment, acier ou plomb)	
6	Espace(s) libre(s)	(espace(s) vide(s) délibérément libéré)

(*) Les composantes internes peuvent faire partie du dossier d'approbation 'Emballage Primaire'.

Annexe 4 Aperçu des phrases de risque des substances et mélanges dangereux exclus

Phrase H	Pictogramme d'accompagnement GHS	Description
substances explosives		
H200		substance explosive instable
H201		explosif ; danger d'explosion en masse
H202		explosif ; danger sérieux deprojection
H203		explosif ; danger d'incendie, d'effet de souffle ou de projection
H204		danger d'incendie ou deprojection
H205	néant	danger d'explosion en masse en cas d'incendie
gaz ou aérosols inflammables		
H221	néant	gaz inflammable
H220		gaz extrêmement inflammable
H222		aérosol extrêmement inflammable
H223		aérosol inflammable
liquides ou matières solides inflammables		
H224		liquide et vapeurs extrêmement inflammables
H225		liquide et vapeurs très inflammables
H226		liquide et vapeurs inflammables
H228		matière solide inflammable
substances et mélanges autoréactifs, dont peroxydes organiques		
H240	  ou	peut exploser en cas d'échauffement
H241		peut s'enflammer ou exploser en cas d'échauffement
H242		peut s'enflammer en cas d'échauffement
substances pyrophoriques et substances et mélanges susceptibles de s'enflammer		
H250		s'enflamme spontanément au contact de l'air
H251		matière autoéchauffante ; peut s'enflammer
H252		matière autoéchauffante en grande quantité ; peut s'enflammer
substances et mélanges qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables		
H260		dégage au contact de l'eau des gaz inflammables qui peuvent s'enflammer spontanément

Phrase H	Pictogramme d'accompagnement GHS	Description
H261		dégage au contact de l'eau des gaz inflammables
matières solides et liquides comburantes et gaz		
H270		Gaz pouvant provoquer un incendie ou une explosion ; comburant puissant
H271		peut provoquer un incendie ou une explosion ; comburant puissant
H272		peut aggraver un incendie ; comburant
gaz sous pression		
H280		contient un gaz sous pression ; peut exploser sous l'effet de la chaleur
H281		contient un gaz réfrigéré ; peut causer des brûlures ou blessures cryogéniques
substances et mélanges corrosifs pour les métaux		
H290		peut-être corrosif pour les métaux
Phrase EUH	Pictogramme d'accompagnement GHS	Description
propriétés physiques		
EUH001	néant	explosif à l'état sec
EUH014		réagit violemment au contact de l'eau
EUH018		lors de l'utilisation, formation possible de mélange vapeur-air inflammable/explosif
EUH019		peut former des peroxydes explosifs
EUH044		risque d'explosion si chauffé en ambiance confinée

Remarque : La phrase EUH006 « Danger d'explosion en contact ou sans contact avec l'air » a été supprimée par le règlement européen (UE) n° 487/2013.

Formulaire C[illegible]

7. Remarques

7.1

--

8. Validation des caractéristiques radiologiques

Le soussigné, expert reconnu et qualifié en la matière physique, déclare que les données radiologiques fournies sont correctes et sont conformes la méthode approuvée pour la caractérisation radiologique.

8.1

Nom :

8.2

Date :

8.3

Signature :

Fiche d'identification du colis de DC

A1 Identification

A1.1	Numéro du colis :	A1.2	Numéro du formulaire C (idem page 1) :
A1.3	Date de production du colis :	A1.4	Référence du lot de l'emballage primaire :
A1.5	Conditionneur :	A1.6	Campagne (idem page 1) :

A2 Données physiques et chimiques

A2.1	Masse (kg) :											
A2.2	Description des déchets (selon NTC-3) :											
A2.3	Si 'DO' a été utilisé dans A2.2, indiquez pour chaque fraction de déchet le code AO correspondant et la masse (estimation) :											
	code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)
A2.4	Type d'emballage primaire (selon NTC-3) :				A2.5	Type de fermeture (selon NTC-3) :						
A2.6	Type de blindage interne (selon NTC-3) :				A2.7	Type de matrice d'immobilisation (selon NTC-3) :						
A2.8	Le colis de DC contient-il une substance ou un mélange dangereux(x)(se) ? ☐ oui ☐ non											
☐ A2.8	Si oui, précisez les substances dangereuses responsables et les phrases H (et/ou EUH) applicables :											
A2.10	Numéro de référence du dossier d'agrément « Procédé » :											
A2.11	Numéro de référence du dossier d'agrément « Emballage primaire » :											

A3 Données radiologiques

Contenu radiologique

A3.1	Spécifiez l'activité (Bq*) par radionucléide :					
	H-3 :	Se-79 :	Sn-121m :	Sm-151 :	U-233 :	Pu-244 :
	C-14 :	Kr-85 :	I-125 :	Eu-152 :	U-234 :	Am-241 :
	S-35 :	Sr-90 :	I-129 :	Eu-154 :	U-235 :	Am-242m :
	Cl-36 :	Mo-93 :	I-131 :	Eu-155 :	U-236 :	Am-243 :
	Ar-39 :	Zr-93 :	Sb-125 :	Ho-166m :	U-238 :	Cm-242 :
	Ca-41 :	Nb-94 :	Sn-126 :	Hf-178n :	Np-237 :	Cm-243 :
	Mn-54 :	Tc-99 :	Cs-134 :	Ra-226 :	Pu-238 :	Cm-244 :
	Co-58 :	Ru-106 :	Cs-135 :	Th-229 :	Pu-239 :	Cm-245 :
	Co-60 :	Pd-107 :	Cs-137 :	Th-230 :	Pu-240 :	Cm-246 :
	Ni-59 :	Ag-108m :	Ce-144 :	Th-232 :	Pu-241 :	Cm-247 :
	Ni-63 :	Ag-110m :	Pm-147 :	Pa-231 :	Pu-242 :	Cm-248 :
A3.2	Date de détermination des activités :					

Activités volumiques

A3.3	Activité α totale (Bq*) :	A3.4	Activité β/γ totale (Bq*) :
------	----------------------------------	------	--

Sûreté opérationnelle radiologique

A3.5	Débit de dose maximal au contact (mSv/h) :	A3.6	Date de mesure du débit de dose :
A3.7	Débit de dose maximal à 1 m (mSv/h) :		
A3.8	La contamination surfacique transférable avec les émetteurs β/γ est-elle ≤ 0.4 Bq/cm ² ? ☐ oui ☐ non		
A3.9	La contamination surfacique transférable avec les émetteurs α est-elle $\leq 0,04$ Bq/cm ² ? ☐ oui ☐ non		

Matières fissiles

A3.10	Masse U-235 (g) :	Masse Pu-239 (g) :	Masse Pu-241 (g) :
A3.11	Les déchets contiennent-ils de l'uranium hautement enrichi ($\geq 20\%$) ? ☐ oui ☐ non		

**Caractérisation
radiologique**

Méthodologie utilisée pour la caractérisation radiologique :
Référence au dossier d'agrément « Radiologique » :
Référence au dossier d'agrément « Installation de mesure » :

* format : a.bb
E+cc

A4 Données relatives aux agents pathogènes biologiques

A4.1 Les déchets radioactifs conditionnés sont-ils contaminés ou potentiellement contaminés par des agents pathogènes biologiques ? ☐ oui ☐ non

A5 Remarques

A5.1

--

Annexe 6 Liste des métaux électropositifs

Les métaux électropositifs sont des éléments métalliques, dont le potentiel d'électrode standard (E^0) en solution aqueuse par rapport à l'électrode d'hydrogène standard est inférieur à -0.84 V, soit le E^0 du couple hydrogène/hydroxyde d'hydrogène (H_2/OH^-).

Le tableau ci-dessous fournit une liste exhaustive des métaux électropositifs avec leur potentiel d'électrode standard.

Le zinc et le titane ne sont pas inclus dans cette liste car ces métaux forment très rapidement une couche oxydée très peu soluble et qui est stable sur un large spectre de valeurs de pH.

	Élément (métal pur)	E^0 (Volt)
MÉTAUX ÉLECTROPOSITIFS	Li	-3.04
	Rb	-2.98
	K	-2.93
	Cs	-2.92
	Ba	-2.91
	Sr	-2.89
	Ca	-2.76
	Après	-2.71
	Mg	-2.38
	Be	-1.85
	Al	-1.66
	Mn	-1.19
Réf.	$2H_2O \leftrightarrow H_2 + 2OH^-$	-0.83

Source : CRC Handbook of Chemistry and Physics 64th Ed (1983)

Annexe 7 Liste des abréviations

CLI	Limite de concentration radiologique absolue par radionucléide critique.
DC	Déchets conditionnés.
DDP	Dossier documentaire de production : nécessaire pour la documentation des colis de DC.
FDE (DEF)	Formation différée d'ettringite (<i>delayed ettringite formation</i>).
HEC	Conditionnement hétérogène dans une matrice de ciment.
IPM	Installation de production de monolithes.
IPA	Interne project aanvraag (<i>abréviation néerlandaise</i>)
ISA	Acide isosaccharinique.
RAS (ASR)	Réaction alcali-silice (<i>Alkali silicareaction</i>)
RGPRI	Règlement général sur la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants, arrêté royal du 20/07/2001 et modifications.
SCP	Service de contrôle physique

Annexe 8

Exemples de principes de caractérisation de certains déchets d'Electrabel applicables industriellement en vue du transfert

1	Introduction	3
2	Exemples DE CARACTÉRISATION industrielle des déchets radioactifs en vue du transfert	4
2.1	Méthodologies de caractérisation agréées par l'ONDRAF	4
2.2	CARACTERISATION RADIOLOGIQUE - déclaration des incertitudes pour le critère CCT-202	4
2.2.1	CCT applicables.....	4
2.2.2	Exemple de déclaration des incertitudes sur les mesures radiologiques des déchets radioactifs avant la production des Nuclear Waste Packages par ou pour le compte d'Electrabel en vue du transfert	4
2.3	caracterisation physico-chimiques - déclaration du contenu et des incertitudes	6
2.3.1	CCT applicables.....	6
2.3.2	Exemple de déclaration pour les déchets A0 futurs, y compris les déchets de démantèlement.....	6
2.4	caractérisation chimique - déclaration des masses et des incertitudes	7
2.4.1	CCT applicables.....	7
2.4.2	Vannes	8
2.4.2.1	Chlore hydrosoluble.....	8
2.4.2.2	Sulfate hydrosoluble	8
2.4.2.3	Cellulose	9
2.4.2.4	Métaux électropositifs.....	9
2.4.2.5	ASR – DEF.....	10
2.4.3	Débris de béton	10
2.4.3.1	ASR/DEF.....	10
2.4.3.2	Chlore et sulfate	11
2.4.3.3	Cellulose	11
2.4.4	Les blocs de bétons issus du démantèlement du blindage biologique	12
2.5	Exemple d'application de mise en oeuvre du test de lixiviation pour le CTC– HOC – CCT437	12
2.5.1	CCT applicables.....	12
2.6	Références	13

1 INTRODUCTION

Les exemples de caractérisation des déchets repris dans cette annexe ne préjugent en aucune façon de l'approbation ultérieure de leurs dossiers d'approbation pour transfert des Nuclear Waste Packages par l'Etat belge ou leur délégué. Ce document ne constitue pas une obligation pour Electrabel d'utiliser ces principes généraux. Dans ce cas, des méthodes alternatives devront être développées et proposées par Electrabel pour approbation par l'Etat belge. Il est à noter que cette annexe n'a pas pour objectif d'être exhaustive vis-à-vis de l'ensemble des CTC ou de tous les types de déchets produits par ENGIE.

Néanmoins, l'utilisation de ces principes illustratifs pour développer de futures méthodologies industrialisables de caractérisation des déchets devrait donner aux deux parties un niveau de confiance élevé sur les chances de succès de l'approbation ultérieure des dossiers d'approbation pour transfert. L'application des méthodologies résultantes pourrait permettre de faciliter leur transfert dans les meilleurs délais possibles.

Les éléments liés aux étapes ultérieures telles que l'établissement d'un dossier d'approbation pour transfert par Electrabel, les contrôles indépendants, le transfert des déchets, et les modalités associées ... ne sont pas couverts par cette annexe.

2 EXEMPLES DE CARACTÉRISATION INDUSTRIELLE DES DÉCHETS RADIOACTIFS EN VUE DU TRANSFERT

2.1 METHODOLOGIES DE CARACTERISATION AGREES PAR L'ONDRAF

Les méthodologies de caractérisation agréées par l'ONDRAF dans le cadre de la mise en œuvre de son système d'acceptation des déchets et de la vérification des critères d'acceptation associés restent applicables. Ces méthodologies peuvent donc être appliquées pour la caractérisation industrielle des déchets radioactifs avant transfert.

2.2 CARACTERISATION RADIOLOGIQUE - DECLARATION DES INCERTITUDES POUR LE CRITERE CCT-202

2.2.1 CCT applicables

Les CCT traitant des incertitudes radiologiques sont les CCT suivants : HEC-CCT-202¹ ; HEC-B-CCT-202 ; HOC-CCT-202 ; HOC-B-CCT-202 et CT3-CCT-202.

2.2.2 Exemple de déclaration des incertitudes sur les mesures radiologiques des déchets radioactifs avant la production des Nuclear Waste Packages par ou pour le compte d'Electrabel en vue du transfert

Electrabel peut choisir l'exploitant assurant le traitement et le conditionnement de ses déchets ainsi que la forme et le contenu de sa déclaration.

Toutefois, l'exploitant de ce service base sa déclaration d'incertitudes de l'inventaire radiologique, a minima, sur les exigences reprises dans la note ONDRAF NTC-6/A [1] pour les déchets conditionnés et la note ONDRAF TNT6.1/A [14] pour les déchets non-conditionnés.

Par exemple, la détermination des incertitudes des géométries AMANDE pour les déchets qui sont conditionnés par Electrabel [2], énumérées dans la note Electrabel 10000735463 [3] relative aux incertitudes, sont déjà basées sur la note ONDRAF NTC-6/A.

Cette déclaration d'incertitude se limite aux Radionucléides considérés comme critiques pour le dépôt de catégorie A repris dans le tableau ci-dessous.

¹ La codification suivante est utilisée pour identifier un CCT : XXX-CCT-NNN avec XXX, le type de déchets et NNN le numéro du critère de transfert contractuel.

Ag-108m	Cs-137	Pu-239	U-235
Am-241	I-129	Pu-240	U-236
Am-243	Mo-93	Pu-241	U-238
C-14	Nb-94	Se-79	Zr-93
Ca-41	Ni-59	Sn-126	
Cl-36	Ni-63	Sr-90	
Cm-244	Np-237	Tc-99	
Cs-135	Pu-238	U-234	

Electrabel confirmera dans son dossier d'approbation de transfert que les déchets radioactifs issus des centrales ne sont pas des déchets radifères ou thorifères ($Ra-226 + Th-232 < 1Bq/g$). Les incertitudes concernant la déclaration de ces nuclides ne doivent donc pas être déclarées.

Les incertitudes suivantes sont à prendre en considération :

- l'incertitude statistique de comptage,
- l'incertitude relative à l'efficacité,
- l'incertitude associée à la probabilité de pic d'émission gamma,
- l'incertitude liée à l'activité des sources standards utilisées pour déterminer l'efficacité du comptage,
- l'incertitude liée à la géométrie de mesure et à la répartition spatiale de l'activité dans le colis
- l'incertitude due à la matrice des déchets liée d'une part à la différence entre la masse volumique des déchets des colis mesurés et celle des colis de référence (ou des hypothèses de calcul) et d'autre part à l'hétérogénéité de la masse volumique dans la matrice des déchets.

Par ailleurs, l'incertitude liée à la composition isotopique des déchets radioactifs et l'incertitude afférente au rapport entre l'activité des isotopes clés et l'activité totale doivent être évaluées sur base empirique ou, à défaut, sur base d'une étude documentaire.

Ces incertitudes ne s'ajoutent pas aux valeurs déclarées d'activité des 28 radionucléides considérés comme critiques dans l'appréciation des valeurs de mesures par rapport aux valeurs limites des critères de transfert contractuels. A noter que ces incertitudes servent uniquement au suivi de l'agrément de l'installation de mesure et/ou de la méthode.

Pour la déclaration de ces incertitudes liée à la composition isotopique :

1. Les incertitudes sur les facteurs de corrélation empiriques tiennent compte, a minima, des incertitudes suivantes :
 - Les incertitudes sur les valeurs radiologiques mesurées obtenues lors de l'analyse radiologique d'échantillons dans le cadre des exercices de validation des modèles numériques, comme par exemple LLWAA.
 - Les incertitudes résultant d'une analyse statistique effectuée sur les valeurs mesurées utilisées pour fixer les facteurs de corrélation empirique.
2. Les incertitudes sur les facteurs de corrélation des isotopes non mesurables seront quant à elles déterminées sur base de la littérature internationale, comme par exemple, des informations disponibles dans le document IAEA-TECDOC-1672 [4].

2.3 CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUES - DECLARATION DU CONTENU ET DES INCERTITUDES

2.3.1 CCT applicables

Les CCT applicables pour les méthodologies décrites ci-dessous sont les CCT suivants :

- HEC-CCT-201 (déclaration d'incertitudes) ; HEC-CCT-302 (description des déchets) ; HEC-CCT-307 (données physiques et chimiques) ;
- HOC-CCT-201 ; HOC-CCT-302 ; HOC-CCT-307 ;
- HEC-B-CCT-201 ; HEC-B-CCT-302 ; HEC-B-CCT-307 ;
- HOC-B-CCT-201 ; HOC-B-CCT-302 ; HOC-B-CCT-307 ;
- CT3-CCT-201 ; CT3-CCT-304.

2.3.2 Exemple de déclaration pour les déchets A0 futurs, y compris les déchets de démantèlement

Pour la caractérisation de ce type de déchets, Electrabel doit effectuer des analyses chimiques pour déterminer le contenu en chlore, sulfate et cellulose.

Electrabel est responsable des opérations d'échantillonnage et du prélèvement des échantillons

Pour les méthodes d'échantillonnage, Electrabel appliquera de préférence des méthodes reconnues ou normalisées existantes. Electrabel peut toutefois développer ses propres méthodes d'échantillonnage et les soumettre à l'Etat ou à son délégué pour approbation avant leur utilisation industrielle.

La procédure d'échantillonnage, effectuée de manière aléatoire (ce qui permet de ne pas introduire de biais statistique) utilisée doit garantir que l'échantillon de déchets prélevé pour analyse est représentatif de l'entière du lot de déchets. La justification de la représentativité sera basée sur la description des productions des déchets et sur l'analyse de la similarité de ces productions de déchets. Un nombre limité d'échantillons à convenir, peut être utilisé pour confirmer cette similitude. Toute information relative aux échantillonnages utilisés sera conservée et rendue disponible à l'Etat ou à son délégué pour assurer la traçabilité et le contrôle qualité des procédures mises en oeuvre.

A titre d'exemple, la méthodologie de caractérisation des déchets A0 avant leur conditionnement peut impliquer l'utilisation d'un broyeur de laboratoire où des échantillons représentatifs

seront prélevés à partir d'un lot de colis. Ces échantillons seront homogénéisés et préparés sous une forme permettant à Electrabel d'effectuer des analyses physico-chimiques du contenu en chlore, sulfate et cellulose dont les résultats serviront à effectuer la déclaration et à fournir l'estimation des incertitudes liées à cette déclaration. Les valeurs déclarées reposeront sur les moyennes des différents échantillons du lot. Les écarts-types calculés sur la population considérée d'échantillons (d'un lot ou d'un cumul) seront utilisés pour déclarer les incertitudes.

Pour le cas particulier des déchets A0 dont les débits de dose au contact dépassent 2 mSv/h (qui seront traités et conditionnés par les processus de conditionnement hétérogène, actuellement WB03 - TC/01), ceux-ci peuvent être exemptés d'échantillonnage à condition qu'Electrabel apporte la preuve que ces déchets > à 2 mSv/h sont similaires et comparables aux déchets < à 2 mSv/h. Cette similarité peut être justifiée sur base d'autres échantillons prélevés sur les déchets non conditionnés qui sont produits dans des conditions identiques.

Pour le critère ASR/DEF, le HEC-CCT-408C pourra être employé.

Après avoir tout mis en œuvre pour trier les déchets radioactifs, il peut rester une fraction résiduelle après les opérations de tri de ces déchets radioactifs ayant un contenu très hétérogène (fraction A0). Ils contiennent principalement de très petits composants, des poussières et des substances pour lesquelles le tri à l'échelle industrielle n'est pas ou n'est plus possible.

Minimisation de la fraction A0 - à partir de HEC-CCT-302 (ces principes généraux sont également applicables à CT3) : « *Le code A0 peut être utilisé pour une fraction de déchets (la 'fraction résiduelle'), à condition que la masse de cette fraction résiduelle ait été prise en compte dans le 'dossier d'approbation de transfert' du procédé (mentionné au critère 201)* »

Dans les Nuclear Waste Packages, la présence d'une fraction résiduelle de déchets A0 peut être autorisée à condition qu'Electrabel démontre que des efforts industriels raisonnables ont été fournis pour isoler et minimiser la fraction A0 d'autres flux de déchets bien définis (par exemple, les déchets purement métalliques) par l'application et/ou la mise en place de procédures qualité, dont entre autres, des procédures de tri, des programmes de formation des opérateurs, ... Electrabel documentera ces aspects dans le dossier d'approbation pour transfert.

2.4 CARACTERISATION CHIMIQUE - DECLARATION DES MASSES ET DES INCERTITUDES

2.4.1 CCT applicables

Les CCT applicables pour les méthodologies décrites ci-dessous sont les CCT suivants :

- HEC-CCT-201 ; HEC-CCT-302 ; HEC-CCT-307 ; HEC-CCT-404 A/B/C/D ; HEC-CCT-409 A/B/C ; HEC-CCT-406 A/B/C ; HEC-CCT-408 A/B/C ;
- HOC-CCT-201 ; HOC-CCT-302 ; HOC-CCT-307 ; HOC-CCT-404 A/B/C ; HOC-CCT-409 ; HOC-CCT-406 ; HOC-CCT-408 ;
- HEC-B-CCT-201 ; HEC-B-CCT-302 ; HEC-B-CCT-307 ; HEC-B-CCT-404 ; HEC-B-CCT-409 ; HEC-B-CCT-406 ; HEC-B-CCT-408 ;
- HOC-B-CCT-201 ; HOC-B-CCT-302 ; HOC-B-CCT-307 ; HOC-B-CCT-404 ; HOC-B-CCT-409 ; HOC-B-CCT-406 ; HOC-B-CCT-408 ;

- CT3-CCT-201 ; CT3-CCT-304 ; CT3-CCT-404 A/B ; CT3-CCT-405 A/B ; CT3-CCT-407 ; CTE-CCT A/B/C ; CT3-CCT-408 ; CT3-CCT-409.

2.4.2 Vannes

Les vannes représentent des matériaux hautement hétérogènes qui ne peuvent pas faire l'objet d'une caractérisation individuelle à l'échelle industrielle. Il convient de définir et d'adopter une approche pragmatique mais conservatrice qui permettra d'assurer une caractérisation efficace.

Ce type de déchets métalliques peut être déclaré avec le code AO C7 (« structure en métal non spécifié ») ou M0 (« métal non spécifié »). La déclaration et la justification seront de nature descriptive et documentaire (i.e. fiche technique).

2.4.2.1 Chlore hydrosoluble

a) Déclaration de masses

Les vannes du circuit primaire ne contiennent pas de chlore car ce produit est strictement limité via les spécifications techniques du système primaire (voir procédure opérationnelle CHEM/02). Néanmoins, des traces de chlore peuvent être présentes, mais celles-ci sont supposées être inférieures aux incertitudes (voir ci-dessus). Par conséquent, des masses de 0 gramme seront déclarées.

b) Déclaration des incertitudes

Des traces de chlore pourraient être présentes, provenant principalement des résidus chimiques séchés des systèmes primaires (voir également procédure opérationnelle CHEM/02 [13]). Sur cette base, Electrabel calculera le résidu maximal de manière conservatrice en tenant compte de la concentration maximale admissible dans le système primaire. Cette valeur sera utilisée pour déclarer l'incertitude.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et des incertitudes seront considérés comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si 1) zéro gramme est la valeur déclarée 2) une déclaration d'incertitude est fournie ; 3) l'utilisation des codes AO, M0 ou C7 dans la déclaration est justifiée valablement.

2.4.2.2 Sulfate hydrosoluble

a) Déclaration de masses

Les vannes ne contiennent pas de sulfate hydrosoluble. La valeur générique à déclarer est de 0 gramme. Cependant, dans certains cas exceptionnels, les composants des vannes pourraient contenir des traces de sulfate. Celles-ci sont supposées être inférieures aux incertitudes (voir ci-dessus). Par conséquent, des masses de 0 gramme seront déclarées.

b) Déclaration des incertitudes

La quantité maximale de sulfate sera évaluée et documentée par Electrabel (par exemple, au moyen d'une argumentation fondée sur les spécifications techniques de vannes représentatives). Cette valeur sera utilisée pour déclarer l'incertitude.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et les incertitudes seront considérés comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si 1) zéro gramme est la valeur déclarée 2) une déclaration d'incertitude est fournie ; 3) l'utilisation des codes AO, M0 ou C7 dans la déclaration est justifiée valablement.

2.4.2.3 Cellulose

a) Déclaration de masses

Les vannes ne contiennent pas de cellulose. La déclaration sera 0 gramme. Toutefois, une présence limitée localisée peut être observée. Ce point est couvert par les incertitudes.

b) Déclaration des incertitudes

Dans des situations exceptionnelles, les vannes peuvent présenter des autocollants ou joints contenant de la cellulose (à confirmer, par exemple, sur la base des spécifications techniques de vannes représentatives). La quantité maximale de cellulose sera évaluée et documentée par Electrabel (par exemple, au moyen d'une argumentation fondée sur les spécifications techniques de vannes représentatives). Cette valeur sera utilisée pour déclarer l'incertitude.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et les incertitudes seront considérés comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si 1) zéro gramme est la valeur déclarée 2) une déclaration d'incertitude est fournie ; 3) l'utilisation des codes AO, M0 ou C7 dans la déclaration est justifiée valablement.

2.4.2.4 Métaux électropositifs

a) Déclaration de masses

Certaines vannes peuvent contenir un nombre limité de pièces en aluminium (comme des joints). La masse correspondante à ces parties sera déclarée de manière conservatrice. Une argumentation documentée justifiera ce point.

b) Déclaration des incertitudes

La quantité maximale d'aluminium sera évaluée et documentée par Electrabel (par exemple, au moyen d'une argumentation fondée sur les spécifications techniques de valves représentatives). Cette valeur sera utilisée pour déclarer l'incertitude.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et les incertitudes seront considérés comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si cette information est transmise au moyen d'une argumentation fondée sur les spécifications techniques des vannes.

2.4.2.5 ASR – DEF

NA pour les vannes.

2.4.3 Débris de béton

Les débris de béton ont des origines diverses :

- Béton produit lors de l'enlèvement des grands composants ;
- Béton produit lors du démantèlement des locaux de la zone contrôlée ;
- Déchets de béton produits lors de la décontamination des bâtiments.

Les règles de caractérisation qui peuvent s'appliquer sont reprises dans la note ONDRAF 2023-0904. Celles-ci doivent être appliquées pour tous les déchets béton pour les critères ASR/DEF. Dans certaines situations exceptionnelles, comme par exemple pour une partie des débris de béton pour lesquelles l'information disponible est insuffisante, une traçabilité et une caractérisation pour chaque partie individuelle n'est pas réalisable à l'échelle industrielle, ce qui rend l'application de la note ONDRAF 2023-0904 potentiellement impossible.

Dans ces situations exceptionnelles, Electrabel peut proposer une approche statistique sur base d'échantillons représentatifs pour ces débris de béton. Cette approche veillera à choisir des échantillons de manière aléatoire (afin d'éviter les biais statistique – un biais statistique peut par exemple être introduit en excluant certaines zones moins facilement accessibles du bâtiment ou en excluant des bétons radioactifs des analyses).

Electrabel peut établir une cartographie ASR/DEF, chlore et sulfates pour chaque centrale en s'appuyant sur quelques dizaines d'échantillons dont le nombre final est à convenir afin d'obtenir une vue réaliste des risques ASR/DEF, chlore et sulfates pour l'ensemble des déchets béton de la centrale. Cette cartographie fera partie du dossier d'approbation pour transfert.

2.4.3.1 ASR/DEF

Trois cas de figure peuvent être envisagés :

- Aucun échantillon n'est sensible à l'ASR/DEF → les déchets béton sont considérés à priori comme non sensibles à l'ASR/DEF et sont déclarés conformément aux critères CT3-CCT-407A ou HEC-CCT-408A (ASR non avérée).

- Un découpage justifié par Electrabel entre les zones sensibles et non sensibles à l'ASR peut être proposé → Les déchets peuvent être triés par Electrabel et déclarés en partie sous les critères CT3-CCT-407A ou HEC-CCT-408A (ASR non avérée) et CT3-CCT-407B ou HEC-CCT-408B (ASR avérée).
- Aucune conclusion statistique ne peut être tirée → les débris seront déclarés dans le cadre du critère CT3-CCT-407C ou HEC-CCT-408C (risque d'ASR).

2.4.3.2 Chlore et sulfate

a) Déclaration de masses

Les masses en chlore et en sulfate dans un nombre d'échantillons statistiquement représentatif sont déclarées sur base des mesures obtenues en utilisant la norme belge NBN-B15-250 :1991 [9]. Les valeurs déclarées reposeront sur les moyennes de différents échantillons en application de cette norme.

b) Déclaration des incertitudes

La déclaration des incertitudes pour les débris de béton se fera sur base du calcul de l'écart-type des mesures de masses individuelles en chlore et en sulfate de chaque échantillon tiré de la cartographie.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et les incertitudes seront considérés comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si cette information est transmise au moyen d'une argumentation fondée sur base des résultats de ces mesures.

2.4.3.3 Cellulose

a) Déclaration de masses

Lors de la construction des centrales, aucune cellulose n'a été volontairement rajoutée au béton. Dès lors, la déclaration affichera zéro gramme. Toutefois, une présence limitée et localisée pourrait être observée (e.g. étiquettes, pollution organique). Celles-ci sont supposées par Electrabel être inférieures aux incertitudes (voir ci-dessous).

Compte tenu de la taille des gravats de béton tel que produit par des moyens industriels classique (marteau pique, scarification...), la présence de cellulose peut également être exclue visuellement.

b) Déclaration des incertitudes

La présence éventuelle de cellulose sera évaluée et documentée par Electrabel qui en calculera une quantité maximale. Cette quantité maximale sera considérée comme une incertitude.

c) Condition de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et des incertitudes est considérée comme étant valable en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si 1) zéro gramme est la valeur déclarée 2) certains résidus potentiels sont pris en compte dans les incertitudes ; 3) les contrôles visuels effectués par Electrabel excluront la présence de cellulose ; 4) la déclaration est justifiée valablement telle que définie au paragraphe a) et b)

2.4.4 Les blocs de bétons issus du démantèlement du blindage biologique

Les règles de caractérisations qui s'appliquent sont reprises dans la note ONDRAF 2023-0904. Celles-ci doivent être appliquées pour tous les déchets béton pour les critères ASR/DEF pour autant qu'elles soient applicables d'un point de vue industriel (disponibilité des informations spécifiques et traçabilité).

Exceptionnellement, dans le cas où la décomposition en « éléments structurels » comme le prévoit la note ONDRAF 2023-0904 ne peut être justifiée (notamment par manque d'informations), Electrabel peut utiliser une approche statistique comme décrite à la section 2.4.3. Dans ce cas, Electrabel peut proposer à l'ONDRAF une cartographie reprenant l'emplacement des échantillons prélevés aléatoirement ayant pour objectif la représentativité et une justification de l'approche proposée.

2.5 EXEMPLE D'APPLICATION DE MISE EN OEUVRE DU TEST DE LIXIVIATION POUR LE CTC– HOC – CCT437

2.5.1 CCT applicables

Le HOC-CCT-307 décrit le contenu du Dossier Documentaire de Production. Il fait référence notamment à la méthode à suivre pour effectuer le test de lixiviation. Ce dernier est décrit dans le HOC-CCT-437.

- 437 (L)** Le producteur doit effectuer un **test de lixiviation** tel que décrit dans les fiches techniques ONDRAF TFT-3 [37] et TFT-4 [38], afin de fournir une indication de la capacité de confinement du produit d'immobilisation. Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies:
- Dans le dossier d'approbation doit être justifié pourquoi une dérogation à la méthode de test décrite ci-dessus est souhaitée.
 - Dans le dossier d'approbation doit être démontré que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.

Electrabel peut proposer une méthode alternative des tests de lixiviation à celles qui sont reprises dans le CTC– HOC – CCT437.

Par exemple, une méthodologie alternative des tests de lixiviation pour les déchets homogènes peut s'appuyer sur l'utilisation de la norme ANSI/ANS-16.1-2003 (R2017) [12].

2.6 REFERENCES

- [1] Note ONDRAF 97-3497, Note technique NTC-6 : Méthodes et installations de mesure pour la détermination de l'activité des déchets conditionnés
- [2] 10000303141/000/00, Note de methodologie CNT - sit. act.
- [3] 10000735463/000/00 Afvalkarakterisatie - Amande-meetsysteem
- [4] IAEA-TECDOC-1672, Modelling of Transport of Radioactive Substances in the Primary Circuit of Water Cooled Reactors
- [5] Note ONDRAF 2020-0827, note technique : « TNT-2 : Codification des DNC »
- [6] Référence nonutilisée
- [7] Note ONDRAF 2023-0839, Productie van bergingsconform niet-geconditioneerd afval op basis van de afvalomschrijvingen (AO-codes)
- [8] Note ONDRAF 2023-0904, Guidance concernant l'insensibilité à la dégradation due à la réaction ASR et à la réaction DEF
- [9] NBN-B15-250 :1991, Analyse chimique des mortiers et bétons durcis
- [10] Note ONDRAF 1988-1185 : « TFT-3 : Résistance à la lixiviation »
- [11] Note ONDRAF 1998-1196 : « TFT-4 : Expression et présentation des résultats des essais de lixiviation »
- [12] ANSI/ANS-16.1-2003 (R2017)
- [13] CHEM/02 « Chemische specificaties en analysefrequentie der primaire kringen en hulpkringen Doel 4 » (= exemple ZST.10000734283.000.00 pour Doel4)
- [14] Note ONDRAF 2023-1185 : Note technique TNT6.1A : Contenu type d'un dossier d'agrément pour les méthodes et installations basées sur l'analyse par spectrométrie gamma des déchets radioactifs non conditionnés.

Contractual Transfert Criteria - HOC

Date : 20 Juin 2023

Résumé

Cette note comporte les *Contractual Transfert Criteria* (appelés critères de transfert contractuels dans ce document) pour les déchets homogènes conditionnés en matrice de ciment.

Cette note est d'application pour les déchets de type OF (déchets futurs) et P (déchets MAD).

Ces critères de transfert contractuels tiennent compte des critères de conformité du chapitre 15 du rapport de sûreté pour le stockage en surface à Dessel (version 3 du 30 janvier 2019).

Ces critères sont principalement basés sur le document draft ONDRAF : ACRIA-DC-LAGA/MAGA-HOC-151/127 version 6R 17 dec 2021 , nota 2021-2796F

En outre, ce document contient certains critères supplémentaires et/ou assouplis dans le cadre de l'accord entre Engie et l'Etat belge pour le transfert financier des déchets radioactifs de catégorie A pour certains flux/familles de déchets radioactifs.

L'annexe 8 donne des exemples de principes de caractérisation de certains déchets d'Electrabel applicables industriellement en vue du transfert.

1	DISPOSITIONS DE BASE.....	4
1.1	DESCRIPTION DES DECHETS RADIOACTIFS	4
1.1.1	Description générale.....	4
1.1.2	Configurations applicables du colis de DC	4
1.2	INSTRUCTIONS POUR L'UTILISATEUR DE CE DOCUMENT.....	4
1.2.1	Codification des critères de transfert contractuels.....	4
1.2.2	Justification des critères de transfert contractuels.....	5
1.2.3	Documents de référence	5
1.2.4	Terminologie	5
2	APPROBATION POUR TRANSFERT	6
3	DOCUMENTATION RELATIVE AUX DÉCHETS RADIOACTIFS.....	6
3.1	FORMULAIRE C	6
3.2	LE DOSSIER DOCUMENTAIRE DE PRODUCTION (DDP)	9
4	CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES DÉCHETS	12
4.1	LA FORME DU DECHET	12
4.1.1	Aspect physique.....	12
4.1.2	Stabilité physique et chimique.....	12
4.1.3	Chlorures.....	12
4.1.4	Substances biodégradables	12
4.1.5	Substances dangereuses.....	13
4.2	LES DECHETS BRUTS ET /OU TRAITES	13
4.2.1	Processus pouvant mener à l'expansion des déchets conditionnés.....	13
4.2.2	Sulfates	13
4.2.3	Métaux électropositifs.....	13
4.2.4	Composition chimique et propriétés.....	14
4.3	LA MATRICE D'IMMOBILISATION.....	14
4.3.1	Matières premières de la matrice d'immobilisation	14
4.4	LE PRODUIT D'IMMOBILISATION.....	15
4.4.1	Possibilité de transfert et de mise à l'échelle.....	15
4.3.2	Le produit d'immobilisation fraîche	15
4.3.3	Le produit d'immobilisation durcie.....	16
4.5	ÉLÉMENTS AJOUTÉS.....	20
4.5.1	Blindage radiologique	20
4.5.2	Bouchon en béton	22
5	CARACTÉRISTIQUES RADIOLOGIQUES DES DÉCHETS	23
5.1	ACTIVITES VOLUMIQUES MAXIMALES	23
5.1.1	Limites de concentration spécifiques (CLI).....	23
5.1.2	Critère X	25
5.1.3	Facteur d'hétérogénéité.....	25
5.1.4	Activité du radium/thorium par unité de masse.....	26
5.2	CRITICITE	27
6	EMBALLAGE ET COLIS PRIMAIRE.....	28
6.1	L'EMBALLAGE PRIMAIRE	28
6.2	LE COLIS PRIMAIRE	29
6.2.1	Critères physiques et chimiques pour le colis primaire.....	29
6.2.2	Sûreté radiologique opérationnelle	30
6.2.3	Inscriptions et pictogrammes	30
7	AGENTS PATHOGÈNES BIOLOGIQUES	31
8	DISPOSITIONS ADMINISTRATIVES	32
8.1	NON-CONFORMITES.....	32

8.2 DEROGATIONS	32
9 RÉFÉRENCES	32
ANNEXE 1 JUSTIFICATION DES CRITERES DE TRANSFERT.....	36
ANNEXE 2 SCENARIO DE GESTION DE REFERENCE.....	52
ANNEXE 3 CONFIGURATIONS APPLICABLES DU COLIS DE DC	53
ANNEXE 4 APERÇU DES PHRASES DE RISQUE DES SUBSTANCES ET MELANGES DANGEREUX EXCLUS.....	56
ANNEXE 5 LE FORMULAIRE C : LA PAGE DE GARDE ET L' ANNEXE.....	58
ANNEXE 6 LISTE DES METAUX ELECTROPOSITIFS.....	62
ANNEXE 7 LISTE DES ABREVIATIONS.....	63
<u>ANNEXE 8 EXEMPLES DE PRINCIPES DE CARACTÉRISATION DE CERTAINS DÉCHETS D' ELECTRABEL</u>	
<u>APPLICABLES INDUSTRIELLEMENT EN VUE DU TRANSFERT</u>	<u>64</u>

1 DISPOSITIONS DE BASE D

1.1 Description des déchets radioactifs

1.1.1 Description générale

Ce critère de transfert contractuel concerne les déchets homogènes, conditionnés dans une matrice de ciment (HOC). Il s'agit des productions OF, P.

Le scénario de gestion de référence des déchets radioactifs couverts par ce document est défini à l'Annexe 2.

En outre, le champ d'application de ce document se limite aux déchets conditionnés (DC) avec les configurations décrites ci-dessous (voir § 1.1.2).

1.1.2 Configurations applicables du colis de DC

Les types de configurations auxquelles ce document s'appliquent, ont été déterminées sur la base des illustrations figurant dans l'Annexe 3.

Ce document s'applique aux configurations suivantes du colis de DC :

1. déchets en vrac très fins cimentés tels que : cendres, poussière de rabotage¹, concentrats, résines ou boues ;
2. déchets en vrac très fins cimentés tels que : cendres, poussière de rabotage, concentrats, résines ou boues avec blindage interne ;
3. déchets en vrac très fins cimentés tels que : cendres, poussière de rabotage, concentrats, résines ou boues avec bouchon en béton.

1.2 Instructions pour l'utilisateur de ce document

1.2.1 Codification des critères de transfert contractuels

Les critères de transfert contractuels figurent dans les Chapitres 2 à 7 inclus.

Un **critère de transfert contractuel** est reconnaissable grâce à un code alphabétique placé entre parenthèses dans la marge gauche de la page. Ce code est précédé d'un numéro qui permet d'identifier le critère de transfert contractuel concerné.

Les **codes alphabétiques** ont la signification suivante :

- la lettre O indique un critère opérationnel. Un tel critère concerne la sûreté de la gestion des déchets radioactifs durant l'exploitation d'une installation dans le scénario de traitement de référence. Dans ce document, il s'agit initialement du bâtiment d'entreposage 151 ou 127 ;
- la lettre L indique un critère à long terme. Un tel critère concerne la sûreté passive après la fermeture de la destination finale de référence des déchets radioactifs.
 - Le code Lc indique un critère critique. Il s'agit d'un critère à long terme, dont l'ONDRAF suppose qu'il évoluera.

Le **symbole**  dans la marge gauche de la page clarifie le contexte de certains critères de transfert contractuels. Ces informations ont été ajoutées afin de promouvoir l'interprétation correcte des critères de transfert contractuels, mais ne constituent pas en soi un critère de transfert contractuel.

¹ Cela veut dire : poussières de béton issues d'activités de démantèlement.

1.2.2 Justification des critères de transfert contractuels

Les justifications des critères de transfert contractuels sont rassemblées dans l'Annexe 1 de ce document. Les numéros des justifications sont identiques à ceux identifiant les critères de transfert contractuels.

Une justification explique la raison d'être du critère de transfert contractuel et indique la manière dont les valeurs limites éventuelles ont été déduites. Une justification peut également donner des informations et des clarifications supplémentaires. L'objectif ultime des justifications est de promouvoir l'interprétation correcte des critères de transfert contractuels. Une justification est de nature informative et ne fait pas partie du critère.

1.2.3 Documents de référence

La liste des documents de référence figure au Chapitre 9 de ce contrat de transfert. Cette liste identifie les notes techniques en tant que telles. Elle identifie également des arrêtés royaux et des lois (législation fédérale belge) ainsi que des règlements (législation européenne) en tant que tels.

De tous les documents de référence mentionnés au chapitre 9, la version en vigueur, ou autorisée, à la date de signature des documents de transaction doit être utilisée. Ceci s'applique également à la législation mentionnée dans cette liste.

Pour toutes les notes techniques, la version en vigueur est indiquée dans la liste récapitulative des documents approuvés (LDA). Pour toutes les normes énumérées, la dernière version est limitée à la date de signature des documents de transaction.

1.2.4 Terminologie

La terminologie utilisée dans les documents relatifs aux critères de transfert contractuels est expliquée dans la note technique « GLOSS » [6].

Dans ce document en particulier :

- l'expression « déchets radioactifs » désigne le lot de déchets radioactifs qui est contrôlé au regard des critères de transfert contractuels ci-dessous.
- les termes « colis primaire » et « colis DC » signifient la même chose, à savoir le produit final obtenu après l'immobilisation et le conditionnement des déchets radioactifs.
- dans le chapitre 4, le terme « pâte de ciment » signifie un mélange de ciment et d'eau de gâchée, sans ajout de granulats.
- On entend au chapitre 4 par « produit d'immobilisation » la combinaison des déchets bruts et/ou traités et de la matrice d'immobilisation. L'éventuel blindage radiologique ou le bouchon en béton et les espaces vides n'en font donc pas partie.
- On entend par « forme du déchet » le colis primaire sans son emballage primaire.

La liste des abréviations utilisées dans le présent document est donnée à l'Annexe 7.

2 APPROBATION POUR TRANSFERT

- 201 (L,O) Le **traitement et le conditionnement** de chaque colis primaire doivent constituer le produit final d'un **procédé** dans une **installation** associée qui est agréé par l'ONDRAF. À cette fin, le producteur doit établir un dossier d'approbation pour transfert conformément aux prescriptions de la note technique NTC-4 [7]. Il convient de documenter la manière dont les incertitudes sont prises en compte dans l'appréciation des valeurs de mesure par rapport aux valeurs limites des critères de transfert contractuels. Les valeurs limites numériques dans les critères de transfert contractuels sont exprimées avec le nombre de chiffres significatifs correspondant à la précision requise de la grandeur à mesurer.
- 202 (L,O) La **caractérisation radiologique** de chaque colis primaire doit être basée sur une installation de mesure et/ou une méthode agréée par l'ONDRAF. À cette fin, le producteur doit établir un dossier d'approbation pour transfert conformément aux prescriptions de la note technique NTC-6 [8]. Il convient de documenter la manière dont les incertitudes sont prises en compte dans l'appréciation des valeurs de mesure par rapport aux valeurs limites des critères de transfert contractuels. Les valeurs limites numériques dans les critères de transfert contractuels sont exprimées avec le nombre de chiffres significatifs correspondant à la précision requise de la grandeur à mesurer.
- 203 (L,O) Les **données radiologiques quantitatives** doivent avoir été mesurées selon une méthode agréée par l'ONDRAF. À cette fin, le producteur doit établir un dossier d'approbation pour transfert conformément aux prescriptions de la note technique NTC- 6/A [9], NTC-6/B [10] ou NTC-6/C [11]. Le dossier d'approbation pour transfert doit mentionner les normes appliquées.
- 204 (L,O) L'**emballage primaire**, utilisé par le producteur pour conditionner les déchets bruts et/ou traités, doit être agréé par l'ONDRAF. À cette fin, le producteur doit établir un dossier d'approbation pour transfert conformément aux prescriptions de la note technique NTC-9 [12].

3 DOCUMENTATION RELATIVE AUX DÉCHETS RADIOACTIFS

-  Ce chapitre énumère les informations sur les colis primaires et son contenu. Elles doivent être documentées pour pouvoir transférer les déchets radioactifs. Toutes ces données sont supposées figurer dans le dossier documentaire de production (DDP) et dans le formulaire C (page de garde et annexe(s) associée(s), voir Annexe 5).

3.1 Formulaire C

- 301 (L,O) Les **données générales** suivantes sur le lot doivent être indiquées sur la page de garde du formulaire C :
- numéro du formulaire C
 - date à laquelle le formulaire a été établi
 - nombre d'annexes au formulaire C
 - coordonnées du producteur
 - lieu d'enlèvement
 - variante de conditionnement (selon la NTC-3[13])
 - référence de la campagne correspondante
 - liste des colis primaires à enlever
 - remarques

- signature et nom d'un expert agréé du service de contrôle physique du producteur garantissant les caractéristiques radiologiques des colis primaires

302 (L,O) Les **données physiques et chimiques** suivantes de chaque colis de DC doivent être disponibles dans l'annexe du formulaire C (fiche d'identification) :

- numéro du colis
- numéro du formulaire C correspondant et de la campagne
- date de production du colis (c'est-à-dire la date de l'immobilisation du colis de DC)
- référence du lot de l'emballage primaire
- conditionneur
- masse du colis de DC
- description des déchets (selon la NTC-3 [13]).
- type d'emballage primaire utilisé, fermeture utilisée, blindage interne utilisé et matrice d'immobilisation utilisée (selon la NTC-3 [13])
- si les colis de DC contiennent des substances ou des mélanges dangereux (c'est-à-dire qu'une phrase H ou EUH y est applicable, sur la base de la masse de la forme du déchet² et compte tenu des critères et valeurs limites pour les substances dangereuses dans le règlement CLP [14] et dans les directives techniques pour la classification des déchets [15]), pour chaque substance dangereuse :
 - nom de la substance dangereuse
 - phrases H applicables (y compris les phrases EUH)
- référence du dossier d'approbation « Procédé » avec numéro de version
- référence du dossier d'approbation « Emballage primaire » avec numéro de version

303 (L,O) L'annexe du formulaire C doit contenir les activités des **radionucléides** présents dans le spectre radiologique de chaque colis de DC et qui sont énumérés dans le Tableau 1.

 Toute activité inférieure à 1 Bq peut être considérée comme nulle et peut être déclarée comme 0 dans l'annexe du formulaire C. Ce seuil est imposé pour éviter que des activités très faibles potentiellement fictives soient déclarées alors qu'elles ne sont que le résultat de calculs. De plus, ces activités sont trop faibles pour être pertinentes.

Tableau 1: Liste standard des radionucléides à déclarer obligatoirement

H-3	Ni-63	Ag-108m	Cs-137	Th-229	Pu-238	Cm-243
C-14	Se-79	Ag-110m	Ce-144	Th-230	Pu-239	Cm-244
S-35	Kr-85	Sn-121m	Pm-147	Th-232	Pu-240	Cm-245
Cl-36	Sr-90	I-125	Sm-151	Pa-231	Pu-241	Cm-246
Ar-39	Mo-93	I-129	Eu-152	U-233	Pu-242	Cm-247
Ca-41	Zr-93	I-131	Eu-154	U-234	Pu-244	Cm-248
Mn-54	Nb-94	Sb-125	Eu-155	U-235	Am-241	
Co-58	Tc-99	Sn-126	Ho-166m	U-236	Am-242m	
Co-60	Ru-106	Cs-134	Hf-178n	U-238	Am-243	
Ni-59	Pd-107	Cs-135	Ra-226	Np-237	Cm-242	

²La masse de la forme du déchet est égale à la masse du colis moins celle de son emballage primaire.

 Remarques :

- Pour les radionucléides qui sont en équilibre séculaire avec leur nucléide parent (Cs-137/Ba-137m, Sr-90/Y-90, Ru-106/Rh-106 et Ce-144/Pr-144) à court terme ($T_{1/2} < 30$ jours), seule l'activité du nucléide parent sera indiquée.
- Le thorium naturel est censé être en équilibre séculaire avec ses fils. Il suffit ainsi de déclarer le nucléide parent Th-232.

304 (L,O) Les **données radiologiques** suivantes doivent pour les radionucléides présents du critère **303** pour chaque colis primaire être mentionnées dans l'annexe du formulaire C:

- date de détermination de l'activité présente
- activité alpha totale
- activité bêta/gamma totale
- débit de dose maximal au contact et à 1 m du colis primaire, avec la date des mesures (voir aussi **610**)
- confirmation (oui/non) que la contamination surfacique transférable mesurée est inférieure à la valeur limite (voir aussi **611**), avec la date de la mesure
- les masses des matières fissiles U-235, Pu-239 et Pu-241
- confirmation (oui/non) que les déchets radioactifs contiennent de l'uranium hautement enrichi ($\geq 20\%$) (sous réserve d'une valeur seuil de 1 mg)
- méthodologie utilisée pour la caractérisation radiologique
- référence du dossier d'approbation « Radiologique » pour la détermination de l'activité présente avec numéro de version
- référence éventuelle du dossier d'approbation « Installation de mesure » avec numéro de version

305 (L,O) L'annexe au formulaire C de chaque colis de DC doit inclure la confirmation que les déchets radioactifs ne sont pas contaminés ou susceptibles d'être contaminés par des **agents pathogènes biologiques**. Voir le chapitre 7 pour la définition précise des « agents pathogènes biologiques ».

3.2 Le dossier documentaire de production (DDP)

306 (L,O) Le producteur doit documenter les déchets radioactifs conditionnés au moyen d'un **dossier documentaire de production** (DDP). Le DDP original est conservé et archivé par le producteur pendant une période à convenir avec l'ONDRAF. Une copie doit également en être envoyée à l'ONDRAF.

307 (L,O) Un DDP doit être établi **par campagne**, et son contenu exact dépend du procédé de conditionnement ainsi que de la variante de conditionnement. Dans le DDP les données suivantes doivent être **documentées au minimum**:

- Informations générales concernant la campagne:
 - nombre de colis produits
 - période de conditionnement
 - matrice d'immobilisation utilisée (selon NTC-3[13])
 - procédé de conditionnement et la variante de conditionnement
 - référence de: l'approbation « Procédé », l'approbation « Radiologique », l'approbation « Installation de mesure » (si applicable) et l'approbation « Emballage primaire » avec les numéros de version
- Emballages: rapports de réception des emballages primaires utilisés.
- Rapports et comptes rendus sur les contrôles de production par le producteur démontrant la qualité du produit final et sa conformité à ce document. Ces rapports et comptes rendus couvrent au moins les contrôles suivants:
 - contrôles à la réception des emballages primaires
 - contrôles à la cimentation
 - contrôles à la fermeture
- Matrice d'immobilisation et produit d'immobilisation:
 - matières premières de la matrice d'immobilisation:
 - provenance des matières premières utilisées
 - certificats d'analyse et/ou de qualité des matières premières démontrant qu'elles répondent aux critères décrits sous 412, 413, 415 417 et 419 du présent document
 - composition chimique nominale des déchets bruts et/ou traités, comme décrit sous critère 411.
 - Si les déchets bruts et/ou traités sont des résines : les noms de marque des résines (si disponible)
 - composition nominale du produit d'immobilisation comme décrit sous critère 424.
 - composition du produit d'immobilisation par colis
 - résultats des essais suivants sur des échantillons représentatifs, dont la fréquence est définie dans le dossier d'approbation :
 - résistance à la compression (voir aussi 432)
 - résistance à la flexion (voir aussi 433)
 - résistance à l'eau (voir aussi 434)
 - résistance au froid (voir aussi 436)
 - test de lixiviation (voir aussi 437)
 - durabilité (voir aussi 438)
 - robustesse (voir aussi 439)
- Blindage radiologique :

- si le fabricant du blindage radiologique possède un label BENOR ou un label équivalent³ :
 - les résultats de l'essai « résistance à l'eau » (voir aussi 434) des échantillons représentatifs, dont la fréquence est indiquée dans le dossier d'approbation et
 - le certificat BENOR du fabricant du blindage
 - sinon, les données des tests à réaliser (voir critère 442) doivent être indiquées, la « matrice d'immobilisation » et le « produit d'immobilisation » étant remplacés par le « blindage radiologique ».
 - Bouchon en béton :
 - Les données des tests à réaliser (voir critère 446), la « matrice d'immobilisation » et le « produit d'immobilisation » étant remplacés par le « bouchon en béton ».
 - Provenance et description des déchets bruts et/ou traités (selon la NTC-3 [13]).
 - Le type et la composition chimique des produits chimiques utilisés en cas d'éventuel prétraitement des déchets bruts et/ou traités.
 - Documents contenant les résultats radiologiques (c'est-à-dire les activités des radionucléides comme demandé dans le critère 303) des mesures prises sur le produit final et/ou du demi-produit.
 - Référence du formulaire C, annexes comprises, si l'ONDRAF a déjà reçu ledit formulaire C, ou un exemplaire rempli conformément aux critères 301 à 305 inclus, si l'ONDRAF ne l'a pas encore reçu.
 - Suivantes données physiques et chimiques par colis:
 - confirmation (oui/non) que la présence de substances biodégradables en plus des substances contenant de la cellulose (voir 405)
 - masse totale des substances cellulosiques présentes (voir 406)
 - masse des ions chlorure minéraux dans la forme du déchet (voir 404)
 - masse des ions sulfate SO_4^{2-} solubles dans l'eau présents dans la forme du déchet (c'est-à-dire tous les sulfates inorganiques à l'exception du baryumsulfate, voir 409) :
 - de chaque agent complexant ou chélatant présent:
 - nom de l'agent
 - masse
 - de chaque métal électropositif présent (liste exhaustive donnée en Annexe 6 et voir 410) :
 - nom du métal
 - masse
 - de chaque absorbant organique ou inorganique présent (y compris le gel de silice et la vermiculite) :
 - nom de l'absorbant
 - masse
 - Documents sur les notifications d'incidents, les demandes de dérogation et les demandes de régularisation.
-  Les colis peuvent se subdiviser en campagnes comme suit:
- Les colis conditionnés selon un certain procédé de conditionnement sont réunis dans une même campagne.

³ Par un équivalent du label BENOR, on entend un label équivalent (ou supérieur) d'un autre pays tel que l'AFNOR en France ou le KOMO (KIWA) aux Pays-Bas. L'équivalence est vérifiée par le processus d'agrément.

- Les colis conditionnés au cours d'une même période de production sont réunis dans une même campagne. Dans le cas d'une production continue, une campagne peut inclure des colis provenant d'une période de production ne dépassant pas 6 mois.
- Eventuellement sur base d'autres conditions, après concertation avec l'ONDRAF (comme le type de déchets selon la NTC-3 [13]).

4 CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES DÉCHETS

4.1 La forme du déchet

4.1.1 Aspect physique

- 401 (L,O) La forme du déchet doit former un **ensemble solide, compact et non dispersible**, physiquement et chimiquement **stable** dans les conditions prévues pendant le transport et l'entreposage.

4.1.2 Stabilité physique et chimique

- 402 (L,O) La formation éventuelle de gaz suite à la corrosion, à la radiolyse et/ou à la décomposition de matières organiques ne peut porter atteinte à l'**intégrité de la forme du déchet** et ne peut entraîner de déformation inacceptable de l'emballage primaire. L'évolution de la formation de gaz dans la forme du déchet doit dès lors être documentée dans le dossier d'approbation.
- 403 (L,O) En aucun point de la forme du déchet, la **température** ne peut avoir été supérieure ou égale à 100 °C.

4.1.3 Chlorures

- 404A (Lc) La quantité d'**ions chlorure** minéraux dans la forme du déchet ne peut pour aucun colis primaire dépasser 0,4 m% de la masse de liant dans la forme du déchet. Tous les chlorures inorganiques doivent être pris en compte. Tous les chlorures organiques sont considérés comme insolubles dans l'eau. Le critère ne s'applique donc pas à cet égard.
- 404B (Lc) **Critère relaxé par rapport au critère 404A pour certains flux.** La quantité d'**ions chlorure** minéraux dans la forme du déchet ne peut pour aucun colis primaire dépasser 2,0 m% de la masse de liant dans la forme du déchet. Tous les chlorures inorganiques doivent être pris en compte. Tous les chlorures organiques sont considérés comme insolubles dans l'eau. Le critère ne s'applique donc pas à cet égard.
- 404C (Lc) **Critère relaxé par rapport au critère 404A pour certains flux.** La quantité d'**ions chlorure** minéraux dans la forme du déchet ne peut pour aucun colis primaire dépasser 4,0 m% de la masse de liant dans la forme du déchet. Tous les chlorures inorganiques doivent être pris en compte. Tous les chlorures organiques sont considérés comme insolubles dans l'eau. Le critère ne s'applique donc pas à cet égard.

4.1.4 Substances biodégradables

- 405 (L,O) Les **substances biodégradables**, à l'exception des substances cellulosiques, ne peuvent être présentes dans la forme du déchet.



Les agents absorbants organiques (voir également justification 307) ne sont pas considérés comme des « substances biodégradables » et ne sont donc pas explicitement interdits dans la forme du déchet. L'ONDRAF recommande cependant de limiter autant que possible ces substances pour le stockage en surface. Il est préférable de choisir des alternatives inorganiques.

- 406 (Lc) Dans aucun colis primaire, la masse totale des **matières cellulosiques** dans la forme du déchet ne peut dépasser 0,1 kg.

4.1.5 Substances dangereuses

407 (L,O) La forme du déchet ne peut pas comporter de **substances ou de mélanges** dangereux qui sont classés par le Règlement CLP [14] dans les **dangers physiques**, et :

- Soit qui sont désignés selon son Annexe I par une phrase H spécifique ;
- Soit qui sont désignés selon son Annexe II par une phrase EUH spécifique concernant les **propriétés matérielles**.

 L'Annexe 4 reprend un aperçu des phrases de risque des substances et des mélanges qui sont exclus par ce critère, sur la base du Règlement CLP en vigueur au moment où ce document a été approuvé. Cette annexe est donc purement illustrative et a pour but d'aider l'utilisateur de ce document.

4.2 Les déchets bruts et/ou traités

 Le tableau 15-3 du § 15.4.2.7 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface fournit une liste minimale des substances qui sont exclues si elles sont présentes en quantités telles qu'elles interagissent avec la réaction d'hydratation pendant le durcissement du mortier et peuvent entraîner une diminution inacceptable de la qualité du mortier en ce qui concerne sa rétention chimique ou sa limitation du débit d'eau. Ces substances ont toutefois déjà été abordées dans divers critères de transfert contractuels de ce document (des substances biodégradables (voir 405), des substances ou mélanges dangereux (voir 407) ...), et par conséquent, le tableau 15-3 du § 15.4.2.7 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface est purement illustratif.

4.2.1 Processus pouvant mener à l'expansion des déchets conditionnés

408 (Lc,O) Le béton concassé ou le mortier concassé (comme la poussière de rabotage) contenu dans les déchets bruts et/ou traités doit **être insensible à la RAS⁴ et à la DEF⁵**. Cette insensibilité doit être démontrée dans le dossier d'approbation sur la base des propriétés connues du béton⁶ ou du mortier. Si ce n'est pas possible, l'insensibilité doit être démontrée sur des échantillons représentatifs et en utilisant des méthodes d'essai appropriées (par exemple, la méthode décrite sous [16]).

4.2.2 Sulfates

409 (Lc) Dans aucun colis primaire, la masse des ions sulfate (SO_4^{2-}) contenus dans les **sulfates hydrosolubles** provenant de déchets radioactifs bruts et/ou traités ne peut dépasser 12 g par kilogramme de forme du déchet. Tous les sulfates inorganiques, à l'exception du baryumsulfate (BaSO_4), sont considérés comme des sulfates hydrosolubles. Tous les sulfates organiques sont considérés comme insolubles dans l'eau. Le critère ne s'applique donc pas à cet égard.

4.2.3 Métaux électropositifs

410 (L) Les déchets radioactifs bruts et/ou traités ne peuvent contenir de **métaux électropositifs** (voir Annexe 6), sauf si le producteur peut démontrer dans son dossier d'approbation que la cinétique de corrosion est suffisamment lente pour ne pas interférer avec la prise et le durcissement du produit d'immobilisation.

⁴ Réaction alcali-silice.

⁵ Delayed ettringite formation.

⁶ Pour une granulométrie maximale nominale (D_{max}) supérieure à 4 mm, le terme « béton » est utilisé. Pour une D_{max} inférieure ou égale à 4 mm, le terme « mortier » est utilisé.

4.2.4 Composition chimique et propriétés

- 411 (L,O) La **composition chimique nominale** et les **propriétés** des déchets bruts et/ou traités ainsi que les **variations** maximales correspondantes doivent être définies dans le dossier d'approbation.

4.3 La matrice d'immobilisation

4.3.1 Matières premières de la matrice d'immobilisation

-  Les critères décrits ci-dessous sont spécifiques aux ingrédients utilisés dans la production de la matrice d'immobilisation et ne doivent pas nécessairement tous être présents dans la composition de la matrice d'immobilisation. Les ingrédients de la matrice d'immobilisation appartiennent exclusivement aux cinq catégories suivantes : liant, granulats, eau, adjuvant ou additif. Elles sont définies dans les normes énumérées ci-dessous.

Pour rappel, un adjuvant est un produit ajouté, lors de la fabrication du béton ou du mortier, en petites quantités par rapport à la masse de liant pour modifier les propriétés du béton ou du mortier lorsqu'il est frais et/ou durci.

Un additif est un matériau finement divisé qui est utilisé dans le béton ou le mortier pour améliorer des propriétés spécifiques ou pour lui donner des propriétés particulières. La norme NBN EN 206 : 2013+A1 : 2016 [17] explique la différence entre les additifs pratiquement inertes (type I) et les additifs hydrauliques pouzzolaniques ou latents (type II). Les différents additifs autorisés sont décrits dans les normes mentionnées ci-dessous. Le contrôle et l'assurance de la qualité des matières premières sont décrits dans le dossier d'approbation (voir critère 423).

- 412 (L,O) Le **liant** utilisé pour la matrice d'immobilisation doit :
- soit être un liant classique et donc satisfaire aux exigences de la NBN EN 197-1 [18].
 - soit être le liant hydraulique alternatif « laitier activé par des alcalins ».
- 413 (L,O) Les **granulats** utilisés pour la matrice d'immobilisation doivent être conformes aux exigences de la norme NBN EN 12620 [19] ou NBN EN 13139 [20].
- 414 (L,O) Les granulats utilisés pour la matrice d'immobilisation doivent être insensibles à **la RAS**. La RAS doit être exclue pour tous les granulats selon la méthode décrite dans l'ASTM C1260 (2014). Si le résultat de ce test pas concluant, les granulats doivent être testés conformément à la méthode décrite dans l'ASTM C1293 (2015).
- 415 (L,O) **L'eau de gâchée** utilisée pour la matrice d'immobilisation doit être conforme aux exigences de la norme NBN EN 1008 [21].
- 416 (L) Les **adjuvants organiques** ne sont pas autorisés, à l'exception des superplastifiants à base de (par ordre de préférence) :
- sulfonate de naphthalène
 - polycarboxylate
 - sulfonate de mélamine
- Le producteur doit justifier le choix éventuel d'un adjuvant organique ci-dessus dans le dossier d'approbation.
- 417 (L,O) Les **adjuvants** utilisés pour la matrice d'immobilisation doivent être conformes aux exigences des normes NBN EN 934-1 [22], NBN EN 934-2 [23], NBN EN 934-3 [24], NBN EN 934-4 [25], NBN EN 934-5 [26] ou NBN EN 934-6 [27].

418 (L) Les **additifs** doivent être **inorganiques**.

419 (L,O) Les **additifs** qui sont ajoutés pendant la production des colis DC doivent être conformes à la norme NBN EN 197-1 [18] et aux exigences de la norme mentionnée ci-dessous pour ce type d'additif :

- Le laitier de haut fourneau (S) doit être conforme à la norme NBN EN 15167-1 [28].
- La fumée de silice (D) doit être conforme à la norme NBN EN 13263-1 [29].
- Les cendres volantes contenant du silicium (V) ou du calcium (W) doivent être conformes à la norme NBN EN 450-1 [30].
- Le filler calcaire (L ou LL) doit être conforme à la définition de la norme NBN EN 12620 [19].

 Ce critère ne s'applique pas au ciment conforme NBN EN 197-1 qui déjà contient des additifs.

420 (L,O) Le **filler calcaire (L ou LL)** (voir critère 419) doit être insensible à la RAS. Le producteur doit le démontrer :

- soit en testant la roche mère du filler calcaire selon la méthode décrite dans l'ASTM C1260 (2014) ;
- soit en testant la matrice d'immobilisation selon la méthode décrite dans l'ASTM C1293 (2015).

4.4 Le produit d'immobilisation

4.4.1 Possibilité de transfert et de mise à l'échelle

421 (L,O) Les résultats des essais sur le produit d'immobilisation inactif (la composition du surrogate) doivent pouvoir être **transférés** au produit d'immobilisation actif.

À l'aide d'un programme de tests, le producteur doit démontrer la représentativité de la composition du surrogate utilisé pour les tests aux critères 431 à 439. La méthodologie et la méthode d'évaluation de ce programme de tests doivent être décrites dans le dossier d'approbation.

422 (L,O) Les résultats des essais de laboratoire à petite échelle doivent pouvoir être **extrapolés** au produit d'immobilisation à échelle réelle.

À l'aide d'un programme de tests, le producteur doit démontrer le caractère extrapolable des échantillons utilisés pour les tests aux critères 430 à 439. La méthodologie et la méthode d'évaluation de ce programme de tests doivent être décrites dans le dossier d'approbation.

4.3.2 Le produit d'immobilisation fraîche

 Les critères décrits ci-dessous concernent la composition de la matrice, les propriétés de la matière fraîche et son utilisation. Le respect de ces critères garantit un enrobage efficace, contrôlé et reproductible des déchets radioactifs.

423 (L,O) La **composition** (voir critère 424 et 425) et **les propriétés du produit d'immobilisation** doivent être garanties par le système de qualité du processus de traitement et de conditionnement (voir critère 201). Ce système de qualité doit être décrit dans le dossier d'approbation et doit :

- décrire toutes les étapes du procédé liées à le produit d'immobilisation, c'est-à-dire de la réception des matières premières du produit d'immobilisation au produit final du procédé, à savoir l'emballage des déchets conditionnés ;

- déterminer la fréquence à laquelle sont menés les tests prévus dans les critères de transfert contractuels (414, 420, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 438 et 439) ;
- décrire quels contrôles de qualité, en plus des tests mentionnés ci-dessus, sont effectués et à quel stade du procédé et déterminer la fréquence à laquelle ces contrôles de qualité sont menés ;
- Définir sous quelles conditions les tests susmentionnés seront répétés dans le cadre des contrôles de qualité précités.

424 (L,O) La **composition nominale** du produit d'immobilisation doit être précisée dans le dossier d'approbation.

- 📌 La composition nominale ne tient pas compte de la précision de dosage (voir critère 425), mais comprend l'identification de ingrédients du produit d'immobilisation et les doses.

425 (L,O) La **précision de dosage** des ingrédients du produit d'immobilisation doit être :

- pour les déchets bruts et/ou traités, présenter une tolérance de $\pm 3\text{m}\%$.
- pour les autres éléments du produit d'immobilisation, satisfaire aux exigences de la norme NBN EN 206: 2013+A1: 2016 [17].

Si le producteur ne peut pas garantir les tolérances prévues par la norme, il doit indiquer sa propre tolérance dans le dossier d'approbation et assurer que les critères 412 à 439 seront toujours respectés dans les limites de cette tolérance.

426 (L,O) Le produit d'immobilisation doit être coulé en une seule étape afin d'assurer la **continuité** de la matrice d'immobilisation, sauf si le temps entre deux étapes consécutives est inférieur au temps de prise⁷ de la première étape.

427 (L,O) Lors de la prise, le produit d'immobilisation fraîche doit être protégée contre la **perte excessive d'eau par évaporation**. Le producteur doit justifier dans le dossier d'approbation comment ce critère est garanti.

428 (L,O) Lors de la fermeture du colis, il ne doit pas y avoir d'**eau libre sur la surface supérieure** de la forme du déchet. Cet aspect fera l'objet d'un contrôle visuel avant la fermeture définitive du colis. L'eau qui se trouve à la surface pendant la prise ne peut donc pas être enlevée manuellement.

429 (L,O) Pendant la prise du produit d'immobilisation, il faut que le colis primaire soit maintenu **immobile**. Le début et la fin de la prise doivent être définis dans le dossier d'approbation.

4.3.3 Le produit d'immobilisation durcie

- 📌 Les critères décrits ci-dessous concernent les propriétés du matériau durci. Elles se divisent en deux catégories : les propriétés mécaniques et structurelles du produit d'immobilisation et les propriétés relatives à son comportement à long terme.

430 (L,O) L'ensemble des **fissures** dans le produit d'immobilisation doit être limité. Le producteur doit le démontrer en réalisant un contrôle visuel sur une coupe verticale d'un colis (in)actif grandeur nature, qui a été produit dans des conditions représentatives pour la production réelle. Ce contrôle se déroule comme suit :

- Sur la surface de découpe d'une des deux moitiés obtenues après la coupe verticale du colis, une ligne verticale est tirée et relie la surface supérieure du produit d'immobilisation à la surface inférieure.

⁷ Temps entre le coulage de la matrice d'immobilisation dans le fût et le début de la prise.

- L'ouverture cumulée de toutes les fissures croisant cette ligne est mesurée. Seules les fissures qui présentent une ouverture supérieure ou égale à 0,1 mm sont prises en considération.
- La ligne verticale tirée et la coupe considérée sont choisies de manière à ce que l'ouverture cumulée soit aussi grande que possible.
- L'ouverture cumulée ne peut pas dépasser 4 mm/m, à moins que le producteur puisse démontrer dans son dossier d'approbation que l'ouverture cumulée n'est pas supérieure à la valeur de retrait. La valeur de retrait est définie sur des échantillons représentatifs conformément aux normes NBN B15-216 [31] pour le béton et NBN B14-217 [32] pour le mortier et la pâte de ciment.

Les résultats de ce test doivent être inclus dans le dossier d'approbation.

Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies:

- Dans le dossier d'approbation doit être justifié pourquoi une dérogation à la méthode de test décrite ci-dessus est souhaitée.
- Dans le dossier d'approbation doit être démontré que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.

 L'approbation de la méthode de test alternative découle de l'approbation du dossier d'approbation.

 Le colis (non) radioactif qui entrerait en considération pour la vérification de ce critère peut aussi être utilisé pour la mesure des températures intérieures lors de l'hydratation et de la liaison du matériau (voir critère 435).

431 (L,O) Le produit d'immobilisation doit être **homogène**. Cela signifie qu'un bon mélange doit y avoir lieu et qu'aucune ségrégation ne doit survenir pendant la prise. Cela doit être démontré à l'aide de la coupe verticale d'un colis (in)actif (le test au critère 430 peut aider à ce niveau), en vérifiant visuellement que le produit d'immobilisation est homogène. Les résultats de ce test doivent être inclus dans le dossier d'approbation.

Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies:

- Dans le dossier d'approbation doit être justifié pourquoi une dérogation à la méthode de test décrite ci-dessus est souhaitée.
- Dans le dossier d'approbation doit être démontré que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.

 L'approbation de la méthode de test alternative découle de l'approbation du dossier d'approbation.

432 (O) La **résistance à la compression** finale du produit d'immobilisation doit être supérieure ou égale à 8 MPa.

Cette résistance à la compression doit être déterminée sur des échantillons standardisés et conservés dans un environnement confiné (qui ne permet pas l'échange d'humidité) et/ou dans une chambre humide conformément aux normes applicables. Le Tableau 1 ci- après présente la norme applicable et les dimensions de l'échantillon.

L'évolution de la résistance à la compression jusqu'à l'obtention d'un plateau doit être démontrée dans le dossier d'approbation.

Tableau 1: Normes applicables pour déterminer la résistance à la compression

Produit d'immobilisation	Norme applicable	Dimensions de l'échantillon
Béton	NBN EN 12390-3 [33]	150 x 150 x 150 mm ou Ø 150 mm x 300 mm
Mortier, pâte de ciment	NBN EN 1015-11 [34]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-3 [33]	150 x 150 x 150 mm

433 (L,O) La **résistance à la flexion** finale du produit d'immobilisation doit être supérieure ou égale à 1 MPa. Cette résistance à la flexion doit être déterminée sur des échantillons standardisés et conservés dans un environnement confiné (qui ne permet pas l'échange d'humidité) et/ou dans une chambre humide, conformément aux normes applicables. Le Tableau 2 présente les normes applicables et les dimensions de l'échantillon nécessaires à la détermination de la résistance de la flexion pour chaque type de matrice d'immobilisation. L'évolution de la résistance à la flexion jusqu'à l'obtention d'un plateau doit être démontrée dans le dossier d'approbation.

Tableau 2: Normes applicables pour déterminer la résistance à la flexion

Produit d'immobilisation	Norme applicable	Dimensions de l'échantillon
Béton	NBN EN 12390-5 [35]	Prisme, avec dimensions selon la norme
Mortier, pâte de ciment	NBN EN 1015-11 [34]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-5 [35]	Prisme, avec dimensions selon la norme

434 (L) Le produit d'immobilisation doit être **résistante à l'eau**. Cela signifie que les échantillons durcis du produit d'immobilisation aux dimensions du Tableau 2 doivent être immergés dans l'eau pendant une période d'au moins 90 jours. Les conditions de test et la procédure d'inspection des échantillons après le test doivent être décrites suffisamment en détail dans le dossier d'approbation pour permettre de reproduire le test sans ambiguïté. Par conditions de test, on entend au moins:

- le volume d'eau par rapport à l'échantillon
- la composition de l'eau et la fréquence de renouvellement
- l'ancienneté de l'échantillon au début du test
- la géométrie du dispositif
- la température de l'eau

Après le test, chaque échantillon doit:

- être exempt de toute modification structurelle (fissures, effritement, déformation ...);
- démontrer une résistance à la flexion supérieure ou égale à 1 MPa, déterminée conformément à la norme correspondante dans le Tableau 2.

Toute modification de volume et de masse doit être précisée dans le dossier d'approbation. Les essais doivent toujours être effectués avec des échantillons différents et il convient d'évaluer la série d'échantillons dans son ensemble.



L'approbation de la méthode de test alternative découle de l'approbation du dossier d'approbation.

435 (L,O) Au niveau de la matrice d'immobilisation, il convient:

- que pendant et après la prise sa température interne ait évolué tout en étant restée inférieure ou égale à 60 °C en tout point ;
- qu'elle soit insensible à la **DEF** et que cette insensibilité soit démontrée sur des échantillons représentatifs en utilisant des méthodes d'essai appropriées.

Cette insensibilité à la DEF doit être démontrée en utilisant la méthode d'essai décrite dans la note 2014-3049 [36]. Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies:

- Dans le dossier d'approbation doit être justifié pourquoi une dérogation à la méthode de test décrite ci-dessus est souhaitée.
- Dans le dossier d'approbation doit être démontré que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.



L'approbation de la méthode de test alternative découle de l'approbation du dossier d'approbation.

436 (L,O) Le produit d'immobilisation doit **résister au froid**. Le producteur contrôle ce point lors d'un test de froid sur des échantillons représentatifs avec des dimensions du Tableau 2.

Le test de froid implique la conservation des échantillons dans un sac fermé hermétiquement pendant 120 jours à des températures comprises entre 0°C et 10°C. La déformation dimensionnelle doit être mesurée à intervalles réguliers, tout comme les échantillons doivent être régulièrement contrôlés quant à la formation de fissures, l'effritement et d'autres anomalies.

Après le test, chaque échantillon doit:

- Être exempt de toute modification structurelle (fissures, effritement, déformation) ;
- Présenter une résistance à la flexion supérieure ou égale à 1 MPa, calculée selon la norme correspondante dans le Tableau 2.

Les éventuelles modifications de volume et de masse doivent être renseignées dans le dossier d'approbation. Les tests doivent toujours être exécutés avec différents échantillons et le jeu d'échantillons doit être évalué dans sa globalité.

437 (L) Le producteur doit effectuer un **test de lixiviation** tel que décrit dans les fiches techniques ONDRAFTFT-3 [37] et TFT-4 [38], afin de fournir une indication de la capacité de confinement du produit d'immobilisation. Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies:

- Dans le dossier d'approbation doit être justifié pourquoi une dérogation à la méthode de test décrite ci-dessus est souhaitée.
- Dans le dossier d'approbation doit être démontré que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.



L'approbation de la méthode de test alternative découle de l'approbation du dossier d'approbation.

438 (L) Le produit d'immobilisation durci doit être **durable**. Cela doit être démontré à l'aide d'un test de vieillissement accéléré conformément à la méthode décrite dans ANDRA : ACOSP ASRE 00-064 – partie B [39]. L'exécution et les résultats de ce test de vieillissement doivent être repris dans le dossier d'approbation.

À ce niveau, il convient que:

- Chaque échantillon soit exempt de toute modification structurelle (fissures, effritement, déformation). Le producteur doit joindre des photos claires au dossier d'approbation pour le justifier.

- Une analyse microscopique détaillée (ex. EDX couplé à un SEM) des plaques de découpe ou des surfaces de rupture prélevées des différents échantillons confirme l'absence d'observations pouvant toucher l'intégrité du produit d'immobilisation.

Les conditions connexes pour l'exécution de ce test de vieillissement sont les suivantes :

- Le test de vieillissement doit être maintenu jusqu'à ce que l'état des échantillons se soit stabilisé. Le test de vieillissement ne peut pas être interrompu avant 12 mois suivant son début.
- Les dimensions et les masses des échantillons doivent être mesurées régulièrement.
- Les échantillons doivent être inspectés régulièrement quant à la formation de fissures, à l'effritement et à d'autres anomalies.
- Les observations et les moments auxquels elles sont constatées doivent être rapportés dans le dossier d'approbation.

Après l'arrêt du test de vieillissement, il convient d'également mesurer les changements de masse et de volume ainsi que la résistance à la flexion des échantillons. Cette résistance à la flexion doit être définie suivant la norme applicable dans le Tableau 2.

439 (L) Le produit d'immobilisation doit être **robuste** par rapport aux variations des propriétés chimiques des déchets bruts et/ou traités (voir critère 411) et aux variations découlant de la précision du dosage (voir critère 425). Le producteur doit le démontrer lors du développement du procédé d'immobilisation en deux phases, qui doivent être décrites toutes les deux dans le dossier d'approbation :

- Lors de la première phase de démonstration, un procédé de référence est développé en tenant compte de la composition chimique nominale et des propriétés des déchets bruts et/ou traités (comme défini dans le dossier d'approbation, voir critère 411).
- Lors du test de robustesse suivant, on examine l'influence des variations de la composition chimique et des propriétés des déchets bruts et/ou traités (comme défini dans le dossier d'approbation, voir critère 411) et des variations induites par la précision de dosage (comme défini dans le dossier d'approbation, voir critère 425) sur le produit d'immobilisation.

Indépendamment de ces variations, le produit d'immobilisation doit toujours satisfaire à tous les critères de transfert contractuels, sauf « durable » (voir critère 438).

4.5 Éléments ajoutés

440 (L,O) Les différents matériaux composant le blindage radiologique, le bouchon en béton ou le mélangeur doivent être **physiquement et chimiquement** compatibles entre eux et avec le produit d'immobilisation.

4.5.1 Blindage radiologique

441 (L) Le **blindage radiologique** doit être en béton (par exemple béton d'hématite, béton de barytine ...), mortier (par exemple mortier d'hématite, mortier de barytine ...), pâte de ciment, acier ou plomb.

442 (L,O) Si le fabricant du blindage radiologique en béton, en mortier ou en pâte de ciment **possède un label BENOR ou un label équivalent**⁸ pour le béton, le mortier ou la pâte de ciment utilisé à cet effet, ce blindage doit répondre aux critères suivants déjà décrits au § 4.3 (où « matrice d'immobilisation » et « produit d'immobilisation » doivent être remplacé par « blindage radiologique ») :

- Insensibilité à la RAS (voir critère 414)
- Adjuvants inorganiques (voir critère 416)

⁸ Par un équivalent du label BENOR, on entend un label similaire (ou supérieur) d'un autre pays tel que l'AFNOR en France ou le KOMO (KIWA) aux Pays-Bas. L'équivalence est vérifiée par le processus d'agrément.

- Composition nominale du produit d'immobilisation (voir critère 424)
- Résistance à l'eau (voir aussi 434)
- Insensibilité à la DEF (voir critère 435)

Si le fabricant **ne dispose pas d'un label BENOR ou un label équivalent** pour le béton le mortier ou la pâte de ciment du blindage radiologique, ce blindage doit répondre aux mêmes critères que ceux pour la matrice d'immobilisation et le produit d'immobilisation (c'est-à-dire tous les critères du 412 à 435), à l'exception « transférable » (voir critère 421), « extrapolable » (voir critère 422), « fissures » (voir critère 430), « résistance à la compression » (voir critère 432) et « résistance à la flexion » (voir critère 433). À cet égard, « matrice d'immobilisation » et « produit d'immobilisation » doivent être remplacés par « blindage radiologique ».

443 (L,O) Si le fabricant ne dispose pas d'un label BENOR ou un label équivalent pour le béton le mortier ou la pâte de ciment du blindage radiologique, la **résistance à la compression** du blindage radiologique en béton, mortier ou pâte de ciment à 28 jours doit :

- être supérieure ou égale à 30 MPa ;
- répondre à l'un des critères ci-dessous :
 - soit la résistance à la compression mesurée se situe dans l'intervalle de confiance de 95%, où cet intervalle doit être inférieur ou égal à 20 MPa [40] ;
 - soit la résistance à la compression mesurée se situe dehors l'intervalle de confiance de 95%, mais le mortier ou le béton testé satisfait à une série de contrôles supplémentaires différents des contrôles de qualité courants (voir critère 423) prévus dans le dossier d'approbation.

Cette résistance à la compression doit être déterminée sur des échantillons standardisés et conservés dans un environnement confiné (qui ne permet pas l'échange d'humidité) et/ou dans une chambre humide conformément aux normes applicables. Dans son dossier d'approbation, le producteur doit en outre renseigner l'intervalle de confiance à 95 % de la résistance à la compression à 28 jours. Le Tableau 3 ci-après présente la norme applicable et les dimensions de l'échantillon.

Tableau 3: Normes applicables pour déterminer la résistance à la compression

Blindage	Norme applicable	Dimensions de l'échantillon
Béton	NBN EN 12390-3 [33]	150 x 150 x 150 mm ou Ø 150 mm x 300 mm
Mortier, pâte de ciment	NBN EN 1015-11 [34]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-3 [33]	150 x 150 x 150 mm

444 (L,O) Si le fabricant ne dispose pas d'un label BENOR ou un label équivalent pour le béton le mortier ou la pâte de ciment du blindage radiologique, la **résistance à la flexion** du blindage radiologique en béton, mortier ou pâte de ciment à 28 jours doit être supérieure ou égale à 1 MPa. Cette résistance à la flexion doit être déterminée sur des échantillons standardisés et conservés dans un environnement confiné (qui ne permet pas l'échange d'humidité) et/ou dans une chambre humide, conformément aux normes applicables. Le Tableau 4 présente la norme applicable et les dimensions de l'échantillon nécessaires à la détermination de la résistance de la flexion.

Tableau 4: Normes applicables pour déterminer la résistance à la flexion

Blindage	Norme applicable	Dimensions de l'échantillon
----------	------------------	-----------------------------

Béton	NBN EN 12390-5[35]	Prisme, avec dimensions selon la norme
Mortier, pâte de ciment	NBN EN 1015-11[34]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-5[35]	Prisme, avec dimensions selon la norme

4.5.2 Bouchon en béton

- 445 (L) Le **bouchon en béton** doit être en béton (par exemple béton d'hématite, béton de barytine ...), mortier (par exemple mortier d'hématite, mortier de barytine ...) ou pâte de ciment.
- 446 (L,O) Le **bouchon en béton** doit satisfaire aux mêmes critères que ceux applicables pour la matrice d'immobilisation et le produit d'immobilisation (autrement dit les critères 412 à 435), à l'exception « transférable » (voir critère 421), « extrapolable » (voir critère 422), « fissures » (voir critère 430), « résistance à la compression » (voir critère 432) et « résistance à la flexion » (voir critère 433).
À cet égard, « matrice d'immobilisation » et « produit d'immobilisation » doivent être remplacés par « bouchon en béton ».
- 447 (L,O) La **résistance à la compression** du bouchon en béton durci à 28 jours doit :
- être supérieure ou égale à 30 MPa ;
 - répondre à l'un des critères ci-dessous :
 - soit la résistance à la compression mesurée se situe dans l'intervalle de confiance de 95%, où cet intervalle doit être inférieur ou égal à 20 MPa [40] ;
 - soit la résistance à la compression mesurée se situe dehors l'intervalle de confiance de 95%, mais le mortier ou le béton testé satisfait à une série de contrôles supplémentaires différents des contrôles de qualité courants (voir critère 423) prévus dans le dossier d'approbation.

Cette résistance à la compression doit être déterminée sur des échantillons standardisés et conservés dans un environnement confiné (qui ne permet pas l'échange d'humidité) et/ou dans une chambre humide conformément aux normes applicables. Dans son dossier d'approbation, le producteur doit en outre renseigner l'intervalle de confiance à 95 % de la résistance à la compression à 28 jours. Le Tableau 5 ci-après présente la norme applicable et les dimensions de l'échantillon.

Tableau 5: Normes applicables pour déterminer la résistance à la compression

Bouchon en béton	Norme applicable	Dimensions de l'échantillon
Béton	NBN EN 12390-3[33]	150 x 150 x 150 mm ou Ø 150 mm x 300 mm
Mortier, pâte de ciment	NBN EN 1015-11[34]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-3[33]	150 x 150 x 150 mm

- 448 (L,O) La **résistance à la flexion** du bouchon en béton à 28 jours doit être supérieure ou égale à 1 MPa. Cette résistance à la flexion doit être déterminée sur des échantillons standardisés et conservés dans un environnement confiné (qui ne permet pas l'échange d'humidité) et/ou dans une chambre humide, conformément aux normes applicables. Le Tableau 6

présente la norme applicable et les dimensions de l'échantillon nécessaires à la détermination de la résistance de la flexion.

Tableau 6: Normes applicables pour déterminer la résistance à la flexion

Bouchon en béton	Norme applicable	Dimensions del'échantillon
Béton	NBN EN 12390-5 [35]	Prisme, avec dimensions selon la norme
Mortier, pâte de ciment	NBN EN 1015-11 [34]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-5 [35]	Prisme, avec dimensions selon la norme

5 CARACTÉRISTIQUES RADIOLOGIQUES DES DÉCHETS

5.1 Activités volumiques maximales

5.1.1 Limites de concentration spécifiques (CLI)

- 501 (L) Dans chaque colis primaire, l'activité volumique de chacun des radionucléides critiques doit être inférieure ou égale à la **limite de concentration spécifique (CLI)** mentionnée dans le Tableau 7. L'activité volumique est calculée sur le volume nominal du colis (c'est-à-dire 0,4 m³ pour un fût de 400 litres).

Tableau 7: Valeurs CLI

Nucléide	Valeur CLI [Bq/m ³]
Ag-108m	1 × 10 ⁸
Am-241	2 × 10 ⁹
Am-243	1 × 10 ⁸
C-14	1 × 10 ¹¹
Ca-41	1 × 10 ⁹
Cl-36	1 × 10 ⁸
Cm-244	1 × 10 ⁹
Cs-135	1 × 10 ⁸
Cs-137	1 × 10 ¹²
I-129	1 × 10 ⁸
Mo-93	1 × 10 ⁸
Nb-94	7 × 10 ⁸
Ni-59	1 × 10 ¹¹
Ni-63	1 × 10 ¹³
Np-237	1 × 10 ⁸
Pu-238	1 × 10 ⁹
Pu-239	5 × 10 ⁸
Pu-240	1 × 10 ⁹
Pu-241	8 × 10 ¹⁰
Se-79	1 × 10 ⁹

Nucléide	Valeur CLI [Bq/m ³]
Sn-126	1×10^8
Sr-90	1×10^{11}
Tc-99	1×10^{10}
U-234	1×10^9
U-235	1×10^7
U-236	1×10^8
U-238	1×10^8
Zr-93	1×10^9

5.1.2 Critère X

502 (L,O) Pour chaque colis primaire, le **facteur X** doit être inférieur ou égal à 1, ce facteur X étant défini comme suit :

$$X = \sum_{i=1}^N \frac{C_i}{C_{i,max}}$$

Ci-dessous :

N : le nombre de radionucléides critiques dans le Tableau 8 ;

C_i : l'activité volumique [Bq/m³], calculée sur le volume nominal, d'un nucléide donné (i) dans un colis primaire ;

C_{i, max} : la valeur correspondant à un nucléide donné (i) dans le Tableau 8.

Tableau 8: Valeurs C_{i,max}

Nucléide	Valeur C _{i,max} [Bq/m ³]
Ag-108m	1,12 × 10 ⁹
Am-241	2,92 × 10 ⁹
Am-243	1,39 × 10 ⁹
C-14	1,40 × 10 ¹³
Ca-41	2,52 × 10 ¹²
Cl-36	2,83 × 10 ¹²
Cm-244	5,93 × 10 ¹¹
Cs-135	9,72 × 10 ¹²
Cs-137	1,99 × 10 ¹²
I-129	4,10 × 10 ¹⁰
Mo-93	9,30 × 10 ¹⁰
Nb-94	7,13 × 10 ⁸
Ni-59	4,36 × 10 ¹¹
Ni-63	4,20 × 10 ¹⁴
Np-237	1,93 × 10 ⁹
Pu-238	1,84 × 10 ¹⁰
Pu-239	1,60 × 10 ⁹
Pu-240	1,63 × 10 ⁹
Pu-241	8,51 × 10 ¹⁰
Se-79	8,81 × 10 ¹²
Sn-126	5,49 × 10 ⁸
Sr-90	9,24 × 10 ¹⁴
Tc-99	5,63 × 10 ¹²
U-234	2,09 × 10 ¹⁰
U-235	3,78 × 10 ⁹
U-236	2,38 × 10 ¹⁰
U-238	1,50 × 10 ¹⁰
Zr-93	5,31 × 10 ¹¹

5.1.3 Facteur d'hétérogénéité

- 503 (L) Le facteur d'hétérogénéité de chaque colis primaire doit être inférieur ou égal à 340, ce facteur d'hétérogénéité (Z_{colis}) étant défini comme suit :

$$Z_{\text{colis}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{4 \times A_{i,\text{colis}}}{\text{OLI}_{i,\text{tumulus est}} / 17\,240} \leq 340$$

Où :

N : le nombre de radionucléides dans le Tableau 9

$A_{i,\text{colis}}$: l'activité totale (Bq) d'un radionucléide donné (i) dans un colis primaire

$\text{OLI}_{i,\text{tumulus est}}$: la valeur correspondant à un radionucléide donné (i) dans le Tableau 9.

Tableau 9: Valeurs OLI (tumulus del'est)

Nucléide	Valeur OLI [Bq]
Ag-108m	$1,59 \times 10^{10}$
Am-241	$3,75 \times 10^{11}$
Am-243	$1,13 \times 10^{10}$
C-14	$5,03 \times 10^{12}$
Ca-41	$1,59 \times 10^{12}$
Cl-36	$1,39 \times 10^{10}$
Cm-244	$1,31 \times 10^{11}$
Cs-135	$2,57 \times 10^8$
Cs-137	$5,57 \times 10^{13}$
I-129	$9,72 \times 10^8$
Mo-93	$1,40 \times 10^{10}$
Nb-94	$2,75 \times 10^{11}$
Ni-59	$3,44 \times 10^{12}$
Ni-63	$3,75 \times 10^{14}$
Np-237	$5,87 \times 10^8$
Pu-238	$2,20 \times 10^{11}$
Pu-239	$6,46 \times 10^{10}$
Pu-240	$6,81 \times 10^{10}$
Pu-241	$7,31 \times 10^{12}$
Se-79	$6,20 \times 10^8$
Sn-126	$8,62 \times 10^8$
Sr-90	$2,20 \times 10^{12}$
Tc-99	$5,15 \times 10^{10}$
U-234	$5,32 \times 10^{10}$
U-235	$2,59 \times 10^9$
U-236	$4,00 \times 10^{10}$
U-238	$1,52 \times 10^{10}$

Nucléide	Valeur OLI [Bq]
Zr-93	$1,12 \times 10^9$

5.1.4 Activité du radium/thorium par unité de masse

- 504 (L,O) Dans chaque colis primaire, la somme des activités de **Ra-226** et **Th-232** par unité de masse doit être inférieure ou égale à 1000 Bq/kg. L'activité par unité de masse est calculée en fonction de la masse nette de la forme du déchet.

5.2 Criticité



Ces critères de transfert contractuels ne contiennent que des restrictions sur la présence de nucléides fissibles dans les déchets afin d'exclure le risque de criticité. Ces critères de transfert contractuels ne portent en rien préjudice aux critères de transfert contractuels énoncés aux 501 à 504.

- 505 (L,O) La quantité de nucléides fissiles dans un colis primaire ne peut être supérieure à :
- 50 g pour la somme des masses d'**U-235** et de **Pu-239**;
 - 86 g pour la masse de **Pu-241**.
- 506 (L) Dans aucun colis primaire contenant de l'uranium hautement enrichi (c'est-à-dire uranium dont le taux d'enrichissement est de 20 % ou plus), la masse d' **U-235** ne peut dépasser 15 g.

6 EMBALLAGE ET COLIS PRIMAIRE

6.1 L'emballage primaire

601 (O) L'emballage primaire doit être tel que le colis primaire satisfasse aux exigences relatives à un colis de transport de **type IP-2**, comme le stipulent les « *Safety Standards* de l'AIEA » [41]. En plus des résultats du test de chute et du test d'empilement, le producteur doit également inclure le certificat IP-2 du colis de transport dans le dossier d'approbation « Emballage primaire ».

602 (L,O) Pour chaque colis de déchets conditionnés, l'emballage primaire doit être inclus dans la liste du Tableau 10 (les codes sont conformes à la note technique NTC-3[13]).

Tableau 10: Liste des emballages autorisés pour les colis de déchets conditionnés

Code	Description de l'emballage	Contenu
FS04D	Fût standard de 400l, nouveau design	400 litres
FS04F	Fût standard de 400l, nouveau design, centrage galettes	400 litres

603 (L,O) Les différents matériaux à partir desquels l'emballage primaire est fabriqué doivent être **physiquement et chimiquement compatibles** entre eux et avec :

- les matériaux et équipements utilisés pour le transport et dans les infrastructures d'entreposage ;
- les ingrédients utilisés pour la matrice d'immobilisation et les déchets radioactifs bruts et/ou traités ;
- L'éventuel blindage interne ou bouchon en béton.

 Exemples typiques de matériaux mis en œuvre dans le processus de production d'un emballage primaire, dont la compatibilité physique et chimique est évaluée et documentée dans le dossier d'approbation :

- le matériau de base dont est constitué l'emballage primaire (y compris le couvercle)
- le matériau de base à partir duquel les composants internes (voir Annexe 3) sont fabriqués
- le matériel de soudage
- la protection galvanique utilisée
- le revêtement utilisé (par exemple peinture époxy)
- le blindage (radiologique) utilisé
- le manteau de protection interne utilisé

604 (O) L'**intégrité, la résistance mécanique, la forme et les dimensions** de l'emballage primaire doivent être conservées, dans le cadre de charges statiques et dynamiques normales, pendant une période minimale de 75 ans. Ceci vaut pour toutes les actions normales pendant l'entreposage de l'emballage primaire vide, le remplissage de l'emballage primaire avec des déchets et de la matrice d'immobilisation, les opérations de chargement et de déchargement et l'entreposage de l'emballage primaire dans le bâtiment d'entreposage conçu à cet effet.

605 (O) L'emballage primaire doit être résistant à la **corrosion et aux attaques chimiques** pendant une période d'entreposage minimale de 75 ans dans des conditions normales d'utilisation dans le bâtiment d'entreposage conçu à cet effet. Cette résistance doit être démontrée dans le dossier d'approbation « Emballage primaire ».

 Le respect des critères 603, 604 et 605 est fortement influencé par les conditions connexes de la fabrication de l'emballage, l'entreposage de l'emballage vide dans un entrepôt, le

remplissage de l'emballage avec des déchets bruts et/ou traités et de la matrice d'immobilisation, ainsi que par les actions mécaniques y afférentes.

6.2 Le colis primaire

6.2.1 Critères physiques et chimiques pour le colis primaire

- 606 (L,O) Dans aucun emballage primaire, le total des **espaces vides** macroscopiques ne peut dépasser 15 % du volume nominal de l'emballage primaire (c'est à dire 0,4 m³ pour un fût de 400 litres). Ce pourcentage de volume d'espaces vides doit être mentionné dans le dossier d'approbation « Procédé », lequel doit également préciser la méthode pour déterminer ce pourcentage de volume.
-  Pour répondre à ce critère, il peut être nécessaire, dans certains cas, de remplir davantage les espaces vides. Si tel est le cas, il convient d'utiliser des matériaux qui répondent au critère 442.
- 607 (L,O) La **masse totale** d'aucun colis primaire ne peut dépasser 1,5 x 10³ kg.
- 608 (L) Dans chaque colis primaire, la **masse de liant** doit être supérieure ou égale à 10 m % de la masse totale du colis primaire.
- 609 (L,O) Aucun colis primaire ne peut contenir de **liquides libres**.
-  L'eau interstitielle (par exemple dans les pores du béton concassé) n'est pas considérée comme un liquide libre.

6.2.2 Sûreté radiologique opérationnelle

- 610 (O) Aucun colis primaire ne peut avoir un **débit de dose maximal** supérieur, mesuré au contact du colis, à :
- 5 mSv/h, pour les déchets conditionnés destinés au bâtiment d'entreposage 151;
 - 200 mSv/h, pour les déchets conditionnés destinés au bâtiment d'entreposage 127.
- Sinon, le débit de dose maximal mesuré à une distance de 1 mètre ne doit pas dépasser :
- 0,5 mSv/h, pour les déchets conditionnés destinés au bâtiment d'entreposage 151;
 - 20 mSv/h, pour les déchets conditionnés destinés au bâtiment d'entreposage 127.
- 611 (O) Aucun colis primaire ne peut avoir **une contamination surfacique transférable** supérieure à :
- 0,4 Bq/cm² pour le total des émetteurs bêta/gamma;
 - 0,04 Bq/cm² pour le total des émetteurs alpha.
- 612 (O) Pour aucun colis primaire dont les déchets conditionnés sont destinés au bâtiment d'entreposage 151, l'**activité totale des émetteurs alpha par unité de masse** ne peut dépasser 4 MBq/kg. L'activité totale est calculée en fonction du masse du colis primaire.
- 613 (O) Pour aucun colis primaire dont les déchets conditionnés sont destinés au bâtiment d'entreposage 127, l'**activité totale par unité de volume** ne peut dépasser :
- 20 GBq/m³ pour les émetteurs alpha ;
 - 800 GBq/m³ pour les émetteurs bêta/gamma (sauf H-3).
- L'activité du concentration totale est calculée en fonction du volume nominale du colis primaire.
- 614 (O) D'aucun colis primaire l'activité totale pour H-3 par unité de volume ne peut dépasser 25 GBq/m³. L'activité du concentration totale est calculée en fonction du volume nominale du colis primaire.

6.2.3 Inscriptions et pictogrammes

- 615 (L,O) Chaque colis primaire doit porter un **code d'identification unique** qui relie sans ambiguïté les déchets radioactifs à leur documentation (voir chapitre 3).
- 616 (L,O) Le **code d'identification apposé** doit remplir toutes les conditions suivantes :
- Le code doit se composer d'une combinaison successive d'une lettre (L), d'un nombre à deux chiffres (C), d'un trait d'union et d'un nombre à quatre chiffres (C) (voir Figure 1). Les règles suivantes s'appliquent :
 - La lettre correspond au producteur (voir NTC-3[13]).
 - Le nombre à deux chiffres avant le trait d'union correspond aux deux derniers chiffres de l'année de fabrication de l'emballage primaire.
 - Le nombre à quatre chiffres après le trait d'union est le numéro séquentiel attribué au colis.
 - Le code doit se composer de lettres et de chiffres d'une taille de 75 mm ou plus.
 - Le code doit être apposé avant que l'emballage primaire soit rempli de déchets.
 - Le code doit être apposé sur la face latérale du fût métallique et sur le couvercle ou le fond.
 - Le code doit rester lisible pendant au moins 75 ans (période d'entreposage).

L	C	C	-	C	C	C	C
---	---	---	---	---	---	---	---

Figure 1: code d'identification théorique d'un colis de DC

- 617 (O) Chaque colis primaire doit porter un **sigle d'avertissement indiquant la présence de rayonnements ionisants**, correspondant au symbole repris sous la Figure 2. Le sigle d'avertissement apposé doit remplir toutes les conditions suivantes :
- Le sigle doit avoir une hauteur de 200 mm ou plus et doit respecter les proportions indiquées en Figure 2.
 - Le sigle doit être clairement visible et facilement reconnaissable.
 - Le sigle doit être apposé sur la face latérale du fût métallique à un endroit situé en dessous du code d'identification.

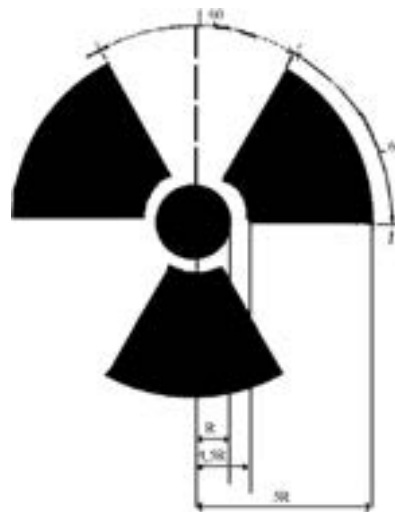


Figure 2: Symbole dans le sigle d'avertissement de la présence de rayonnements ionisants sur un colis de DC

7 AGENTS PATHOGENES BIOLOGIQUES

- 701 (L,O) Les déchets radioactifs ne peuvent être contaminés ou potentiellement contaminés par des **agents pathogènes biologiques**.

Par agents pathogènes biologiques, on entend :

- des matières infectieuses (telles que définies pour la classe 6.2 de l'ADR)
- des biotoxines (telles que définies pour la classe 6.1 de l'ADR – code T1, T2)
- des déchets médicaux (tels que définis pour la classe 6.2 de l'ADR – UN 3291)
- des organismes génétiquement modifiés (tels que définis pour le code M8 de la classe 9 de l'ADR)

- 702 (L,O) Les déchets radioactifs biologiquement **inactivés** doivent être considérés comme potentiellement contaminés par des agents pathogènes biologiques.

8 DISPOSITIONS ADMINISTRATIVES

8.1 Non-conformités

Il n'est pas possible de déroger aux critères de transfert contractuels.

8.2 Dérogations

Il n'est pas possible de déroger aux critères de transfert contractuels.

9 RÉFÉRENCES

- [1] Note ONDRAF 2000-3264fr (révision 2): « ACRIA-DC-LAGA-HOC-151 », auteur : M. Demarche, R. Gens et J. Lenssens;
- [2] Note ONDRAF 2000-4221fr : « ACRIA-DC-LAGAT-HOC-151 », auteur : M. Demarche, R. Gens et J. Lenssens;
- [3] Note ONDRAF 2010-1076fr (révision 1) : « ACRIA-DC-MAGA-HOC-127 », auteur : C. De Bock;
- [4] Note ONDRAF 2010-1077f (révision 1) : « ACRIA-DC-MAGAT-HOC-127 », auteur : C. De Bock;
- [5] Note ONDRAF 98-1446, « Overzichtslijst van goedgekeurde documenten met betrekking tot de acceptatiecriteria voor radioactief afval / Liste récapitulative des documents approuvés relatifs aux critères d'acceptation de déchets radioactifs»;
- [6] Note ONDRAF 2012-0982, note technique : « GLOS: Glossaire relatif aux critères d'acceptation de l'ONDRAF »;
- [7] Note ONDRAF 400-89/623, note technique NTC-4 : « Qualification d'un procédé et d'une installation de traitement/conditionnement de déchets radioactifs - directives d'élaboration d'un dossier technique », auteur : A. De Goeyse;
- [8] Note ONDRAF 97-3497 : « Note technique NTC-6 : Méthodes et installations de mesure pour la détermination de l'activité des déchets conditionnés », auteur : A. De Goeyse;
- [9] Note ONDRAF 97-4696 : « Note technique NTC-6/A : Contenu type d'un dossier technique pour les méthodes basées sur l'analyse de colis primaires par spectrométrie gamma, auteur : A. De Goeyse;
- [10] Note ONDRAF 97-4700 : « Note technique NTC-6/B : Contenu type d'un dossier technique pour les méthodes basées sur l'analyse de colis primaires à l'aide de mesures neutroniques », auteur : A. De Goeyse;
- [11] Note ONDRAF 2020-2682 : « Note technique NTC-6/C : Contenu type d'un dossier d'agrément pour les méthodes basées sur l'analyse de colis primaires à l'aide de mesures de débit de dose », auteur : J. Becker;
- [12] Note ONDRAF 2000-1049 : « Note technique NTC-9 : Contenu type des dossiers d'agrément des emballages primaires pour les déchets conditionnés », auteur : M. Voet;
- [13] Note ONDRAF 2021-0334F, note technique : « Note technique NTC-3 », auteur : N. Van Houtven ;
- [14] « Règlement CLP », à savoir le Règlement (CE) no 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 (et modifications ultérieures) relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges,

-
- modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) no 1907/2006 ;
- [15] « Directives techniques pour la classification des déchets », Communication (CE) no 2018/C124/01 de la Commission européenne du 9 avril 2018 ;
 - [16] Note ONDRAF 2018-2897 : « Évaluation RAS et/ou DEF dans le béton concassé pour le stockage en surface à Dessel - conformément au dossier de sûreté version 3 », auteur : E. Coppens ;
 - [17] NBN EN 206+A2 : « Béton - Spécification, performances, production et conformité », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2021 ou plus récente ;
 - [18] NBN EN 197-1, « Ciment - Partie 1 : Composition, spécifications et critères de conformité des ciments courants », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2011 ou plus récente ;
 - [19] NBN EN 12620, « Granulats pour béton », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2013 ou plus récente ;
 - [20] NBN EN 13139, « Granulats pour mortiers », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2013 ou plus récente ;
 - [21] NBN EN 1008, « Eau de gâchage pour bétons : Spécifications d'échantillonnage, d'essais et d'évaluation de l'aptitude à l'emploi, y compris les eaux des processus de l'industrie du béton, telle que l'eau de gâchage pour béton », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2002 ou plus récente ;
 - [22] NBN EN 934-1, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 1 : Exigences communes », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2008 ou plus récente ;
 - [23] NBN EN 934-2+A1, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 2 : Adjuvants pour bétons - Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2012 ou plus récente ;
 - [24] NBN EN 934-3+A1, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 3: Adjuvants pour mortier de montage - Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2012 ou plus récente ;
 - [25] NBN EN 934-4, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 4 : Adjuvants pour coulis de câble de précontrainte - Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2009 ou plus récente ;
 - [26] NBN EN 934-5, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 5 : Adjuvants pour béton projeté - Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage » Bureau de Normalisation (NBN), édition 2008 ou plus récente ;
 - [27] NBN EN 934-6, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 6 : Échantillonnage, évaluation et vérification de la constance des performances », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2019 ou plus récente ;
 - [28] NBN EN 15167-1, « Laitier granulé de haut-fourneau moulu pour utilisation dans le béton, mortier et coulis - Partie 1 : Définitions, exigences et critères de conformité», Bureau de Normalisation (NBN), édition 2007 ou plus récente ;
 - [29] NBN EN 13263-1+A1, « Fumée de silice pour béton - Partie 1 : Définitions, exigences et critères de conformité », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2009 ou plus récente ;
 - [30] NBN EN 450-1, « Cendres volantes pour béton - Partie 1 : Définition, spécifications et critères de conformité », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2012 ou plus récente ;
 - [31] NBN B15-216, « Essais des bétons – Retrait et gonflement », Bureau de Normalisation (NBN), édition 1974 ou plus récente ;

-
- [32] NBN B14-217, « Essais des mortiers - Retrait et gonflement », Bureau de Normalisation (NBN), édition 1983 ou plus récente ;
 - [33] NBN EN 12390-3, « Essais pour béton durci - Partie 3 : Résistance à la compression des éprouvettes », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2019 ou plus récente ;
 - [34] NBN EN 1015-11, « Méthodes d'essai des mortiers pour maçonnerie - Partie 11: Détermination de la résistance en flexion et en compression du mortier durci », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2019 ou plus récente ;
 - [35] NBN EN 12390-5, « Essais pour béton durci - Partie 5 : Résistance à la flexion des éprouvettes », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2019 ou plus récente ;
 - [36] Note ONDRAF 2014-3049, « Beproeving van een matrix tot interne sulfiet aantasting (DEF) », auteur : E. Coppens ;
 - [37] Note ONDRAF 1998-1185 : « TFT 3 : Résistance à la lixiviation », auteur : R. Gens ;
 - [38] Note ONDRAF 1998-1196 : « TFT 4 : Expression et présentation des résultats des essais de lixiviation », auteur : R. Gens ;
 - [39] ANDRA spécification : 'ACO.SP.ASRE.00-064 : Evaluation de la stabilité mécanique d'un bloc de déchets dont la matrice est un liant hydraulique alcalin.', édition juin 2006 ou plus récente ;
 - [40] Note ONDRAF 2018-0265, 'Het betrouwbaarheidsinterval voor de individuele waarde, toegepast op betonproductie', auteur: E. Coppens ;
 - [41] IAEA Safety Standards – Specific Safety Requirements no. SSR-6 (Rev. 1): « Regulations for the safe transport of radioactive material (edition 2018) », Vienne : Agence Internationale de l'Énergie Atomique, édition 2018 ou plus récente, ISBN 978-92-0-107917-6 ;
 - [42] Note ONDRAF 2011-0860, note technique : « NTC-14 : Contenu type d'une AA ou d'une RANC par rapport à un critère à long terme applicable aux déchets conditionnés », auteur: C. De Bock ;
 - [43] Arrêté royal du 18 novembre 2002 (et modifications ultérieures) réglant l'agrément d'équipements destinés à l'entreposage, au traitement et au conditionnement de déchets radioactifs portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants ;
 - [44] NBN EN 1744-1+A1, « Essais visant à déterminer les propriétés chimiques des granulats – Partie 1 : Analyse chimique », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2013 ou plus récente ;
 - [45] Note Tractebel BP400L/4NT.0346002/000/00, note technique: 'BP 400L drum impact analysis (additional calculations)', Tractebel engineering ;
 - [46] Note ONDRAF 1997-2207: 'TFT 2: Détermination de la résistance aux effets thermiques des colis enrobés de déchets solides' ;
 - [47] NBN B05-203, « Essais des matériaux de construction – Gélivité – Cycles de gel dégel », Bureau de Normalisation (NBN), édition 1977 ;
 - [48] NBN B15-231, « Essais des bétons – Gélivité » Bureau de Normalisation (NBN), édition 1987 ;
 - [49] Note ONDRAF 2019-0624, « Détermination des valeurs $C_{i,max}$ à utiliser dans les ACRIA pour les déchets de stockage », auteur : E. Vermariën ;
 - [50] Note ONDRAF 2005-1858, « Synthesenota bepaling onderlimiet Ra-226/Th-232 in RAGAL. », auteur : J. Lenssens ;

- [51] « RGPRI », soit l'arrêté royal du 20 juillet 2001 portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants ;
- [52] « ADR » en vigueur au 1^{er} janvier 2021 (et ses modifications ultérieures), à savoir la Convention européenne relative au transport international des marchandises dangereuses par la route, publiée au Moniteur belge le 23 décembre 2020 ;

Annexe 1 Justification des critères de transfert contractuels

- 201 L'approbation des équipements, réglé par l'arrêté royal du 18 novembre 2002 [43], est un élément essentiel pour assurer la conformité des déchets radioactifs aux critères de transfert contractuels. En effet, l'approbation implique :
- que la méthode, le procédé, l'équipement, l'installation qu'un producteur utilise permet de traiter et de conditionner des déchets radioactifs qui répondent aux critères de transfert contractuels en vigueur ;
 - qu'il s'agit d'un équipement pour lequel la priorité est donnée à l'application de technologies de traitement, de conditionnement et de caractérisation radiologique de colis primaires ou d'unités d'enlèvement de DC dont la faisabilité est suffisamment éprouvée et dans le cadre desquelles le principe d'optimisation de la protection radiologique (ALARA) est appliqué.
- L'approbation signifie :
- que les déchets bruts et/ou traités sont conditionnés selon un procédé agréé.
 - que les DC sont caractérisés radiologiquement selon une méthode agréée et, le cas échéant, avec un système de mesure agréé.
 - que les DC sont emballés dans un emballage primaire agréé.
- 202 Idem justification 201.
- 203 L'ONDRAF a consigné dans ces notes techniques les méthodes de mesure qu'il juge indispensables pour obtenir des données radiologiques qualitatives correctes sur les DC. Pour l'approbation des méthodes et installations de mesure pour la caractérisation radiologique des DC l'ONDRAF utilise ces notes techniques comme s'il s'agissait de normes.
- 204 Idem justification 201.
- 301 Le formulaire C est structuré en deux parties principales : 1) la page de garde contenant les informations applicables à tous les colis et 2) l'annexe contenant les informations spécifiques à chaque colis. Ce critère de transfert contractuel énumère les informations que le producteur fournit sur la page de garde.
- 302 Les données spécifiques par colis sont structurées en deux grandes parties : a) les données physiques et chimiques et b) les données radiologiques. Ce critère de transfert contractuel énumère les données physiques et chimiques que le producteur fournit dans l'annexe du formulaire C.
- En ce qui concerne les « substances dangereuses » ou les « mélanges dangereux » :
- Le « danger » d'une substance ou d'un mélange dans les déchets d'un colis primaire ne concerne pas seulement la présence d'une certaine substance « dangereuse », mais aussi la concentration avec laquelle cette substance est présente dans les déchets. Vous trouverez ci-dessous un exemple de calcul de l'évaluation de la « dangerosité » d'une substance ou d'un mélange, ainsi que les données figurant dans l'annexe du formulaire C.
- Supposons un colis primaire avec une forme de déchet de 100 kg, dont 5 kg d'amiante :
- La concentration d'amiante dans la forme de déchet est donc de 5 %.
 - Selon le règlement CLP [14], l'amiante est une substance dangereuse désignée par la phrase H350 (cancérogène, catégorie IA/B).
 - Conformément au § 3.6.3 de l'annexe I du règlement CLP, ce danger s'applique si la concentration d'amiante est supérieure à 0,1 %.
→ Par conséquent, la phrase H350 est d'application.
 - Selon le règlement CLP, l'amiante est également une substance dangereuse désignée par la phrase H372 (nocive pour certains organes, catégorie 2).
 - Conformément au § 3.9.3 de l'annexe I du règlement CLP, ce danger s'applique si la concentration d'amiante est supérieure à 10 %.
→ Par conséquent, la phrase H372 est d'application.
 - Les informations à fournir dans l'annexe du formulaire C sont : La forme de déchet contient la substance dangereuse « amiante » avec la phrase H appropriée: H350.
- 303 L'activité des radionucléides est demandée en raison de l'importance de ces nucléides pour la sûreté opérationnelle, la sûreté à long terme dans la destination finale de référence, ou les deux. La sélection des radionucléides a été étendue pour préserver si possible le stockage géologique en

tant qu'option de secours pour les déchets concernés. Elle assure également la traçabilité des déchets radioactifs.

- 304 Les données spécifiques par colis sont structurées en deux grandes parties : a) les données physiques et chimiques et b) les données radiologiques. Ce critère de transfert contractuel énumère les données radiologiques que le producteur fournit dans l'annexe du formulaire C.
- 305 Cette donnée est nécessaire au regard des critères de transfert contractuels du Chapitre 7.
- 306 Le dossier documentaire de production (DDP) contient toutes les informations pertinentes sur les colis de DC. Ce dossier permet à l'ONDRAF de vérifier si les critères de transfert contractuels applicables ont été respectés. En outre, ce dossier contient également des données sur les déchets radioactifs qui garantissent une meilleure traçabilité des déchets.
- 307 Un DDP contient toutes les données requises dans le présent document (démontrant le respect des critères de transfert contractuels), d'une part, et d'autre part, qui sont à documenter conformément au dossier d'approbation (par exemple les paramètres de processus, les certificats de matières premières ...). Le DDP s'inscrit également dans le cadre des exigences de l'ONDRAF en matière de gestion qualité et est requis pour accepter les colis primaires de DC qui sont présentés.

Les contrôles de production effectués lors de la réception des emballages primaires portent sur la présence ou non de fissures, de bosses, de rayures ... Lors des contrôles pendant la cimentation, le producteur examine : le moment (du début à la fin) où le colis est resté immobile, la hauteur de remplissage du colis ..., tandis que les contrôles pendant la fermeture portent principalement sur : la qualité du sertissage, l'absence d'eau libre sur la surface supérieure du colis ...

Pour la ségrégation (voir le critère 431), la RAS (voir critère 414) et la DEF (voir le critère 435), il suffit d'inclure dans le dossier d'approbation les résultats des essais sur des échantillons représentatifs de la matrice d'immobilisation ou du produit d'immobilisation. Il n'est pas nécessaire d'inclure dans le DDP.

En ce qui concerne les « substances contenant de la cellulose » :

Les substances contenant de la cellulose sont principalement ou entièrement constituées de cellulose. La cellulose est constituée d'une séquence d'unités de glucose et est donc considérée comme une substance 'putrescible' ou organique périssable. L'ISA, un produit de dégradation de la cellulose, est un agent complexant ou chélatant (voir ci-dessous) dont l'effet perturbateur sur les barrières cimentaires dans le stockage est connu.

Exemples de substances contenant de la cellulose : papier, carton, bois et coton. Dans la pratique, des substances contenant de la cellulose peuvent aussi se trouver dans les matériaux de construction, comme les panneaux de fibres de bois et de ciment, le gyproc (plaque de plâtre) ou le linoléum. Ils se retrouvent aussi typiquement dans le sol (à cause des rameaux et des feuilles). Par contre, le cuir (chaussures) n'est pas un matériau contenant de la cellulose.

En ce qui concerne les « chlorures minéraux » :

En général, les chlorures sont des composés qui contiennent du chlore à l'état d'oxydation « - 1 ». Un ion chlorure est l'ion chargé négativement Cl^- . Les ions chlorure dans une solution aqueuse peuvent compromettre la sûreté à long terme de deux façons :

- Les ions chlorure peuvent avoir un effet perturbateur sur l'armature en acier du caisson ; et
- de cette façon, les ions chlorures, à l'instar des substances contenant de la cellulose, peuvent avoir un effet perturbateur sur la rétention chimique des barrières en ciment. En cas de concentration élevée d'ions chlorures dissous, la matrice de ciment elle-même peut être affectée.

La connaissance de la masse d'ions chlorures qui peut être libérée par la dissolution des chlorures dans l'eau est donc importante pour la documentation des déchets radioactifs.

Pour l'application de ce document, tous les chlorures inorganiques sont considérés. Les chlorures minéraux sont des sels dans lesquels l'ion chargé négativement (« anion ») est un ion chlorure. Un sel est une liaison électrostatique (c'est-à-dire non covalente) entre les ions positifs et négatifs. Un exemple de chlorure minéral est le NaCl (sel de table). En pratique, les chlorures minéraux peuvent généralement se trouver dans les déchets radioactifs provenant de résidus d'évaporation, de matériaux absorbants, de roches sédimentaires ou de matériaux de

construction dérivés de roches sédimentaires (sable, briques et débris de béton) ou dans les déchets résultant de l'utilisation d'agents de décontamination et de nettoyage.

Les chlorures organiques ne sont constitués que de liaisons covalentes. Pour ces types de déchets, le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface des déchets (voir § 5.3.2.10.4 du rapport de sûreté) démontre qu'ils ne donnent pas lieu à la libération de plus de 0,4 m% d'ions chlorure par rapport à la masse de liant dans la matrice d'immobilisation. Le polychlorure de vinyle (PVC) ou d'autres plastiques chlorés sont des exemples de composés chimiques dans lesquels l'élément chlore est lié par covalence.

Voici un exemple de calcul pour illustrer la dérivation des données pour le DDP.

Supposons un colis primaire contenant des déchets radioactifs bruts et/ou traités avec 2 kg d'AgCl, 1 kg de NaCl et 20 kg de PVC et 350 kg de la matrice d'immobilisation (estimations):

- Seuls les sels minéraux AgCl et NaCl sont considérés comme solubles dans l'eau.
- La masse des ions chlorures dans chaque chlorure peut être dérivée de la masse du chlorure et des masses atomiques des éléments (35,45 pour Cl, 107,87 pour Ag, 22,99 pour Na).
- Par exemple, la masse des ions chlorures dans le NaCl est égale à $1 \text{ kg} \times (35,45 / (35,45 + 22,99)) = 0,6 \text{ kg}$.
- Les composants utilisés pour la matrice d'immobilisation dans cet exemple sont énumérés dans Tableau 11.

Tableau 11: Composants de la matrice d'immobilisation fictive

Composant	Masse [kg]	% Cl ⁻	Masse Cl ⁻ [kg]
Granulat 1	135	0,001	0,00135
Granulat 2	51	0,001	0,00051
Eau	62,5	0,025	0,0156
Ciment (type CEMI)	100	0,1	0,1
Adjuvant	1,5	0,1	0,0015

- Les pourcentages d'ions chlorures dans les granulats utilisés doivent être testées selon la norme NBN EN 1744-1 [44]. Pour cet exemple, une valeur conservative de 0,001 m% a été retenue. La norme belge pour l'eau potable impose un maximum d'ions chlorures de 250 mg/l, soit 0,025 m%. Selon les normes respectives NBN EN 197-1 [18] et NBN 934-1 [22] les ciments et les adjuvants utilisés dans la matrice d'immobilisation ne peuvent pas contenir plus de 0,1 m% d'ions chlorures. Il convient de noter que le ciment est la principale contribution à la masse des ions chlorures dans la matrice d'immobilisation.
- Les données du DDP sont donc : AgCl (2 kg AgCl, 0,5 kg ions chlorures), NaCl (1 kg NaCl, 0,6 kg ions chlorures) et matrice d'immobilisation (350 kg, 0,1 kg ions chlorures).

En ce qui concerne les « sulfates solubles dans l'eau » :

Les sulfates désignent les composés chimiques contenant l'ion sulfate. Un ion sulfate est un oxoanion polyatomique de soufre de formule brute SO_4^{2-} . Les ions sulfates dans une solution aqueuse peuvent compromettre la sûreté à long terme puisqu'ils affectent la matrice de ciment et donc affecter l'intégrité des barrières cimentaires du stockage en surface.

Pour l'application de ce document tous les sulfates inorganiques, à l'exception du BaSO_4 (baryumsulfate), sont considérés comme des sulfates solubles dans l'eau. Les sulfates organiques sont des sels dans lesquels l'ion chargé négativement (« anion ») est un ionsulfate (SO_4^{2-}). Un sel est une liaison électrostatique (c'est-à-dire non covalente) entre les ions positifs et négatifs. Le NaSO_4 est un exemple de sulfate inorganique. En pratique, les sulfates organiques peuvent généralement se trouver dans les déchets radioactifs provenant de résidus d'évaporation, d'engrais (par exemple sulfate d'ammoniac), de roches sédimentaires ou de matériaux de construction dérivés de roches sédimentaires (par exemple gypse dans les plaque de plâtre ou gyproc) ou dans les déchets résultant de l'utilisation d'agents de décontamination et de nettoyage.

Les sulfates organiques n'apparaissent que dans les résines conditionnées de manière homogène et dans les petites colonnes de résine conditionnées de manière hétérogène. Pour ces types de déchets, le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface des déchets (voir § 5.3.2.10.5 du rapport de sûreté) démontre qu'ils ne donnent pas lieu à la libération de plus de 12 g d'ions sulfate par kilogramme de forme du déchet. Les esters sulfatés (comme le sulfate de diméthyle) sont un exemple de sulfate organique.

En ce qui concerne les « agents complexants ou chélatants » :

Les agents complexants et les chélatants sont des liaisons par attraction électrostatique entre un ion métallique central et les ligands organiques environnants. L'agent complexant ou chélatant peut avoir des propriétés de migration significativement différentes de celles de l'ion métallique individuel. De cette façon, les agents complexants ou chélatants peuvent avoir un effet perturbateur sur la rétention chimique des barrières à base de ciment. C'est pourquoi les agents complexants et chélatants sont limités dans les déchets. Cependant, la gamme des agents complexants ou chélatants est très étendue et leurs propriétés sont très diverses. Pour cette raison l'ONDRAF ne peut imposer des exigences ou des valeurs limites spécifiques, mais demande-elle seulement que la présence d'agents complexants ou chélatants dans les déchets soit documentée. Cela permettra, le cas échéant, de réaliser des évaluations de sécurité spécifiques. Cela permettra de réaliser des études de sûreté spécifiques, qui pourront ou non démontrer que les déchets peuvent être placés dans l'installation de stockage en surface en toute sécurité, sous réserve d'éventuelles mesures telles qu'une adaptation des critères radiologiques et/ou de la stratégie de remplissage.

Exemples d'agents complexants ou chélatants : EDTA, DPTA, NTA, acide tartrique, acide citrique, acide oxalique, acide alkylsulfonique, phénols substitués ... Dans la pratique, des agents complexants ou chélatants peuvent généralement être présents dans les déchets radioactifs résultant de l'utilisation d'agents de décontamination et de nettoyage dans les hôpitaux, les instituts de recherche, les entreprises chimiques et lors du démantèlement d'installations nucléaires.

En ce qui concerne les « agents absorbants » :

Les agents absorbants inorganiques (par exemple gel de silice et vermiculite) peuvent se dilater au contact de l'eau. Les agents absorbants organiques peuvent contenir des agents complexants ou chélatants ou leurs produits de dégradation peuvent l'être. Des agents absorbants pourraient donc hypothétiquement porter préjudice à la sécurité de la gestion à long terme des déchets radioactifs. L'ONDRAF ne dispose pas d'une argumentation suffisamment solide pour imposer certaines valeurs limites. Les agents absorbants ne se retrouvent toutefois qu'en quantités limitées par colis. L'ONDRAF tolérera donc la présence d'absorbants organiques ou inorganiques dans les déchets, mais exigera néanmoins que ces substances soient identifiées et leur masse, déclarée.

401 En comparaison avec les liquides, les gaz, les poudres ..., une forme du déchet solide et non dispersable possède de meilleures propriétés physiques, mécaniques et chimiques pour une gestion sûre. Les liquides, les gaz, les poudres ..., présentent un risque plus important de fuites éventuelles de radioactivité dans l'environnement.
Une forme du déchet compacte constitue un ensemble continu non dispersible.
Une forme du déchet stable garantit que l'évolution de la forme du déchet soit restreinte et qu'elle ne se dégradera pas sous l'influence de l'environnement, de son propre contenu ou à la suite d'actions normales dans les différentes étapes de la gestion.

402 Ce critère est un critère opérationnel car le gaz peut se former à la suite de réactions entre les déchets radioactifs bruts et/ou traités et la matrice d'immobilisation, en raison de la corrosion, de la radiolyse ou de la décomposition de substances organiques. Ce gaz peut affecter l'intégrité de la forme du déchet en provoquant des fissures, des fentes, des trous et/ou des déformations. Il peut également affecter l'intégrité de l'emballage primaire. Les fonctions de sûreté opérationnelle des colis primaires de DC (confinement, blindage et isolement) peuvent donc être perturbées.
En même temps, ce critère de transfert contractuel vise également à garantir le stockage géologique comme option de repli lorsque cela s'avère possible. Dans le cadre du stockage géologique, la production de gaz est un phénomène important. Par conséquent, ce critère de transfert contractuel peut également être considéré comme un critère à long terme.

- 403 Ce critère de transfert contractuel veille à éviter une évaporation excessive de l'eau dans la forme du déchet. Une évaporation excessive d'eau peut mener à des fissures, effritement, déformation ..., de la forme du déchet, qui peuvent nuire la durabilité du produit d'immobilisation.
- 404 A :
Les ions chlorures minéraux peuvent nuire à la sécurité de deux façons : d'une part, ils peuvent avoir un effet perturbateur sur les armatures en acier du caisson. D'autre part, à l'instar des substances contenant de la cellulose, ils peuvent former des complexes stables avec certains radionucléides, perturbant les fonctions de rétention des barrières ouvragées. S'il y a beaucoup des ions chlorures, elles peuvent endommager la matrice de ciment elle-même.
La valeur limite dans ce critère découle des critères de conformité applicables aux déchets destinés au stockage en surface (voir § 15.4.2.2 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface). Le rapport de sûreté limite la quantité d'ions chlorures minéraux dans la forme du déchet à 0,4 m% de la masse de ciment dans la matrice d'immobilisation. L'ONDRAF n'exclut pas a priori l'utilisation de liants hydrauliques alternatifs, voir critère 412. Par conséquent, dans le critère de transfert contractuel, la "masse de ciment" est remplacée par la "masse de liant". La forme du déchet comprend les déchets radioactifs bruts et/ou traités introduits, les composants internes, la matrice d'immobilisation et l'éventuel blindage interne ou bouchon en béton (voir Annexe 3), de sorte que la somme de tous les ions chlorures minéraux de ces composants constitue la quantité totale d'ions chlorures minéraux pris en considération dans ce critère. Le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 5.3.2.10.4 du rapport de sûreté) démontre que les chlorures organiques ne donnent pas lieu à la libération de plus de 0,4 m% d'ions chlorure par rapport à la masse de liant dans la matrice d'immobilisation (voir également la justification 307).
- B :
Critère 404A relaxé uniquement dans le cadre de l'accord entre Engie et l'Etat belge pour le transfert financier des déchets radioactifs de catégorie A pour certains flux/familles de déchets radioactifs.
- C :
Critère 404A relaxé uniquement dans le cadre de l'accord entre Engie et l'Etat belge pour le transfert financier des déchets radioactifs de catégorie A pour certains flux/familles de déchets radioactifs.
- 405 Ce critère de transfert contractuel repose sur une décision de l'ONDRAF, qui entend ainsi maintenir la gestion courante des « substances putrescibles » dans les déchets. Par « substances putrescibles », on entend des substances organiques susceptibles de former un substrat approprié (= milieu de culture pour les micro-organismes) pour un processus de biodégradation et/ou se dégrader facilement par hydrolyse basique. Les substances putrescibles sont donc des substances et des graisses biodégradables. Les substances biodégradables sont, en effet, des substances qui peuvent former un substrat approprié pour un processus de biodégradation. Les graisses sont des substances qui se désintègrent par hydrolyse basique en un savon (= sel d'un acide gras) et en glycérol.
Les deux réactions susmentionnées donnent lieu à des produits susceptibles de perturber les fonctions de sécurité opérationnelle et à long terme (par exemple par la corrosion de l'emballage métallique ou la dégradation de la matrice de ciment), selon leur quantité présente dans les déchets. Le critère fait une exception pour le cas des substances contenant de la cellulose, pour lesquelles il existe une limite maximale spécifique (voir § 15.4.2.1 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface). Le critère fait également abstraction du fait que, dans la pratique, les graisses sont soit biodégradables, soit présentes en quantités négligeables dans les déchets. Le critère de transfert contractuel ne s'applique pas aux emballages primaires car ceux-ci ne contiennent aucune substance biodégradable. Ce critère n'est pas quantitatif. Il n'est pas exprimé à l'aide de valeurs limites numériques. L'interdiction de présence de substances biodégradables ne doit donc pas être assimilée à la valeur limite zéro. Le critère est qualitatif. Des quantités négligeables des substances en question, qui n'interfèrent pas avec la performance des fonctions de sûreté, peuvent donc être tolérées.
- 406 L'acide isosaccharinique (ISA), principal produit de dégradation de la cellulose en conditions de stockage, peut former des complexes stables avec certains radionucléides. Cela perturbe les propriétés de rétention des barrières ouvragées cimentaires et peut donc entraîner un impact radiologique plus élevé par la lixiviation du stockage en surface. À cette fin, la présence de substances contenant de la cellulose dans la forme du déchet doit être limitée. Cependant, la relation entre la présence d'ISA et son influence sur les propriétés de rétention des barrières de ciment n'est pas proportionnelle. Il existe une valeur maximale pour la concentration d'ISA en dessous de laquelle il n'y a pas d'influence sur ces propriétés de rétention.

La limite de 0,1 kg pour un colis de 400 litres est directement issue du rapport de sûreté du stockage en surface (voir § 15.4.2.1 du rapport de sûreté).

Le critère de transfert contractuel ne s'applique pas aux emballages primaires, car ceux-ci ne contiennent aucune substance cellulosique. Quelques exemples des substances cellulosiques sont fournis dans la justification 307.

- 407 Ce critère découle du rapport de sûreté sur les déchets destinés au stockage en surface (voir § 15.4.2.5 du rapport de sûreté). Il stipule que les substances ou mélanges classés sous « dangers physiques » sont exclus des déchets de stockage. C'est une décision de l'ONDRAF d'ajouter un complément concernant les phrases EUH. Ces phrases EUH fournissent des informations supplémentaires sur des risques spécifiques pour les substances qui sont classées comme physiquement dangereuses.
- La concentration joue également un rôle dans l'évaluation de la dangerosité des certaines substance. L'ONDRAF a choisi le colis DC individuel comme unité pour cette évaluation et, à ce titre, de calculer les concentrations des substances potentiellement dangereuses sur la masse de la forme de déchets du colis DC. Le critère de transfert contractuel ne s'applique pas aux emballages primaires car ceux-ci ne contiennent aucune substance ou mélange dangereux.
- Ce critère n'est pas quantitatif. Il n'est pas exprimé à l'aide de valeurs limites numériques. L'interdiction de présence de substances ou de mélanges dangereux ne doit donc pas être assimilée à la valeur limite zéro. Le critère est qualitatif. Des quantités négligeables des substances en question, qui n'interfèrent pas avec la performance des fonctions de sûreté, peuvent donc être tolérées
- 408 Selon le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 15.3.4 du rapport de sûreté), aucun processus ne peut se produire dans les déchets destinés au stockage en surface qui, en raison de l'expansion des déchets de stockage (par exemple la formation de gel), pourrait entraîner des fissures et donc affecter l'intégrité physique des barrières de ciment (ici, le caisson, le mortier de remplissage ou les déchets de stockage eux-mêmes). Ceci pourrait perturber les fonctions de sûreté du stockage en surface.
- Pour le béton concassé (comme la poussière de rabotage), les réactions la RAS et DEF ont été identifiées comme les seuls processus pour lesquels des critères et des exigences supplémentaires doivent être définis afin d'éviter de telles perturbations.
- 409 Cette valeur limite du critère de transfert contractuel est issue du rapport de sûreté relatif à l'installation de stockage en surface (voir § 15.4.2.3 du rapport de sûreté). La fraction massique des ions sulfates (SO_4^{2-}) dans chaque colis de déchets conditionnés est dès lors limitée à 12 g par kilogramme de la forme du déchet. Jusqu'à la limite de 12 g par kilogramme de la forme de déchet, la libération d'ions sulfates des déchets radioactifs conditionnés n'a aucune influence sur la détérioration de la matrice de ciment des barrières en béton selon l'évaluation de sûreté. Pour rappel : la masse de la forme du déchet est égale à la masse du colis moins celle de son emballage.
- Le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 5.3.2.10.5 du rapport de sûreté) démontre que les sulfates organiques ne donnent pas lieu à la libération de plus de 12 g d'ions sulfate par kilogramme de forme du déchet (voir également la justification 307).
- 410 Les métaux électropositifs (tels que l'aluminium, le béryllium et le magnésium) ne peuvent normalement pas être immobilisés dans une matrice à base de ciment comme liant hydraulique. Ceux-ci forment un couple redox, dans lequel une quantité non négligeable d' H_2 se libère pendant la prise et le durcissement de la matrice (à noter qu'une réaction de fixation dans une matrice de ciment peut prendre beaucoup de temps). L'immobilisation de ces métaux dans une matrice à base de ciment en tant que liant hydraulique n'est possible que si le producteur peut démontrer que la cinétique de la réaction est suffisamment lente pour qu'elle n'interfère pas avec la prise et le durcissement de la matrice. Ceci peut s'obtenir en utilisant une composition de matrice qui contient un additif (par exemple du nitrate de lithium) qui inhibe la réaction de corrosion.
- Ce critère n'est pas quantitatif. Il n'est pas exprimé à l'aide de valeurs limites numériques. L'interdiction de présence des métaux électropositifs ne doit donc pas être assimilée à la valeur limite zéro. Le critère est qualitatif. Des quantités négligeables des substances en question, qui n'interfèrent pas avec la performance des fonctions de sûreté, peuvent donc être tolérées.&
- 411 La composition chimique et les propriétés des déchets bruts et/ou traités peuvent avoir une grande influence sur la qualité et les propriétés du produit d'immobilisation. C'est pourquoi il est demandé au producteur d'indiquer la composition nominale et extrême des déchets ainsi que leurs propriétés correspondantes, afin qu'elles soient connues lors du développement de la composition de la matrice. La liste des propriétés des déchets bruts et/ou traités reprise dans le dossier d'approbation dépend des éléments suivants : la variante de conditionnement, le producteur, l'éventuel blindage

radiologique ou bouchon en béton présent, ... et est convenue avec l'ONDRAF durant le trajet d'approbation.

Ce critère est associé au critère 439, qui exige que la matrice d'immobilisation soit compatible avec toutes les compositions (chimiques) possibles des déchets bruts et/ou traités introduits.

- 412 Si le liant utilisé dans la matrice d'immobilisation répond à la norme indiquée dans le critère, la qualité du ciment peut être garantie. Un liant de qualité est nécessaire, mais pas suffisant pour une matrice d'immobilisation de qualité. Le laitier activé par des alcalins consiste en de laitier de haut fourneau activé par une base telle que NaOH ou KOH après mélange. Les propriétés de ce liant hydraulique alternatif sont équivalentes à celles d'un ciment CEM III/C, qui sont activées par le Ca(OH)_2 . Ce liant hydraulique alternatif limite donc la libération des radionucléides par les déchets bruts et/ou traités. L'ONDRAF n'exclut pas à priori l'utilisation d'autres liants hydrauliques alternatifs (tels que géopolymères, ciment phospho-magnésien, ciment sulfo-alumineux, etc.) Cependant, il existe des exigences supplémentaires si le producteur veut utiliser ces autres liants alternatifs dans la production de sa matrice d'immobilisation, que l'ONDRAF définira et développera ultérieurement.
- 413 Si les granulats utilisés dans la matrice d'immobilisation répondent à la norme indiquée dans le critère, la qualité des granulats peut être garantie. Des granulats de qualité sont nécessaires, mais pas suffisants pour obtenir une matrice d'immobilisation de qualité.
- 414 La réaction alcali-silice (RAS) est une réaction chimique entre des granulats qui contiennent de la silice réactive et les alcalis présents dans la matrice d'immobilisation. Cette réaction peut entraîner l'expansion de la forme du déchet (voir justification 408), qui pourrait à son tour entraîner des fissures et des déchirures dans le produit d'immobilisation. La méthode décrite dans l'ASTM C1260 est un test d'orientation qui peut mener à l'un des résultats suivants :
- le granulat est sensible à la RAS ;
 - le granulat est insensible à la RAS ;
 - le granulat est potentiellement sensible à la RAS.
- Dans ce dernier cas, la réalisation du test ASTM C1293 conduira à une classification du granulat comme « sensible à la RAS » ou « insensible à la RAS ». Il est important d'examiner tous les granulats utilisés, qu'ils contiennent du silicium ou du calcium. De faibles teneurs en silicium, en dolomite et/ou en argile réactifs peuvent en effet déjà entraîner une réaction expansive en milieu alcalin.
- 415 Idem justification 413
- 416 La dégradation de composés organiques peut conduire à la formation d'agents complexants ou chélatants. Ces agents peuvent modifier la spéciation des radionucléides en solution en augmentant la solubilité des radionucléides et/ou en réduisant la sorption sur les barrières artificielles (matrice d'immobilisation et/ou blindage radiologique) ou les roches sédimentaires dans les déchets radioactifs bruts et/ou traités. Le producteur peut mieux utiliser des adjuvants inorganiques pour éviter autant que possible la formation d'agents complexants et chélatants dans la matrice d'immobilisation. S'il est fait usage d'adjuvants organiques, le producteur doit argumenter ce choix dans le dossier d'approbation. Sur la base de recherches internationales sur la capacité complexante et chélatante des superplastifiants, l'ONDRAF permet l'utilisation des superplastifiants suivants si le dosage est correct⁹ : des superplastifiants à base de sulfonate de naphthalène, de polycarboxylate ou de sulfonate de mélamine. L'utilisation de sulfonate de naphthalène, de polycarboxylate et de sulfonate de mélamine est étayée par le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (pour le sulfonate de naphthalène et le polycarboxylate voir § 5.3.4 du rapport de sûreté, pour le sulfonate de mélamine voir § 5.3.1.2.9 du rapport de sûreté). Pour le sulfonate de mélamine aucune réduction de la sorption n'est attendue aux barrières artificielles.
- 417 Idem justification 413
- 418 Seuls les additifs minéraux à la matrice d'immobilisation sont autorisés, afin de limiter la quantité de substances organiques dans les déchets conditionnés. La dégradation de composés organiques

⁹ Par « dosage correct », on entend un dosage normal comme il est d'usage dans la technologie classique du béton (maximum de quelques pour cent par rapport à la masse du ciment), dans lequel la (les) adjuvant(s) n'a (n'ont) en outre pas d'effets négatifs sur les propriétés du mortier/béton frais ou de la pâte de ciment fraîche (tels que la ségrégation, la transpiration excessive...).

peut en effet conduire à la formation d'agents complexants ou chélatants (voir également justification 416).

- 419 Les normes garantissent une qualité minimale et une identification précise et univoque des additifs. Par exemple, certains granulats contenant du silicium sont classés comme fumée de silice en raison de leur granulométrie et sont certifiés et codifiés selon la norme spécifiée. Des additifs de qualité sont nécessaires, mais pas suffisants pour une matrice d'immobilisation de qualité.
- 420 Étant donné le risque plutôt faible de sensibilité à la RAS du filler calcaire, le producteur peut démontrer cette insensibilité avec sa composition chimique. Comme le test court ASTM-C1260 n'est pas applicable aux granulats fins de la matrice d'immobilisation tels que le filler calcaire (L ou LL), la roche mère du filler calcaire, si disponible avec une granulométrie suffisamment large, peut être évaluée en utilisant la méthode de test plus courte décrite dans l'ASTM C1260.
Le producteur peut également démontrer l'insensibilité à la RAS en effectuant le test standardisé ASTM C1293 sur l'ensemble du béton, du mortier ou de la pâte de ciment.
- 421 Le producteur peut réaliser les tests visés aux critères 421 à 431 sur des échantillons inactifs, en utilisant un surrogate des déchets réels (autrement dit un produit d'immobilisation non radioactif présentant les mêmes propriétés chimiques). Il est possible pour des raisons de protection radiologique et vu les limitations industrielles et économiques d'effectuer des tests sur des échantillons actifs du produit d'immobilisation. Il est très important que ces tests sur des échantillons non actifs soient représentatifs de la production réelle de DC. Le producteur démontre cette représentativité en réalisant un programme de tests complémentaire sur des échantillons actifs (on utilise souvent pour cela des tests qui sont plus facilement réalisables sur des échantillons actifs que les tests des critères de transfert contractuels).
- 422 La représentativité implique que les échantillons aient connu durant leur liaison et leur durcissement, proportionnellement, au moins les mêmes conditions (comme les charges, les forces, l'évolution de la température, ...) que le produit d'immobilisation dans un colis réel. En effet, lors de la cimentation homogène d'un colis réel, des changements interviendront suite à l'adaptation (agrandissement) de l'échelle et il faut en tenir compte, sinon ils peuvent entraîner des conséquences néfastes. Donc :
- les propriétés chimiques et physiques du produit d'immobilisation durant le mélange dépendent du volume et des quantités des éléments utilisés. Par exemple, les réactions d'hydratation du ciment sont exothermiques, ce qui induit une augmentation non négligeable et non uniforme de la température. Aussi bien l'augmentation de la température que le gradient de température sont supérieurs en cas de plus grand volume du produit d'immobilisation.
 - les propriétés qualitatives du produit d'immobilisation frais et durci dépendent du bon mélange du produit d'immobilisation. Le mélange d'une grande quantité de produit d'immobilisation dans une installation industrielle entraîne des difficultés supplémentaires par rapport au mélange d'une petite quantité dans un laboratoire.
 - la reproductibilité et la robustesse d'un colis réel dépendent tant des marges d'erreur définies pour le mélange du produit d'immobilisation (par exemple temps de mélange et puissance de mélange) que des marges d'erreur définies pour les quantités des éléments utilisés.
- Le producteur démontre cette représentativité en réalisant un programme de tests complémentaire sur des échantillons à échelle réelle (on utilise souvent pour cela des tests qui sont plus facilement réalisables sur des échantillons à échelle réelle que les tests des critères de transfert contractuels).
- 423 Le système de qualité doit garantir la qualité du produit d'immobilisation, afin que tous les critères de transfert contractuels relatifs à le produit d'immobilisation soient toujours respectés. Étant donné que la plupart des ingrédients d'un produit d'immobilisation sont des produits naturels, tout changement de l'origine de ces ingrédients (y compris un changement du fournisseur/de la carrière/du four à ciment ...) peut également avoir un impact sur des propriétés du produit d'immobilisation.
- 424 L'utilisation d'un liant hydraulique dans la composition d'un produit d'immobilisation est cruciale, en raison de ses propriétés chimiques, physiques et mécaniques (et donc pour la qualité). C'est pourquoi l'ONDRAF exige du producteur qu'il mette en œuvre les procédures nécessaires. Ce qui permet de garantir une composition constante du produit d'immobilisation, dans les marges de tolérance définies et acceptées, ainsi qu'une documentation correcte de cette composition dans le dossier d'approbation correspondant.

-
- 425 La composition nominale est contrôlée et garantie sur la base des précisions de dosage des ingrédients du produit d'immobilisation utilisées conformément à la norme spécifiée. Si le producteur n'est pas en mesure de respecter cette norme, il peut indiquer sa propre précision de dosage dans le dossier d'approbation, à condition qu'aucun autre critère ne soit enfreint par ces variations. Les variations par rapport à la composition nominale sont en outre importantes pour démontrer la robustesse (voir critère 439).
- 426 Si la prise du produit d'immobilisation coulé lors de la première étape commence avant que la deuxième étape soit entamée, des discontinuités peuvent se former entre les étapes successives. Il est possible d'éviter ces problèmes si le produit d'immobilisation est coulé en une seule fois ou si le temps entre deux étapes consécutives est suffisamment court pour que la prise de la première étape n'ait pas encore commencé.
- 427 Une perte d'eau excessive due à l'évaporation pendant la phase de prise peut entraîner un manque d'eau pour la prise et le durcissement, ce qui peut nuire à la durabilité du produit d'immobilisation. Un moyen de satisfaire à ce critère, est de placer le couvercle sur le colis primaire de DC sans le fermer de manière définitive.
- 428 Pendant la prise et le durcissement d'un produit d'immobilisation cimentaire, le produit d'immobilisation va dans une première phase « transpirer » (elle libère donc de l'eau). Cette eau est ensuite réabsorbée dans le produit d'immobilisation et liée, de sorte qu'il ne reste plus d'eau libre à la surface. La présence d'eau libre après la prise et le durcissement du produit d'immobilisation indique qu'une ségrégation a eu lieu ou que trop d'eau a été ajoutée au départ (par exemple demande en eau mal déterminée, erreur dans le dosage de l'eau ...). Les deux cas peuvent être préjudiciables à la qualité du produit d'immobilisation. Accessoirement l'eau libre peut favoriser des voies préférentielles de migration des radionucléides, ce qui augmente également le risque de contamination à l'intérieur et à l'extérieur du colis primaire de DC. Ce qui compromet l'intégrité du colis primaire au niveau confinement des radionucléides.
- 429 L'ONDRAF demande que le colis primaire soit maintenu immobile pendant un certain temps pour s'assurer que la prise est suffisamment avancée (réduction de la plasticité pendant la prise), afin qu'il n'y ait pas de perte de cohésion entre le produit d'immobilisation et les déchets bruts et/ou traités (à la suite de manipulations). Cela peut avoir des effets négatifs sur la qualité du colis primaire de DC. Entre le début et la fin de la prise, le colis ne peut être déplacé car le produit d'immobilisation se trouve alors dans un état semi-plastique avec des propriétés mécaniques très faibles. Les dommages éventuels (comme les fissures) sont permanents.
- 430 Les fissures dans la matrice d'immobilisation ne sont pas souhaitées, car elles peuvent indiquer d'une part une mauvaise qualité d'un des composants de la matrice d'immobilisation, et d'autre part un problème lors de la production du produit d'immobilisation radioactif. En vue de garantir la représentativité, l'ONDRAF préfère que le producteur produise le colis (non) actif avec la même installation de cimentage que pour le conditionnement des déchets bruts et/ou traités. Si ce n'est pas possible, le colis peut être fabriqué dans des conditions aussi représentatives que possible. Le mode de découpe est défini par le producteur de manière à limiter autant que possible l'éventuelle formation de fissures supplémentaires lors du découpage. Si la valeur pour le retrait est supérieure à 4 mm/m et que l'ouverture cumulative pour le colis (non) actif grandeur nature ne dépasse pas cette valeur de retrait mesurée, on suppose que les fissures apparues découlent du retrait et non de la mise à l'échelle. Le producteur peut alors utiliser la valeur de retrait mesurée comme limite supérieure de l'ouverture cumulative admissible. En l'absence d'une norme satisfaisante pour obtenir la valeur de retrait sur les pâtes de ciment, on utilise la même norme que celle valable pour les mortiers. Ce critère n'empêche pas une éventuelle perturbation des fonctions de sécurité (confinement des radionucléides), mais la limite quelque peu. Seules les fissures visuellement perceptibles, c'est-à-dire les fissures d'une largeur de 0,1 mm ou plus, sont prises en compte pour des raisons pratiques de faisabilité. Le contrôle vise donc à identifier une formation potentielle de fissures ne résultant pas de fissures dues au retrait. En effet, ces éventuelles fissures ne sont pas explicables et peuvent éventuellement être le résultat d'une pathologie à long terme qui n'a pas été remarquée à l'échelle du laboratoire.
- 431 Ce critère est nécessaire pour éviter le phénomène de ségrégation, qui a un impact négatif sur la qualité et l'homogénéité du produit d'immobilisation. La ségrégation forme des voies préférentielles potentielles de lixiviation, qui peuvent favoriser la migration des radionucléides et compromettre leur confinement.

-
- 432 La limite minimale historique et arbitraire de 20 MPa s'avère toutefois pénalisante dans certains cas pour la qualité du produit d'immobilisation. Une résistance minimale à la compression inférieure a donc été définie, basée sur des simulations des dommages qu'encourt un fût de 400 litres standard en fonction de la résistance à la compression de la matrice qu'il contient (voir [45]). En cas de chute de 6 mètres de haut, la déformation du fût est limitée à moins de la moitié de « l'ultimate strain », si la résistance à la compression du produit d'immobilisation s'élève à 8 MPa. Puisque la résistance à la compression d'un produit d'immobilisation cimenté de manière homogène peut (légèrement) baisser après avoir atteint un maximum, il est demandé au producteur de décrire dans son dossier d'approbation le déroulement de la résistance à la compression dans le temps (jusqu'à l'obtention d'un steady-state ou plateau). On peut ainsi démontrer si la résistance à la compression sera toujours d'au moins 8 MPa.
- 433 La résistance à la flexion donne une indication de la présence ou de l'absence de fissures dans le produit d'immobilisation. S'il y a des fissures dans le produit, la résistance à la flexion sera presque nulle. Les fissures peuvent favoriser le transport de radionucléides hors du colis et compromettre ainsi l'intégrité du colis primaire. L'ONDRAF a décidé d'utiliser la valeur 1 MPa comme limite inférieure pour des raisons pratiques. Puisque la résistance à la flexion d'un produit d'immobilisation cimenté de manière homogène peut (légèrement) baisser après avoir atteint un maximum, il est demandé au producteur de décrire dans son dossier d'approbation le déroulement de la résistance à la flexion dans le temps (jusqu'à l'obtention d'un steady-state ou plateau). On peut ainsi démontrer si la résistance à la flexion sera toujours d'au moins 1 MPa.
- 434 Ce critère donne une indication de la durabilité du produit d'immobilisation et du comportement du produit d'immobilisation en cas d'immersion dans l'eau. Les mécanismes de dégradation de matériaux cimentaires nécessitent généralement la présence d'eau et/ou sont accélérés en conditions humides. De plus, le stockage en surface et le stockage géologique évoluent à long terme vers un système humide caractérisé par une humidité relative élevée. La réalisation d'un test avec une humidité relative de 100 % est, en d'autres termes, conservatrice (ou du moins représentative) pour les humidités relatives prévisibles dans une installation de stockage. Tant pendant la phase opérationnelle de la gestion qu'à long terme, une certaine durabilité du produit d'immobilisation est importante. Dans l'installation de stockage, une plus grande durabilité du produit d'immobilisation et une plus grande résistance aux substances agressives en combinaison avec l'eau contribueront à une compatibilité assurée plus longue avec le système de barrières artificielles et à une meilleure compatibilité avec l'installation de stockage. Il est impossible de décrire tous les changements structurels potentiels dans le critère de telle sorte que plus aucune évaluation qualitative ne serait nécessaire. Quelques exemples de changements structurels inacceptables sont indiqués (voir Figure 3) afin de mieux expliquer le critère de transfert contractuel aux producteurs.

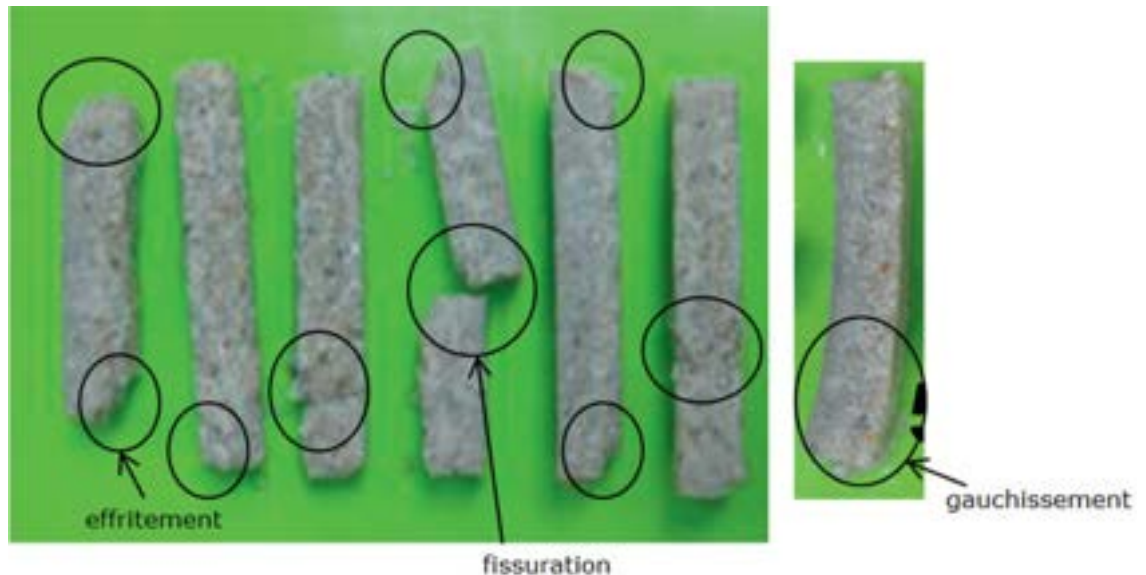


Figure 3: Exemples de changements structurels inacceptables (effritement, fissuration et gauchissement) d'échantillons (entourés).

- 435 Si la température dans un béton, un mortier ou une pâte de ciment augmente au-dessus de 60 °C pendant ou après la prise, il y a un risque de dégradation interne par les sulfates en raison de la formation différée d'ettringite (DEF) et donc de gonflement, de fissuration ou de fractures de la forme du déchet. Ce qui pourrait perturber les fonctions de sûreté du stockage en surface.
- 436 Des mécanismes de dégradation spécifiques peuvent être induits par des températures froides. Voici quelques exemples : dégradation à la thaumasite, ce qui débouche sur une perte totale de cohérence et une recristallisation des sels immobilisés, ce qui peut entraîner une formation de fissure et des effritements.
- De plus, ce critère donne une indication sur la durabilité du produit d'immobilisation. Une certaine durabilité du produit d'immobilisation est importante tant durant la phase opérationnelle de la gestion des déchets radioactifs qu'à long terme. Dans le stockage, une durabilité supérieure du produit d'immobilisation et une plus grande résistance aux substances agressives associées à l'eau contribueront à prolonger la compatibilité garantie avec le système de barrière artificiel et à une meilleure compatibilité avec l'installation de stockage.
- Le test de froid pour le produit d'immobilisation est similaire au test de cycle de gel et dégel pour la matrice d'immobilisation hétérogène décrite dans le TFT-2 [46]. Cependant, en raison de la faisabilité industrielle et des normes NBN B05-203 [47] et NBN B15-231 [48], sur lesquelles le test se base décrit dans le TFT-2, ne sont pas applicables à un produit d'immobilisation, des exigences moins strictes sont imposées au produit d'immobilisation.
- 437 Ce critère donne une indication de la capacité du produit d'immobilisation à également confiner les radionucléides immobilisés à long terme.
- 438 Le test de durabilité est basé sur l'ASTM C1293, qui teste l'ASR. L'essai décrit ici pour des déchets cimentés de manière homogène teste toutefois aussi d'autres réactions, potentiellement néfastes, dans le produit d'immobilisation. L'absence de ces réactions est démontrée à l'aide d'analyses microscopiques. Les changements de volume et de masse ainsi que la résistance finale à la flexion des échantillons peuvent fournir des informations supplémentaires pour contribuer à mieux comprendre ces analyses microscopiques. L'objectif de ces analyses microscopiques est d'obtenir une description qualitative de la microstructure du produit d'immobilisation. Le producteur étudie et décrit pour cela les différentes techniques et, à diverses échelles, les différents points importants (comme la structure de la matrice liée au ciment, les interfaces avec des agrégats ou les déchets ...). Les échantillons étudiés dans ce cadre sont aussi représentatifs que possible de l'ensemble de la forme des déchets. Le moment d'apparition des anomalies et des observations peut en effet fournir des informations supplémentaires sur la réaction qui a causé ces écarts.
- Lorsque les analyses sont réalisées à une fréquence assez élevée, il est possible d'identifier avec les résultats de mesure une éventuelle stabilisation de l'état des échantillons (autrement dit l'absence de changements dimensionnels, de changements de masse, de fissures, d'effritements...). Il est possible

qu'une stabilisation de l'état des échantillons n'intervienne qu'après (longtemps après) l'écoulement des 12 mois suivant le début du test. C'est pourquoi il est recommandé au producteur de n'interrompre le test qu'après s'être concerté avec l'ONDRAF.

- 439 La qualité et les propriétés du produit d'immobilisation sont garanties, si la composition du produit d'immobilisation est assez robuste par rapport aux variations dans la composition chimique des déchets bruts et/ou traités pouvant intervenir dans l'ensemble du domaine du critère. En ce qui concerne le critère « durable » (voir critère 438) les variations de la composition chimique des déchets bruts et/ou traités ne doivent pas être prises en considération et il suffit de vérifier la conformité avec ce critère de transfert contractuel uniquement sur la base de la composition nominale.
- 440 La compatibilité entre deux matériaux liés au ciment (blindage radiologique ou bouchon en béton et le produit d'immobilisation) dépend de l'échange d'eau et des interactions chimiques qui se produisent au niveau de leur couche de séparation. Plus spécifiquement : lorsque les deux matériaux présentent une différence importante au niveau de la composition de leur solution interstitielle, une incompatibilité peut survenir suite à un gradient chimique. Il est donc possible qu'une attaque sulfatique apparaisse dans un matériau suite à l'incompatibilité avec l'autre matériau. L'échange d'eau entre les deux matériaux liés au ciment accélère ce type d'interactions chimiques au niveau de la couche de séparation par advection dans la solution interstitielle. L'éventuelle présence d'un mélangeur ne peut pas avoir d'effet négatif sur le produit d'immobilisation, l'emballage primaire et le blindage radiologique du colis primaire, de sorte que l'intégrité de l'ensemble ou d'un de ces composants n'est pas altérée.
- 441 Les matériaux que le producteur peut utiliser pour un blindage radiologique éventuel sont limités afin de ne pas créer de difficultés supplémentaires en ce qui concerne la démonstration de la compatibilité entre les composantes du colis primaire et la compatibilité avec l'installation de stockage (voir le critère 603). L'utilisation de ces matériaux pour le blindage radiologique implique entre autre que le DC possède les propriétés physiques et chimiques souhaitées pour limiter le relâchement de radionucléides provenant des déchets bruts et/ou traités (voir § 15.3.2.1 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface). Le choix des matériaux à utiliser est également limité à ceux indiqués en raison de la portée restreinte des configurations autorisées des colis de DC dans cet document.
- 442 Comme un blindage radiologique en béton, mortier ou pâte de ciment ne doit pas immobiliser les déchets, un ensemble de critères plus limité que celui pour la matrice d'immobilisation et le produit d'immobilisation est suffisant. Ces critères permettent d'éviter toute perturbation potentielle des fonctions de sûreté du stockage en surface. En outre, il suffit que le fabricant de ces ingrédients dispose d'un label BENOR (ou un label équivalent) pour démontrer à l'ONDRAF que la qualité reste garantie pendant la production. Le fait de travailler selon un tel label de qualité signifie qu'un certain nombre de critères relatifs au contrôle et à l'assurance de la qualité sont automatiquement remplis et ne doivent donc plus être explicitement démontrés. Le fabricant peut être un sous-traitant du producteur de déchets ou le producteur de déchets lui-même. Si le producteur ne dispose pas d'un label de qualité BENOR (ou un label équivalent), il existe des critères supplémentaires pour le blindage radiologique en béton, mortier ou pâte de ciment afin de montrer à l'ONDRAF que la qualité reste garantie pendant la production.
- 443 Puisque le blindage radiologique est considéré comme un béton standard contrairement au produit d'immobilisation, on utilise pour la résistance à la compression à 28 jours une valeur de 30 MPa, ce qui est considéré dans la construction classique comme la limite inférieure pour une pâte de ciment, un mortier ou un béton standard. Afin de toujours garantir dans des conditions accidentelles un bon confinement et la sécurité du personnel par rapport aux déchets radioactifs, la résistance à la compression est également importante pour la sûreté opérationnelle. Un raisonnement analogue s'applique pour la résistance à la flexion du blindage radiologique.
- 444 Voir justification 443.
- 445 Les matériaux que le producteur peut utiliser pour un éventuel bouchon en béton sont limités afin de ne pas créer de difficultés supplémentaires pour la démonstration de la compatibilité entre les composantes du colis primaire et la compatibilité avec l'installation de stockage en surface (voir critère 603). Le choix des matériaux à utiliser est également restreint vu la portée limitée des configurations autorisées des colis DC dans cet document.
- 446 Puisqu'un bouchon en béton ou en mortier ne doit pas solidifier les déchets, un ensemble plus limité de critères que celui d'application pour la matrice d'immobilisation et le produit d'immobilisation

suffit. Il est possible de démontrer à l'aide de ces critères que la qualité reste garantie durant la production, de sorte que l'on évite de perturber les fonctions de sûreté du colis DC.

- 447 Puisque le bouchon en béton est considéré comme un béton standard contrairement au produit d'immobilisation, on utilise pour la résistance à la compression à 28 jours une valeur de 30 MPa, ce qui est considéré dans la construction classique comme la limite inférieure pour une pâte de ciment, un mortier ou un béton standard. Afin de toujours garantir dans des conditions accidentelles un bon confinement et la sécurité du personnel par rapport aux déchets radioactifs, la résistance à la compression est également importante pour la sûreté opérationnelle. Un raisonnement analogue s'applique pour la résistance à la flexion du couvercle en béton.
- 448 Voir justification 447.
- 501 Les concentrations maximales de radionucléides par colis primaire et par monolithe peuvent s'écarter, dans des limites raisonnables, de la concentration moyenne acceptable dans l'installation de stockage (voir § 6.4.5.4 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface). Cela implique, entre autres, que les activités volumiques absolues des radionucléides critiques dans chaque colis de DC doivent être limitées à certaines valeurs limites. Les valeurs CLI utilisées à cet effet dans le critère de transfert contractuel sont tirées directement du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 15.6.1.1 du rapport de sûreté).
- 502 Conformément aux hypothèses du rapport de sûreté de l'installation pour le stockage en surface à Dessel (voir § 15.6.1.1 du rapport de sûreté), l'impact radiologique d'un colis de DC dans le scénario d'intrusion humaine involontaire « analyse d'une carotte » doit être inférieur ou égal à 3 mSv. Le respect de ce « critère X » permet de garantir ce point. Les valeurs $C_{i,max}$ correspondantes sont définies dans la note ONDRAF 2019-0624 [49]. Belgoprocess utilise la valeur du critère X pour déterminer la classe de DC. Un bâtiment d'entreposage spécifique est lié à la classe de DC, donc par conséquence ce critère de transfert contractuel est pertinent pour la sécurité opérationnelle de ce bâtiment d'entreposage.
- 503 Pour que les hypothèses de l'évaluation de sûreté soient valables, l'activité des radionucléides critiques doit avoir une répartition suffisamment homogène. Les valeurs OLI utilisées pour le tumulus est sont tirées directement du rapport de sûreté de l'installation pour le stockage en surface à Dessel (voir § 15.6.1.1 du rapport de sûreté). La valeur limite au sein du critère d'acceptation est tirée de la limite sur le monolithe dans le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 15.6.1.1 du rapport de sûreté). Ici, le facteur d'hétérogénéité pour chaque monolithe est limité à 85. L'hypothèse de base utilisée pour déterminer la valeur limite dans ce document est qu'un monolithe de type I contient à chaque fois 4 colis de DC, de sorte qu'un colis de DC ayant un facteur d'hétérogénéité de 340 peut être compensé par les 3 autres colis de DC.
- 504 Les déchets contenant du radium/thorium sont exclus de l'installation de stockage en surface afin d'éviter que l'émanation de radon des déchets ne perturbe les mesures radiologiques. En limitant la somme autorisée des concentrations de Ra-226 et de Th-232 dans les déchets bruts et/ou traités à 1000 Bq/kg, on s'assure que toute émanation et/ou lixiviation ne causera pas d'effets significatifs par rapport aux concentrations de fond ou aux concentrations dans les matériaux de construction tels que le béton du site de stockage (voir § 14.3.1.5 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface). L'ONDRAF utilise la valeur de 1000 Bq/kg comme valeur limite générale pour la présence *naturelle* de radium et de thorium [50]. Cette valeur limite est également utilisée dans le rapport de sûreté au stockage en surface (voir § 15.6.1.2 du rapport de sûreté). Le critère de transfert contractuel est formulé sous forme d'injonction, conformément aux Règles Générales pour l'établissement des critères de transfert contractuels (version provisoire du 30 août 2018). Le respect de certaines activités volumiques maximales doit être considéré comme une exigence et non comme un moyen de prévenir une perturbation des fonctions de sécurité. Ainsi, le respect de l'activité maximale de Ra-226 et de Th-232 par unité de masse est une exigence fondée sur le choix stratégique de l'ONDRAF de détourner les déchets contenant du radium/thorium vers une trajectoire de gestion spécifique. Cette exigence se reflète par ailleurs dans la classification des déchets radioactifs. Pour cette raison, le critère de transfert contractuel est également lié à la sécurité opérationnelle.
- 505 Pour des raisons de sécurité opérationnelle et à long terme, le risque de criticité dans l'installation de stockage doit être inexistant. Les valeurs limites utilisées à cet effet dans le critère de transfert contractuel sont tirées directement du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 15.7.1.4 du rapport de sûreté). Les valeurs limites sont basées sur un scénario dans lequel les nucléides fissionables à long terme sont lixiviés et s'accumulent au bas de la pile de monolithes. Ces limites sont conservatrices pour la sécurité opérationnelle.

-
- 506 Cette limite découle de la disposition du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 15.7.2 du rapport de sûreté) selon laquelle les déchets bruts et/ou traités contenant du combustible nucléaire en quantités non négligeables ne sont pas admissibles au stockage en surface. Ce rapport de sûreté limite ensuite la masse d'U-235 dans un colis de 400 litres à 15 g si le colis contient de l'uranium hautement enrichi. Ce critère de transfert contractuel concerne un aspect visant à la sûreté après la fermeture de l'installation de stockage.
- 601 L'ONDRAF exige que l'emballage primaire réponde aux critères internationaux pour un colis de transport de type IP-2, afin qu'il dispose des propriétés physico-mécaniques permettant de l'utiliser en toute sécurité pendant la période d'entreposage.
Le test de chute prend en compte les accidents qui peuvent survenir lors du transport, tandis que le test d'empilement tient compte des charges auxquelles le colis primaire de DC peut être soumis pendant le transport.
- 602 Lorsqu'un emballage primaire du Tableau 10 est utilisé, dont le code correspond à la note technique NTC-3 [13], le colis de DC respecte automatiquement les dimensions et les masses autorisées pour le stockage en surface (voir tableau 6 du document ONDRAF/4NT/0573726/000/01 intitulé « All - Structural Design Caissons/Monoliths ». Ce document se trouve à l'annexe I du document NIRONDR TR-2011-63 E V3).
- 603 La compatibilité physique et chimique signifie que l'intégrité du colis primaire ne peut subir des conséquences préjudiciables, ni à court ni à long terme, entre autres à la suite de :
- l'incompatibilité entre la surface de contact d'un emballage primaire et les divers autres équipements ;
 - les phénomènes de rejet et/ou la mauvaise adhérence de la matrice d'immobilisation à la paroi (intérieure) de l'emballage primaire ;
 - la corrosion interne due au contact entre la matrice et la paroi ;
 - l'insertion des déchets radioactifs bruts et/ou traités et de la matrice d'immobilisation pendant le conditionnement.
- Ce critère implique donc qu'aucune dégradation physique et chimique de l'emballage primaire d'origine interne ne peut survenir dans le colis de DC.
- 604 Ce critère implique qu'aucun dommage physique de l'emballage primaire d'origine externe ne peut survenir dans le colis de DC pendant une période minimale de 75 ans. L'ONDRAF a décidé de faire commencer cette période à partir de l'année de production de l'emballage primaire.
Le critère de transfert garantit la résistance de l'emballage primaire à toutes les contraintes mécaniques qui peuvent survenir dans des conditions normales d'exploitation et donc sans perforations, fentes ou fissures, rayures profondes, coups, bosses et dégradations chimiques et thermiques. Le critère répond également à l'exigence selon laquelle le colis inférieur peut supporter la charge, lorsque les colis sont empilés quatre (pour le bâtiment d'entreposage 127) ou six (pour le bâtiment d'entreposage 155) queue par-dessus pendant l'entreposage.
- 605 Ce critère implique donc qu'aucune dégradation chimique de l'emballage primaire d'origine externe ne peut survenir dans le colis de DC. À cette fin, l'ONDRAF exige, entre autres, que l'emballage primaire de DC résiste à la corrosion durant toutes les phases de sa gestion préalablement au conditionnement final. La résistance à la corrosion porte sur les phénomènes de corrosion d'origine interne et externe, dont la période envisagée est fixée à 75 ans.
L'intégrité de l'emballage primaire est cruciale pour la sûreté pendant toute la période d'entreposage et a un impact direct sur le déchargement ultérieur des colis primaires du bâtiment d'entreposage.
- 606 Les critères de conformité du rapport de sûreté de l'installation pour le stockage en surface (voir § 15.3.2.2 du rapport de sûreté) imposent cette restriction pour un colis de déchet conditionné de manière hétérogène, afin d'éviter les espaces vides contigus de haut en bas et de réduire au minimum le transport éventuel de radionucléides à travers le colis ou la libération de radionucléides par le colis. Cependant, les évaluations radiologiques du chapitre 14 du rapport de sûreté supposent un maximum de 15 % d'espace vide dans le colis de DC, qu'il s'agisse de déchets conditionnés homogènes ou hétérogènes dans une matrice de ciment. Par conséquent, cette limite maximale peut également être imposée aux colis de déchets conditionnés de manière homogène. Il convient de noter que la limite spécifiée de 15 % d'espace vide garantit de manière conservatrice la compatibilité avec le stockage géologique. L'ONDRAF souhaite en tenir compte au cas où la destination finale du colis ne serait en définitive pas le stockage en surface.

-
- 607 L'ONDRAF et Belgoprocess se basent prudemment sur une masse maximale de $1,5 \times 10^3$ kg pour le colis primaire. Cette valeur limite provient du grappin dans les bâtiments d'entreposage, mais couvre simultanément de manière conservative la masse maximale des colis de DC autorisée dans un monolithe de type I selon le rapport de sûreté du stockage en surface.
- 608 Cette l'intérêt de la sûreté à long terme, les DC doivent avoir les propriétés physiques et chimiques qui limitent le relâchement de radionucléides provenant des déchets bruts et/ou traités. Cela signifie, entre autres, que les DC doivent contenir une quantité suffisamment importante de masse de liant (voir critère 412). En effet, les radionucléides sont essentiellement retenus dans le liant drucie. La valeur limite est tirée directement du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 15.3.2.1 du rapport de sûreté).
- 609 Afin de protéger le monolithe contre toute perturbation des fonctions de sûreté opérationnelle et à long terme décrites dans le rapport de sûreté du stockage en surface (voir § 15.3.3 du rapport de sûreté), aucun liquide radioactif ne peut s'écouler du monolithe. En outre, les liquides libres, en particulier l'eau, peuvent servir de médium à des réactions chimiques perturbatrices telles que la corrosion et donc elles sont à éviter autant que possible. Seuls les liquides libres et macroscopiques sont exclus. L'eau interstitielle n'est donc pas considérée comme un liquide libre. L'eau interstitielle est maintenue en place par des forces capillaires et ne contribue donc pas aux processus qui supposent un flux de liquide dans le colis de stockage.
- 610 Les valeurs limites de 5 mSv/h et 200 mSv/h proviennent respectivement du rapport de sûreté de bâtiment d'entreposage B151 et IPM. La valeur limite de 5mSv/h est utilisée pour caractériser le DC et l'envoyer à un bâtiment d'entreposage approprié (B151). Afin de limiter le débit de dose au contact du monolithe à 20 mSv/h (voir §15.6.2.1 du rapport de sûreté), le débit de dose au contact des colis DC dans la lutte intégrée contre les ennemis des cultures est limité à 200 mSv/h. Cela implique que les colis de DC appartenant à le DC moyennement active (colis ayant un débit de dose supérieur à 5 mSv/h à 2 Sv/h) et ayant un débit de dose supérieur à 200 mSv/h peuvent être placés dans le bâtiment d'entreposage B127, mais ne peuvent pas passer à l'étape suivante de leur processus de gestion tant que le débit de dose n'a pas suffisamment diminué.
- 611 Le critère relatif à la contamination surfacique transférable est un paramètre opérationnel important pour la protection de la population et de l'environnement pendant les différentes phases de la gestion (transport et entreposage dans les bâtiments d'entreposage respectifs). En outre, ce critère est inclus dans le rapport de sûreté des bâtiments d'entreposage concernés.
- 612 L'activité alpha ou bêta/gamma totale est un paramètre important pour la sûreté du bâtiment d'entreposage. Dans l'éventualité d'un accident, l'impact sur l'homme et l'environnement doit rester dans les limites légales. Ce paramètre dépend du type de bâtiment et est mentionné dans le rapport de sûreté y afférent.
- 613 L'activité alpha ou bêta/gamma totale est un paramètre important pour la sûreté du bâtiment d'entreposage. Dans l'éventualité d'un accident, l'impact sur l'homme et l'environnement doit rester dans les limites légales. Ce paramètre dépend du type de bâtiment et est mentionné dans le rapport de sûreté y afférent. Les limites de 20 GBq/m³ pour les émetteurs alpha et de 800 GBq/m³ pour les émetteurs bêta/gamma ont extrait du rapport de sûreté de l'IPM. Les limites pour le bâtiment d'entreposage concerné (G127) sont égales à 37 TBq/m³ pour les émetteurs alpha et les émetteurs bêta/gamma.
- 614 L'activité bêta/gamma du tritium est un paramètre important pour la sûreté opérationnelle du personnel tout au long du processus de gestion. En cas de circonstances accidentelles, l'impact sur les personnes et l'environnement doit rester dans les limites légales. Cette valeur limite est extraite du rapport de sûreté de l'IPM.
- 615 Un code d'identification unique apposé sur un colis assure un lien univoque avec son contenu radiologique et chimique, permettant d'assurer à tout moment la sûreté opérationnelle. En plus d'être un critère opérationnel, il s'agit aussi d'un critère à long terme, car il inclut la traçabilité et le contenu (radiologique et chimique) des déchets, qui sont importants pour le stockage du colis ainsi que pour garantir la sûreté à long terme de l'installation de stockage en surface.
- 616 Afin que le numéro d'identification soit clairement lisible à distance et sous différents angles, le numéro d'identification sera apposé suffisamment grand à plusieurs endroits du fût. À des fins d'uniformité, le numéro d'identification suit une structure déterminée telle qu'indiquée dans le critère de transfert contractuel.

-
- 617 Le RGPRI [51] impose ce qui suit :
- Chaque colis de DC doit porter un sigle d'avertissement de la présence de rayonnements ionisants. Ceci découle de l'article 31.2 c du RGPRI, qui stipule que le sigle d'avertissement doit figurer sur chaque récipient contenant des substances radioactives. Les dimensions de l'étiquette et son ou ses emplacements sur le colis dépendent de la bonne visibilité et du caractère reconnaissable du sigle d'avertissement. Les dimensions de l'étiquette et son emplacement sur le colis dépendent de la bonne visibilité et du caractère reconnaissable du signe d'avertissement.
 - Le sigle d'avertissement doit être similaire au sigle d'avertissement pour les substances radioactives qui est décrit dans l'arrêté royal du 17 juin 1997 concernant la signalisation de sécurité et de santé au travail (auquel le Code sur le bien-être au travail fait également référence). Ceci découle de l'article 31.1 du RGPRI, qui aborde plus en détail le symbole qui constitue la caractéristique principale de ce sigle d'avertissement. Il convient de noter que l'arrêté royal du 17 juin 1997 n'impose pas la présence du sigle d'avertissement indiquant la présence de substances radioactives sur les récipients.
- 701 Ce critère est un critère à long terme car le rapport de sûreté du stockage en surface (voir § 15.5 du rapport de sûreté) interdit la présence de substances infectieuses dans les déchets de stockage. Ce critère est également un critère opérationnel car il concerne la sécurité des opérateurs du bâtiment d'entreposage considéré, de l'installation IPM ainsi que de l'installation de stockage en surface. Le critère de transfert contractuel est (légèrement) plus restrictif que le critère de conformité correspondant de l'installation de stockage en surface : l'interdiction s'applique à tous les « agents pathogènes biologiques » et non seulement aux « substances infectieuses », et ce pour des raisons opérationnelles. Les définitions de l'ADR [52] ont été utilisées pour la description des « agents pathogènes biologiques », vu l'exactitude de ces définitions et de la connaissance générale de cette législation.
- 702 Ce critère est fondé sur le principe de précaution. Les techniques d'inactivation biologique ne sont généralement pas efficaces à 100 % pour détruire les agents pathogènes biologiques présents.

Annexe 2 Scénario de gestion de référence

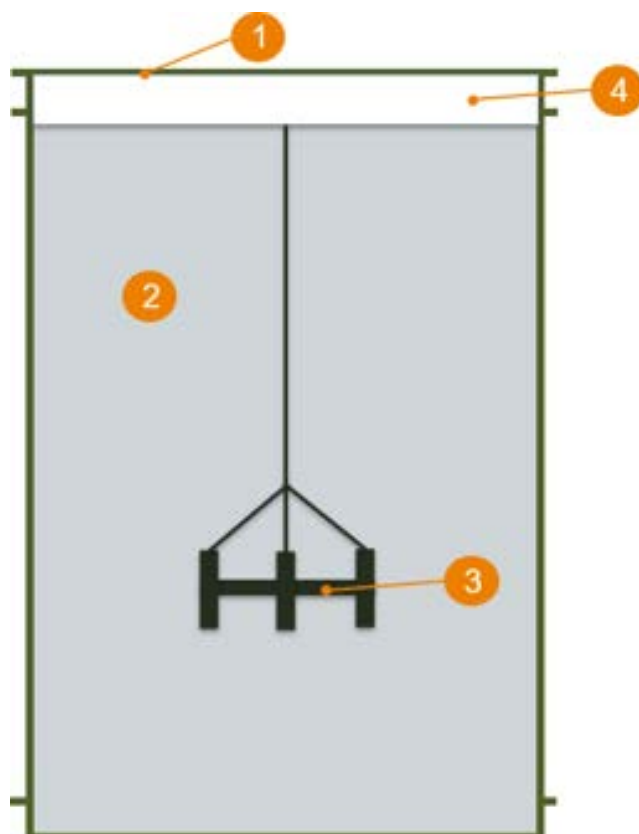
Un scénario de gestion de référence est la séquence des activités de gestion prévues par l'ONDRAF conformément au programme national visé dans la loi du 3 juin 2014 modifiant l'article 179 de la loi du 8 août 1980.

Le scénario de gestion de référence pour ces déchets comprend les étapes suivantes:

1. Acceptation des colis de déchets conditionnés (DC) par l'ONDRAF et transport vers le site 1 de Belgoprocess (dans le cas où les colis n'ont pas été produits sur ce site).
2. Entreposage des colis dans le bâtiment 151 ou 127 en fonction du débit de dose du colis.
3. Acceptation et transfert des colis de DC depuis les bâtiments d'entreposage vers la (future) IPM, également sur le site 1 de Belgoprocess.
4. Conditionnement final dans l'IPM.
Le conditionnement final consiste à regrouper une sélection de quatre colis de 400 litres de DC ou cinq colis de 220 litres de DC dans un type spécifique de conteneur en béton (« caisson »), suivi de la cimentation de ces colis avec du « mortier de remplissage ». Les produits du conditionnement final sont des colis de stockage (« monolithes ») de type I.
5. Acceptation et transfert des monolithes de l'IPM vers l'installation de stockage en surface, située à proximité du site de Belgoprocess et exploitée par l'ONDRAF.
6. Stockage des monolithes.
7. Gestion des déchets radioactifs après stockage.

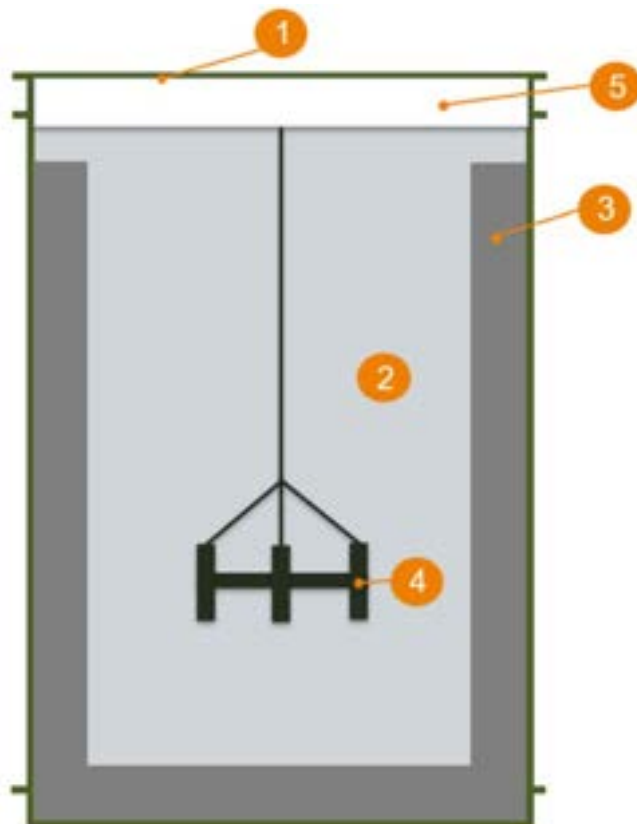
Annexe 3 Configurations applicables du colis de DC

Configuration 1 : conditionnement homogène, sans blindage interne



N°	Élément	Composante de base
1	Fût métallique: <ul style="list-style-type: none">cuve (inclus éventuelle manteau de protection)couvercle	Emballage primaire
2	Produit d'immobilisation: <ul style="list-style-type: none">les déchets bruts et/ou traitésmatrice d'immobilisation (béton ou mortier de conditionnement)	Forme du déchet
3	Mélangeur (optionnel)	
4	Espace(s) libre(s)	(espace(s) vide(s) délibérément libéré)

Configuration 2 : conditionnement homogène, avec blindage interne



N°	Élément	Composante de base
1	Fût métallique: <ul style="list-style-type: none">▪ cuve (inclus éventuelle manteau de protection)▪ couvercle	Emballage primaire
2	Produit d'immobilisation : <ul style="list-style-type: none">▪ les déchets bruts et/ou traités▪ matrice d'immobilisation (béton ou mortier de conditionnement)	Forme du déchet
3	Blindage interne (par exemple en béton baryté ou béton lourd/mortier, acier ou plomb)	
4	Mélangeur (optionnel)	
5	Espace(s) libre(s)	(espace(s) vide(s) délibérément libéré)

The diagram shows a cross-section of a container with a green border. A vertical line descends from the top center. At the bottom, there is a horizontal bar with three vertical supports. Five numbered labels point to specific parts: 1 points to the top center line, 2 points to the right side of the lower liquid area, 3 points to the right side of the upper liquid area, 4 points to the horizontal bar, and 5 points to the top right corner of the container.

N°	Élément	Composante de base
1	Fût métallique: <ul style="list-style-type: none"> cuve (inclus éventuelle manteau de protection) couvercle 	Emballage primaire
2	Produit d'immobilisation : <ul style="list-style-type: none"> les déchets bruts et/ou traités matrice d'immobilisation (béton ou mortier de conditionnement) 	Forme du déchet
3	Bouchon en béton (en béton lourd ou baryté/mortier)	
4	Mélangeur (optionnel)	
5	Espace(s) libre(s)	(espace(s) vide(s) délibérément libéré)

Annexe 4 Aperçu des phrases de risque des substances et mélanges dangereux exclus

Phrase H	Pictogramme d'accompagnement GHS	Description
substances explosives		
H200		substance explosive instable
H201		explosif ; danger d'explosion en masse
H202		explosif ; danger sérieux de projection
H203		explosif ; danger d'incendie, d'effet de souffle ou de projection
H204		danger d'incendie ou de projection
H205	néant	danger d'explosion en masse en cas d'incendie
gaz ou aérosols inflammables		
H221	néant	gaz inflammable
H220		gaz extrêmement inflammable
H222		aérosol extrêmement inflammable
H223		aérosol inflammable
liquides ou matières solides inflammables		
H224		liquide et vapeurs extrêmement inflammables
H225		liquide et vapeurs très inflammables
H226		liquide et vapeurs inflammables
H228		matière solide inflammable
substances et mélanges autoréactifs, dont peroxydes organiques		
H240	 ou	peut exploser en cas d'échauffement
H241		peut s'enflammer ou exploser en cas d'échauffement
H242		peut s'enflammer en cas d'échauffement
substances pyrophoriques et substances et mélanges susceptibles de s'enflammer		
H250		s'enflamme spontanément au contact de l'air
H251		matière autoéchauffante ; peut s'enflammer
H252		matière autoéchauffante en grande quantité ; peut s'enflammer
substances et mélanges qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables		
H260		dégage au contact de l'eau des gaz inflammables qui peuvent s'enflammer spontanément
H261		dégage au contact de l'eau des gaz inflammables

Phrase H	Pictogramme d'accompagnement GHS	Description
matières solides et liquides comburantes et gaz		
H270		Gaz pouvant provoquer un incendie ou une explosion ; comburant puissant
H271		peut provoquer un incendie ou une explosion ; comburant puissant
H272		peut aggraver un incendie ; comburant
gaz sous pression		
H280		contient un gaz sous pression ; peut exploser sous l'effet de la chaleur
H281		contient un gaz réfrigéré ; peut causer des brûlures ou blessures cryogéniques
substances et mélanges corrosifs pour les métaux		
H290		peut-être corrosif pour les métaux
Phrase EUH	Pictogramme d'accompagnement GHS	Description
propriétés physiques		
EUH001	néant	explosif à l'état sec
EUH014		réagit violemment au contact de l'eau
EUH018		lors de l'utilisation, formation possible de mélange vapeur-air inflammable/explosif
EUH019		peut former des peroxydes explosifs
EUH044		risque d'explosion si chauffé en ambiance confinée

Remarque : La phrase EUH006 « Danger d'explosion en contact ou sans contact avec l'air » a été supprimée par le règlement européen (UE) n° 487/2013.

Formulaire C

 <p>ONDRAF (service Acceptation) Avenue des Arts, 14 1210 BRUXELLES</p>	<p>Champ réservé à l'ONDRAF</p>
---	---------------------------------

1.3 Nombre d'annexes :

2.4	Numéro de téléphone:
-----	----------------------

3.1	
-----	--

4.1 Code (selon NTC-3) :

5.1

[illegible]

7. Remarques

7.1

--

8. Validation des caractéristiques radiologiques

Le soussigné, expert reconnu et qualifié en la matière physique, déclare que les données radiologiques fournies sont correctes et sont conformes la méthode approuvée pour la caractérisation radiologique.

8.1

Nom :

8.2

Date :

8.3

Signature :

--

Fiche d'identification du colis de DC

A1 Identification

A1.1	Numéro du colis :	A1.2	Numéro du formulaire C (idem page 1) :
A1.3	Date de production du colis :	A1.4	Référence du lot de l'emballage primaire :
A1.5	Conditionneur :	A1.6	Campagne :

A2 Données physiques et chimiques

A2.1	Masse (kg) :												
A2.2	Description des déchets (selon NTC-3) :												
A2.3	Si 'DO' a été utilisé dans A2.2, indiquez pour chaque fraction de déchet le code AO correspondant et la masse (estimation) :												
	code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)	
A2.4	Type d'emballage primaire (selon NTC-3) :				A2.5	Type de fermeture (selon NTC-3) :							
A2.6	Type de blindage interne (selon NTC-3) :				A2.7	Type de matrice d'immobilisation (selon NTC-3) :							
A2.8	Le colis de DC contient-il une substance ou un mélange dangereux (x) (se) ?											☐ oui	☐ non
	Si oui, précisez les substances dangereuses responsables et les phrases H (et/ou EUH) applicables :												
A2.10	Numéro de référence du dossier d'agrément « Procédé » :												
A2.11	Numéro de référence du dossier d'agrément « Emballage primaire » :												

A3 Données radiologiques

Contenu radiologique

A3.1	Spécifiez l'activité (Bq*) par radionucléide :					
	H-3 :	Se-79 :	I-125 :	Eu-152 :	U-236 :	Am-243 :
	Be-10 :	Kr-85 :	I-129 :	Eu-154 :	U-238 :	Cm-242 :
	C-14 :	Sr-90 :	I-131 :	Eu-155 :	Np-237 :	Cm-243 :
	S-35 :	Mo-93 :	Sb-125 :	Ra-226 :	Pu-238 :	Cm-244 :
	Cl-36 :	Zr-93 :	Sn-126 :	Th-229 :	Pu-239 :	Cm-245 :
	Ca-41 :	Nb-94 :	Cs-134 :	Th-230 :	Pu-240 :	Cm-246 :
	Mn-54 :	Tc-99 :	Cs-135 :	Th-232 :	Pu-241 :	Cm-247 :
	Co-58 :	Ru-106 :	Cs-137 :	Pa-231 :	Pu-242 :	Cm-248 :
	Co-60 :	Pd-107 :	Ce-144 :	U-233 :	Pu-244 :	
	Ni-59 :	Ag-108m :	Pm-147 :	U-234 :	Am-241 :	
	Ni-63 :	Ag-110m :	Sm-151 :	U-235 :	Am-242m :	
A3.2	Date de détermination des activités :					

Activités volumiques

A3.3	Activité α totale (Bq*) :	A3.4	Activité β/γ totale (Bq*) :
------	----------------------------------	------	--

Sûreté opérationnelle radiologique

A3.5	Débit de dose maximal au contact (mSv/h) :	A3.6	Date de mesure du débit de dose :
A3.7	Débit de dose maximal à 1 m (mSv/h) :		
A3.8	La contamination surfacique transférable avec les émetteurs β/γ est-elle $\leq 0,4$ Bq/cm ² ? ☐ oui ☐ non		
A3.9	La contamination surfacique transférable avec les émetteurs α est-elle $\leq 0,04$ Bq/cm ² ? ☐ oui ☐ non		

Matières fissiles

A3.10	Masse U-235 (g) :	Masse Pu-239 (g) :	Masse Pu-241 (g) :
A3.11	Les déchets contiennent-ils de l'uranium hautement enrichi ($\geq 20\%$) ? ☐ oui ☐ non		

**Caractérisation
radiologique**

Méthodologie utilisée pour la caractérisation radiologique :
Référence au dossier d'agrément « Radiologique » :
Référence au dossier d'agrément « Installation de mesure » :

* format : a.bb E+cc

A4 Données relatives aux agents pathogènes biologiques

A4.1 Les déchets radioactifs conditionnés sont-ils contaminés ou potentiellement contaminés par des agents pathogènes biologiques ? ☐ oui ☐ non

A5 Remarques

A5.1

--

Annexe 6 Liste des métaux électropositifs

Les métaux électropositifs sont des éléments métalliques, dont le potentiel d'électrode standard (E^0) en solution aqueuse par rapport à l'électrode d'hydrogène standard est inférieur à -0.84 V, soit le E^0 du couple hydrogène/hydroxyde d'hydrogène (H_2/OH).

Le tableau ci-dessous fournit une liste exhaustive des métaux électropositifs avec leur potentiel d'électrode standard.

Le zinc et le titane ne sont pas inclus dans cette liste car ces métaux forment très rapidement une couche oxydée très peu soluble et qui est stable sur un large spectre de valeurs de pH.

	Élément (métal pur)	E^0 (Volt)
MÉTAUX ÉLECTROPOSITIFS	Li	-3.04
	Rb	-2.98
	K	-2.93
	Cs	-2.92
	Ba	-2.91
	Sr	-2.89
	Ca	-2.76
	Après	-2.71
	Mg	-2.38
	Be	-1.85
	Al	-1.66
	Mn	-1.19
Réf.	$2H_2O \leftrightarrow H_2 + 2OH^-$	-0.83

Source : CRC Handbook of Chemistry and Physics 64th Ed (1983)

Annexe 7 Liste des abréviations

CLI	Limite de concentration radiologique absolue par radionucléide critique.
DC	Déchets conditionnés.
DDP	Dossier documentaire de production : nécessaire pour la documentation des colis de DC.
EDX	Energy Dispersive X-rayspectroscopy
FDE (DEF)	Formation différée d'ettringite (<i>delayed ettringite formation</i>).
HOC	Conditionnement homogène dans une matrice déciment.
IPA	Interne project aanvraag (<i>abréviationnéerlandaise</i>)
IPM	Installation de production de monolithes.
ISA	Acide isosaccharinique.
RAS (ASR)	Réaction alcali-silice (<i>Alkali silicareaction</i>)
RGPRI	Règlement général sur la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants, arrêté royal du 20/07/2001 et modifications.
SEM	Scanning Electron Microscopy
SCP	Service de contrôle physique

Annexe 8

Exemples de principes de caractérisation de certains déchets d'Electrabel applicables industriellement en vue du transfert

1	Introduction	3
2	Exemples DE CARACTÉRISATION industrielle des déchets radioactifs en vue du transfert	4
2.1	Méthodologies de caractérisation agréées par l'ONDRAF	4
2.2	CARACTERISATION RADIOLOGIQUE - déclaration des incertitudes pour le critère CCT-202	4
2.2.1	CCT applicables.....	4
2.2.2	Exemple de déclaration des incertitudes sur les mesures radiologiques des déchets radioactifs avant la production des Nuclear Waste Packages par ou pour le compte d'Electrabel en vue du transfert	4
2.3	caracterisation physico-chimiques - déclaration du contenu et des incertitudes	6
2.3.1	CCT applicables.....	6
2.3.2	Exemple de déclaration pour les déchets A0 futurs, y compris les déchets de démantèlement.....	6
2.4	caractérisation chimique - déclaration des masses et des incertitudes	7
2.4.1	CCT applicables.....	7
2.4.2	Vannes	8
2.4.2.1	Chlore hydrosoluble.....	8
2.4.2.2	Sulfate hydrosoluble	8
2.4.2.3	Cellulose	9
2.4.2.4	Métaux électropositifs.....	9
2.4.2.5	ASR – DEF.....	10
2.4.3	Débris de béton	10
2.4.3.1	ASR/DEF.....	10
2.4.3.2	Chlore et sulfate	11
2.4.3.3	Cellulose	11
2.4.4	Les blocs de bétons issus du démantèlement du blindage biologique	12
2.5	Exemple d'application de mise en oeuvre du test de lixiviation pour le CTC– HOC – CCT437	12
2.5.1	CCT applicables.....	12
2.6	Références	13

1 INTRODUCTION

Les exemples de caractérisation des déchets repris dans cette annexe ne préjugent en aucune façon de l'approbation ultérieure de leurs dossiers d'approbation pour transfert des Nuclear Waste Packages par l'Etat belge ou leur délégué. Ce document ne constitue pas une obligation pour Electrabel d'utiliser ces principes généraux. Dans ce cas, des méthodes alternatives devront être développées et proposées par Electrabel pour approbation par l'Etat belge. Il est à noter que cette annexe n'a pas pour objectif d'être exhaustive vis-à-vis de l'ensemble des CTC ou de tous les types de déchets produits par ENGIE.

Néanmoins, l'utilisation de ces principes illustratifs pour développer de futures méthodologies industrialisables de caractérisation des déchets devrait donner aux deux parties un niveau de confiance élevé sur les chances de succès de l'approbation ultérieure des dossiers d'approbation pour transfert. L'application des méthodologies résultantes pourrait permettre de faciliter leur transfert dans les meilleurs délais possibles.

Les éléments liés aux étapes ultérieures telles que l'établissement d'un dossier d'approbation pour transfert par Electrabel, les contrôles indépendants, le transfert des déchets, et les modalités associées ... ne sont pas couverts par cette annexe.

2 EXEMPLES DE CARACTÉRISATION INDUSTRIELLE DES DÉCHETS RADIOACTIFS EN VUE DU TRANSFERT

2.1 METHODOLOGIES DE CARACTERISATION AGREES PAR L'ONDRAF

Les méthodologies de caractérisation agréées par l'ONDRAF dans le cadre de la mise en œuvre de son système d'acceptation des déchets et de la vérification des critères d'acceptation associés restent applicables. Ces méthodologies peuvent donc être appliquées pour la caractérisation industrielle des déchets radioactifs avant transfert.

2.2 CARACTERISATION RADIOLOGIQUE - DECLARATION DES INCERTITUDES POUR LE CRITERE CCT-202

2.2.1 CCT applicables

Les CCT traitant des incertitudes radiologiques sont les CCT suivants : HEC-CCT-202¹ ; HEC-B-CCT-202 ; HOC-CCT-202 ; HOC-B-CCT-202 et CT3-CCT-202.

2.2.2 Exemple de déclaration des incertitudes sur les mesures radiologiques des déchets radioactifs avant la production des Nuclear Waste Packages par ou pour le compte d'Electrabel en vue du transfert

Electrabel peut choisir l'exploitant assurant le traitement et le conditionnement de ses déchets ainsi que la forme et le contenu de sa déclaration.

Toutefois, l'exploitant de ce service base sa déclaration d'incertitudes de l'inventaire radiologique, a minima, sur les exigences reprises dans la note ONDRAF NTC-6/A [1] pour les déchets conditionnés et la note ONDRAF TNT6.1/A [14] pour les déchets non-conditionnés.

Par exemple, la détermination des incertitudes des géométries AMANDE pour les déchets qui sont conditionnés par Electrabel [2], énumérées dans la note Electrabel 10000735463 [3] relative aux incertitudes, sont déjà basées sur la note ONDRAF NTC-6/A.

Cette déclaration d'incertitude se limite aux Radionucléides considérés comme critiques pour le dépôt de catégorie A repris dans le tableau ci-dessous.

¹ La codification suivante est utilisée pour identifier un CCT : XXX-CCT-NNN avec XXX, le type de déchets et NNN le numéro du critère de transfert contractuel.

Ag-108m	Cs-137	Pu-239	U-235
Am-241	I-129	Pu-240	U-236
Am-243	Mo-93	Pu-241	U-238
C-14	Nb-94	Se-79	Zr-93
Ca-41	Ni-59	Sn-126	
Cl-36	Ni-63	Sr-90	
Cm-244	Np-237	Tc-99	
Cs-135	Pu-238	U-234	

Electrabel confirmera dans son dossier d'approbation de transfert que les déchets radioactifs issus des centrales ne sont pas des déchets radifères ou thorifères ($Ra-226 + Th-232 < 1Bq/g$). Les incertitudes concernant la déclaration de ces nuclides ne doivent donc pas être déclarées.

Les incertitudes suivantes sont à prendre en considération :

- l'incertitude statistique de comptage,
- l'incertitude relative à l'efficacité,
- l'incertitude associée à la probabilité de pic d'émission gamma,
- l'incertitude liée à l'activité des sources standards utilisées pour déterminer l'efficacité du comptage,
- l'incertitude liée à la géométrie de mesure et à la répartition spatiale de l'activité dans le colis
- l'incertitude due à la matrice des déchets liée d'une part à la différence entre la masse volumique des déchets des colis mesurés et celle des colis de référence (ou des hypothèses de calcul) et d'autre part à l'hétérogénéité de la masse volumique dans la matrice des déchets.

Par ailleurs, l'incertitude liée à la composition isotopique des déchets radioactifs et l'incertitude afférente au rapport entre l'activité des isotopes clés et l'activité totale doivent être évaluées sur base empirique ou, à défaut, sur base d'une étude documentaire.

Ces incertitudes ne s'ajoutent pas aux valeurs déclarées d'activité des 28 radionucléides considérés comme critiques dans l'appréciation des valeurs de mesures par rapport aux valeurs limites des critères de transfert contractuels. A noter que ces incertitudes servent uniquement au suivi de l'agrément de l'installation de mesure et/ou de la méthode.

Pour la déclaration de ces incertitudes liée à la composition isotopique :

1. Les incertitudes sur les facteurs de corrélation empiriques tiennent compte, a minima, des incertitudes suivantes :
 - Les incertitudes sur les valeurs radiologiques mesurées obtenues lors de l'analyse radiologique d'échantillons dans le cadre des exercices de validation des modèles numériques, comme par exemple LLWAA.
 - Les incertitudes résultant d'une analyse statistique effectuée sur les valeurs mesurées utilisées pour fixer les facteurs de corrélation empirique.
2. Les incertitudes sur les facteurs de corrélation des isotopes non mesurables seront quant à elles déterminées sur base de la littérature internationale, comme par exemple, des informations disponibles dans le document IAEA-TECDOC-1672 [4].

2.3 CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUES - DECLARATION DU CONTENU ET DES INCERTITUDES

2.3.1 CCT applicables

Les CCT applicables pour les méthodologies décrites ci-dessous sont les CCT suivants :

- HEC-CCT-201 (déclaration d'incertitudes) ; HEC-CCT-302 (description des déchets) ; HEC-CCT-307 (données physiques et chimiques) ;
- HOC-CCT-201 ; HOC-CCT-302 ; HOC-CCT-307 ;
- HEC-B-CCT-201 ; HEC-B-CCT-302 ; HEC-B-CCT-307 ;
- HOC-B-CCT-201 ; HOC-B-CCT-302 ; HOC-B-CCT-307 ;
- CT3-CCT-201 ; CT3-CCT-304.

2.3.2 Exemple de déclaration pour les déchets A0 futurs, y compris les déchets de démantèlement

Pour la caractérisation de ce type de déchets, Electrabel doit effectuer des analyses chimiques pour déterminer le contenu en chlore, sulfate et cellulose.

Electrabel est responsable des opérations d'échantillonnage et du prélèvement des échantillons

Pour les méthodes d'échantillonnage, Electrabel appliquera de préférence des méthodes reconnues ou normalisées existantes. Electrabel peut toutefois développer ses propres méthodes d'échantillonnage et les soumettre à l'Etat ou à son délégué pour approbation avant leur utilisation industrielle.

La procédure d'échantillonnage, effectuée de manière aléatoire (ce qui permet de ne pas introduire de biais statistique) utilisée doit garantir que l'échantillon de déchets prélevé pour analyse est représentatif de l'entiereté du lot de déchets. La justification de la représentativité sera basée sur la description des productions des déchets et sur l'analyse de la similarité de ces productions de déchets. Un nombre limité d'échantillons à convenir, peut être utilisé pour confirmer cette similitude. Toute information relative aux échantillonnages utilisés sera conservée et rendue disponible à l'Etat ou à son délégué pour assurer la traçabilité et le contrôle qualité des procédures mises en oeuvre.

A titre d'exemple, la méthodologie de caractérisation des déchets A0 avant leur conditionnement peut impliquer l'utilisation d'un broyeur de laboratoire où des échantillons représentatifs

seront prélevés à partir d'un lot de colis. Ces échantillons seront homogénéisés et préparés sous une forme permettant à Electrabel d'effectuer des analyses physico-chimiques du contenu en chlore, sulfate et cellulose dont les résultats serviront à effectuer la déclaration et à fournir l'estimation des incertitudes liées à cette déclaration. Les valeurs déclarées reposeront sur les moyennes des différents échantillons du lot. Les écarts-types calculés sur la population considérée d'échantillons (d'un lot ou d'un cumul) seront utilisés pour déclarer les incertitudes.

Pour le cas particulier des déchets A0 dont les débits de dose au contact dépassent 2 mSv/h (qui seront traités et conditionnés par les processus de conditionnement hétérogène, actuellement WB03 - TC/01), ceux-ci peuvent être exemptés d'échantillonnage à condition qu'Electrabel apporte la preuve que ces déchets > à 2 mSv/h sont similaires et comparables aux déchets < à 2 mSv/h. Cette similarité peut être justifiée sur base d'autres échantillons prélevés sur les déchets non conditionnés qui sont produits dans des conditions identiques.

Pour le critère ASR/DEF, le HEC-CCT-408C pourra être employé.

Après avoir tout mis en œuvre pour trier les déchets radioactifs, il peut rester une fraction résiduelle après les opérations de tri de ces déchets radioactifs ayant un contenu très hétérogène (fraction A0). Ils contiennent principalement de très petits composants, des poussières et des substances pour lesquelles le tri à l'échelle industrielle n'est pas ou n'est plus possible.

Minimisation de la fraction A0 - à partir de HEC-CCT-302 (ces principes généraux sont également applicables à CT3) : « *Le code A0 peut être utilisé pour une fraction de déchets (la 'fraction résiduelle'), à condition que la masse de cette fraction résiduelle ait été prise en compte dans le 'dossier d'approbation de transfert' du procédé (mentionné au critère 201)* »

Dans les Nuclear Waste Packages, la présence d'une fraction résiduelle de déchets A0 peut être autorisée à condition qu'Electrabel démontre que des efforts industriels raisonnables ont été fournis pour isoler et minimiser la fraction A0 d'autres flux de déchets bien définis (par exemple, les déchets purement métalliques) par l'application et/ou la mise en place de procédures qualité, dont entre autres, des procédures de tri, des programmes de formation des opérateurs, ... Electrabel documentera ces aspects dans le dossier d'approbation pour transfert.

2.4 CARACTERISATION CHIMIQUE - DECLARATION DES MASSES ET DES INCERTITUDES

2.4.1 CCT applicables

Les CCT applicables pour les méthodologies décrites ci-dessous sont les CCT suivants :

- HEC-CCT-201 ; HEC-CCT-302 ; HEC-CCT-307 ; HEC-CCT-404 A/B/C/D ; HEC-CCT-409 A/B/C ; HEC-CCT-406 A/B/C ; HEC-CCT-408 A/B/C ;
- HOC-CCT-201 ; HOC-CCT-302 ; HOC-CCT-307 ; HOC-CCT-404 A/B/C ; HOC-CCT-409 ; HOC-CCT-406 ; HOC-CCT-408 ;
- HEC-B-CCT-201 ; HEC-B-CCT-302 ; HEC-B-CCT-307 ; HEC-B-CCT-404 ; HEC-B-CCT-409 ; HEC-B-CCT-406 ; HEC-B-CCT-408 ;
- HOC-B-CCT-201 ; HOC-B-CCT-302 ; HOC-B-CCT-307 ; HOC-B-CCT-404 ; HOC-B-CCT-409 ; HOC-B-CCT-406 ; HOC-B-CCT-408 ;

- CT3-CCT-201 ; CT3-CCT-304 ; CT3-CCT-404 A/B ; CT3-CCT-405 A/B ; CT3-CCT-407 ; CTE-CCT A/B/C ; CT3-CCT-408 ; CT3-CCT-409.

2.4.2 Vannes

Les vannes représentent des matériaux hautement hétérogènes qui ne peuvent pas faire l'objet d'une caractérisation individuelle à l'échelle industrielle. Il convient de définir et d'adopter une approche pragmatique mais conservatrice qui permettra d'assurer une caractérisation efficace.

Ce type de déchets métalliques peut être déclaré avec le code AO C7 (« structure en métal non spécifié ») ou M0 (« métal non spécifié »). La déclaration et la justification seront de nature descriptive et documentaire (i.e. fiche technique).

2.4.2.1 Chlore hydrosoluble

a) Déclaration de masses

Les vannes du circuit primaire ne contiennent pas de chlore car ce produit est strictement limité via les spécifications techniques du système primaire (voir procédure opérationnelle CHEM/02). Néanmoins, des traces de chlore peuvent être présentes, mais celles-ci sont supposées être inférieures aux incertitudes (voir ci-dessus). Par conséquent, des masses de 0 gramme seront déclarées.

b) Déclaration des incertitudes

Des traces de chlore pourraient être présentes, provenant principalement des résidus chimiques séchés des systèmes primaires (voir également procédure opérationnelle CHEM/02 [13]). Sur cette base, Electrabel calculera le résidu maximal de manière conservatrice en tenant compte de la concentration maximale admissible dans le système primaire. Cette valeur sera utilisée pour déclarer l'incertitude.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et des incertitudes seront considérés comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si 1) zéro gramme est la valeur déclarée 2) une déclaration d'incertitude est fournie ; 3) l'utilisation des codes AO, M0 ou C7 dans la déclaration est justifiée valablement.

2.4.2.2 Sulfate hydrosoluble

a) Déclaration de masses

Les vannes ne contiennent pas de sulfate hydrosoluble. La valeur générique à déclarer est de 0 gramme. Cependant, dans certains cas exceptionnels, les composants des vannes pourraient contenir des traces de sulfate. Celles-ci sont supposées être inférieures aux incertitudes (voir ci-dessus). Par conséquent, des masses de 0 gramme seront déclarées.

b) Déclaration des incertitudes

La quantité maximale de sulfate sera évaluée et documentée par Electrabel (par exemple, au moyen d'une argumentation fondée sur les spécifications techniques de vannes représentatives). Cette valeur sera utilisée pour déclarer l'incertitude.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et les incertitudes seront considérés comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si 1) zéro gramme est la valeur déclarée 2) une déclaration d'incertitude est fournie ; 3) l'utilisation des codes AO, M0 ou C7 dans la déclaration est justifiée valablement.

2.4.2.3 Cellulose

a) Déclaration de masses

Les vannes ne contiennent pas de cellulose. La déclaration sera 0 gramme. Toutefois, une présence limitée localisée peut être observée. Ce point est couvert par les incertitudes.

b) Déclaration des incertitudes

Dans des situations exceptionnelles, les vannes peuvent présenter des autocollants ou joints contenant de la cellulose (à confirmer, par exemple, sur la base des spécifications techniques de vannes représentatives). La quantité maximale de cellulose sera évaluée et documentée par Electrabel (par exemple, au moyen d'une argumentation fondée sur les spécifications techniques de vannes représentatives). Cette valeur sera utilisée pour déclarer l'incertitude.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et les incertitudes seront considérés comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si 1) zéro gramme est la valeur déclarée 2) une déclaration d'incertitude est fournie ; 3) l'utilisation des codes AO, M0 ou C7 dans la déclaration est justifiée valablement.

2.4.2.4 Métaux électropositifs

a) Déclaration de masses

Certaines vannes peuvent contenir un nombre limité de pièces en aluminium (comme des joints). La masse correspondante à ces parties sera déclarée de manière conservatrice. Une argumentation documentée justifiera ce point.

b) Déclaration des incertitudes

La quantité maximale d'aluminium sera évaluée et documentée par Electrabel (par exemple, au moyen d'une argumentation fondée sur les spécifications techniques de valves représentatives). Cette valeur sera utilisée pour déclarer l'incertitude.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et les incertitudes seront considérés comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si cette information est transmise au moyen d'une argumentation fondée sur les spécifications techniques des vannes.

2.4.2.5 ASR – DEF

NA pour les vannes.

2.4.3 Débris de béton

Les débris de béton ont des origines diverses :

- Béton produit lors de l'enlèvement des grands composants ;
- Béton produit lors du démantèlement des locaux de la zone contrôlée ;
- Déchets de béton produits lors de la décontamination des bâtiments.

Les règles de caractérisation qui peuvent s'appliquer sont reprises dans la note ONDRAF 2023-0904. Celles-ci doivent être appliquées pour tous les déchets béton pour les critères ASR/DEF. Dans certaines situations exceptionnelles, comme par exemple pour une partie des débris de béton pour lesquelles l'information disponible est insuffisante, une traçabilité et une caractérisation pour chaque partie individuelle n'est pas réalisable à l'échelle industrielle, ce qui rend l'application de la note ONDRAF 2023-0904 potentiellement impossible.

Dans ces situations exceptionnelles, Electrabel peut proposer une approche statistique sur base d'échantillons représentatifs pour ces débris de béton. Cette approche veillera à choisir des échantillons de manière aléatoire (afin d'éviter les biais statistique – un biais statistique peut par exemple être introduit en excluant certaines zones moins facilement accessibles du bâtiment ou en excluant des bétons radioactifs des analyses).

Electrabel peut établir une cartographie ASR/DEF, chlore et sulfates pour chaque centrale en s'appuyant sur quelques dizaines d'échantillons dont le nombre final est à convenir afin d'obtenir une vue réaliste des risques ASR/DEF, chlore et sulfates pour l'ensemble des déchets béton de la centrale. Cette cartographie fera partie du dossier d'approbation pour transfert.

2.4.3.1 ASR/DEF

Trois cas de figure peuvent être envisagés :

- Aucun échantillon n'est sensible à l'ASR/DEF → les déchets béton sont considérés à priori comme non sensibles à l'ASR/DEF et sont déclarés conformément aux critères CT3-CCT-407A ou HEC-CCT-408A (ASR non avérée).

- Un découpage justifié par Electrabel entre les zones sensibles et non sensibles à l'ASR peut être proposé → Les déchets peuvent être triés par Electrabel et déclarés en partie sous les critères CT3-CCT-407A ou HEC-CCT-408A (ASR non avérée) et CT3-CCT-407B ou HEC-CCT-408B (ASR avérée).
- Aucune conclusion statistique ne peut être tirée → les débris seront déclarés dans le cadre du critère CT3-CCT-407C ou HEC-CCT-408C (risque d'ASR).

2.4.3.2 Chlore et sulfate

a) Déclaration de masses

Les masses en chlore et en sulfate dans un nombre d'échantillons statistiquement représentatif sont déclarées sur base des mesures obtenues en utilisant la norme belge NBN-B15-250 :1991 [9]. Les valeurs déclarées reposeront sur les moyennes de différents échantillons en application de cette norme.

b) Déclaration des incertitudes

La déclaration des incertitudes pour les débris de béton se fera sur base du calcul de l'écart-type des mesures de masses individuelles en chlore et en sulfate de chaque échantillon tiré de la cartographie.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et les incertitudes seront considérés comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si cette information est transmise au moyen d'une argumentation fondée sur base des résultats de ces mesures.

2.4.3.3 Cellulose

a) Déclaration de masses

Lors de la construction des centrales, aucune cellulose n'a été volontairement rajoutée au béton. Dès lors, la déclaration affichera zéro gramme. Toutefois, une présence limitée et localisée pourrait être observée (e.g. étiquettes, pollution organique). Celles-ci sont supposées par Electrabel être inférieures aux incertitudes (voir ci-dessous).

Compte tenu de la taille des gravats de béton tel que produit par des moyens industriels classique (marteau pique, scarification...), la présence de cellulose peut également être exclue visuellement.

b) Déclaration des incertitudes

La présence éventuelle de cellulose sera évaluée et documentée par Electrabel qui en calculera une quantité maximale. Cette quantité maximale sera considérée comme une incertitude.

c) Condition de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et des incertitudes est considérée comme étant valable en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si 1) zéro gramme est la valeur déclarée 2) certains résidus potentiels sont pris en compte dans les incertitudes ; 3) les contrôles visuels effectués par Electrabel excluront la présence de cellulose ; 4) la déclaration est justifiée valablement telle que définie au paragraphe a) et b)

2.4.4 Les blocs de bétons issus du démantèlement du blindage biologique

Les règles de caractérisations qui s'appliquent sont reprises dans la note ONDRAF 2023-0904. Celles-ci doivent être appliquées pour tous les déchets béton pour les critères ASR/DEF pour autant qu'elles soient applicables d'un point de vue industriel (disponibilité des informations spécifiques et traçabilité).

Exceptionnellement, dans le cas où la décomposition en « éléments structurels » comme le prévoit la note ONDRAF 2023-0904 ne peut être justifiée (notamment par manque d'informations), Electrabel peut utiliser une approche statistique comme décrite à la section 2.4.3. Dans ce cas, Electrabel peut proposer à l'ONDRAF une cartographie reprenant l'emplacement des échantillons prélevés aléatoirement ayant pour objectif la représentativité et une justification de l'approche proposée.

2.5 EXEMPLE D'APPLICATION DE MISE EN OEUVRE DU TEST DE LIXIVIATION POUR LE CTC– HOC – CCT437

2.5.1 CCT applicables

Le HOC-CCT-307 décrit le contenu du Dossier Documentaire de Production. Il fait référence notamment à la méthode à suivre pour effectuer le test de lixiviation. Ce dernier est décrit dans le HOC-CCT-437.

- 437 (L)** Le producteur doit effectuer un **test de lixiviation** tel que décrit dans les fiches techniques ONDRAF TFT-3 [37] et TFT-4 [38], afin de fournir une indication de la capacité de confinement du produit d'immobilisation. Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies:
- Dans le dossier d'approbation doit être justifié pourquoi une dérogation à la méthode de test décrite ci-dessus est souhaitée.
 - Dans le dossier d'approbation doit être démontré que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.

Electrabel peut proposer une méthode alternative des tests de lixiviation à celles qui sont reprises dans le CTC– HOC – CCT437.

Par exemple, une méthodologie alternative des tests de lixiviation pour les déchets homogènes peut s'appuyer sur l'utilisation de la norme ANSI/ANS-16.1-2003 (R2017) [12].

2.6 REFERENCES

- [1] Note ONDRAF 97-3497, Note technique NTC-6 : Méthodes et installations de mesure pour la détermination de l'activité des déchets conditionnés
- [2] 10000303141/000/00, Note de methodologie CNT - sit. act.
- [3] 10000735463/000/00 Afvalkarakterisatie - Amande-meetsysteem
- [4] IAEA-TECDOC-1672, Modelling of Transport of Radioactive Substances in the Primary Circuit of Water Cooled Reactors
- [5] Note ONDRAF 2020-0827, note technique : « TNT-2 : Codification des DNC »
- [6] Référence nonutilisée
- [7] Note ONDRAF 2023-0839, Productie van bergingsconform niet-geconditioneerd afval op basis van de afvalomschrijvingen (AO-codes)
- [8] Note ONDRAF 2023-0904, Guidance concernant l'insensibilité à la dégradation due à la réaction ASR et à la réaction DEF
- [9] NBN-B15-250 :1991, Analyse chimique des mortiers et bétons durcis
- [10] Note ONDRAF 1988-1185 : « TFT-3 : Résistance à la lixiviation »
- [11] Note ONDRAF 1998-1196 : « TFT-4 : Expression et présentation des résultats des essais de lixiviation »
- [12] ANSI/ANS-16.1-2003 (R2017)
- [13] CHEM/02 « Chemische specificaties en analysefrequentie der primaire kringen en hulpkringen Doel 4 » (= exemple ZST.10000734283.000.00 pour Doel4)
- [14] Note ONDRAF 2023-1185 : Note technique TNT6.1A : Contenu type d'un dossier d'agrément pour les méthodes et installations basées sur l'analyse par spectrométrie gamma des déchets radioactifs non conditionnés.

Critères de transfert contractuels – « CT3 »

20 juin 2023

Résumé

Ce document contient les Contractual Transfer Criteria (c'est-à-dire les critères de transfert contractuels) pour les déchets de catégorie A emballés dans un conteneur en béton (caisson) de type III.

Les critères énoncés dans le présent document respectent les critères de conformité des colis de stockage dans la version 3 du chapitre 15 du rapport de sûreté du stockage en surface (daté du 30 janvier 2019). Les critères de conformité relatifs au caisson et au mortier de remplissage (chapitre 7 dudit rapport de sûreté) y ont été intégrés.

La plupart des critères figurant dans ce document sont extraits du projet de note ONDRAF intitulé « ACRIA-BA-A-CT3 » daté du 17 décembre 2019. En outre, ce document contient certains critères supplémentaires et/ou assouplis dans le cadre de l'accord entre Engie et l'État pour le transfert financier des déchets radioactifs de catégorie A pour certains flux/familles de déchets radioactifs.

L'annexe 11 donne des exemples de principes de caractérisation de certains déchets d'Electrabel applicables industriellement en vue du transfert.

1	DISPOSITIONS INTRODUCTIVES	4
1.1	DESCRIPTION DES DECHETS RADIOACTIFS	4
1.2	INSTRUCTIONS POUR L'UTILISATEUR DES CRITERES DE TRANSFERT CONTRACTUELS	4
1.2.1	Codification des critères de transfert contractuels.....	4
1.2.2	Justification des critères de transfert contractuels	5
1.2.3	Documents de référence	5
1.2.4	Terminologie.....	5
2	« APPROBATIONS POUR TRANSFERT »	6
3	DOCUMENTATION DES DÉCHETS RADIOACTIFS	6
4	CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES DÉCHETS	10
4.1	DECHETS DE STOCKAGE (DANS LEUR ENSEMBLE).....	10
4.1.1	Composition requise des déchets de stockage	10
4.1.2	Substances dangereuses.....	11
4.1.3	Substances biodégradables.....	11
4.2	DECHETS BRUTS ET/OU TRAITES	11
4.2.1	Chlorures	11
4.2.2	Liquides libres.....	12
4.2.3	Substances susceptibles de gonfler	12
4.2.4	Sulfates.....	12
4.2.5	Métaux électropositifs.....	12
4.2.6	Diverses restrictions ou exclusions.....	12
4.3	MORTIER DE REMPLISSAGE	13
4.3.1	Matières premières du mortier de remplissage	13
4.3.2	Le mortier de remplissage frais	14
4.3.3	Le mortier de remplissage durci.....	17
4.4	PANIER	18
5	CARACTÉRISTIQUES RADIOLOGIQUES DES DÉCHETS	19
5.1	ACTIVITES VOLUMIQUES MAXIMALES	19
5.2	CRITICITE	23
6	CAISSON ET MONOLITHE	23
6.1	CAISSON	23
6.2	MONOLITHE (DANS SON ENSEMBLE).....	23
6.2.1	Contraintes de nature physique	23
6.2.2	Sûreté opérationnelle radiologique.....	23
6.2.3	Inscriptions et pictogrammes	24
7	AGENTS PATHOGÈNES BIOLOGIQUES	24
8	DISPOSITIONS ADMINISTRATIVES	24
9	RÉFÉRENCES	24
BIJLAGE 1	JUSTIFICATIONS DES CRITERES DE TRANSFERT CONTRACTUELS	27
BIJLAGE 2	FILIERE DE GESTION DE REFERENCE	37
BIJLAGE 3	ILLUSTRATION DE LA TERMINOLOGIE DU MONOLITHE DE TYPE III	38
BIJLAGE 4	SUBSTANCES/MELANGES DANGEREUX EXCLUS	39
BIJLAGE 5	LE FORMULAIRE M	41
BIJLAGE 6	SUBSTANCES QUI PERTURBENT LA PRISE/LE DURCISSEMENT	42

BIJLAGE 7	CONFIGURATION DU CAISSON DE TYPE III	44
BIJLAGE 8	DENSITE D'ARMATURE MINIMALE CORPS DE CAISSON TYPE III.....	47
BIJLAGE 9	LISTE DES METAUX ELECTROPOSITIFS.....	48
BIJLAGE 10	APERÇU DES ABREVIATIONS UTILISEES.....	49

1 DISPOSITIONS INTRODUCTIVES

1.1 Description des déchets radioactifs

Ces critères de transfert contractuels concernent les déchets de stockage destinés à l'installation de stockage en surface de Dessel et emballés dans un conteneur en béton de type III (ci-après dénommé « caisson »).

L'ensemble d'un caisson et de son contenu est appelé « monolithe ». Un monolithe avec un caisson de type III est appelé monolithe de type III.

Un monolithe de type III résulte de la cimentation des déchets radioactifs bruts et/ou traités dans le caisson. Cette cimentation se fait à l'aide d'un « mortier de remplissage ».

La filière de gestion de référence des déchets radioactifs couverts par les présents critères de transfert contractuels est définie à l'Annexe 2.

1.2 Instructions pour l'utilisateur des Critères de transfert contractuels

1.2.1 Codification des critères de transfert contractuels

Les critères de transfert contractuels figurent dans les Chapitres 2 à 7 inclus de la présente note.

Un **critère de transfert contractuel** est reconnaissable à un code alphabétique placé entre parenthèses dans la marge gauche de la page. Ce code est précédé d'un numéro qui permet d'identifier le critère de transfert contractuel concerné.

Les **codes alphabétiques** ont la signification suivante :

- la lettre O indique un critère opérationnel. Un tel critère concerne la sûreté de la gestion des déchets radioactifs pendant l'exploitation d'une installation dans la filière de gestion de référence. Dans les présents critères de transfert contractuels, il s'agit du stockage en surface (prévu) à Dessel.
- la lettre L indique un critère à long terme. Un tel critère concerne la sûreté passive après la fermeture de la destination finale de référence des déchets radioactifs. Dans les présents critères de transfert contractuels, il s'agit du stockage en surface (prévu) à Dessel.

Le **symbole**  dans la marge gauche de la page éclaire le contexte de certains critères de transfert contractuels. Ces informations ont été ajoutées afin de promouvoir l'interprétation correcte des critères de transfert contractuels, mais ne constituent pas en soi un critère de transfert contractuel.

1.2.2 Justification des critères de transfert contractuels

Les justifications des critères de transfert contractuels sont rassemblées en Annexe 1 de la présente note. Les numéros des justifications sont identiques à ceux des critères de transfert contractuels.

Une justification explique la raison d'être du critère et indique la manière dont les valeurs limites éventuelles ont été déduites. Une justification peut également fournir des informations et des clarifications supplémentaires. L'objectif ultime des justifications est de promouvoir l'interprétation correcte des critères de transfert contractuels. Les justifications sont de nature informative et ne font pas partie des critères.

1.2.3 Documents de référence

La liste des documents de référence figure au chapitre 9 de la présente note. Cette liste identifie les notes techniques en tant que telles. Elle identifie également des arrêtés royaux et des lois (législation fédérale belge) ainsi que des règlements (législation européenne) en tant que tels.

De tous les documents de référence mentionnés au chapitre 9, la version en vigueur, ou autorisée, à la date de signature des documents de transaction doit être utilisée. Ceci s'applique également à la législation mentionnée dans cette liste.

Pour toutes les notes techniques, la version en vigueur est indiquée dans la liste récapitulative des documents approuvés (LDA) [1]. Pour toutes les normes énumérées, la dernière version est limitée à la date de signature des documents de transaction.

1.2.4 Terminologie

La terminologie utilisée est expliquée dans la note technique « GLOSS » [2].

Dans les présents critères de transfert contractuels :

- Les « déchets de stockage » d'un monolithe de type III correspondent à l'ensemble des déchets bruts et/ou traités, au panier et au mortier de remplissage à l'intérieur du caisson.
- Le terme « déchets radioactifs » désigne les déchets de stockage provenant de l'ensemble du lot de monolithes évalué en fonction des critères de transfert contractuels ci-dessous ;
- Au chapitre 6 , le terme « béton » désigne le béton d'un caisson. Le terme « armature » fait référence à l'armature d'un caisson ;
- Par « béton concassé », on entend des morceaux de béton, de mortier ou de pierre de ciment provenant d'activités de démantèlement. Ils peuvent prendre la forme de débris, de blocs de construction intacts ou de blocs contigus.

La terminologie relative au monolithe est illustrée dans l'Annexe 3. Un aperçu des abréviations utilisées dans la présente note est donné à l'Annexe 10.

2 « APPROBATIONS POUR TRANSFERT »

- 201 (L,O) Chaque monolithe doit avoir été produit selon un procédé de conditionnement final approuvé « pour transfert » par l'ONDRAF. Le « dossier d'approbation pour transfert » y afférent doit être élaboré conformément à la note technique NTC-4 [32] et approuvé avant la production du monolithe en question. En outre, il convient dans ce « dossier d'approbation pour transfert », de documenter la manière dont les incertitudes sont prises en compte dans l'appréciation des valeurs de mesure par rapport aux valeurs limites des critères de transfert contractuels. Les valeurs limites numériques dans les critères de transfert contractuels sont exprimées par le nombre de chiffres significatifs correspondant à la précision requise de la grandeur à mesurer.
- 202 (L,O) Chaque monolithe doit être caractérisé radiologiquement à l'aide d'une méthode (y compris l'équipement à utiliser dans le processus) approuvée « pour transfert » par l'ONDRAF. Le « dossier d'approbation pour transfert » y afférent doit être élaboré conformément à la note technique NTC-6 [33] et approuvé avant la production du monolithe en question. En outre, il convient dans ce « dossier d'approbation pour transfert », de documenter la manière dont les incertitudes sont prises en compte dans l'appréciation des valeurs de mesure par rapport aux valeurs limites des critères de transfert contractuels. Les valeurs limites numériques dans les critères de transfert contractuels sont exprimées par le nombre de chiffres significatifs correspondant à la précision requise de la grandeur à mesurer.

3 DOCUMENTATION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

-  Ce chapitre rassemble les données relatives aux monolithes et à leur contenu, qui doivent être documentées en vue du transfert des déchets radioactifs. On suppose ici que toutes ces données se trouvent dans les dossiers de suivi des monolithes et sur le formulaire M (formulaire de demande d'enlèvement pour monolithes).
- 301 (O) Le **formulaire M**, dont le format est fourni en Annexe 5, doit être présenté pour les monolithes avec les données communes suivantes :
- Type et variante de monolithe ;
 - Installation dans laquelle les monolithes ont été produits ;
 - Nom du producteur des monolithes ;
 - Les déchets de stockage contiennent ou non des matières nucléaires ;
 - Les déchets de stockage contiennent ou non des substances dangereuses ;
- 302 (L,O) Le **formulaire M** présenté doit contenir au moins les informations suivantes :
- Nombre de monolithes ;
 - Codes d'identification des monolithes ;
 - Date d'introduction du formulaire M ;
 - Identification du contrat applicable au transfert ;
 - Type et variante de monolithe ;
 - Installation dans laquelle les monolithes ont été produits ;
 - Nom du producteur des monolithes ;
 - Déclaration indiquant si les déchets radioactifs contiennent ou non des matières nucléaires ;

- Déclaration indiquant si les déchets radioactifs contiennent ou non des substances dangereuses ;

303 (L,O) Les **données** suivantes **concernant le monolithe** (dans son ensemble) doivent être disponibles dans le **dossier de suivi de** chaque monolithe :

- Code d'identification du monolithe ;
- Type et variante de monolithe ;
- Installation dans laquelle les monolithes ont été produits ;
- Nom du producteur des monolithes ;
- Masse totale du monolithe (kg) ;

304 (L,O) Les **données physiques et chimiques** suivantes des déchets doivent être disponibles dans le **dossier de suivi** de chaque monolithe :

- Données des **déchets de stockage** :
 - Masse des déchets de stockage (kg). Il s'agit de la masse totale du monolithe (voir critère **303**) moins la masse du caisson (voir critère **307**) et moins 225 kg ;
 - Si les déchets de stockage contiennent des substances ou des mélanges dangereux (c'est-à-dire qu'une phrase H ou EUH y est applicable, sur la base de la masse des déchets de stockage et compte tenu des critères et valeurs limites pour les substances dangereuses dans le règlement CLP [27] et dans les directives techniques pour la classification des déchets [28]), pour chaque substance dangereuse qui en est la cause :
 - Nom de la substance qui en est la cause ;
 - Phrases H applicables (y compris les phrases EUH) ;
 - Masse des substances cellulosiques. Seuls les déchets bruts et/ou traités doivent être pris en compte.
 - Masse des ions chlorure dans les chlorures hydrosolubles ;
 - Déclaration indiquant si les déchets de stockage contiennent ou non des matières nucléaires.
 - Confirmation (à chaque fois oui/non) :
 - Les déchets de stockage ne contiennent pas de substances ou de mélanges présentant un risque physique ou matériel (voir le critère **402**) ;
 - À l'exception des substances cellulosiques, les déchets de stockage ne contiennent pas de substances biodégradables (voir le critère **403**). Seuls les déchets bruts et/ou traités doivent être pris en compte.
- Données relatives aux **déchets bruts et/ou traités** :
 - Masse des déchets bruts et/ou traités (kg)
 - Description de chaque fraction de déchets bruts et/ou traités à l'aide d'un code AO¹ et d'une masse. Les règles suivantes s'appliquent :
 - Le code AO de chaque fraction de déchets doit correspondre au mieux à la description des déchets qui composent cette fraction. Dans ce cadre, un code AO spécifique doit être utilisé, à l'exception des cas suivants :
 1. Lorsque la fraction de déchets peut être décrite par un code AO qui, dans la guidance « Codes AO »[36], est identifié

¹ La note technique TNT-2 [5] contient la liste de tous les codes AO qu'a établis l'ONDRAF. Elle précise les codes AO devant être considérés comme spécifiques.

comme « conforme au stockage » (ou « BC » pour « bergingsconform »), un code AO générique peut également être utilisé.

2. Le code A0 peut être utilisé pour une fraction de déchets (la « fraction résiduelle »), à condition que la masse de cette fraction résiduelle ait été prise en compte dans le « dossier d'approbation pour transfert » du procédé de conditionnement final (mentionné au critère 201).

- La somme des masses de toutes les fractions de déchets doit être égale à la masse des déchets bruts et/ou traités (voir ci-dessus).
- Masse des ions sulfate dans les sulfates hydrosolubles ;
- Nom et masse de chaque agent complexant ou chélatant présent ;
- Nom et masse de toute substance présente susceptible d'interférer avec la prise et le durcissement du mortier de remplissage (entraînant une perte de qualité dudit mortier). L'Annexe 6 contient une liste indicative de ces substances ;
- Confirmation (à chaque fois oui/non) :
 - Les déchets bruts et/ou traités ne contiennent pas de liquides libres (voir le critère 406) ;
 - Le béton concassé dans les déchets bruts et/ou traités est insensible à l'ASR et à la DEF, sauf lorsque le critère 407C s'applique (voir le critère 407A) ;
 - Les déchets bruts et/ou traités ne contiennent pas de métaux électropositifs (voir 409). L'Annexe 9 contient une liste exhaustive des métaux électropositifs ;
 - Les déchets bruts et/ou traités ne contiennent pas de sources scellées (voir le critère 410) ;

305 Les **données radiologiques** suivantes des déchets doivent être disponibles dans le **dossier de suivi** de chaque monolithe :

- Code de référence du « dossier d'approbation pour transfert » ou référence de la lettre d'approbation de la méthode de caractérisation radiologique (et de l'équipement utilisé) des monolithes.
- Débit de dose (débit de dose maximal mesuré au contact du monolithe) et date de la mesure ;
- Confirmation que la contamination surfacique transférable mesurée respecte les valeurs limites du critère 628.
- Masses d'U-235, de Pu-239 et de Pu-241 présentes dans les déchets bruts et/ou traités ;
- Déclaration indiquant si les déchets bruts et/ou traités contiennent ou non de l'uranium hautement enrichi (c'est-à-dire d'un niveau d'enrichissement de 20 % ou plus). Il n'est pas nécessaire de déclarer une quantité totale d'uranium hautement enrichi inférieure à 1 mg.
- Activités des radionucléides dans les déchets bruts et/ou traités. Au minimum, il convient d'étudier la présence dans les déchets et, le cas échéant, de déterminer l'activité des radionucléides du Tableau 1.

Tableau 1 : Liste standard des radionucléides à déclarer obligatoirement

H-3	Ni-63	Ag-108m	Cs-137	Th-229	Pu-238	Cm-243
C-14	Se-79	Ag-110m	Ce-144	Th-230	Pu-239	Cm-244
S-35	Kr-85	I-125	Pm-147	Th-232	Pu-240	Cm-245
Cl-36	Sr-90	I-129	Sm-151	Pa-231	Pu-241	Cm-246
Ar-39	Mo-93	I-131	Eu-152	U-233	Pu-242	Cm-247
Ca-41	Zr-93	Sb-125	Eu-154	U-234	Pu-244	Cm-248
Mn-54	Nb-94	Sn-121m	Eu-155	U-235	Am-241	
Co-58	Tc-99	Sn-126	Ho-166m	U-236	Am-242m	
Co-60	Ru-106	Cs-134	Hf-178n	U-238	Am-243	
Ni-59	Pd-107	Cs-135	Ra-226	Np-237	Cm-242	

306 (L,O) Le **dossier de suivi** de chaque monolithe doit inclure la confirmation que les déchets radioactifs ne sont pas contaminés ou susceptibles d'être contaminés par des agents pathogènes biologiques. Voir le chapitre 7 pour la définition précise des « agents pathogènes biologiques ».

307 (L,O) Les données suivantes concernant le **caisson** utilisé doivent être disponibles dans le **dossier de suivi** de chaque monolithe :

- Code de référence du dossier d'agrément ou référence de la lettre d'agrément du processus de fabrication des caissons.
- Date de fabrication du caisson ;
- Masse du caisson (kg) ;
- Code de référence du certificat d'approbation du caisson.



Le certificat d'approbation du caisson, délivré par l'ONDRAF, est l'instrument permettant de démontrer que le caisson en question, après sa fabrication, a satisfait aux critères d'acceptation relatifs à la configuration et aux dimensions du caisson, aux matières premières du béton, au béton frais, au béton durci, à l'armature du caisson, aux œillets de levage du caisson et aux inscriptions et pictogrammes sur le caisson. Ces critères d'acceptation sont définis dans l'ACRIA relatif aux monolithes de type III. La durée de validité du certificat d'approbation du caisson peut être limitée.

308 (L,O) Les données suivantes concernant le **mortier de remplissage** utilisé doivent être disponibles dans le **dossier de suivi** de chaque monolithe :

- Code de référence du « dossier d'approbation pour transfert » ou référence de la lettre d'approbation du procédé de conditionnement final ;
- Date de production du monolithe ;
- Code d'identification du (des) lot(s) de mortier de remplissage utilisé(s) ;
- Matières premières du mortier de remplissage :
 - Type de ciment (voir critère 411), avec indication de la source ;
 - Concentration massique en SO₃ et Al₂O₃ dans le ciment (voir critère 412), avec indication de la source ;

- Type de granulats (voir critère 413), avec indication de la source ;
- Type de superplastifiant (voir critère 416), avec indication de la source ;
- Confirmation que les granulats ont une résistance suffisante (voir le critère 414) ;
- Confirmation que les granulats du mortier de remplissage sont insensibles à l'ASR (voir critère 415) ;
- Mortier de remplissage frais :
 - Dosage des différentes matières premières (voir les critères 417, 418 et 419) ;
 - Classe de résistance à la compression (voir critère 420) ;
 - Masse de pâte de ciment durcie (voir critère 421) ;
 - Masse et volume du mortier de remplissage injecté (voir critère 422) ;
 - étalement (voir critère 423) ;
 - Teneur en alcali équivalente, dans la mesure où il est nécessaire de la connaître, compte tenu de l'évolution de la température interne du mortier de remplissage (voir critère 427) ;
 - Confirmation que le mortier de remplissage couvre toute la surface supérieure du couvercle du caisson (voir critère 424) ;
 - Confirmation que le monolithe a été maintenu immobile pendant la prise du mortier de remplissage (voir critère 425).

4 CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES DÉCHETS

4.1 Déchets de stockage (dans leur ensemble)



Les critères de transfert contractuels spécifiques pour les composants des déchets de stockage figurent au § 4.2 (déchets bruts et/ou traités), au § 4.3 (mortier de remplissage) et au § 4.4 (panier).

4.1.1 Composition requise des déchets de stockage

- 401 (L,O) Les déchets de stockage doivent former un ensemble solide, compact et non dispersable qui restera physiquement et chimiquement stable dans des conditions normales pendant le transport et la durée opérationnelle de l'installation de stockage. Concrètement, cela signifie ce qui suit :
- Tous les déchets bruts et/ou traités doivent être immobilisés par le mortier de remplissage.
 - Les déchets de stockage doivent former un ensemble continu.
 - Au moins jusqu'à la fermeture de l'installation de stockage, aucune réaction chimique n'est attendue dans les déchets de stockage et entre ceux-ci et le caisson.
 - Les charges statiques et dynamiques normales du monolithe pendant le transport et la durée opérationnelle de l'installation ne provoquent pas d'effritement des déchets.

4.1.2 Substances dangereuses

402 (L,O) Dans aucun monolithe, les déchets de stockage ne peuvent contenir une substance ou un mélange dangereux qui :

- soit classé(e) dans la catégorie des **dangers physiques** selon l'annexe I du règlement CLP [27] et indiqué(e) par une phrase H spécifique ;
- ou classé(e) dans la catégorie des **dangers matériels** selon l'annexe II du règlement CLP et désigné(e) par une phrase EUH spécifique.



L'Annexe 4 contient un aperçu des substances ou mélanges dangereux exclus par ce critère, sur la base du règlement CLP en vigueur au moment de l'approbation des critères de transfert contractuels. Cette annexe est donc purement illustrative et a pour but d'aider l'utilisateur des présents critères de transfert contractuels.

4.1.3 Substances biodégradables

403 (L,O) Dans aucun monolithe, les déchets de stockage ne peuvent contenir de substances biodégradables. La seule exception concerne les substances cellulosiques.

404A (L) Dans aucun monolithe, la masse totale des substances cellulosiques dans les déchets de stockage ne peut dépasser 0,4 kg.

404B (L,O) **Assouplissement par rapport au critère 404A pour certains flux de déchets** : Dans aucun monolithe, la masse totale des substances cellulosiques dans les déchets de stockage ne peut dépasser **2,7 kg**.

4.2 Déchets bruts et/ou traités

4.2.1 Chlorures

405A (L) Dans aucun monolithe, la masse totale des ions chlorure (Cl^-) dans les chlorures hydrosolubles provenant des déchets radioactifs bruts et/ou traités ne doit dépasser 0,4 m% de la masse de ciment dans le mortier de remplissage. Pour l'application des présents critères de transfert contractuels, tous les chlorures inorganiques (« minéraux ») sont considérés comme des chlorures hydrosolubles. En revanche, tous les chlorures organiques ou composés chimiques dans lesquels l'élément chlore est lié par covalence sont considérés comme insolubles dans l'eau.

405B (L) **Assouplissement par rapport au critère 405A pour certains flux de déchets** : Dans aucun monolithe, la masse totale des ions chlorure (Cl^-) dans les chlorures hydrosolubles provenant des déchets radioactifs bruts et/ou traités ne doit dépasser 0,4 m% de la masse de ciment dans le mortier de remplissage **et le béton concassé**. Pour l'application des présents critères de transfert contractuels, tous les chlorures inorganiques (« minéraux ») sont considérés comme des chlorures hydrosolubles. En revanche, tous les chlorures organiques ou composés chimiques dans lesquels l'élément chlore est lié par covalence sont considérés comme insolubles dans l'eau.

4.2.2 Liquides libres

406 (L,O) Dans aucun monolithe, les déchets bruts et/ou traités ne peuvent contenir de liquides libres.

 L'eau interstitielle (par exemple dans les pores du béton concassé) n'est pas considérée comme un liquide libre.

4.2.3 Substances susceptibles de gonfler

407A (L,O) Dans tout monolithe dont les déchets bruts et/ou traités contiennent du **béton concassé**, ce béton concassé doit être insensible à l'ASR et à la DEF. Ces insensibilités doivent être démontrées sur la base des propriétés connues du béton concassé en question ou d'échantillons représentatifs au moyen de méthodes d'essai appropriées.

 L'insensibilité du béton concassé à l'ASR et à la DEF peut être testée selon les méthodes décrites dans la note 2018-2897 [7].

407B (L,O) **Assouplissement par rapport au critère 407A pour certains flux de déchets** : Il n'est pas exigé que le béton concassé dans les déchets bruts et/ou traités soit insensible à l'ASR et à la DEF. Toutefois, pour chaque monolithe dont les déchets bruts et/ou traités contiennent du béton concassé, la sensibilité ou l'insensibilité de ce béton concassé à l'ASR et à la DEF doit être démontrée sur la base des propriétés connues du béton en question, ou sur la base d'échantillons représentatifs à l'aide de méthodes de test appropriées.

407C (L,O) **Assouplissement par rapport au critère 407A pour certains flux de déchets** : Il n'est pas exigé que le béton concassé dans les déchets bruts et/ou traités soit insensible à l'ASR et à la DEF. Il n'est pas non plus nécessaire d'évaluer la sensibilité à l'ASR et à la DEF de ce béton concassé.

4.2.4 Sulfates

408 (L) Dans aucun monolithe, la masse totale des ions sulfate (SO_4^{2-}) dans les sulfates hydrosolubles provenant des déchets radioactifs bruts et/ou traités ne peut dépasser 12 grammes par kilogramme de déchets radioactifs bruts et/ou traités. Aux fins de ce critère d'acceptation, tous les sulfates inorganiques, à l'exception du sulfate de baryum (BaSO_4), sont considérés comme des sulfates hydrosolubles et tous les sulfates organiques sont considérés comme insolubles dans l'eau. Ce critère d'acceptation ne s'applique donc pas aux sulfates organiques.

4.2.5 Métaux électropositifs

409 (L) Dans aucun monolithe, les déchets bruts et/ou traités ne peuvent contenir de métaux électropositifs.

 L'Annexe 9 contient une liste exhaustive des métaux électropositifs.

4.2.6 Diverses restrictions ou exclusions

410 (L) Dans aucun monolithe, les déchets bruts et/ou traités ne peuvent contenir de sources scellées.

410-28 (L) Aucun déchet brut et/ou traité ne peut être présent dans un monolithe sous une forme facilement dispersable.



L'expression « déchets sous une forme facilement dispersable » désigne les déchets se présentant sous la forme de granulats de petite à très petite taille. Voici quelques exemples de descriptions applicables : gravier, poudre, cendres, poussière...

4.3 Mortier de remplissage

429-01 (L, O) Le mortier de remplissage doit être approuvé par l'ONDRAF.



Sur la base de cette approbation du mortier de remplissage par l'ONDRAF, il peut être démontré que le mortier de remplissage en question répond aux critères de transfert contractuels 411 à 427.

4.3.1 Matières premières du mortier de remplissage

411 (L,O) Le **type de ciment** utilisé pour le mortier de remplissage doit comporter les mentions suivantes :

- CEM III/C (selon NBN EN 197-1 [16]) ;
- HSR (selon NBN B12-108 [14]) ou SR0 ou SR3 (tous deux selon NBN EN 197-1 [16]) ;
- LA (selon NBN B12-109 [15]).



Le type de ciment peut être vérifié à l'aide de la documentation du fournisseur, à condition que le système d'assurance de la qualité du fournisseur puisse garantir ces données ou qu'elles aient été confirmées par une analyse du ciment. L'ONDRAF vérifie le système d'assurance de la qualité d'un fournisseur par le biais des « approbations pour transfert ».

412 (L) Les teneurs en **SO₃ et Al₂O₃ du ciment** utilisé pour le mortier de remplissage doivent répondre à la condition suivante :

- La valeur du ratio SULFALOX ne doit pas dépasser 3, ce ratio étant défini comme suit :

$$SULFALOX = \frac{C \times [SO_3] \times 12,5 + 250}{C \times [Al_2O_3] \times 9,8}$$

Où :

- C : la proportion de ciment (kg/m³) dans le mortier de remplissage
- [SO₃] : la teneur en SO₃ dans le ciment (exprimée en nombre décimal !)
- [Al₂O₃] : la teneur en Al₂O₃ dans le ciment (exprimée en nombre décimal !)



Les teneurs en SO₃ et Al₂O₃ du ciment peuvent être reprises de la documentation du fournisseur, à condition que le système d'assurance de la qualité du fournisseur puisse garantir ces données ou qu'elles aient été confirmées par l'analyse du ciment. L'ONDRAF vérifie le système d'assurance de la qualité d'un fournisseur par le biais des « approbations pour transfert ».

413 (L,O) Les **granulats** utilisés pour le mortier de remplissage doivent être constitués de roches calcaires non dolomitiques (telles que définies dans la PTV 845 [22]) dont la concentration massique en silice est inférieure à 4 %.



La composition chimique des granulats peut être vérifiée à l'aide de la documentation du fournisseur, à condition que le système d'assurance de la qualité du fournisseur puisse garantir ces données ou qu'elles aient été confirmées par une analyse des granulats. L'ONDRAF vérifie le système d'assurance de la qualité d'un fournisseur par le biais des « approbations pour transfert ».

414 (L,O) Les **granulats** utilisés pour le mortier de remplissage doivent avoir une **résistance** conforme aux exigences de la NBN B 15-001 [13] pour la classe d'environnement EE3. Cette résistance doit être vérifiée par le biais de tests définis dans la NBN EN 1367-1 [18] ou la NBN EN 1367-2 [19].

415 (L,O) Les **granulats** utilisés pour le mortier de remplissage doivent être insensibles à l'**ASR** (réaction alcali-silice). Cette insensibilité doit avoir été démontrée sur des échantillons représentatifs, à l'aide des deux méthodes d'essai ci-dessous, où de légers écarts par rapport à la norme, rendus nécessaires par les circonstances, sont autorisés :

- ASTM C 1260 [20]
- ASTM C 1293 [21]



Un léger écart par rapport à la norme ci-dessus peut, par exemple, être rendu nécessaire par l'indisponibilité sur le marché de certaines fournitures d'essai.

416 (L) Le **superplastifiant** utilisé pour le mortier de remplissage doit être du type sulfonate de naphthalène ou polycarboxylate. En outre :

- Le sulfonate de naphthalène est préféré au polycarboxylate.
- Le choix d'un type particulier de superplastifiant doit être justifié dans le « dossier d'approbation pour transfert » du procédé de conditionnement final (mentionné au critère 201)



Le type de superplastifiant peut être vérifié à partir de la documentation des fournisseurs.

4.3.2 Le mortier de remplissage frais

417 (L,O) La **composition nominale** du mortier de remplissage doit correspondre au dosage des ingrédients du Tableau 2 ou du Tableau 3, ou à une combinaison linéaire entre les deux (où le rapport entre la quantité de superplastifiant sous forme sèche et la quantité de superplastifiant sous forme humide est le degré de liberté et la quantité d'eau est ajustée en conséquence).



Aucune des deux compositions nominales ne tient compte de la précision du dosage (voir le critère de transfert contractuel 418).



Electrabel est libre de proposer à l'ONDRAF une autre composition du mortier de remplissage. Lors de la soumission d'une telle proposition, les exigences formelles énoncées dans le document « Interaction avec les producteurs de déchets » [37] s'appliquent.

Tableau 2 : Composition nominale du mortier de remplissage (variante avec superplastifiant sous forme sèche)

Matières premières	Dosage [kg par m ³ de béton]	Dispositions complémentaires
Ciment	637,21	
Microsilice (<i>fumée de silice</i>)	39,01	
Filler calcaire	101,09	
Sable calcaire		
Dimensions < 0,1 mm	90,75	
Dimensions 0,1 à 0,5 mm	403,98	
Dimensions 0,5 à 1,0 mm	299,30	
Dimensions 1,0 à 2,0 mm	412,34	
Eau (total*)	228,76	
Superplastifiant (sous forme sèche)	En fonction de l'ouvrabilité souhaitée (adaptée à l'équipement utilisé)	Critère de transfert 419

(*) Eau de gâchage plus l'eau d'absorption du sable calcaire

Tableau 3 : Composition nominale du mortier de remplissage (variante avec superplastifiant sous forme humide)

Matières premières	Dosage [kg par m ³ de béton]	Dispositions complémentaires
Ciment	637,21	
Microsilice (<i>fumée de silice</i>)	39,01	
Filler calcaire	101,09	
Sable calcaire		
Dimensions < 0,1 mm	90,75	
Dimensions 0,1 à 0,5 mm	403,98	
Dimensions 0,5 à 1,0 mm	299,30	
Dimensions 1,0 à 2,0 mm	412,34	
Eau (total*)	219,16	
Superplastifiant (sous forme humide)	En fonction de l'ouvrabilité souhaitée (adaptée à l'équipement utilisé)	Critère de transfert 419

(*) Eau de gâchage plus l'eau d'absorption du sable calcaire

- 418 (L,O) La composition du mortier de remplissage doit respecter une **précision de dosage** conforme à la NBN EN 206-1 [12], à l'exception de l'eau de gâchage, pour laquelle une précision de dosage de 1,5 % doit être respectée.
- 419 (L,O) Le **dosage du superplastifiant** doit satisfaire à tous les critères de réussite suivants des essais effectués sur un échantillon du mortier de remplissage :
- 1) Après durcissement dans un récipient fermé, aucune eau libre ne peut être visible à la surface du mortier.
 - 2) Le ratio de porosité du mortier ne doit pas dépasser 1,13, ce rapport étant déterminé selon la méthode décrite au §3.1 du rapport d'essai DE65092004 du CTSC [24] ;
 - 3) La teneur en air du mortier ne peut dépasser 5,0 % vol, cette teneur en air étant mesurée par une méthode conventionnelle.
- 420 (L,O) Le mortier de remplissage doit appartenir à la **classe de résistance à la compression** C40/50 ou supérieure. Cette résistance doit être vérifiée par le biais de tests définis dans la NBN EN 13369 [11]. Cette vérification doit figurer dans le « dossier d'approbation pour transfert » du procédé de conditionnement final (mentionné au critère 201). Des éprouvettes prismatiques peuvent être utilisées dans les essais, à condition que la relation avec les essais utilisant des éprouvettes cubiques soit établie sans ambiguïté.
- 421 (L) La masse de **pâte de ciment durcie** dans le mortier de remplissage doit être supérieure ou égale à 29 % de la masse du mortier de remplissage. La masse de pâte de ciment durcie doit être vérifiée par calcul avant l'injection du mortier de remplissage, sur la base des masses pondérées des composants lors de la préparation du mortier de remplissage. La masse de pâte de ciment durcie doit également être confirmée régulièrement (mais pas à chaque lot) par l'analyse d'échantillons du mortier de remplissage.
-  Une méthode de calcul de la masse de la pâte de ciment durcie dans un béton ou mortier est décrite ci-dessous. Cette méthode est considérée comme suffisamment approchante pour le ciment Portland et les ciments composites (tels que le CEM III). La méthode suppose un rapport stœchiométrique de 0,4 unité de masse d'eau de gâchage par unité de masse de ciment Portland.
- Si $W/C > 0,4$, alors :
- $$HCP = C \times 1,4$$
- Sinon :
- $$HCP = W \times 3,5$$
- Où :
- C : proportion de ciment (kg/m³)
 - W : proportion d'eau de gâchage (kg/m³)
 - HCP : proportion de pâte de ciment durcie (kg/m³)
- 422 (L) Le **volume de mortier de remplissage** doit être supérieur ou égal à 50 % du volume de l'intérieur du caisson (hors déchets bruts et/ou traités et panier). Le volume de mortier de remplissage de chaque monolithe doit être vérifié par calcul, sur la base de la masse pondérée de mortier de remplissage injecté.

423 (L,O) Le **étalement** du mortier de remplissage (selon la NBN EN 1015-3 [17], mais sans utilisation de la table à secousses) doit être supérieur ou égal à 240 mm lors de l'injection du mortier de remplissage.



L'une des manières de le vérifier consiste à tester si le débit est supérieur ou égal à 290 mm immédiatement après la préparation et supérieur ou égal à 240 mm une heure après la préparation du mortier de remplissage. Par « après préparation », on entend l'état dans lequel le mélange est terminé et où le superplastifiant démontre pour la première fois sa pleine mobilité. Ceci environ 15 minutes après le premier contact entre le ciment et l'eau.

424 (L,O) Le **niveau** du mortier de remplissage doit atteindre les ouvertures du couvercle et les remplir complètement. Ceci doit faire l'objet d'une vérification pour chaque monolithe, par le biais d'une observation visuelle après injection du mortier de remplissage.

425 (L,O) Pendant la prise du mortier de remplissage, le monolithe doit avoir été maintenu immobile et aucune couche ultérieure de mortier de remplissage ne peut avoir été injectée. Les temps de début et de fin de la prise doivent figurer dans le « dossier d'approbation pour transfert » du procédé de conditionnement final (voir le critère 201).

426 (L,O) Le retrait du mortier de remplissage ne peut pas avoir provoqué de **macro-fissures continues** dans le monolithe. Sont plus précisément visés, les phénomènes suivants :

- La fissure du mortier de remplissage sur la hauteur d'une paroi de caisson ;
- La fissure du mortier de remplissage sur la largeur du couvercle du caisson.



L'absence de macro-fissures continues dans le mortier de remplissage peut être vérifiée par le biais d'une inspection visuelle de la section transversale d'un modèle pilote de monolithe.

4.3.3 Le mortier de remplissage durci

427 (L,O) Le mortier de remplissage doit :

- soit, pendant et après la prise, présenter une **évolution de sa température interne**, qui doit être restée inférieure ou égale à 60°C en tout point ;
- soit remplir toutes les conditions ci-dessous :
 - 1) Le type de ciment du mortier de remplissage doit être LA (voir le critère de transfert contractuel 411).
 - 2) La teneur en alcali équivalente du mortier de remplissage ne doit pas dépasser 3 kg/m³, cette teneur en alcali étant calculée conformément au RAG 21-600 [23].
 - 3) Pendant et après la prise, le mortier de remplissage doit présenter une évolution de sa température interne, qui doit être restée inférieure ou égale à 65°C en tout point.



Les données nécessaires au calcul de la teneur en alcali équivalente du mortier de remplissage peuvent être tirées de la documentation des fournisseurs des matières premières, à condition que le système d'assurance de la qualité du fournisseur puisse garantir ces données ou qu'elles aient été confirmées par une analyse des matières premières. L'ONDRAF vérifie le système d'assurance de la qualité d'un fournisseur par le biais des « approbations pour transfert ». L'évolution de la température interne du mortier de remplissage peut être vérifiée à l'aide de mesures sur un modèle pilote inactif d'un monolithe.

4.4 Panier

- 428 (L,O) Le panier ne peut être composé d'une substance faisant l'objet d'une exclusion ou d'une restriction dans les critères de transfert contractuels des § 4.1 et § 4.2.
-  Electrabel est libre de proposer à l'ONDRAF un concept de ce panier. Lors de la soumission d'une telle proposition, les exigences formelles énoncées dans le document « Interaction avec les producteurs de déchets » [37] s'appliquent.
- 430 (L, O) Le panier doit être approuvé par l'ONDRAF.

5 CARACTÉRISTIQUES RADIOLOGIQUES DES DÉCHETS

5.1 Activités volumiques maximales

501A (L) Dans chaque monolithe, l'activité volumique de chacun des (28) radionucléides critiques doit être inférieure ou égale à la **valeur CLI spécifique** dans le Tableau 4. Ici, l'activité volumique est calculée sur le volume interne d'un caisson de type III, soit 3,430 m³.

Tableau 4 : Valeurs CLI

Nucléide	Valeur CLI [Bq/m ³]
Ag-108m	1 × 10 ⁸
Am-241	2 × 10 ⁹
Am-243	1 × 10 ⁸
C-14	1 × 10 ¹¹
Ca-41	1 × 10 ⁹
Cl-36	1 × 10 ⁸
Cm-244	1 × 10 ⁹
Cs-135	1 × 10 ⁸
Cs-137	1 × 10 ¹²
I-129	1 × 10 ⁸
Mo-93	1 × 10 ⁸
Nb-94	7 × 10 ⁸
Ni-59	1 × 10 ¹¹
Ni-63	1 × 10 ¹³
Np-237	1 × 10 ⁸
Pu-238	1 × 10 ⁹
Pu-239	5 × 10 ⁸
Pu-240	1 × 10 ⁹
Pu-241	8 × 10 ¹⁰
Se-79	1 × 10 ⁹
Sn-126	1 × 10 ⁸
Sr-90	1 × 10 ¹¹
Tc-99	1 × 10 ¹⁰
U-234	1 × 10 ⁹
U-235	1 × 10 ⁷
U-236	1 × 10 ⁸
U-238	1 × 10 ⁸
Zr-93	1 × 10 ⁹

501B (L) Dans chaque monolithe, l'activité volumique de chacun des (28) radionucléides critiques doit être inférieure ou égale à la valeur CLI spécifique dans le Tableau 4. Ici, l'activité

volumique est calculée sur le volume interne d'un caisson de type III, soit 3,430 m³. Dans le cas du béton issu du démantèlement des centrales nucléaires, à la date du 31/12/2038, la valeur CLI du Ca-41 sera égale à 1×10^{10} [Bq/m³].

501-06 (L) Le facteur d'hétérogénéité de chaque monolithe doit être inférieur ou égal à 85, ce facteur d'hétérogénéité ($Z_{\text{monolithe}}$) étant défini comme suit :

$$Z_{\text{monolithe}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{A_{i,\text{monolithe}}}{OLI_{i,\text{tumulus est}} / 17\,240}$$

Où :

- N : le nombre de radionucléides dans le tableau 9
- $A_{i,\text{monolithe}}$: l'activité totale (Bq) d'un radionucléide donné (i) dans le monolithe
- $OLI_{i,\text{tumulus est}}$: la valeur correspondant à un radionucléide donné (i) dans le tableau 9.

Tableau 9 : Valeurs OLI (tumulus de l'est)

Nucléide	OLI _{tumulus est} [Bq]	Nucléide	OLI _{tumulus est} [Bq]
Ag-108m	$1,59 \times 10^{10}$	Np-237	$5,87 \times 10^8$
Am-241	$3,75 \times 10^{11}$	Pu-238	$2,20 \times 10^{11}$
Am-243	$1,13 \times 10^{10}$	Pu-239	$6,46 \times 10^{10}$
C-14	$5,03 \times 10^{12}$	Pu-240	$6,81 \times 10^{10}$
Ca-41	$1,59 \times 10^{12}$	Pu-241	$7,31 \times 10^{12}$
Cl-36	$1,39 \times 10^{10}$	Se-79	$6,20 \times 10^8$
Cm-244	$1,31 \times 10^{11}$	Sn-126	$8,62 \times 10^8$
Cs-135	$2,57 \times 10^8$	Sr-90	$2,20 \times 10^{12}$
Cs-137	$5,57 \times 10^{13}$	Tc-99	$5,15 \times 10^{10}$
I-129	$9,72 \times 10^8$	U-234	$5,32 \times 10^{10}$
Mo-93	$1,40 \times 10^{10}$	U-235	$2,59 \times 10^9$
Nb-94	$2,75 \times 10^{11}$	U-236	$4,00 \times 10^{10}$
Ni-59	$3,44 \times 10^{12}$	U-238	$1,52 \times 10^{10}$
Ni-63	$3,75 \times 10^{14}$	Zr-93	$1,12 \times 10^9$

- 502 (L) Pour chaque monolithe, le facteur X doit être inférieur ou égal à 1, ce facteur X étant défini comme suit :

$$X = \sum_{i=1}^N \frac{C_i}{C_{i,max}}$$

Où :

- N : le nombre de radionucléides dans le Tableau 5
- C_i : la concentration volumique (Bq/m³) d'un radionucléide donné (i) dans le monolithe (où la concentration volumique est calculée sur le volume interne d'un caisson de type III, c'est-à-dire 3,430 m³)
- $C_{i,max}$: la valeur correspondant à un nucléide donné (i) dans le Tableau 5.

Tableau 5 : Valeurs $C_{i,max}$

Radionucléide	Valeur $C_{i,max}$ [Bq/m ³]
Ag-108m	$1,12 \times 10^9$
Am-241	$2,92 \times 10^9$
Am-243	$1,39 \times 10^9$
C-14	$1,40 \times 10^{13}$
Ca-41	$2,52 \times 10^{12}$
Cl-36	$2,83 \times 10^{12}$
Cm-244	$5,93 \times 10^{11}$
Cs-135	$9,72 \times 10^{12}$
Cs-137	$1,99 \times 10^{12}$
I-129	$4,10 \times 10^{10}$
Mo-93	$9,30 \times 10^{10}$
Nb-94	$7,13 \times 10^8$
Ni-59	$4,36 \times 10^{11}$
Ni-63	$4,20 \times 10^{14}$
Np-237	$1,93 \times 10^9$
Pu-238	$1,84 \times 10^{10}$
Pu-239	$1,60 \times 10^9$
Pu-240	$1,63 \times 10^9$
Pu-241	$8,51 \times 10^{10}$
Se-79	$8,81 \times 10^{12}$
Sn-126	$5,49 \times 10^8$
Sr-90	$9,24 \times 10^{14}$
Tc-99	$5,63 \times 10^{12}$
U-234	$2,09 \times 10^{10}$
U-235	$3,78 \times 10^9$
U-236	$2,38 \times 10^{10}$
U-238	$1,50 \times 10^{10}$
Zr-93	$5,31 \times 10^{11}$

- 503 (L,O) Dans aucun monolithe, la somme des activités de Ra-226 et Th-232 par unité de masse ne peut être supérieure à 1000 Bq/kg. L'activité par unité de masse est calculée en fonction de la masse des déchets radioactifs bruts et/ou traités.

5.2 Criticité



Les critères de transfert contractuels énoncés au paragraphe § 5.2 ne contiennent que des restrictions quant à la présence de nucléides fissiles dans les déchets, d'un point de vue de la criticité. Ces critères de transfert contractuels sont sans préjudice des critères de transfert contractuels énoncés au § 5.1.

- 504 (L,O) Dans aucun monolithe, la somme des masses de l'U-235, du Pu-239 et du Pu-241 ne peut dépasser 15 g.

- 505 (L) Dans aucun monolithe contenant de l'uranium hautement enrichi (c'est-à-dire dont le taux d'enrichissement est de 20 % ou plus), la masse d'U-235 ne peut dépasser 15 g.

6 CAISSON ET MONOLITHE

6.1 Caisson

- 601-33 (L, O) Chaque caisson doit avoir un certificat d'approbation valide.



Voir la disposition informative du critère de transfert contractuel 307 pour la signification de ce certificat d'approbation.

- 601-34 (L, O) Chaque caisson doit être fabriqué selon un procédé de fabrication agréé par l'ONDRAF.

6.2 Monolithe (dans son ensemble)

6.2.1 Contraintes de nature physique

- 626 (L,O) La **masse totale** d'aucun monolithe ne peut dépasser $20,0 \times 10^3$ kg.

6.2.2 Sûreté opérationnelle radiologique

- 627 (O) Aucun monolithe ne peut avoir un **débit de dose** maximal supérieur à 20 mSv/h mesuré au contact du caisson.
- 628 (O) Aucun monolithe ne peut présenter de **contamination surfacique transférable** supérieure à :
- 0,4 Bq/cm² pour le total des émetteurs bêta/gamma ;
 - 0,04 Bq/cm² pour le total des émetteurs alpha.

628-33 (O) Dans aucun monolithe, l'activité volumique de la quantité totale d'émetteurs bêta/gamma (hors H-3) ne peut dépasser 800 GBq/m³. Ici, l'activité volumique est calculée sur le volume interne d'un caisson de type III, soit 3,430 m³.

628-34 (O) Dans aucun monolithe, l'activité volumique de la quantité totale d'émetteurs alpha ne peut dépasser 20 GBq/m³. Ici, l'activité volumique est calculée sur le volume interne d'un caisson de type III, soit 3,430 m³.

628-35 (O) Dans aucun monolithe, l'activité totale de H-3 ne peut dépasser 10 GBq.

6.2.3 Inscriptions et pictogrammes

629 (L,O) Chaque monolithe doit porter un **code d'identification unique** qui relie sans ambiguïté les déchets radioactifs contenus dans le monolithe à la documentation y afférente.

7 AGENTS PATHOGÈNES BIOLOGIQUES

701 (L,O) Les déchets radioactifs ne peuvent être contaminés ou potentiellement contaminés par des **agents pathogènes biologiques**.

Par agents pathogènes biologiques, on entend :

- Des matières infectieuses (telles que définies pour la classe 6.2 de l'ADR) ;
- Des biotoxines (telles que définies pour la classe 6.1 de l'ADR – code T1, T2) ;
- Des déchets médicaux (tels que définis pour la classe 6.2 de l'ADR – UN 3291) ;
- Des organismes génétiquement modifiés (tels que définis pour le code M8 de la classe 9 de l'ADR)

702 (L,O) Les déchets radioactifs biologiquement **inactivés** doivent être considérés comme potentiellement contaminés par des agents pathogènes biologiques.

8 DISPOSITIONS ADMINISTRATIVES

Il n'est pas permis de s'écarter des critères de transfert contractuels énoncés dans le présent document.

9 RÉFÉRENCES

- [1] Note ONDRAF 98-1446, « Overzichtslijst van goedgekeurde documenten met betrekking tot de acceptatiecriteria voor radioactief afval / Liste récapitulative des documents approuvés relatifs aux critères d'acceptation de déchets radioactifs » ;
- [2] Note ONDRAF 2012-0982, note technique, « GLOSS : Glossaire relatif aux critères d'acceptation de l'ONDRAF » ;
- [3] (numéro de référence non utilisé) ;
- [4] (numéro de référence non utilisé) ;

-
- [5] Note ONDRAF 2010-1163, note technique, « TNT-2 : Codification des DNC » ;
 - [6] Note ONDRAF 2019-0624, « Détermination des valeurs $C_{i,max}$ à utiliser dans les ACRIA pour les déchets de stockage » ;
 - [7] Note ONDRAF 2018 - -2897, « Évaluation ASR et/ou DEF dans le béton concassé pour le stockage en surface à Dessel - conformément au dossier de sûreté Version 3 (2019) » ;
 - [8] (numéro de référence non utilisé) ;
 - [9] (numéro de référence non utilisé) ;
 - [10] Note ONDRAF 2017-0028, « Exigences relatives au mortier d'immobilisation pour les monolithes de cat. A de type I, II et III » ;
 - [11] NBN EN 13369, « Règles communes pour les produits préfabriqués en béton », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2001 ou plus récente ;
 - [12] NBN EN 206-1, « Béton – Partie 1 : Spécification, performances, production et conformité », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2001 ou plus récente ;
 - [13] NBN B 15-001, « Béton - Spécification, performances, production et conformité – Complément national à la NBN EN 206-1:2001 », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2012 ou plus récente ;
 - [14] NBN B12-108, « Ciments - Ciments à haute résistance aux sulfates », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2015 ou plus récente ;
 - [15] NBN B12-109, « Ciments - Ciments à teneur limitée en alcalis », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2015 ou plus récente ;
 - [16] NBN EN 197-1, « Ciment - Partie 1 : Composition, spécifications et critères de conformité des ciments courants », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2011 ou plus récente ;
 - [17] NBN EN 1015-3, « Méthodes d'essai des mortiers pour maçonnerie - Partie 3: Détermination de la consistance du mortier frais (à la table à secousses) », Bureau de Normalisation (NBN), édition 1999 (avec l'addendum 1 en 2004 et l'addendum 2 en 2007) ou plus récente ;
 - [18] NBN EN 1367-1, « Essais de détermination des propriétés thermiques et de l'altérabilité des granulats – Partie 1: Détermination de la résistance au gel-dégel », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2007 ou plus récente ;
 - [19] NBN EN 1367, « Essais pour déterminer les propriétés thermiques et l'altérabilité des granulats - Partie 2 : Essai au sulfate de magnésium », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2010 ou plus récente ;
 - [20] ASTM C 1260, « Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method) », *American Society for Testing and Materials*, édition 2014 ou plus récente ;
 - [21] ASTM C 1293, « Standard Test Method for Determination of Length Change of Concrete Due to Alkali-Silica Reaction », *American Society for Testing and Materials*, édition 2018 ou plus récente ;
 - [22] PTV 845, « Annexe aux prescriptions techniques pour produits de voirie en pierre naturelle ; Prescriptions techniques pour les roches sédimentaires carbonatées », COPRO asbl (Organisme impartial de Contrôle de Produits pour la Construction), version 1.0 (publiée en 2006) ou une version plus récente ;

-
- [23] RAG 21-600, « Règlement d'application général Benor ; Produits préfabriqués en béton fabriqués sur base des NBN EN 13369 et NBN B 21-600 », Probeton asbl (organisme de gestion pour le contrôle des produits en béton), édition 1 (2008) ou une version plus récente ;
- [24] DE65092004, « Karakterisatie van mortel », Rapport d'essai 3, 2^o version , WTCB-CSTC (centre de recherche agréé), auteurs E. Coppens, J. Piérard, préparé le 25 octobre 2010 ;
- [25] (numéro de référence non utilisé) ;
- [26] (numéro de référence non utilisé) ;
- [27] « Règlement CLP » (et modifications ultérieures), à savoir le Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) no 1907/2006 ;
- [28] « Directives techniques pour la classification des déchets », Communication (CE) n° 2018/C124/01 de la Commission européenne du 9 avril 2018.
- [29] (numéro de référence non utilisé) ;
- [30] (numéro de référence non utilisé) ;
- [31] « ADR » en vigueur au 1er janvier 2019 (et ses modifications ultérieures), à savoir la Convention européenne relative au transport international des marchandises dangereuses par la route, publiée au Moniteur belge le 27 décembre 2018.
- [32] Note ONDRAF 400-89/623, note technique « NTC-4 : Qualification d'un procédé et d'une installation de traitement/conditionnement de déchets radioactifs - directives d'élaboration d'un dossier technique » ;
- [33] Note ONDRAF 95-4462, note technique, « NTC-6 : Agrément des méthodes et installations de détermination de l'activité des déchets conditionnés (DC) – Principes généraux pour l'établissement d'un dossier d'agrément » ;
- [34] Note ONDRAF 2021-2080, note technique, « NTC-9 : Directives pour l'élaboration d'un dossier technique sur un emballage » ;
- [35] (numéro de référence non utilisé) ;
- [36] (numéro de référence non utilisé) ;
- [37] Instruction ONDRAF TEMP_NISD_2023-0186, « Interaction avec les producteurs de déchets », première version, datée du 16 novembre 2022, entrée en vigueur le 28 avril 2023 ;

Annexe 1 Justifications des critères de transfert contractuels

- 201** Les « approbations pour transfert » des équipements constituent un élément essentiel pour assurer la conformité des déchets radioactifs aux critères de transfert contractuels. En effet, l'« approbation pour transfert » implique :
- que la méthode, le procédé, l'équipement ou l'installation qu'un producteur utilise permet de produire ou de caractériser des déchets radioactifs qui répondent aux critères de transfert contractuels en vigueur ;
 - qu'il s'agit d'un équipement pour lequel la priorité est donnée à l'application de technologies de fabrication des caissons et de conditionnement final des colis de déchets conditionnés dont la faisabilité est suffisamment éprouvée et dans le cadre desquelles le principe d'optimisation de la protection radiologique (ALARA) est appliqué.
- L'« approbation pour transfert » du procédé de conditionnement final implique :
- que les déchets bruts et/ou traités ont été transformés en déchets de stockage selon une méthode « approuvée pour transfert » ;
 - que les déchets de stockage sont caractérisés physiquement et chimiquement selon une méthode « approuvée pour transfert » ;
- 202** Voir le premier paragraphe de la justification du critère de transfert contractuel 201. L'« approbation pour transfert » de la méthode de caractérisation radiologique implique la caractérisation radiologique des déchets de stockage selon une « méthode approuvée pour transfert ».
- 301** Le formulaire M est le formulaire de demande d'enlèvement des déchets de stockage. Il s'agit d'un nouveau document de l'ONDRAF, dont la fonction est analogue à celle du formulaire S/L (pour les DNC) et du formulaire C (pour les DC). La dénomination du formulaire fait référence aux monolithes. Le formulaire M est soumis par le producteur des monolithes.
- 302** Cela signifie que le lot ne doit pas contenir de monolithes de types différents ou produits dans des installations différentes. En outre, pour des raisons d'organisation des transports, l'ONDRAF demande que soit tous les monolithes contiennent des matières nucléaires, soit aucun d'entre eux. Il en va de même des substances et mélanges dangereux. Cette question n'est pas pertinente pour la contamination par des agents biologiques pathogènes, car cette contamination n'est pas autorisée par les critères de transfert contractuels du chapitre 7.
- 303** Les données requises dans le formulaire M peuvent se limiter à certaines données administratives et à la délimitation du « lot ». En effet, les données relatives aux monolithes individuels se trouvent dans les dossiers de suivi des monolithes. Le concept de dossier de suivi a été introduit dans le document de vision AFCN/ONDRAF de novembre 2012 (voir § 5.1 dudit document de vision). Le dossier de suivi est le recueil des informations pertinentes pour la gestion des déchets radioactifs en question, enregistrées au fur et à mesure des étapes qu'ils franchissent dans le cycle des déchets.
- 304** Chaque dossier de suivi d'un monolithe contient toutes les données physiques et chimiques relatives aux déchets de stockage et aux déchets bruts et/ou traités nécessaires pour vérifier leur conformité aux critères de transfert contractuels y afférents, énoncés aux § 4.1 et § 4.2. En outre tout dossier de suivi doit identifier et quantifier les substances dangereuses présentes dans les déchets de stockage et caractériser les déchets bruts et/ou traités.
- En ce qui concerne certaines des données demandées sur les déchets de stockage :
- Masse des déchets de stockage : 225 kg correspondent à la masse de mortier de remplissage sur le dessus du couvercle du caisson et dans les ouvertures d'injection, dont le volume est estimé à 100 litres.

- Masse des substances celluloses : seuls les déchets bruts et/ou traités doivent être pris en compte, car ni le mortier de remplissage ni le panier ne contiennent de substances celluloses (voir les critères de transfert contractuels aux § 4.3.1 et § 4.4).
- Confirmation que les déchets de stockage ne contiennent pas de graisses ni de substances biodégradables (à l'exception des substances celluloses) : seuls les déchets bruts et/ou traités doivent être pris en compte, car les paniers ne contiennent pas de graisses ni de substances biodégradables (voir les critères de transfert contractuels au §4.4) et le mortier de remblayage n'en contient pas non plus, à l'exception peut-être des superplastifiants (voir les critères de transfert contractuels au point §4.3.1). Toutefois, il a été démontré que ces superplastifiants n'ont pas d'effets secondaires perturbateurs (voir sous « DR10 » aux pages 7-16 du rapport de sûreté du stockage en surface).

En ce qui concerne la « fraction résiduelle » dans la description demandée des déchets bruts et/ou traités :

- Il est supposé que le producteur s'efforce de respecter tous les critères de transfert contractuels relatifs aux déchets bruts et/ou traités et de se conformer aux éléments pertinents du « dossier d'approbation pour transfert » (par exemple, formation et sensibilisation des opérateurs, tri à la source, programme QA/QC du producteur...). L'ONDRAF a la capacité de vérifier ces efforts sur le terrain par le biais de contrôles à la source, d'inspections en cours de production et d'audits réalisés dans le cadre des agréments.

305 Chaque dossier de suivi d'un monolithe contient toutes les données radiologiques nécessaires pour vérifier la conformité aux critères de transfert contractuels pertinents énoncés au chapitre 5 et au § 6.2.2. En outre, tout dossier de suivi doit inclure une caractérisation radiologique des déchets de stockage sur la base de la méthode de caractérisation « approuvée pour transfert » pour les déchets de stockage. La liste standard de 66 radionucléides est également pertinente pour le stockage géologique des déchets en question, dans l'hypothèse où leur destination finale ne serait finalement pas le stockage en surface.

306 Cette donnée est nécessaire au regard des critères de transfert contractuels du chapitre 7.

307 La référence au dossier d'agrément est nécessaire au regard du critère de transfert contractuel 601-34 (voir § 6.1).

Le « certificat d'approbation » du caisson est un nouveau document de l'ONDRAF. C'est l'outil utilisé pour démontrer qu'un caisson individuel a satisfait aux critères d'acceptation applicables après sa fabrication. Ce certificat d'approbation est délivré par l'ONDRAF en sa qualité de gestionnaire des déchets radioactifs. À cette fin, l'ONDRAF a inspecté le caisson en question. Le certificat d'approbation ne doit pas nécessairement être un certificat sur papier. Le format de ce certificat d'approbation doit encore être convenu entre le fabricant du caisson et le service Acceptation de l'ONDRAF.

308 Ces données sont nécessaires au regard des critères de transfert contractuels du § 4.3.

401. Ce critère concerne la nature des déchets de stockage. Étant donné que les déchets de stockage résultent d'un conditionnement (final), les exigences de l'ONDRAF concernant les propriétés générales d'une forme du déchet de déchets conditionnés (c'est-à-dire solide, compact, non dispersable, stable) s'appliquent. Ces exigences ont été traduites en exigences concrètes pour les déchets de stockage d'un monolithe de type III dans les présents critères contractuels de transfert. En ce qui concerne la stabilité physique des déchets de stockage, il n'est pas nécessaire de prendre en compte la charge thermique du monolithe, étant donné que les variations de température attendues sont faibles. Il ne faut pas non plus tenir compte des espaces vides dans les déchets de stockage. En effet, le critère de transfert contractuel 424 et les propriétés testées du mortier de remplissage garantissent l'absence de tels espaces vides.

402. Les substances dangereuses contenues dans les déchets radioactifs introduits dans le monolithe ne doivent pas perturber la stabilité et les performances attendues du système de stockage (y compris du

monolithe). Le critère de transfert contractuel est basé sur le critère de conformité correspondant tiré du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface à Dessel (voir § 15.4.2.5 du rapport de sûreté). Toutefois, l'ONDRAF a choisi, par prudence, d'étendre l'interdiction de ce critère aux substances ou mélanges qui constituent un danger *matériel*.

La concentration joue également un rôle dans l'évaluation du caractère dangereux ou non de certaines substances. L'ONDRAF a choisi de prendre les déchets de stockage comme unité pour cette évaluation et, à ce titre, de calculer les concentrations de substances potentiellement dangereuses sur la masse des déchets de stockage.

Ce critère n'est pas quantitatif. Il n'est pas exprimé à l'aide de valeurs limites numériques. L'interdiction de présence de certaines substances dangereuses ne doit donc pas être assimilée à la valeur limite zéro. Le critère est qualitatif. Des quantités négligeables des substances en question, qui n'interfèrent pas avec la performance des fonctions de sûreté, **peuvent donc être tolérées**.

- 403.** Ce critère de transfert contractuel repose sur une décision de l'ONDRAF, qui entend ainsi maintenir la gestion courante des « substances putrescibles » dans les déchets. Par substances putrescibles, on entend des substances organiques susceptibles de former un substrat approprié (= milieu de culture sur lequel agit une enzyme) pour un processus de biodégradation et/ou se dégrader facilement par hydrolyse basique. Les substances putrescibles sont donc des substances et des graisses biodégradables. En effet, les substances biodégradables sont des substances qui peuvent former un substrat approprié pour un processus de biodégradation. Les graisses sont des substances qui se désintègrent par hydrolyse basique en un savon (= sel d'un acide gras) et en glycérol.

Les deux réactions susmentionnées donnent lieu à des produits susceptibles de perturber les fonctions de sécurité opérationnelle (par exemple, par la corrosion de l'emballage métallique ou la dégradation de la matrice de ciment), selon leur quantité présente dans les déchets. Le critère fait une exception pour le cas des substances contenant de la cellulose, pour lesquelles il existe une limite maximale spécifique (voir § 15.4.2.4 du rapport de sûreté). Le critère fait également abstraction du fait que, dans la pratique, les graisses sont soit biodégradables, soit présentes en quantités négligeables dans les déchets.

Le critère de transfert contractuel est un critère exclusivement opérationnel car, selon le rapport de sûreté du stockage en surface, la biodégradation (à l'exception de la dégradation de la cellulose) ne semble pas être un processus potentiellement critique (voir § 5.3.2.4 de la version 3 du chapitre 5 du rapport de sûreté).

Ce critère n'est pas quantitatif. Il n'est pas exprimé à l'aide de valeurs limites numériques. L'interdiction de présence de substances biodégradables ne doit donc pas être assimilée à la valeur limite zéro. Le critère est qualitatif. Des quantités négligeables des substances en question, qui n'interfèrent pas avec la performance des fonctions de sûreté, **peuvent donc être tolérées**.

- 404.** A) La complexation par l'ISA, un produit de dégradation des substances cellulosiques dans les déchets, ne peut augmenter de manière significative l'impact radiologique dû à la lixiviation à long terme. À cette fin, la présence de substances cellulosiques dans les déchets radioactifs doit être limitée. Les valeurs limites utilisées à cet effet dans le critère de transfert contractuel sont tirées directement du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface à Dessel (voir § 15.4.2.1 du rapport de sûreté).

B) Assouplissement uniquement dans le cadre de l'accord entre Engie et l'État pour le transfert financier des déchets radioactifs de catégorie A pour certains flux/familles de déchets radioactifs.

- 405.** A) La complexation par les ions chlorure dans les déchets ne peut augmenter de manière significative l'impact radiologique dû à la lixiviation à long terme. En outre, les ions chlorure provenant des déchets ne peuvent pas perturber les barrières en béton environnantes par une corrosion accélérée de l'armature en acier pendant la période où ces barrières sont considérées comme non dégradées. À cette fin, la présence de chlorures hydrosolubles dans les déchets radioactifs doit être limitée. Les valeurs limites utilisées à cet effet dans le critère de transfert contractuel sont tirées directement du

rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface à Dessel (voir § 15.4.2.2 du rapport de sûreté).

La formulation du critère de transfert contractuel en fonction de la solubilité ou non des chlorures dans l'eau vise à faciliter la compréhension du critère.

B) Assouplissement uniquement dans le cadre de l'accord entre Engie et l'État pour le transfert financier des déchets radioactifs de catégorie A pour certains flux/familles de déchets radioactifs.

- 406.** Les liquides libres peuvent avoir un effet perturbateur sur les fonctions de sûreté. En effet, les liquides libres peuvent être le support de divers processus chimiques susceptibles d'affecter les barrières. Ils peuvent également constituer un milieu dans lequel les radionucléides libérés peuvent se déplacer facilement. Les liquides libres dans les déchets de stockage sont explicitement interdits par le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface de Dessel (voir § 15.3.3 du rapport de sûreté ; dans le cas d'un monolithe de type III, les « déchets radioactifs introduits » équivalent aux déchets radioactifs bruts et/ou traités). L'eau interstitielle n'est pas considérée comme un liquide libre. Celle-ci est maintenue en place par des forces capillaires et ne contribue donc pas aux processus qui supposent l'existence d'un flux de liquide dans le monolithe.

Ce critère n'est pas quantitatif. Il n'est pas exprimé à l'aide de valeurs limites numériques. L'interdiction de présence de liquides libres ne doit donc pas être assimilée à la valeur limite zéro. Le critère est qualitatif. Des quantités négligeables des substances en question, qui n'interfèrent pas avec la performance des fonctions de sûreté, peuvent donc être tolérées.

- 407.** A) Les processus susceptibles d'entraîner l'expansion des déchets de stockage doivent être évités pendant la période où l'on compte sur l'intégrité physique des barrières entourant les déchets. Cela signifie, entre autres, qu'il convient d'empêcher les processus tels que l'ASR et la DEF. Le critère de transfert contractuel est tiré du rapport de sûreté relatif à l'installation de stockage en surface de Dessel (voir § 15.3.4 du rapport de sûreté), dans lequel l'ASR et la DEF sont identifiées comme les seuls processus pour lesquels des critères de conformité doivent être définis.

B) Assouplissement uniquement dans le cadre de l'accord entre Engie et l'État pour le transfert financier des déchets radioactifs de catégorie A pour certains flux/familles de déchets radioactifs.

C) Assouplissement uniquement dans le cadre de l'accord entre Engie et l'État pour le transfert financier des déchets radioactifs de catégorie A pour certains flux/familles de déchets radioactifs. L'ONDRAF estime qu'il sera difficile de déterminer la sensibilité à l'ASR et à la DEF des déchets en question.

- 408.** La libération d'ions sulfate (SO_4^{2-}) depuis les déchets de stockage ne devrait pas affecter les barrières en béton pendant la période où ces barrières sont considérées comme non dégradées. À cette fin, la présence de composés sulfate (hors sulfate de baryum) dans les déchets radioactifs doit être limitée. Toutefois, le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface de Dessel ne précise pas de valeur limite dans le cas d'un monolithe de type III (voir § 15.4.2.3 du rapport de sûreté). Par conséquent, les présents critères de transfert contractuels posent une valeur limite prudente.

La formulation du critère de transfert contractuel en fonction de la solubilité ou non des sulfates dans l'eau vise à faciliter la compréhension du critère. Il convient également de noter que la libération d'ions sulfate par les résines ne pose pas de problème dans la pratique.

- 409.** Les métaux électropositifs se dissolvent dans un environnement aqueux au pH élevé et peuvent entraîner une libération excessive de H_2 au cours du processus. Cette production de gaz peut se produire à la fois pendant le conditionnement final et après la fermeture de l'installation de stockage. Dans les deux cas, cela peut entraîner une réduction inacceptable de la qualité du mortier de remplissage en ce qui concerne sa rétention chimique ou sa restriction de l'écoulement de l'eau. Ainsi, la sûreté à long terme peut être compromise par la perturbation des fonctions de sûreté R3 (rétention chimique des nucléides) et R2a (limitation des infiltrations d'eau). Toutefois, la production de H_2 à partir de métaux électropositifs n'est pas importante pour la sûreté opérationnelle de la gestion ultérieure des déchets de stockage selon le schéma de gestion de référence, car il n'y a pas de risque de montée en pression (voir § 5.3.2.10.6 de la version 3 du chapitre 5 du rapport de sûreté de l'installation de

stockage en surface de Dessel). Le conditionnement final ne fait pas partie du schéma de gestion de référence.

Ce critère n'est pas quantitatif. Il n'est pas exprimé à l'aide de valeurs limites numériques. L'interdiction de présence de métaux électropositifs ne doit donc pas être assimilée à la valeur limite zéro. Le critère est qualitatif. Des quantités négligeables des substances en question, qui n'interfèrent pas avec la performance des fonctions de sûreté, peuvent donc être tolérées.

- 410.** L'exclusion de sources scellées dans les déchets radioactifs bruts et/ou traités repose sur une décision de l'ONDRAF, qui souhaite ainsi maintenir, jusqu'à nouvel ordre, la gestion courante des sources scellées dans les déchets. L'ONDRAF classe actuellement les sources scellées comme des déchets dont la destination finale est le stockage géologique.
- 410-28** Pour les matériaux facilement dispersables, les fissures dans le mortier de remplissage et dans le caisson forment un chemin préférentiel par lequel ces matériaux pourraient s'échapper directement du monolithe.
- Ce critère n'est pas quantitatif. Il n'est pas exprimé à l'aide de valeurs limites numériques. L'interdiction de présence de matériaux facilement dispersables ne doit donc pas être assimilée à la valeur limite zéro. Le critère est qualitatif. Des quantités négligeables des matériaux en question, qui n'interfèrent pas avec la performance des fonctions de sûreté, peuvent donc être tolérées.
- 411.** L'utilisation requise d'un ciment HSR (ou SR) et LA vise à protéger le mortier de remplissage contre la corrosion par les sulfates, le ciment LA étant également conçu pour protéger le mortier de remplissage contre l'ASR. Par rapport à un ciment CEM I, un ciment CEMIII/C a une capacité tampon du pH légèrement inférieure et donc une résistance moindre à la carbonatation, mais ceci est compensé par une résistance plus élevée à la corrosion par les sulfates et une perméabilité plus faible. Compte tenu du rôle du mortier de remplissage, ce sont ces deux dernières propriétés qui priment. Par conséquent, le mortier de remplissage nécessite un ciment CEM III/C au lieu d'un ciment CEM I. Le type de ciment requis par le critère de transfert contractuel est tiré du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface de Dessel (voir « Mon12 », « Mon07 » et « Mon10 » au § 7.4.2.1 du rapport de sûreté).
- 412.** La limitation de la proportion SO_3 par rapport au Al_2O_3 dans le ciment utilisé pour le mortier de remplissage a pour but de protéger le mortier de remplissage de la corrosion par les sulfates. Le critère de transfert contractuel et la valeur limite sont tirés du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface à Dessel (voir « Mon24 » au § 7.4.2.1 du rapport de sûreté). Ce critère de transfert contractuel concerne un phénomène qui ne joue un rôle qu'après la fermeture de l'installation de stockage. Il ne s'agit donc pas d'un critère opérationnel.
- 413.** Ce critère de transfert contractuel est destiné à protéger le mortier de remplissage contre la corrosion par les sulfates et contre l'ASR.
- 414.** La classe d'environnement EE3 signifie que le mortier de remplissage est exposé à la pluie et qu'il peut y geler. Ces conditions s'appliquent à la période durant laquelle la toiture des modules aura déjà été enlevée mais où la couverture finale n'aura pas encore été posée. Voir aussi la justification du critère de transfert contractuel 416.
- 415.** Ce critère de transfert contractuel est destiné à protéger le mortier de remplissage contre l'apparition d'une réaction alcali-silice (ASR), qui pourrait affecter l'intégrité physique dudit mortier. La réaction alcali-silice (RAS) est une réaction chimique entre les alcalins présents dans le béton, l'eau et la silice réactive contenue dans les granulats. Au cours de la réaction, un gel expansif se forme, qui exerce une pression de l'intérieur sur le mortier de remplissage et provoque des fissures. Ce critère de transfert contractuel correspond à certaines exigences de conception tirées du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface à Dessel (voir « Mon26 » et « Mon27 » au § 7.4.2.1 du rapport de sûreté).
- 416.** Sur la base de diverses études et tests scientifiques, l'ONDRAF estime que l'effet de l'utilisation d'un superplastifiant de type sulfonate de naphthalène ou polycarboxylate sur la sorption à travers la paroi du caisson ou le mortier de remplissage est négligeable. L'effet sur la lixivibilité de la matrice est également négligeable pour la plupart des éléments. Ces types de superplastifiants ne devraient donc pas avoir d'effets perturbateurs sur les fonctions de sûreté à long terme R3 et R1, respectivement. Ce critère de transfert contractuel (y compris la préférence pour le sulfonate de naphthalène) est tiré du

rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface à Dessel (voir « Mon17 » au § 7.4.2.1 du rapport de sûreté). Ce critère de transfert contractuel concerne des phénomènes qui ne joueront un rôle qu'après la fermeture de l'installation de stockage. Il ne s'agit donc pas d'un critère opérationnel.

- 417.** Pour des raisons de faisabilité pratique de la gestion des déchets, l'ONDRAF a décidé de minimiser les degrés de liberté dans le dosage des composants du mortier de remplissage. En effet, les critères de conformité du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface de Dessel n'imposent aucune composition spécifique au mortier de remplissage.

Les critères de conformité n'imposent que certaines exigences de durabilité inhérentes au type de mortier prescrit par les normes pour une classe d'environnement et/ou une classe d'exposition données. Dans le cas du mortier de remplissage, il s'agit de la classe d'environnement EE3 (« gel, contact avec la pluie ») et de la classe d'exposition XA2 (« environnement chimique d'agressivité modérée »). À cet effet, les normes NBN B 15-001 [13] et NBN EN 2016-1 [12] prescrivent un type de mortier avec un rapport eau/ciment maximal de 0,5, une proportion minimale de ciment de 320 kg/m³ et une classe de résistance à la compression minimale C30/37. Les valeurs limites pour le rapport eau/ciment et la proportion de ciment ont été incluses dans les critères de conformité (voir « Mon03 » et « Mon04 » au § 7.4.2.1 du rapport de sûreté). Pour donner au mortier de remplissage une protection supplémentaire contre les charges statiques et dynamiques prévues, y compris celles de nature sismique, les critères de conformité imposent une classe de résistance à la compression plus élevée, c'est-à-dire au moins C40/50 (voir « Mon05 » au § 7.4.2.1 du rapport de sûreté). Les exigences de durabilité susmentionnées se traduisent également par une faible diffusivité (au regard de la fonction de sûreté R4), une faible conductivité hydraulique effective et une résistance élevée à la macrofissuration continue (fonction de sûreté R2).

La composition spécifique du mortier de remplissage établie grâce à ce critère de transfert contractuel répond aux exigences de durabilité en ce qui concerne le rapport eau/ciment et la proportion de ciment. Il n'est donc plus nécessaire de vérifier le respect de ces critères de conformité. Toutefois, le respect de la classe de résistance minimale à la compression doit toujours être vérifié (voir le critère de transfert contractuel 420). En effet, la classe de résistance à la compression ne peut pas être déterminée pour chaque lot individuel. Cela nécessite des mesures sur un certain nombre de lots.

Les matériaux mentionnés dans ce critère de transfert contractuel ont fait l'objet de recherches approfondies en science des matériaux, de sorte que leurs caractéristiques peuvent être utilisées dans des modèles et que leur évolution dans le temps peut être prédite ou délimitée. Ces matériaux ont également fait l'objet d'importants programmes de démonstration. L'utilisation d'autres matériaux nécessite une révision du rapport de sûreté du stockage en surface, après une analyse approfondie de ceux-ci et, si nécessaire, étayée par des recherches supplémentaires, une caractérisation des matériaux et des tests de démonstration).

Le choix entre deux variantes de composition nominale du mortier de remplissage repose sur une décision de l'ONDRAF. Ces deux variantes de composition nominale sont reprises dans le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface de Dessel (voir tableaux 5-5 et 5-6 aux pages 78 et 79 de la version 3 du chapitre 5 dudit rapport de sûreté).

- 418.** Les recherches ont montré que l'eau contenue dans le mortier de remplissage nécessite une plus grande précision de dosage que le béton des caissons. La valeur limite utilisée à cet effet dans le critère de transfert contractuel est tirée du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface à Dessel (voir « Mon6 » au § 7.4.2.1 du rapport de sûreté).
- 419.** Les granulats d'un mortier étant beaucoup plus petits que ceux d'un béton, l'observation visuelle des signes de ségrégation est beaucoup plus difficile. Un test est nécessaire à cet égard. La valeur limite (1,13) du critère de transfert contractuel est basée sur l'expérience de spécialistes [10].
- 420.** Voir la justification du critère de transfert contractuel 417. Exiger la même classe de résistance à la compression pour le mortier de remplissage que pour le béton est un choix conservateur.
- 421.** La proportion minimale de pâte de ciment durcie est destinée à conférer au mortier de remplissage une rétention chimique suffisante (en rapport avec la fonction de sûreté R3). La valeur limite utilisée

à cet effet dans le critère de transfert contractuel est tirée du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface à Dessel (voir « Mon02 » au § 7.4.2.1 du rapport de sûreté).

- 422.** Ce critère de transfert contractuel est destiné, en combinaison avec le critère de transfert contractuel 421 (fraction de pâte de ciment), à conférer au mortier de remplissage une rétention chimique suffisante (en rapport avec la fonction de sûreté R3). La valeur limite utilisée à cet effet dans le critère de transfert contractuel est tirée du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface à Dessel (voir « Mon30 » au § 7.4.2.1 du rapport de sûreté).
- 423.** La ouvrabilité (fluidité) du mortier doit être suffisamment élevée pour qu'il remplisse correctement les espaces vides entre les morceaux de déchets bruts et/ou traités et entre ces déchets et le caisson. Le critère de transfert contractuel tient compte de la valeur limite du étalement figurant dans le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface à Dessel (soit 240 mm, voir « Mon19 » au § 7.4.2.1 du rapport de sûreté). Des essais sur des prototypes non actifs d'un monolithe [10] ont montré qu'un mortier dont le débit est d'au moins 290 mm immédiatement après la préparation et de 240 mm une heure après celle-ci répond au critère d'acceptation. Cela ne veut pas dire qu'il n'existerait pas d'autres manières de démontrer la conformité au critère d'acceptation.
- 424.** Ce critère de transfert contractuel est destiné, en combinaison avec le critère de transfert contractuel 423 (débit), à combler autant que possible les espaces vides entre les déchets bruts et/ou traités et entre ces déchets et le caisson. Des espaces vides peuvent compromettre la sûreté opérationnelle et la sûreté à long terme. En ce qui concerne la sûreté opérationnelle, les espaces vides peuvent réduire la capacité de confinement du mortier de remplissage. Pour ce qui est de la sûreté à long terme, les espaces vides peuvent constituer des voies préférentielles pour la migration des radionucléides et ainsi perturber les fonctions de sûreté R2a (limitation des infiltrations d'eau) et R3 (rétention chimique) du mortier de remplissage. Les espaces vides, avec l'eau qui s'y accumule comme support, peuvent également être le lieu de réactions chimiques qui affectent l'intégrité de diverses barrières. Le critère de transfert contractuel est tiré du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface à Dessel (voir « Mon11 » au § 7.4.2.1 du rapport de sûreté).
- 425.** Une perturbation mécanique de la prise peut entraîner une perte d'adhérence du mortier de remplissage aux déchets bruts et/ou traités et au caisson. Elle peut également entraîner la formation de fissures dans le mortier de remplissage. Ces dommages sont permanents. Dans tous les cas, il y aura une perte de qualité du mortier de remplissage. Ce critère est étayé par les § 7.5.2.4 et § 7.5.2.5 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface de Dessel. La condition de température mentionnée fait partie des conditions environnementales dans lesquelles les emballages et les colis de déchets sont conservés et n'est pas un critère de transfert contractuel en tant que tel.
- 426.** Cette interdiction des macro-fissures continues vise à ne pas perturber la fonction du mortier de remplissage en tant que barrière contre les infiltrations d'eau vers les déchets (fonction de sûreté R2a). Le critère d'acceptation est tiré du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface à Dessel (voir « Mon25 » au § 7.4.2.1 du rapport de sûreté).

Le phénomène spécifiquement couvert par ce critère d'acceptation est le retrait autogène du mortier de remplissage. Ce phénomène est décrit au § 5.4.2 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface de Dessel. En voici un extrait (traduit en français) :

« Ce retrait autogène du mortier de remplissage pourrait conduire à une fissure dans le mortier entre le colis primaire et la paroi du caisson (au niveau d'épaississements localisés du colis). Au printemps 2016, des prototypes de monolithes ont été fabriqués et découpés pour une inspection visuelle, et des fissures localisées ont été identifiées dans le mortier, entre les colis primaires et la paroi du caisson.

Le retrait autogène du mortier de remplissage peut également provoquer des fissures entre le mortier et les parois du caisson et/ou à l'interface entre le colis primaire et le mortier. Bien qu'aucune fissure systématique à grande échelle n'ait été observée dans les prototypes réalisés, de petites fissures localisées entre le mortier de remplissage et les autres composants du monolithe (y compris les déchets) sont possibles. Ces fissures sont limitées autant que possible (par exemple en assurant des conditions de durcissement appropriées ou en optimisant la composition/procédure de préparation du mortier) et ne dépassent pas quelques millimètres.

On ne s'attend pas à ce qu'il y ait une fissure verticale continue sur tout le périmètre et toute la hauteur du couvercle, ce qui limite l'impact de telles fissures sur la sûreté à long terme ».

Ainsi, le problème sous-jacent au retrait autogène du mortier de remplissage n'est pas la formation de fissures de retrait localisées, mais plutôt de grandes fissures entre le mortier de remplissage et la paroi du caisson, le couvercle du caisson ou le colis de DC. C'est pourquoi le critère d'acceptation se concentre sur ce dernier problème.

La manière dont l'inspection visuelle de la section transversale d'un modèle pilote de monolithe inactif est effectuée dans la pratique (y compris sa périodicité) est décrite dans le « dossier d'approbation pour transfert » du procédé de conditionnement final (mentionné dans le critère de transfert contractuel 201).

- 427.** Ce critère de transfert contractuel est destiné à protéger le mortier de remplissage contre l'apparition d'une formation retardée d'ettringite ou « DEF » (*delayed ettringite formation*), qui pourrait affecter l'intégrité physique dudit mortier. La formation retardée de l'ettringite minérale entraîne l'expansion et la fissuration du mortier de remplissage. L'ettringite est un produit normal de l'hydratation précoce du ciment. La DEF résulte de températures plus élevées pendant l'hydratation du ciment, qui empêchent la formation normale d'ettringite. Ce critère de transfert contractuel est tiré du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface à Dessel (voir « Mon28 » au § 7.4.2.1 du rapport de sûreté). Le critère de transfert contractuel est formulé de manière légèrement différente du critère de conformité dans le rapport de sûreté, mais sans en modifier le contenu.
- 428.** Dans le monolithe, le panier est considéré comme faisant partie des déchets de stockage.
- 501.** A) Pour que les hypothèses de l'évaluation de sûreté soient valables, les concentrations maximales de radionucléides par monolithe de type III doivent être limitées en fonction de la limitation acceptable de la concentration moyenne dans l'installation de stockage. Cela implique, entre autres, que les activités volumiques absolues des radionucléides critiques dans chaque monolithe de type III doivent être restreintes à certaines valeurs limites. Les valeurs CLI utilisées à cet effet dans le critère de transfert contractuel sont tirées directement du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface à Dessel (voir § 15.6.1.1 du rapport de sûreté). La valeur du volume interne du caisson de type III (3,430 m³) est indiquée dans le tableau 7 à la p.16 du document ONDRAF/4NT/573726/000/01, figurant en annexe au rapport ONDRAF NIROND-TR 2011-63E « *Detailed Design Monoliths* », version 3, daté du 30 novembre 2018.
- B) Assouplissement uniquement dans le cadre de l'accord entre Engie et l'État pour le transfert financier des déchets radioactifs de catégorie A pour certains flux/familles de déchets radioactifs.
- 501-06** Le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface de Dessel contient un critère de conformité relatif à l'hétérogénéité radiologique uniquement dans le cas des monolithes contenant des colis de DC (voir § 15.6.1.1 du rapport de sûreté). Néanmoins, sur la base de l'exigence de conformité sous-jacente, la limitation de l'hétérogénéité radiologique est également importante pour la sûreté dans le cas des monolithes contenant des déchets en vrac. Dès lors, l'ONDRAF prend ici la même valeur limite que dans le cas des monolithes de colis de DC (c'est-à-dire $Z \leq 85$).
- 502.** Conformément aux hypothèses du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface de Dessel, l'impact radiologique de tout monolithe de type III dans le scénario d'intrusion humaine involontaire « analyse d'une carotte » doit être inférieur ou égal à 3 mSv. Le respect de ce « critère X » permet de garantir ce point. Les valeurs $C_{i,max}$ correspondantes sont définies dans la note ONDRAF 2019-0624 [6].
- Ce critère de transfert contractuel n'est pas pertinent pour la sûreté opérationnelle des déchets de stockage. En effet, le critère X n'est pas pertinent pour la sûreté opérationnelle de l'installation de stockage.
- 503.** Les déchets contenant du radium/thorium sont exclus de l'installation de stockage en surface afin d'éviter que l'émanation de radon des déchets ne perturbe les mesures radiologiques et ne

compromette la sécurité des opérateurs et de la population. L'ONDRAF utilise la valeur de 1000 Bq/kg comme valeur limite maximale générale pour la rétention *naturelle* de radium/thorium. Cette valeur limite est également utilisée dans le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface à Dessel (voir § 15.6.1.2 du rapport de sûreté).

- 504.** Pour des raisons de sûreté opérationnelle et à long terme, le risque de criticité dans l'installation de stockage doit être inexistant. Les valeurs limites utilisées à cet effet dans le critère de transfert contractuel sont tirées directement du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface à Dessel (voir § 15.7.1.4 du rapport de sûreté). La valeur limite est basée sur un scénario dans lequel les nucléides fissibles sont à long terme lixiviés et s'accumulent au bas de la pile de monolithes. Cette valeur limite est conservatrice pour la sûreté opérationnelle.
- 505.** Une guidance de l'AFCN stipule que les déchets contenant des matières fissiles en quantités non négligeables ne peuvent pas être admis au stockage en surface. La valeur limite utilisée dans le critère de transfert contractuel est tirée directement du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface à Dessel (voir § 15.7.1.4 du rapport de sûreté). Ce critère de transfert contractuel concerne un aspect visant à la sûreté après la fermeture de l'installation de stockage.
- 601-33 Le caisson étant un élément préfabriqué du monolithe, il n'est pas soumis aux critères de transfert contractuels liés à sa fabrication. À ce titre, les critères d'acceptation relatifs à la configuration et aux dimensions du caisson, aux matières premières du béton, au béton frais, au béton durci, à l'armature du caisson, aux œillets de levage du caisson et aux inscriptions et pictogrammes sont directement applicables.
- 601-34 Le caisson étant un élément préfabriqué du monolithe et non un produit du procédé de conditionnement final, il n'est pas couvert par le « dossier d'approbation pour transfert » du procédé de conditionnement final (qui fait l'objet du critère de transfert contractuel 201). L'arrêté royal du 18 novembre 2002 relatif aux agréments par l'ONDRAF est donc directement applicable au caisson.
- 626.** Le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface à Dessel exige que le monolithe dans son ensemble ait une masse compatible avec la conception structurelle de l'installation de stockage et avec les équipements de manutention et de déplacement des monolithes. La valeur limite utilisée dans ce critère de transfert contractuel est tirée du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface de Dessel (voir § 15.3.1 du rapport de sûreté, bien que le même nombre de chiffres significatifs ait été utilisé dans le critère de transfert contractuel que dans le tableau 7-4 du § 7.3.1 du rapport de sûreté, car ces chiffres sont les données originales du critère de conformité). Le calcul de la valeur limite tient compte de l'empilement des monolithes de type III dans l'installation de stockage (c'est-à-dire 5 monolithes de type III par pile).
- Le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface ne comprend pas de critère de conformité pour l'emplacement du centre de gravité du monolithe, car cela ne posera pas de problème dans la pratique (voir §7.5.2.2 du rapport de sûreté).
- 627.** Les valeurs limites utilisées à cet effet dans le critère de transfert contractuel sont tirées directement du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface à Dessel (voir § 15.6.2.1 du rapport de sûreté).
- 628.** Le critère de transfert contractuel et les valeurs limites sont (légèrement) plus restrictifs que dans le critère de conformité correspondant de l'installation de stockage en surface de Dessel (voir § 15.6.2.2 du rapport de sûreté). Ce critère de conformité reprend la formulation de la norme 10CFR71.4, qui comptabilise les émetteurs alpha faiblement radiotoxiques avec les émetteurs bêta/gamma. Toutefois, le critère de transfert contractuel suit la réglementation relative à la contamination surfacique transférable qui est généralement acceptée pour les installations exploitées par Belgoprocess et qui est également reflétée dans les rapports de sûreté de ces installations (p. ex. CILVA, PAMELA). Ceci s'appliquera également à l'IPM (installation de production de monolithes), qui sera elle aussi exploitée

par Belgoprocess. Le fait que le critère de transfert contractuel suive cette disposition est donc basé sur une décision de l'ONDRAF, prise par souci de cohérence avec les installations exploitées par Belgoprocess.

- 628-33** Le rapport de sûreté de l'IPM, tant du côté « input » que « output » de l'IPM, impose des restrictions sur les activités volumiques des déchets radioactifs. La filière de gestion de tous les monolithes de type III, qu'ils soient produits à l'IPM par Belgoprocess ou qu'ils proviennent d'autres producteurs, passe par l'entreposage tampon de l'IPM (local L105). Le rapport de sûreté de l'IPM (voir p.154 du document VEM/2011-01717, révision 1, daté de juillet 2013) limite l'activité volumique des émetteurs bêta/gamma dans les monolithes à 800 GBq/m³ (hors émetteurs bêta faibles, tels que H-3) et celle des émetteurs alpha à 20 GBq/m³.
- 628-34** Idem justification du critère 628-33.
- 628-34** Le rapport de sûreté de l'IPM impose une restriction générale à l'activité de H-3 dans un colis, ne faisant la distinction qu'entre les colis dont les emballages sont scellés et ceux qui ne le sont pas. Pour ces derniers colis, l'activité de H-3 est limitée à 10 GBq/colis (voir p.152 du document VEM/2011-01717, révision 1, daté de juillet 2013). Un monolithe de type III doit être considéré comme un colis sans emballage scellé.
- 629.** Le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface de Dessel exige que chaque monolithe soit pourvu d'un code d'identification durable et unique, clairement lié à la documentation y afférente (voir § 15.8.2 du rapport de sûreté).
- 701.** Ce critère est un critère à long terme car le rapport de sûreté sur le stockage en surface à Dessel interdit la présence de substances infectieuses dans les déchets de stockage (voir § 15.5 dudit rapport). Ce critère est également un critère opérationnel car il peut potentiellement être important pour la sécurité des opérateurs de l'installation de stockage. Le critère de transfert contractuel est (légèrement) plus restrictif que le critère de conformité correspondant de l'installation de stockage en surface à Dessel : l'interdiction s'applique à tous les « agents pathogènes biologiques » et non seulement aux « substances infectieuses ». Les définitions de l'ADR [31] ont été utilisées pour la description des « agents pathogènes biologiques », vu l'exactitude de ces définitions et la notoriété générale de cette législation.
- 702.** Ce critère est fondé sur le principe de précaution. Les techniques d'inactivation biologique ne sont généralement pas efficaces à 100 % pour détruire les agents pathogènes biologiques présents.

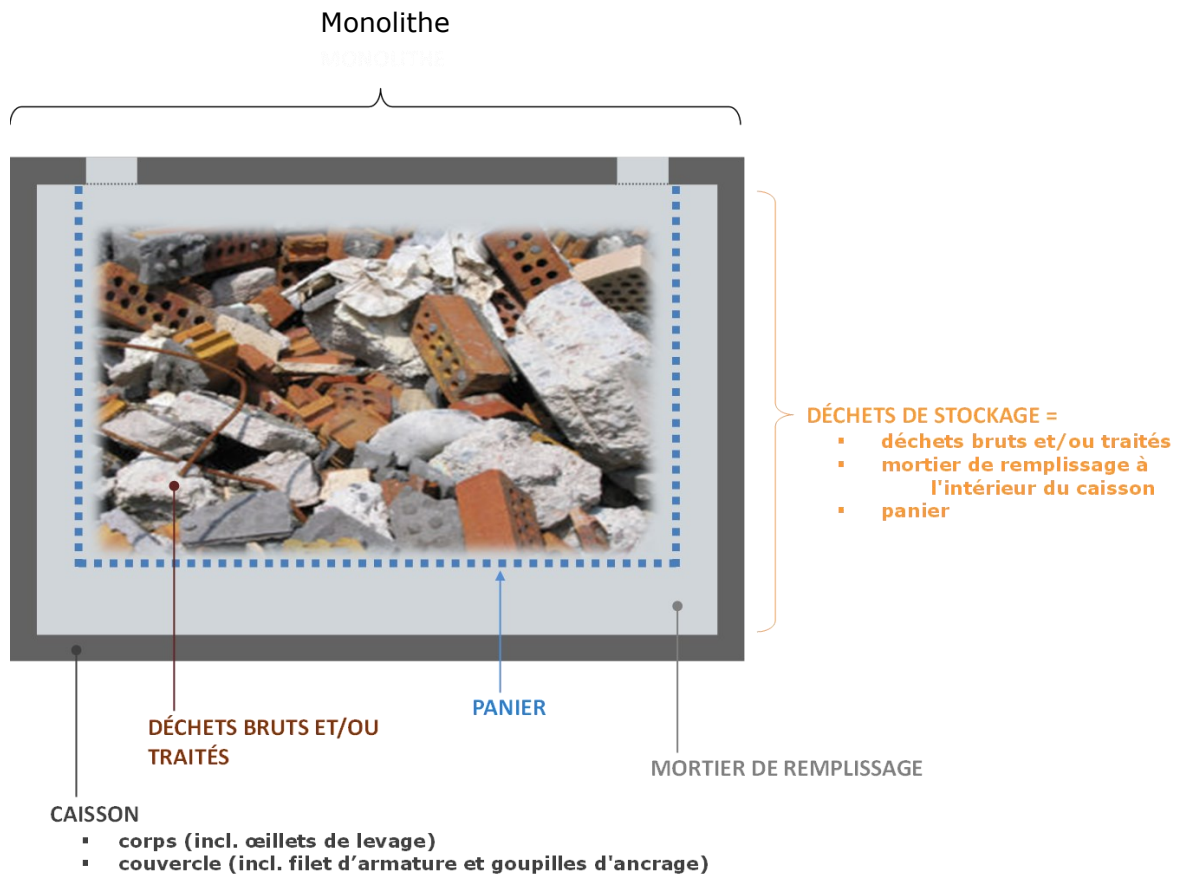
Annexe 2 Filière de gestion de référence

Une filière de gestion de référence est la séquence des activités de gestion prévues par l'ONDRAF conformément au programme national visé dans la loi du 3 juin 2014 modifiant l'article 179 de la loi du 8 août 1980.

La filière de gestion de référence des déchets radioactifs couverts par les présents critères de transfert contractuels se compose des étapes suivantes :

1. Transfert ;
2. Transport de l'entreposage tampon pour monolithes (local L105) à l'IPM (exploitée par Belgoprocess) vers le stockage en surface à Dessel (exploité par l'ONDRAF) ;
3. Stockage des monolithes ;
4. Gestion des déchets radioactifs après stockage.

Annexe 3 Illustration de la terminologie du monolithe de type III



Remarques :

1. Un monolithe est également un *colis primaire* de déchets de stockage et une *unité d'enlèvement de déchets de stockage*.
2. Tout blindage radiologique éventuel du monolithe fait partie du caisson si ce blindage radiologique est un élément ajouté au caisson lors de sa fabrication. Si ce n'est pas le cas, ce blindage radiologique fait partie des déchets de stockage.

Figure A - 1 Croquis de principe du monolithe de type III

Annexe 4 Substances/mélanges dangereux exclus

Tableau A - 1: Aperçu des substances et mélanges dangereux exclus

Phrase H	Pictogramme d'accompagnement GHS	Description
Substances explosives		
H200		substance explosive instable
H201		explosif ; danger d'explosion en masse
H202		explosif ; danger sérieux de projection
H203		explosif ; danger d'incendie, d'effet de souffle ou de projection
H204		danger d'incendie ou de projection
H205	néant	danger d'explosion en masse en cas d'incendie
Gaz ou aérosols inflammables		
H221	néant	gaz inflammable
H220		gaz extrêmement inflammable
H222		aérosol extrêmement inflammable
H223		aérosol inflammable
Liquides ou matières solides inflammables		
H224		liquide et vapeurs extrêmement inflammables
H225		liquide et vapeurs très inflammables
H226		liquide et vapeurs inflammables
H228		matière solide inflammable
Substances et mélanges autoréactifs, dont peroxydes organiques		
H240	  ou	peut exploser en cas d'échauffement
H241		peut s'enflammer ou exploser en cas d'échauffement
H242		peut s'enflammer en cas d'échauffement
Substances pyrophoriques et substances et mélanges pyrophoriques susceptibles de s'enflammer		
H250		s'enflamme spontanément au contact de l'air
H251		matière autoéchauffante ; peut s'enflammer
H252		matière autoéchauffante en grande quantité ; peut s'enflammer

Substances et mélanges qui au contact de l'eau dégagent des gaz inflammables		
H260		dégage au contact de l'eau des gaz inflammables qui peuvent s'enflammer spontanément
H261		dégage au contact de l'eau des gaz inflammables
Matières solides et liquides comburantes et gaz		
H270		Gaz pouvant provoquer un incendie ou une explosion ; comburant puissant
H271		peut provoquer un incendie ou une explosion ; comburant puissant
H272		peut aggraver un incendie ; comburant
Gaz sous pression		
H280		contient un gaz sous pression ; peut exploser sous l'effet de la chaleur
H281		contient un gaz réfrigéré; peut causer des brûlures ou blessures cryogéniques
Substances et mélanges corrosifs pour les métaux		
H290		peut être corrosif pour les métaux
Phrase EUH	Pictogramme d'accompagnement GHS	Description
Propriétés physiques		
EUH001	néant	explosif à l'état sec
EUH014		réagit violemment au contact de l'eau
EUH018		lors de l'utilisation, formation possible de mélange vapeur-air inflammable/explosif
EUH019		peut former des peroxydes explosifs
EUH044		risque d'explosion si chauffé en ambiance confinée

Remarque : La phrase EUH006 « Danger d'explosion en contact ou sans contact avec l'air » a été supprimée par le règlement européen (UE) n° 487/2013.

Annexe 5 Le formulaire M

Les critères de transfert contractuels n'imposent pas de format spécifique.

Annexe 6 Substances qui perturbent la prise/le durcissement

Tableau A - 2: Liste des substances susceptibles de perturber la prise et le durcissement

Composé ou facteur	Effet	Mécanisme
Matériaux finement divisés	I,P	P
Échangeurs d'ions	I,A	I
Substitution de métaux dans les phases hydratées	I,A	I
Gélifiants	R,I,P-	P,I,M
Composés organiques en général	I,P,R	I,D
Acides, chlorures d'acide	P-	I
Alcool, glycol	R,P-	I,W
Dérivés carbonylés	R	I,D
Hydrocarbures halogénés (Cl)	P-,R	I,M
Graisses	I,P	P
Dérivés à base de lignine	I	C
Huiles	I,P	P
Substance amylacée (féculé, amidon...)	I	C
Sulfonates	R	D
Sucres	I,R	C
Tanins	I	C
Composés organiques spécifiques		
Éthylène glycol	P	I
Hexachlorobenzène	P-,P+	I
Phénol	P-	I
Trichloréthylène	P-	I
Composés inorganiques en général		
Acides	P-	I
Bases	P-	I
Borates	R	M
Chlorures	R,P	I
Dérivés du chrome	A	I
Sels de métaux lourds	P-,A,R	I
Dérivés du fer	A	F,M
Dérivés du plomb	R	M
Dérivés du magnésium	R	M
Sels en général	P-,A,R	I
Dérivés du silicium	R	F
Dérivés du sodium	I	I
Sulfates	R,P	I
Dérivés de l'étain	R	M
Composés inorganiques spécifiques		
Chlorure de calcium	A,R	M
Nitrate de cuivre	P+	I
Gypse hydraté	R	I
Gypse semi-hydraté	A	I
Nitrate de plomb	P-,P+	I
Hydroxyde de sodium	P+,P-	I
Sulfate de sodium	P+,P-	I
Nitrate de zinc	P+,P-	I

Effet : I= inhibition de la prise et du durcissement à long terme, A= accélération de la prise et du durcissement, R= ralentissement de la prise et du durcissement à court terme, P+= modification des propriétés du produit après le durcissement, effet positif, P-= modification des propriétés du produit après le durcissement, effet négatif. L'effet peut être positif (+) ou négatif (-) en fonction de la concentration. Si les deux effets sont notés, le premier se rapporte à la faible concentration et le second à la forte concentration.

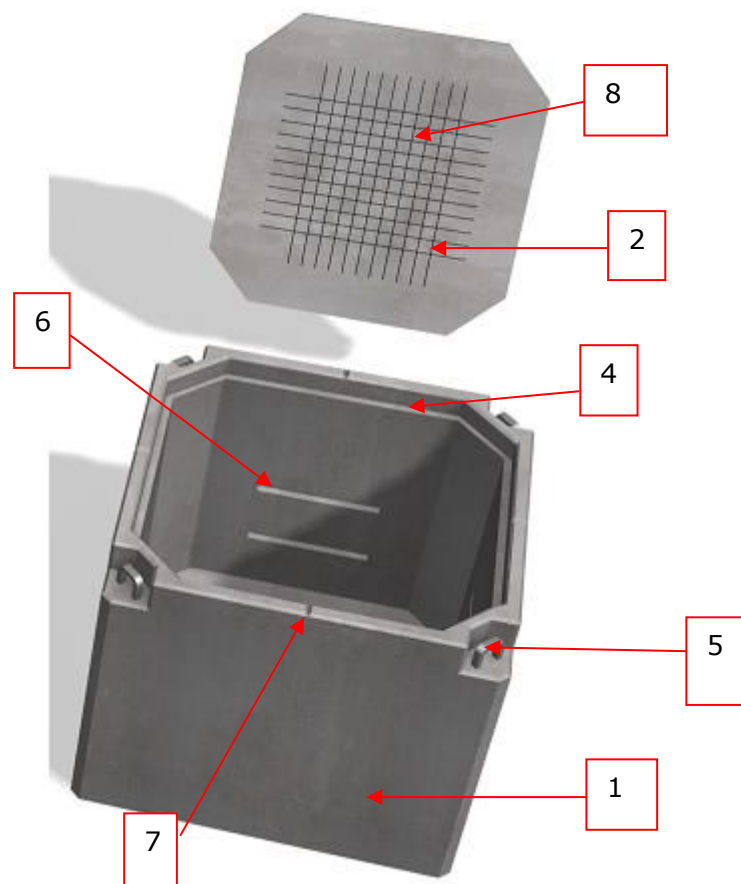
Mécanisme : P=fixation sur les particules de ciment, I=interférence au niveau des réactions d'hydratation, C=agent complexant, M=dommage à la matrice (fissuration ...), F=floculant, D=agent de diffusion, W=surfactant

Annexe 7 Configuration du caisson de type III

Les principales caractéristiques du corps et du couvercle du caisson de type III sont les suivantes (voir également Figure A - 2) :

- Le corps (1) du caisson est un conteneur en béton armé avec une surface au sol carrée et des parois rectangulaires.
- Le couvercle (2) est également en béton armé.
- Le couvercle repose sur un rebord intérieur (4), situé au sommet des parois intérieures du corps du caisson.
- Le caisson est équipé de quatre œillets de levage dans les coins (5), ancrés dans le béton, la partie saillante étant en forme de U et ayant une section transversale carrée. Les quatre œillets de levage permettent une manipulation précise du caisson et du monolithe à l'aide de pinces conçues pour les différentes opérations. Les œillets de levage sont positionnés de manière à ne pas gêner l'empilement des monolithes.
- Le prolongement du bord intérieur est équipé d'un système d'ancrage du couvercle aux angles du caisson. Ce système (également appelé système anti-flottant) a pour but de maintenir le couvercle sur le corps du caisson en s'opposant à la force d'Archimède exercée sur les déchets bruts et/ou traités lors de l'injection du mortier de remplissage. Le système d'ancrage n'est efficace que pendant l'injection et le durcissement du mortier de remplissage.
- Les quatre parois intérieures du corps du caisson sont équipées de rainures (6). Leur but est de favoriser l'adhésion du mortier de remplissage (une fois durci) au corps du caisson.
- Les quatre surfaces supérieures du corps du caisson sont équipées d'une petite rigole (7). Son but est de limiter la quantité d'eau (provenant par exemple de la condensation) qui pourrait demeurer au sommet du monolithe.
- Sous le couvercle se trouvent un filet d'armature (8) et des goupilles d'ancrage (non visibles sur l'illustration). L'objectif est d'ancrer le couvercle dans le mortier de remplissage durci.
- Le bord intérieur comporte un joint (4) (non visible sur l'illustration). Lorsque les déchets radioactifs bruts et/ou traités sont dans le caisson et que le couvercle est boulonné au corps du caisson, ce joint empêche la poussière activée ou contaminée de s'élever de l'intérieur du caisson. Ce joint assure donc le confinement radiologique. Le blindage radiologique à ce stade est assuré par l'épaisseur du couvercle.
- Le sommet du couvercle présente des évidements circulaires, où le couvercle est localement plus mince (9 sur la Figure A - 4). Ces évidements permettent de perforer les ouvertures d'injection dans le couvercle au moment de l'injection du mortier de remplissage.

- À l'intérieur du caisson se trouve le panier (10 sur la Figure A - 4). Le panier évite d'endommager les parois internes du caisson lors de l'introduction des déchets bruts et/ou traités. En outre, le panier laisse un certain espace entre les déchets et le caisson, dans lequel une épaisse couche de mortier de remplissage peut se former ultérieurement.



Remarque : (3) est pour un élément non présent dans le caisson de type III (mais présent dans les types I et II).

Figure A - 2 Éléments caractéristiques d'un caisson de type III



Figure A - 3 Évidements du couvercle pour la perforation des trous d'injection (type III)



Figure A - 4 Emplacement du panier (caisson de type III)

Annexe 8 Densité d'armature minimale corps de caisson Type III

L'armature du corps du caisson consiste en une tresse intérieure et extérieure. Dans le cas du caisson de type III, la densité d'armature minimale locale, pour le réseau intérieur et extérieur et dans les directions horizontale et verticale, est indiquée en Figure A - 5.

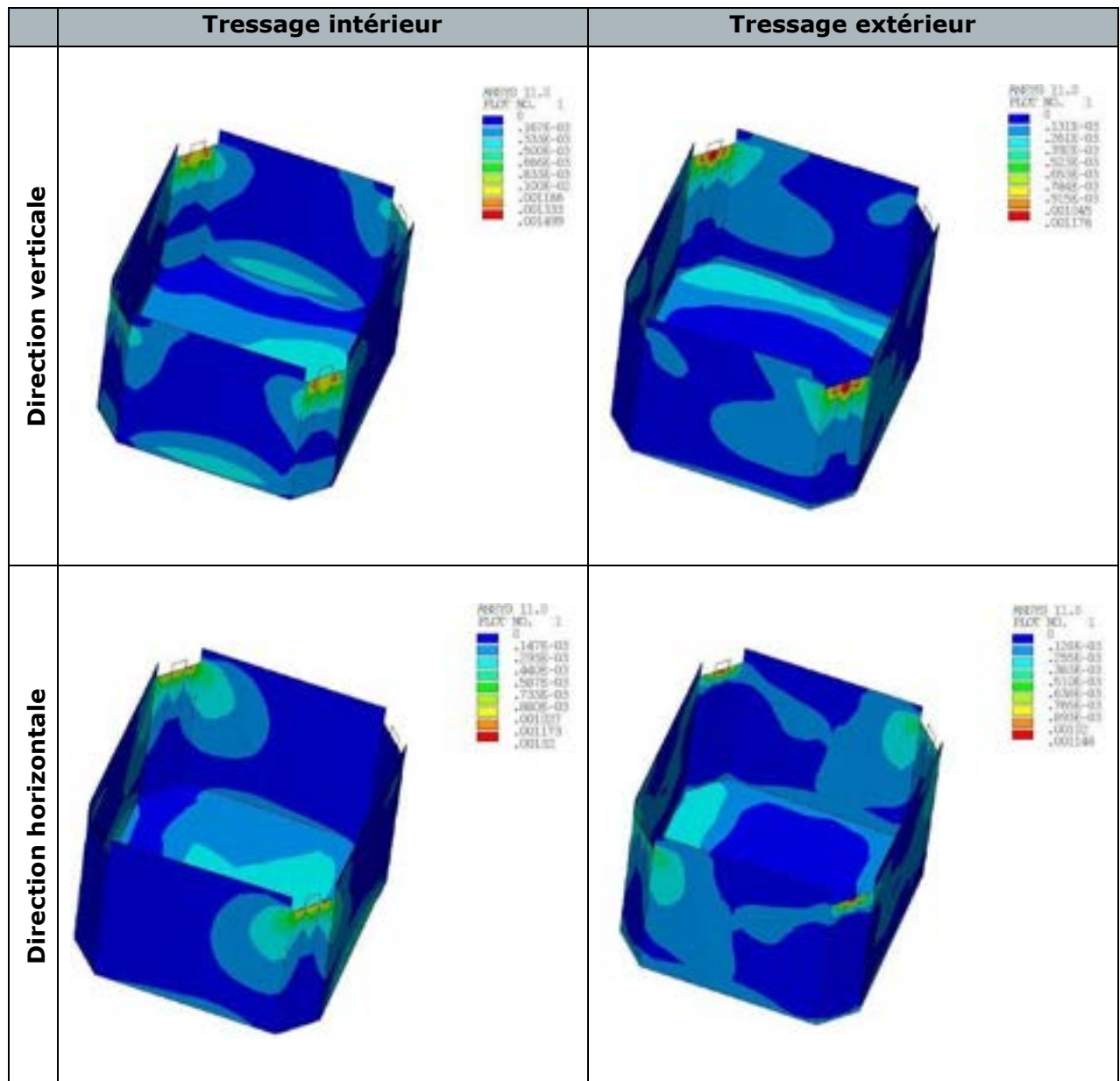


Figure A - 5 Densité d'armature minimale (m^2/m) du corps de caisson (type III)

Annexe 9 Liste des métaux électropositifs

Les métaux électropositifs sont des éléments métalliques dont le potentiel d'électrode standard (E^0) en solution aqueuse par rapport à l'électrode d'hydrogène standard est inférieur à -0.83 V, soit le E^0 du couple hydrogène/hydroxyde d'hydrogène (H_2/OH).

Le Tableau A – 3 ci-dessous fournit une liste exhaustive des métaux électropositifs, ainsi que leur potentiel d'électrode standard.

Le zinc et le titane ne sont pas inclus dans cette liste car ces métaux forment très rapidement une couche oxydée très peu soluble et qui est stable sur un large spectre de valeurs de pH.

Tableau A – 3: Liste des métaux électropositifs

	Élément (métal pur)	E^0 (Volt)
MÉTAUX ÉLECTROPOSITIFS	Li	-3.04
	Rb	-2.98
	K	-2.93
	Cs	-2.92
	Ba	-2.91
	Sr	-2.89
	Ca	-2.76
	Na	-2.71
	Mg	-2.38
	Be	-1.85
	Al	-1.66
	Mn	-1.19
Réf.	$2H_2O \leftrightarrow H_2 + 2OH^-$	-0.83

Source : CRC Handbook of Chemistry and Physics 64th Ed (1983)

Annexe 10 Aperçu des abréviations utilisées

Abréviation	Signification
RGPRI	Règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants
ASR	Réaction alcali-silice (<i>alkali-silica reaction</i>)
CLI	Limite de concentration radiologique absolue par radionucléide critique
DEF	Formation retardée d'ettringite (<i>delayed ettringite formation</i>)
DC	Déchets conditionnés
HSR	Haute résistance aux sulfates (<i>high sulfate resisting</i>)
LA	Teneur limitée en alcalins (<i>low alkali</i>)
DNC	Déchets non conditionnés
OLI	Limite de capacité radiologique opérationnelle par radionucléide critique

Annexe 11

Exemples de principes de caractérisation de certains déchets d'Electrabel applicables industriellement en vue du transfert

1	Introduction	3
2	Exemples DE CARACTÉRISATION industrielle des déchets radioactifs en vue du transfert	4
2.1	Méthodologies de caractérisation agréées par l'ONDRAF	4
2.2	CARACTERISATION RADIOLOGIQUE - déclaration des incertitudes pour le critère CCT-202	4
2.2.1	CCT applicables.....	4
2.2.2	Exemple de déclaration des incertitudes sur les mesures radiologiques des déchets radioactifs avant la production des Nuclear Waste Packages par ou pour le compte d'Electrabel en vue du transfert	4
2.3	caractérisation physico-chimiques - déclaration du contenu et des incertitudes	6
2.3.1	CCT applicables.....	6
2.3.2	Exemple de déclaration pour les déchets A0 futurs, y compris les déchets de démantèlement.....	6
2.4	caractérisation chimique - déclaration des masses et des incertitudes	7
2.4.1	CCT applicables.....	7
2.4.2	Vannes	8
2.4.2.1	Chlore hydrosoluble.....	8
2.4.2.2	Sulfate hydrosoluble	8
2.4.2.3	Cellulose	9
2.4.2.4	Métaux électropositifs.....	9
2.4.2.5	ASR – DEF.....	10
2.4.3	Débris de béton	10
2.4.3.1	ASR/DEF.....	10
2.4.3.2	Chlore et sulfate	11
2.4.3.3	Cellulose	11
2.4.4	Les blocs de bétons issus du démantèlement du blindage biologique	12
2.5	Exemple d'application de mise en oeuvre du test de lixiviation pour le CTC– HOC – CCT437	12
2.5.1	CCT applicables.....	12
2.6	Références	13

1 INTRODUCTION

Les exemples de caractérisation des déchets repris dans cette annexe ne préjugent en aucune façon de l'approbation ultérieure de leurs dossiers d'approbation pour transfert des Nuclear Waste Packages par l'Etat belge ou leur délégué. Ce document ne constitue pas une obligation pour Electrabel d'utiliser ces principes généraux. Dans ce cas, des méthodes alternatives devront être développées et proposées par Electrabel pour approbation par l'Etat belge. Il est à noter que cette annexe n'a pas pour objectif d'être exhaustive vis-à-vis de l'ensemble des CTC ou de tous les types de déchets produits par ENGIE.

Néanmoins, l'utilisation de ces principes illustratifs pour développer de futures méthodologies industrialisables de caractérisation des déchets devrait donner aux deux parties un niveau de confiance élevé sur les chances de succès de l'approbation ultérieure des dossiers d'approbation pour transfert. L'application des méthodologies résultantes pourrait permettre de faciliter leur transfert dans les meilleurs délais possibles.

Les éléments liés aux étapes ultérieures telles que l'établissement d'un dossier d'approbation pour transfert par Electrabel, les contrôles indépendants, le transfert des déchets, et les modalités associées ... ne sont pas couverts par cette annexe.

2 EXEMPLES DE CARACTÉRISATION INDUSTRIELLE DES DÉCHETS RADIOACTIFS EN VUE DU TRANSFERT

2.1 METHODOLOGIES DE CARACTERISATION AGREES PAR L'ONDRAF

Les méthodologies de caractérisation agréées par l'ONDRAF dans le cadre de la mise en œuvre de son système d'acceptation des déchets et de la vérification des critères d'acceptation associés restent applicables. Ces méthodologies peuvent donc être appliquées pour la caractérisation industrielle des déchets radioactifs avant transfert.

2.2 CARACTERISATION RADIOLOGIQUE - DECLARATION DES INCERTITUDES POUR LE CRITERE CCT-202

2.2.1 CCT applicables

Les CCT traitant des incertitudes radiologiques sont les CCT suivants : HEC-CCT-202¹ ; HEC-B-CCT-202 ; HOC-CCT-202 ; HOC-B-CCT-202 et CT3-CCT-202.

2.2.2 Exemple de déclaration des incertitudes sur les mesures radiologiques des déchets radioactifs avant la production des Nuclear Waste Packages par ou pour le compte d'Electrabel en vue du transfert

Electrabel peut choisir l'exploitant assurant le traitement et le conditionnement de ses déchets ainsi que la forme et le contenu de sa déclaration.

Toutefois, l'exploitant de ce service base sa déclaration d'incertitudes de l'inventaire radiologique, a minima, sur les exigences reprises dans la note ONDRAF NTC-6/A [1] pour les déchets conditionnés et la note ONDRAF TNT6.1/A [14] pour les déchets non-conditionnés.

Par exemple, la détermination des incertitudes des géométries AMANDE pour les déchets qui sont conditionnés par Electrabel [2], énumérées dans la note Electrabel 10000735463 [3] relative aux incertitudes, sont déjà basées sur la note ONDRAF NTC-6/A.

Cette déclaration d'incertitude se limite aux Radionucléides considérés comme critiques pour le dépôt de catégorie A repris dans le tableau ci-dessous.

¹ La codification suivante est utilisée pour identifier un CCT : XXX-CCT-NNN avec XXX, le type de déchets et NNN le numéro du critère de transfert.

Ag-108m	Cs-137	Pu-239	U-235
Am-241	I-129	Pu-240	U-236
Am-243	Mo-93	Pu-241	U-238
C-14	Nb-94	Se-79	Zr-93
Ca-41	Ni-59	Sn-126	
Cl-36	Ni-63	Sr-90	
Cm-244	Np-237	Tc-99	
Cs-135	Pu-238	U-234	

Electrabel confirmera dans son dossier d'approbation de transfert que les déchets radioactifs issus des centrales ne sont pas des déchets radifères ou thorifères ($Ra-226 + Th-232 < 1Bq/g$). Les incertitudes concernant la déclaration de ces nuclides ne doivent donc pas être déclarées.

Les incertitudes suivantes sont à prendre en considération :

- l'incertitude statistique de comptage,
- l'incertitude relative à l'efficacité,
- l'incertitude associée à la probabilité de pic d'émission gamma,
- l'incertitude liée à l'activité des sources standards utilisées pour déterminer l'efficacité du comptage,
- l'incertitude liée à la géométrie de mesure et à la répartition spatiale de l'activité dans le colis
- l'incertitude due à la matrice des déchets liée d'une part à la différence entre la masse volumique des déchets des colis mesurés et celle des colis de référence (ou des hypothèses de calcul) et d'autre part à l'hétérogénéité de la masse volumique dans la matrice des déchets.

Par ailleurs, l'incertitude liée à la composition isotopique des déchets radioactifs et l'incertitude afférente au rapport entre l'activité des isotopes clés et l'activité totale doivent être évaluées sur base empirique ou, à défaut, sur base d'une étude documentaire.

Ces incertitudes ne s'ajoutent pas aux valeurs déclarées d'activité des 28 radionucléides considérés comme critiques dans l'appréciation des valeurs de mesures par rapport aux valeurs limites des critères de transfert. A noter que ces incertitudes servent uniquement au suivi de l'agrément de l'installation de mesure et/ou de la méthode.

Pour la déclaration de ces incertitudes liée à la composition isotopique :

1. Les incertitudes sur les facteurs de corrélation empiriques tiennent compte, a minima, des incertitudes suivantes :
 - Les incertitudes sur les valeurs radiologiques mesurées obtenues lors de l'analyse radiologique d'échantillons dans le cadre des exercices de validation des modèles numériques, comme par exemple LLWAA.
 - Les incertitudes résultant d'une analyse statistique effectuée sur les valeurs mesurées utilisées pour fixer les facteurs de corrélation empirique.
2. Les incertitudes sur les facteurs de corrélation des isotopes non mesurables seront quant à elles déterminées sur base de la littérature internationale, comme par exemple, des informations disponibles dans le document IAEA-TECDOC-1672 [4].

2.3 CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUES - DECLARATION DU CONTENU ET DES INCERTITUDES

2.3.1 CCT applicables

Les CCT applicables pour les méthodologies décrites ci-dessous sont les CCT suivants :

- HEC-CCT-201 (déclaration d'incertitudes) ; HEC-CCT-302 (description des déchets) ; HEC-CCT-307 (données physiques et chimiques) ;
- HOC-CCT-201 ; HOC-CCT-302 ; HOC-CCT-307 ;
- HEC-B-CCT-201 ; HEC-B-CCT-302 ; HEC-B-CCT-307 ;
- HOC-B-CCT-201 ; HOC-B-CCT-302 ; HOC-B-CCT-307 ;
- CT3-CCT-201 ; CT3-CCT-304.

2.3.2 Exemple de déclaration pour les déchets A0 futurs, y compris les déchets de démantèlement

Pour la caractérisation de ce type de déchets, Electrabel doit effectuer des analyses chimiques pour déterminer le contenu en chlore, sulfate et cellulose.

Electrabel est responsable des opérations d'échantillonnage et du prélèvement des échantillons

Pour les méthodes d'échantillonnage, Electrabel appliquera de préférence des méthodes reconnues ou normalisées existantes. Electrabel peut toutefois développer ses propres méthodes d'échantillonnage et les soumettre à l'Etat ou à son délégué pour approbation avant leur utilisation industrielle.

La procédure d'échantillonnage, effectuée de manière aléatoire (ce qui permet de ne pas introduire de biais statistique) utilisée doit garantir que l'échantillon de déchets prélevé pour analyse est représentatif de l'entière du lot de déchets. La justification de la représentativité sera basée sur la description des productions des déchets et sur l'analyse de la similarité de ces productions de déchets. Un nombre limité d'échantillons à convenir, peut être utilisé pour confirmer cette similitude. Toute information relative aux échantillonnages utilisés sera conservée et rendue disponible à l'Etat ou à son délégué pour assurer la traçabilité et le contrôle qualité des procédures mises en oeuvre.

A titre d'exemple, la méthodologie de caractérisation des déchets A0 avant leur conditionnement peut impliquer l'utilisation d'un broyeur de laboratoire où des échantillons représentatifs

seront prélevés à partir d'un lot de colis. Ces échantillons seront homogénéisés et préparés sous une forme permettant à Electrabel d'effectuer des analyses physico-chimiques du contenu en chlore, sulfate et cellulose dont les résultats serviront à effectuer la déclaration et à fournir l'estimation des incertitudes liées à cette déclaration. Les valeurs déclarées reposeront sur les moyennes des différents échantillons du lot. Les écarts-types calculés sur la population considérée d'échantillons (d'un lot ou d'un cumul) seront utilisés pour déclarer les incertitudes.

Pour le cas particulier des déchets A0 dont les débits de dose au contact dépassent 2 mSv/h (qui seront traités et conditionnés par les processus de conditionnement hétérogène, actuellement WB03 - TC/01), ceux-ci peuvent être exemptés d'échantillonnage à condition qu'Electrabel apporte la preuve que ces déchets > à 2 mSv/h sont similaires et comparables aux déchets < à 2 mSv/h. Cette similarité peut être justifiée sur base d'autres échantillons prélevés sur les déchets non conditionnés qui sont produits dans des conditions identiques.

Pour le critère ASR/DEF, le HEC-CCT-408C pourra être employé.

Après avoir tout mis en œuvre pour trier les déchets radioactifs, il peut rester une fraction résiduelle après les opérations de tri de ces déchets radioactifs ayant un contenu très hétérogène (fraction A0). Ils contiennent principalement de très petits composants, des poussières et des substances pour lesquelles le tri à l'échelle industrielle n'est pas ou n'est plus possible.

Minimisation de la fraction A0 - à partir de HEC-CCT-302 (ces principes généraux sont également applicables à CT3) : « *Le code A0 peut être utilisé pour une fraction de déchets (la 'fraction résiduelle'), à condition que la masse de cette fraction résiduelle ait été prise en compte dans le 'dossier d'approbation de transfert' du procédé (mentionné au critère 201)* »

Dans les Nuclear Waste Packages, la présence d'une fraction résiduelle de déchets A0 peut être autorisée à condition qu'Electrabel démontre que des efforts industriels raisonnables ont été fournis pour isoler et minimiser la fraction A0 d'autres flux de déchets bien définis (par exemple, les déchets purement métalliques) par l'application et/ou la mise en place de procédures qualité, dont entre autres, des procédures de tri, des programmes de formation des opérateurs, ... Electrabel documentera ces aspects dans le dossier d'approbation pour transfert.

2.4 CARACTERISATION CHIMIQUE - DECLARATION DES MASSES ET DES INCERTITUDES

2.4.1 CCT applicables

Les CCT applicables pour les méthodologies décrites ci-dessous sont les CCT suivants :

- HEC-CCT-201 ; HEC-CCT-302 ; HEC-CCT-307 ; HEC-CCT-404 A/B/C/D ; HEC-CCT-409 A/B/C ; HEC-CCT-406 A/B/C ; HEC-CCT-408 A/B/C ;
- HOC-CCT-201 ; HOC-CCT-302 ; HOC-CCT-307 ; HOC-CCT-404 A/B/C ; HOC-CCT-409 ; HOC-CCT-406 ; HOC-CCT-408 ;
- HEC-B-CCT-201 ; HEC-B-CCT-302 ; HEC-B-CCT-307 ; HEC-B-CCT-404 ; HEC-B-CCT-409 ; HEC-B-CCT-406 ; HEC-B-CCT-408 ;
- HOC-B-CCT-201 ; HOC-B-CCT-302 ; HOC-B-CCT-307 ; HOC-B-CCT-404 ; HOC-B-CCT-409 ; HOC-B-CCT-406 ; HOC-B-CCT-408 ;

- CT3-CCT-201 ; CT3-CCT-304 ; CT3-CCT-404 A/B ; CT3-CCT-405 A/B ; CT3-CCT-407 ; CTE-CCT A/B/C ; CT3-CCT-408 ; CT3-CCT-409.

2.4.2 Vannes

Les vannes représentent des matériaux hautement hétérogènes qui ne peuvent pas faire l'objet d'une caractérisation individuelle à l'échelle industrielle. Il convient de définir et d'adopter une approche pragmatique mais conservatrice qui permettra d'assurer une caractérisation efficace.

Ce type de déchets métalliques peut être déclaré avec le code AO C7 (« structure en métal non spécifié ») ou M0 (« métal non spécifié »). La déclaration et la justification seront de nature descriptive et documentaire (i.e. fiche technique).

2.4.2.1 Chlore hydrosoluble

a) Déclaration de masses

Les vannes du circuit primaire ne contiennent pas de chlore car ce produit est strictement limité via les spécifications techniques du système primaire (voir procédure opérationnelle CHEM/02). Néanmoins, des traces de chlore peuvent être présentes, mais celles-ci sont supposées être inférieures aux incertitudes (voir ci-dessus). Par conséquent, des masses de 0 gramme seront déclarées.

b) Déclaration des incertitudes

Des traces de chlore pourraient être présentes, provenant principalement des résidus chimiques séchés des systèmes primaires (voir également procédure opérationnelle CHEM/02 [13]). Sur cette base, Electrabel calculera le résidu maximal de manière conservatrice en tenant compte de la concentration maximale admissible dans le système primaire. Cette valeur sera utilisée pour déclarer l'incertitude.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et des incertitudes seront considérés comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si 1) zéro gramme est la valeur déclarée 2) une déclaration d'incertitude est fournie ; 3) l'utilisation des codes AO, M0 ou C7 dans la déclaration est justifiée valablement.

2.4.2.2 Sulfate hydrosoluble

a) Déclaration de masses

Les vannes ne contiennent pas de sulfate hydrosoluble. La valeur générique à déclarer est de 0 gramme. Cependant, dans certains cas exceptionnels, les composants des vannes pourraient contenir des traces de sulfate. Celles-ci sont supposées être inférieures aux incertitudes (voir ci-dessus). Par conséquent, des masses de 0 gramme seront déclarées.

b) Déclaration des incertitudes

La quantité maximale de sulfate sera évaluée et documentée par Electrabel (par exemple, au moyen d'une argumentation fondée sur les spécifications techniques de vannes représentatives). Cette valeur sera utilisée pour déclarer l'incertitude.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et les incertitudes seront considérés comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si 1) zéro gramme est la valeur déclarée 2) une déclaration d'incertitude est fournie ; 3) l'utilisation des codes AO, M0 ou C7 dans la déclaration est justifiée valablement.

2.4.2.3 Cellulose

a) Déclaration de masses

Les vannes ne contiennent pas de cellulose. La déclaration sera 0 gramme. Toutefois, une présence limitée localisée peut être observée. Ce point est couvert par les incertitudes.

b) Déclaration des incertitudes

Dans des situations exceptionnelles, les vannes peuvent présenter des autocollants ou joints contenant de la cellulose (à confirmer, par exemple, sur la base des spécifications techniques de vannes représentatives). La quantité maximale de cellulose sera évaluée et documentée par Electrabel (par exemple, au moyen d'une argumentation fondée sur les spécifications techniques de vannes représentatives). Cette valeur sera utilisée pour déclarer l'incertitude.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et les incertitudes seront considérés comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si 1) zéro gramme est la valeur déclarée 2) une déclaration d'incertitude est fournie ; 3) l'utilisation des codes AO, M0 ou C7 dans la déclaration est justifiée valablement.

2.4.2.4 Métaux électropositifs

a) Déclaration de masses

Certaines vannes peuvent contenir un nombre limité de pièces en aluminium (comme des joints). La masse correspondante à ces parties sera déclarée de manière conservatrice. Une argumentation documentée justifiera ce point.

b) Déclaration des incertitudes

La quantité maximale d'aluminium sera évaluée et documentée par Electrabel (par exemple, au moyen d'une argumentation fondée sur les spécifications techniques de valves représentatives). Cette valeur sera utilisée pour déclarer l'incertitude.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et les incertitudes seront considérés comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si cette information est transmise au moyen d'une argumentation fondée sur les spécifications techniques des vannes.

2.4.2.5 ASR – DEF

NA pour les vannes.

2.4.3 Débris de béton

Les débris de béton ont des origines diverses :

- Béton produit lors de l'enlèvement des grands composants ;
- Béton produit lors du démantèlement des locaux de la zone contrôlée ;
- Déchets de béton produits lors de la décontamination des bâtiments.

Les règles de caractérisation qui peuvent s'appliquer sont reprises dans la note ONDRAF 2023-0904. Celles-ci doivent être appliquées pour tous les déchets béton pour les critères ASR/DEF. Dans certaines situations exceptionnelles, comme par exemple pour une partie des débris de béton pour lesquelles l'information disponible est insuffisante, une traçabilité et une caractérisation pour chaque partie individuelle n'est pas réalisable à l'échelle industrielle, ce qui rend l'application de la note ONDRAF 2023-0904 potentiellement impossible.

Dans ces situations exceptionnelles, Electrabel peut proposer une approche statistique sur base d'échantillons représentatifs pour ces débris de béton. Cette approche veillera à choisir des échantillons de manière aléatoire (afin d'éviter les biais statistique – un biais statistique peut par exemple être introduit en excluant certaines zones moins facilement accessibles du bâtiment ou en excluant des bétons radioactifs des analyses).

Electrabel peut établir une cartographie ASR/DEF, chlore et sulfates pour chaque centrale en s'appuyant sur quelques dizaines d'échantillons dont le nombre final est à convenir afin d'obtenir une vue réaliste des risques ASR/DEF, chlore et sulfates pour l'ensemble des déchets béton de la centrale. Cette cartographie fera partie du dossier d'approbation pour transfert.

2.4.3.1 ASR/DEF

Trois cas de figure peuvent être envisagés :

- Aucun échantillon n'est sensible à l'ASR/DEF → les déchets béton sont considérés à priori comme non sensibles à l'ASR/DEF et sont déclarés conformément aux critères CT3-CCT-407A ou HEC-CCT-408A (ASR non avérée).

- Un découpage justifié par Electrabel entre les zones sensibles et non sensibles à l'ASR peut être proposé → Les déchets peuvent être triés par Electrabel et déclarés en partie sous les critères CT3-CCT-407A ou HEC-CCT-408A (ASR non avérée) et CT3-CCT-407B ou HEC-CCT-408B (ASR avérée).
- Aucune conclusion statistique ne peut être tirée → les débris seront déclarés dans le cadre du critère CT3-CCT-407C ou HEC-CCT-408C (risque d'ASR).

2.4.3.2 Chlore et sulfate

a) Déclaration de masses

Les masses en chlore et en sulfate dans un nombre d'échantillons statistiquement représentatif sont déclarées sur base des mesures obtenues en utilisant la norme belge NBN-B15-250 :1991 [9]. Les valeurs déclarées reposeront sur les moyennes de différents échantillons en application de cette norme.

b) Déclaration des incertitudes

La déclaration des incertitudes pour les débris de béton se fera sur base du calcul de l'écart-type des mesures de masses individuelles en chlore et en sulfate de chaque échantillon tiré de la cartographie.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et les incertitudes seront considérés comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si cette information est transmise au moyen d'une argumentation fondée sur base des résultats de ces mesures.

2.4.3.3 Cellulose

a) Déclaration de masses

Lors de la construction des centrales, aucune cellulose n'a été volontairement rajoutée au béton. Dès lors, la déclaration affichera zéro gramme. Toutefois, une présence limitée et localisée pourrait être observée (e.g. étiquettes, pollution organique). Celles-ci sont supposées par Electrabel être inférieures aux incertitudes (voir ci-dessous).

Compte tenu de la taille des gravats de béton tel que produit par des moyens industriels classique (marteau pique, scarification...), la présence de cellulose peut également être exclue visuellement.

b) Déclaration des incertitudes

La présence éventuelle de cellulose sera évaluée et documentée par Electrabel qui en calculera une quantité maximale. Cette quantité maximale sera considérée comme une incertitude.

c) Condition de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et des incertitudes est considérée comme étant valable en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si 1) zéro gramme est la valeur déclarée 2) certains résidus potentiels sont pris en compte dans les incertitudes ; 3) les contrôles visuels effectués par Electrabel excluront la présence de cellulose ; 4) la déclaration est justifiée valablement telle que définie au paragraphe a) et b)

2.4.4 Les blocs de bétons issus du démantèlement du blindage biologique

Les règles de caractérisations qui s'appliquent sont reprises dans la note ONDRAF 2023-0904. Celles-ci doivent être appliquées pour tous les déchets béton pour les critères ASR/DEF pour autant qu'elles soient applicables d'un point de vue industriel (disponibilité des informations spécifiques et traçabilité).

Exceptionnellement, dans le cas où la décomposition en « éléments structurels » comme le prévoit la note ONDRAF 2023-0904 ne peut être justifiée (notamment par manque d'informations), Electrabel peut utiliser une approche statistique comme décrite à la section 2.4.3. Dans ce cas, Electrabel peut proposer à l'ONDRAF une cartographie reprenant l'emplacement des échantillons prélevés aléatoirement ayant pour objectif la représentativité et une justification de l'approche proposée.

2.5 EXEMPLE D'APPLICATION DE MISE EN OEUVRE DU TEST DE LIXIVIATION POUR LE CTC– HOC – CCT437

2.5.1 CCT applicables

Le HOC-CCT-307 décrit le contenu du Dossier Documentaire de Production. Il fait référence notamment à la méthode à suivre pour effectuer le test de lixiviation. Ce dernier est décrit dans le HOC-CCT-437.

- 437 (L)** Le producteur doit effectuer un **test de lixiviation** tel que décrit dans les fiches techniques ONDRAF TFT-3 [37] et TFT-4 [38], afin de fournir une indication de la capacité de confinement du produit d'immobilisation. Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies:
- Dans le dossier d'approbation doit être justifié pourquoi une dérogation à la méthode de test décrite ci-dessus est souhaitée.
 - Dans le dossier d'approbation doit être démontré que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.

Electrabel peut proposer une méthode alternative des tests de lixiviation à celles qui sont reprises dans le CTC– HOC – CCT437.

Par exemple, une méthodologie alternative des tests de lixiviation pour les déchets homogènes peut s'appuyer sur l'utilisation de la norme ANSI/ANS-16.1-2003 (R2017) [12].

2.6 REFERENCES

- [1] Note ONDRAF 97-3497, Note technique NTC-6 : Méthodes et installations de mesure pour la détermination de l'activité des déchets conditionnés
- [2] 10000303141/000/00, Note de methodologie CNT - sit. act.
- [3] 10000735463/000/00 Afvalkarakterisatie - Amande-meetsysteem
- [4] IAEA-TECDOC-1672, Modelling of Transport of Radioactive Substances in the Primary Circuit of Water Cooled Reactors
- [5] Note ONDRAF 2020-0827, note technique : « TNT-2 : Codification des DNC »
- [6] Référence nonutilisée
- [7] Note ONDRAF 2023-0839, Productie van bergingsconform niet-geconditioneerd afval op basis van de afvalomschrijvingen (AO-codes)
- [8] Note ONDRAF 2023-0904, Guidance concernant l'insensibilité à la dégradation due à la réaction ASR et à la réaction DEF
- [9] NBN-B15-250 :1991, Analyse chimique des mortiers et bétons durcis
- [10] Note ONDRAF 1988-1185 : « TFT-3 : Résistance à la lixiviation »
- [11] Note ONDRAF 1998-1196 : « TFT-4 : Expression et présentation des résultats des essais de lixiviation »
- [12] ANSI/ANS-16.1-2003 (R2017)
- [13] CHEM/02 « Chemische specificaties en analysefrequentie der primaire kringen en hulpkringen Doel 4 » (= exemple ZST.10000734283.000.00 pour Doel4)
- [14] Note ONDRAF 2023-1185 : Note technique TNT6.1A : Contenu type d'un dossier d'agrément pour les méthodes et installations basées sur l'analyse par spectrométrie gamma des déchets radioactifs non conditionnés.

Contractual Transfert Criteria - HEC-B

Date : 20 Juin 2023

Résumé

Cette note comporte les *Contractual Transfert Criteria* (appelés critères de transfert contractuels dans ce document) pour les déchets hétérogènes conditionnés en matrice de ciment.

Cette note est d'application pour les déchets de type OF (déchets futurs) et P (déchets MAD) qui ne respecteraient pas les critères radiologiques du contrat de transfert HEC.

Ces critères sont principalement basés sur les documents Contrat de transfert HEC et transfercriteria voor het afval van de familie MAD-KCD-CSD en MAD-CNT-CSD.

L'annexe 8 donne des exemples de principes de caractérisation de certains déchets d'Electrabel applicables industriellement en vue du transfert.

1	DISPOSITIONS DE BASE.....	4
1.1	DESCRIPTION DES DECHETS RADIOACTIFS	4
1.1.1	Description générale.....	4
1.1.2	Configurations applicables du colis de DC	4
1.2	INSTRUCTIONS POUR L'UTILISATEUR DE CE DOCUMENT.....	4
1.2.1	Codification des critères de transfert contractuels.....	4
1.2.2	Justification des critères de transfert contractuels.....	5
1.2.3	Documents de référence	5
1.2.4	Terminologie	5
2	APPROBATION POUR TRANSFERT	6
3	DOCUMENTATION RELATIVE AUX DÉCHETS RADIOACTIFS.....	6
3.1	FORMULAIRE C	6
3.2	LE DOSSIER DOCUMENTAIRE DE PRODUCTION (DDP)	9
4	CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES DÉCHETS	11
4.1	LA FORME DU DECHET	11
4.1.1	Aspect physique.....	11
4.1.2	Stabilité physique et chimique.....	11
4.1.3	Chlorures.....	11
4.1.4	Substances biodégradables	11
4.1.5	Substances dangereuses	11
4.2	LES DECHETS BRUTS ET/OU TRAITES.....	12
4.2.1	Processus pouvant mener à l'expansion des déchets conditionnés.....	12
4.2.2	Sulfates	12
4.2.3	Métaux électropositifs.....	12
4.2.4	Sources scellées	12
4.3	LA MATRICE D'IMMOBILISATION.....	13
4.3.1	Matières premières de la matrice d'immobilisation	13
4.3.2	La matrice d'immobilisation fraîche.....	14
4.3.3	La matrice d'immobilisation durcie	16
4.4	BLINDAGE RADIOLOGIQUE.....	19
5	CARACTÉRISTIQUES RADIOLOGIQUES DES DÉCHETS	20
5.1	ACTIVITES VOLUMIQUES MAXIMALES	20
5.2	CRITICITE	20
6	EMBALLAGE ET COLIS PRIMAIRE.....	20
6.1	L'EMBALLAGE PRIMAIRE	20
6.2	LE COLIS PRIMAIRE	21
6.2.1	Critères physiques et chimiques pour le colis primaire.....	21
6.2.2	Sûreté radiologique opérationnelle	23
6.2.3	Inscriptions et pictogrammes.....	23
7	AGENTS PATHOGÈNES BIOLOGIQUES	24
8	DISPOSITIONS ADMINISTRATIVES	25
8.1	NON-CONFORMITES.....	25
8.2	DEROGATIONS.....	25
9	RÉFÉRENCES.....	25
ANNEXE 1	JUSTIFICATION DES CRITERES DE TRANSFERT	29
ANNEXE 2	SCENARIO DE GESTION DE REFERENCE	43
ANNEXE 3	CONFIGURATIONS APPLICABLES DU COLIS DE DC	44
ANNEXE 4	APERÇU DES PHRASES DE RISQUE DES SUBSTANCES ET MELANGES DANGEREUX EXCLUS.....	50
ANNEXE 5	LE FORMULAIRE C : LA PAGE DE GARDE ET L' ANNEXE.....	52

ANNEXE 6	LISTE DES METAUX ELECTROPOSITIFS.....	56
ANNEXE 7	LISTE DES ABREVIATIONS.....	57
<u>ANNEXE 8 EXEMPLES DE PRINCIPES DE CARACTÉRISATION DE CERTAINS DÉCHETS D'ELECTRABEL</u>		
<u>APPLICABLES INDUSTRIELLEMENT EN VUE DU TRANSFERT</u>		58

1 DISPOSITIONS DE BASE

1.1 Description des déchets radioactifs

1.1.1 Description générale

Ce critère de transfert contractuel concerne les déchets hétérogènes, conditionnés dans une matrice de ciment (HEC). Il s'agit des productions OF, P.

Le scénario de gestion de référence des déchets radioactifs couverts par ce document est défini à l'Annexe 2.

En outre, le champ d'application de ce document se limite aux déchets conditionnés (DC) avec les configurations décrites ci-dessous (voir § 1.1.2).

1.1.2 Configurations applicables du colis de DC

Les types de configurations auxquelles ce document s'appliquent, ont été déterminées sur la base des illustrations figurant dans l'Annexe 3.

Ce document s'applique aux configurations suivantes du colis de DC :

1. galettes cimentées, sans blindage interne
2. galettes cimentées, avec blindage interne
3. filtres cimentés, sans blindage interne
4. filtres cimentés, avec blindage interne
5. déchets en vrac cimentés, sans blindage interne
6. déchets en vrac cimentés, avec blindage interne

1.2 Instructions pour l'utilisateur de ce document

1.2.1 Codification des critères de transfert contractuels

Les critères de transfert contractuels figurent dans les Chapitres 2 à 7 inclus.

Un **critère de transfert contractuel** est reconnaissable grâce à un code alphabétique placé entre parenthèses dans la marge gauche de la page. Ce code est précédé d'un numéro qui permet d'identifier le critère d'acceptation concerné.

Les **codes alphabétiques** ont la signification suivante :

- la lettre O indique un critère opérationnel. Un tel critère concerne la sûreté de la gestion des déchets radioactifs durant l'exploitation d'une installation dans le scénario de traitement de référence. Dans ce document, il s'agit initialement du bâtiment d'entreposage 151 ou 127;
- la lettre L indique un critère à long terme. Un tel critère concerne la sûreté passive après la fermeture de la destination finale de référence des déchets radioactifs.
 - Le code Lc indique un critère critique. Il s'agit d'un critère à long terme, dont l'ONDRAF suppose qu'il évoluera.

Le **symbole**  dans la marge gauche de la page clarifie le contexte de certains critères de transfert contractuels. Ces informations ont été ajoutées afin de promouvoir l'interprétation correcte des critères de transfert contractuels, mais ne constituent pas en soi un critère de transfert contractuel.

1.2.2 Justification des critères de transfert contractuels

Les justifications des critères de transfert contractuels sont rassemblées dans l'Annexe 1 de ce document. Les numéros des justifications sont identiques à ceux identifiant les critères de transfert contractuels.

Une justification explique la raison d'être du critère d'acceptation de transfert et indique la manière dont les valeurs limites éventuelles ont été déduites. Une justification peut également donner des informations et des clarifications supplémentaires. L'objectif ultime des justifications est de promouvoir l'interprétation correcte des critères de transfert contractuels. Une justification est de nature informative et ne fait pas partie du critère.

1.2.3 Documents de référence

La liste des documents de référence figure au Chapitre 9 de ce contrat de transfert. Cette liste identifie les notes techniques en tant que telles. Elle identifie également des arrêtés royaux et des lois (législation fédérale belge) ainsi que des règlements (législation européenne) en tant que tels.

De tous les documents de référence mentionnés au chapitre 9, la version en vigueur, ou autorisée, à la date de signature des documents de transaction doit être utilisée. Ceci s'applique également à la législation mentionnée dans cette liste.

Pour toutes les notes techniques, la version en vigueur est indiquée dans la liste récapitulative des documents approuvés (LDA) [5]. Pour toutes les normes énumérées, la dernière version est limitée à la date de signature des documents de transaction.

1.2.4 Terminologie

La terminologie utilisée dans les documents relatifs aux critères de transfert contractuels est expliquée dans la note technique « GLOSS » [6]. Toutefois, la définition suivante est une correction :

- Conditionnement hétérogène: méthode de conditionnement qui comprend une immobilisation basée sur l'enrobage.

Dans ce document en particulier :

- l'expression « déchets radioactifs » désigne le lot de déchets radioactifs qui est contrôlé au regard des critères de transfert contractuels ci-dessous.
- les termes « colis primaire » et « colis DC » signifient la même chose, à savoir le produit final obtenu après l'immobilisation et le conditionnement des déchets radioactifs.
- dans le chapitre 4, le terme « pâte de ciment » signifie un mélange de ciment et d'eau de gâchée, sans ajout de granulats.

La liste des abréviations utilisées dans le présent document est donnée à l'Annexe 7.

2 APPROBATION POUR TRANSFERT

- 201 (L,O) Le **traitement et le conditionnement** de chaque colis primaire doivent constituer le produit final d'un **procédé** dans une **installation** associée qui est agréé par l'ONDRAF. À cette fin, le producteur doit établir un dossier d'approbation pour transfert conformément aux prescriptions de la note technique NTC-4 [7] qui doit être approuvé avant le conditionnement. Il convient de documenter la manière dont les incertitudes sont prises en compte dans l'appréciation des valeurs de mesure par rapport aux valeurs limites des critères de transfert contractuels. Les valeurs limites numériques dans les critères de transfert contractuels sont exprimées avec le nombre de chiffres significatifs correspondant à la précision requise de la grandeur à mesurer.
- 202 (L,O) La **caractérisation radiologique** de chaque colis primaire doit être basée sur une installation de mesure et/ou une méthode agréée par l'ONDRAF. À cette fin, le producteur doit établir un dossier d'approbation pour transfert conformément aux prescriptions de la note technique NTC-6 [8]. Il convient de documenter la manière dont les incertitudes sont prises en compte dans l'appréciation des valeurs de mesure par rapport aux valeurs limites des critères de transfert contractuels. Les valeurs limites numériques dans les critères de transfert contractuels sont exprimées avec le nombre de chiffres significatifs correspondant à la précision requise de la grandeur à mesurer.
- 203 (L,O) Les **données radiologiques quantitatives** doivent avoir été mesurées selon une méthode agréée par l'ONDRAF. À cette fin, le producteur doit établir un dossier d'approbation pour transfert conformément aux prescriptions de la note technique NTC- 6/A [9], NTC-6/B [10] ou NTC-6/C [11]. Le dossier d'approbation pour transfert doit mentionner les normes appliquées.
- 204 (L,O) L'**emballage primaire**, utilisé par le producteur pour conditionner les déchets bruts et/ou traités, doit être agréé par l'ONDRAF. À cette fin, le producteur doit établir un dossier d'approbation pour transfert conformément aux prescriptions de la note technique NTC-9 [12].

3 DOCUMENTATION RELATIVE AUX DÉCHETS RADIOACTIFS

-  Ce chapitre énumère les informations sur les colis primaires et son contenu. Elles doivent être documentées pour pouvoir transférer les déchets radioactifs. Toutes ces données sont supposées figurer dans le dossier documentaire de production (DDP) et dans le formulaire C (page de garde et annexe(s) associée(s), voir Annexe 5).

3.1 Formulaire C

- 301 (L,O) Les **données générales** suivantes sur le lot doivent être indiquées sur la page de garde du formulaire C :
- numéro du formulaire C
 - date à laquelle le formulaire a été établi
 - nombre d'annexes au formulaire C
 - coordonnées du producteur
 - lieu d'enlèvement
 - variante de conditionnement (selon la NTC-3[13])
 - référence de la campagne correspondante
 - liste des colis primaires à enlever
 - remarques

- signature et nom d'un expert agréé du service de contrôle physique du producteur garantissant les caractéristiques radiologiques des colis primaires

302 (L,O) Les **données physiques et chimiques** suivantes de chaque colis de DC doivent être disponibles dans l'annexe du formulaire C (fiche d'identification) :

- numéro du colis
- numéro du formulaire C correspondant et de la campagne
- date de production du colis (c'est-à-dire la date de l'immobilisation du colis de DC)
- référence du lot de l'emballage primaire
- conditionneur
- masse du colis de DC
- description des déchets (selon la NTC-3 [13]). À cet égard s'applique également ce qui suit :
 - Si le code DO est utilisé, la composition des déchets bruts et/ou traités pour chaque colis doit être spécifiée par fraction de déchets au moyen d'un code AO (selon la TNT-2 [14]) et d'une masse (estimation). Les règles suivantes s'appliquent:
 - Le code AO de chaque fraction de déchets doit correspondre au mieux à la description des déchets qui composent cette fraction. Dans ce cadre, un code AO spécifique doit être utilisé, à l'exception des cassuivants:
 1. Lorsque la fraction de déchets peut être décrite par un code AO qui, dans la directive 'Codes AO' [15], est identifié comme 'conforme au stockage' (ou 'BC' pour 'bergingsconform'), un code AO générique peut également être utilisé
 2. Le code A0 peut être utilisé pour une fraction de déchets (la 'fraction résiduelle'), à condition que la masse de cette fraction résiduelle ait été prise en compte dans le 'dossier d'approbation de transfert' du procédé (mentionné au critère **201**)
 - La somme des masses de toutes les fractions de déchets doit être égale à la masse des déchets bruts et/ou traités dans le colis de DC.
 - D'une fraction de déchets constituée des codes AO : H0, H4 ou H5, la marque de la résine doit être indiquée dans le champ de commentaires.
 - Si le code FE est utilisé, la fiche contenant les informations de production concernant les filtres doit être ajoutée au dossier de documentation de production pour chaque colis (voir **307**).
- type d'emballage primaire utilisé, fermeture utilisée, blindage interne utilisé et matrice d'immobilisation utilisée (selon la NTC-3 [13])
- si les colis de DC contiennent des substances ou des mélanges dangereux (c'est-à-dire qu'une phrase H ou EUH y est applicable, sur la base de la masse de la forme du déchet¹ et compte tenu des critères et valeurs limites pour les substances dangereuses dans le règlement CLP [16] et dans les directives techniques pour la classification des déchets [17]), pour chaque substance dangereuse :
 - nom de la substance dangereuse
 - phrases H applicables (y compris les phrases EUH)
- référence du dossier d'approbation « Procédé » avec numéro de version
- référence du dossier d'approbation « Emballage primaire » avec numéro de version

303 (L,O) L'annexe du formulaire C doit contenir les activités des **radionucléides** présents dans le spectre radiologique de chaque colis de DC et qui sont énumérés dans le Tableau 1.

¹ La masse de la forme du déchet est égale à la masse du colis moins celle de son emballage primaire.

- ❗ Toute activité inférieure à 1 Bq peut être considérée comme nulle et peut être déclarée comme 0 dans l'annexe du formulaire C. Ce seuil est imposé pour éviter que des activités très faibles potentiellement fictives soient déclarées alors qu'elles ne sont que le résultat de calculs. De plus, ces activités sont trop faibles pour être pertinentes.

Tableau 1: Liste standard des radionucléides à déclarer obligatoirement

H-3	Ni-63	Ag-108m	Cs-137	Th-229	Pu-238	Cm-243
C-14	Se-79	Ag-110m	Ce-144	Th-230	Pu-239	Cm-244
S-35	Kr-85	Sn-121m	Pm-147	Th-232	Pu-240	Cm-245
Cl-36	Sr-90	I-125	Sm-151	Pa-231	Pu-241	Cm-246
Ar-39	Mo-93	I-129	Eu-152	U-233	Pu-242	Cm-247
Ca-41	Zr-93	I-131	Eu-154	U-234	Pu-244	Cm-248
Mn-54	Nb-94	Sb-125	Eu-155	U-235	Am-241	
Co-58	Tc-99	Sn-126	Ho-166m	U-236	Am-242m	
Co-60	Ru-106	Cs-134	Hf-178n	U-238	Am-243	
Ni-59	Pd-107	Cs-135	Ra-226	Np-237	Cm-242	

❗ Remarques :

- Pour les radionucléides qui sont en équilibre séculaire avec leur nucléide parent (Cs-137/Ba-137m, Sr-90/Y-90, Ru-106/Rh-106 et Ce-144/Pr-144) à court terme ($T_{1/2} < 30$ jours), seule l'activité du nucléide parent sera indiquée.
- Le thorium naturel est censé être en équilibre séculaire avec ses fils. Il suffit ainsi de déclarer le nucléide parent Th-232.

304 (L,O) Les **données radiologiques** suivantes doivent pour les radionucléides présents du critère **303** pour chaque colis primaire être mentionnées dans l'annexe du formulaire C:

- date de détermination de l'activité présente
- activité alpha totale
- activité bêta/gamma totale
- débit de dose maximal au contact et à 1 m du colis primaire, avec la date des mesures (voir aussi **610**)
- confirmation (oui/non) que la contamination surfacique transférable mesurée est inférieure à la valeur limite (voir aussi **611**), avec la date de la mesure
- les masses des matières fissiles U-235, Pu-239 et Pu-241
- confirmation (oui/non) que les déchets radioactifs contiennent de l'uranium hautement enrichi ($\geq 20\%$) (sous réserve d'une valeur seuil de 1 mg)
- méthodologie utilisée pour la caractérisation radiologique
- référence du dossier d'approbation « Radiologique » pour la détermination de l'activité présente avec numéro de version
- référence éventuelle du dossier d'approbation « Installation de mesure » avec numéro de version

305 (L,O) L'annexe au formulaire C de chaque colis de DC doit inclure la confirmation que les déchets radioactifs ne sont pas contaminés ou susceptibles d'être contaminés par des **agents pathogènes biologiques**. Voir le chapitre 7 pour la définition précise des « agents pathogènes biologiques ».

3.2 Le dossier documentaire de production (DDP)

306 (L,O) Le producteur doit documenter les déchets radioactifs conditionnés au moyen d'un **dossier documentaire de production** (DDP). Le DDP original est conservé et archivé par le producteur pendant une période à convenir avec l'ONDRAF. Une copie doit également en être envoyée à l'ONDRAF.

307 (L,O) Un DDP doit être établi **par campagne**, et son contenu exact dépend du procédé de conditionnement ainsi que de la variante de conditionnement. Dans le DDP les données suivantes doivent être **documentées au minimum**:

- Informations générales concernant lacampagne:
 - nombre de colis produits
 - période deconditionnement
 - matrice d'immobilisation utilisée (selon NTC-3[13])
 - procédé de conditionnement et la variante de conditionnement
 - référence de: l'approbation « Procédé », l'approbation « Radiologique », l'approbation « Installation de mesure » et l'approbation « Emballage primaire » avec les numéros de version
- Emballages: rapports de réception des emballages primaires utilisés.
- Rapports et comptes rendus sur les contrôles de production par le producteur démontrant la qualité du produit final et sa conformité à ce document. Ces rapports et comptes rendus couvrent au moins les contrôles suivants:
 - contrôles à la réception des emballagesprimaires
 - contrôles à la cimentation
 - contrôles à la fermeture
- Matrice d'immobilisation:
 - matières premières de la matriced'immobilisation:
 - provenance des matières premièresutilisées
 - certificats d'analyse et/ou de qualité des matières premièresdémontrant qu'elles répondent aux critères décrits sous 412, 413, 415 417 et 419 du présent document
 - composition nominale telle que décrite dans le critère 422
 - composition de la matrice d'immobilisation par colis
 - résultats des essais suivants sur des échantillons représentatifs, dont la fréquence est définie dans le dossier d'approbation :
 - consistance (voir aussi424)
 - retrait (voir aussi426)
 - porosité accessible à l'eau (voir aussi433)
 - résistance à la compression (voir aussi434)
 - résistance à la flexion (voir aussi435)
 - résistante à l'eau (voir aussi436)
 - résistance au gel-dégel (voir aussi438)
- Blindage radiologique :
 - si le fabricant du blindage radiologique possède un label BENOR ou un label équivalent² :
 - les résultats de l'essai « résistance à l'eau » (voir aussi 436) et

² Par un équivalent du label BENOR, on entend un label équivalent (ou supérieur) d'un autre pays tel que l'AFNOR en France ou le KOMO (KIWA) aux Pays-Bas. L'équivalence est vérifiée par le processus d'agrément.

- le certificat BENOR du fabricant du blindage
 - dans le cas contraire, il est nécessaire d'indiquer les mêmes données que dans les critères 412 à 438 inclus, en remplaçant « matrice d'immobilisation » par « blindage radiologique »
- Provenance et description des déchets bruts et/ou traités (selon la NTC-3 [13]).
 - Si le code FE est utilisé, la fiche contenant les informations de production concernant les filtres doit être ajoutée.
- Documents contenant les résultats radiologiques (c'est-à-dire les activités des radionucléides comme demandé dans le critère 303) des mesures prises sur le produit final et/ou du demi-produit.
- Référence du formulaire C, annexes comprises, si l'ONDRAF a déjà reçu ledit formulaire C, ou un exemplaire rempli conformément aux critères 301 à 305 inclus, si l'ONDRAF ne l'a pas encore reçu.
- Suivantes données physiques et chimiques parcolis:
 - confirmation (oui/non) que la présence de substances biodégradables en plus des substances contenant de la cellulose (voir 405)
 - masse totale des substances cellulosiques présentes (voir 406)
 - masse des ions chlorure minéraux dans la forme du déchet (voir 404)
 - masse des ions sulfate SO_4^{2-} solubles dans l'eau présents dans la forme du déchet (c'est-à-dire tous les sulfates inorganiques à l'exception du baryumsulfate, voir 409) :
 - de chaque agent complexant ou chélatant présent:
 - nom de l'agent
 - masse
 - de chaque métal électropositif présent (liste exhaustive donnée en Annexe 6 et voir 410) :
 - nom du métal
 - masse
 - de chaque absorbant organique ou inorganique présent (y compris le gel de silice et la vermiculite) :
 - nom de l'absorbant
 - masse
- Documents sur les notifications d'incidents, les demandes de dérogation et les demandes de régularisation.



Les colis peuvent se subdiviser en campagnes comme suit:

- Les colis conditionnés selon un certain procédé de conditionnement sont réunis dans une même campagne.
- Les colis conditionnés au cours d'une même période de production sont réunis dans une même campagne. Dans le cas d'une production continue, une campagne peut inclure des colis provenant d'une période de production ne dépassant pas 6 mois.
- Eventuellement sur base d'autres conditions, après concertation avec l'ONDRAF (comme le type de déchets selon la NTC-3 [13]).

4 CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES DÉCHETS

4.1 La forme du déchet

4.1.1 Aspect physique

- 401 (L,O) La forme du déchet doit former un **ensemble solide, compact et non dispersible**, physiquement et chimiquement **stable** dans les conditions prévues pendant le transport et l'entreposage.

4.1.2 Stabilité physique et chimique

- 402 (L,O) La formation éventuelle de gaz suite à la corrosion, à la radiolyse et/ou à la décomposition de matières organiques ne peut porter atteinte à l'**intégrité de la forme du déchet** et ne peut entraîner de déformation inacceptable de l'emballage primaire. L'évolution de la formation de gaz dans la forme du déchet doit dès lors être documentée dans le dossier d'approbation
- 403 (L,O) En aucun point de la forme du déchet, la **température** ne peut avoir été supérieure ou égale à 100 °C.

4.1.3 Chlorures

- 404 (Lc) La quantité d'**ions chlorure** minéraux dans la forme du déchet ne peut pour aucun colis primaire dépasser 0,4 m% de la masse de ciment dans la matrice d'immobilisation. Tous les chlorures inorganiques doivent être pris en compte. Tous les chlorures organiques sont considérés comme insolubles dans l'eau. Le critère ne s'applique donc pas à cet égard.

4.1.4 Substances biodégradables

- 405 (L,O) Les **substances biodégradables**, à l'exception des substances cellulosiques, ne peuvent être présentes dans la forme du déchet.

 Les agents absorbants organiques (voir également justification 307) ne sont pas considérés comme des « substances biodégradables » et ne sont donc pas explicitement interdits dans la forme du déchet. L'ONDRAF recommande cependant de limiter autant que possible ces substances pour le stockage en surface. Il est préférable de choisir des alternatives inorganiques.

- 406 (Lc) Dans aucun colis primaire, la masse totale **des matières cellulosiques** dans la forme du déchet ne peut dépasser 0,1 kg.

4.1.5 Substances dangereuses

- 407 (L,O) La forme du déchet ne peut pas comporter de **substances ou de mélanges** dangereux qui sont classés par le Règlement CLP [16] dans les **dangers physiques**, et:

- Soit qui sont désignés selon son Annexe I par une phrase H spécifique ;
- Soit qui sont désignés selon son Annexe II par une phrase EUH spécifique concernant les **propriétés matérielles**.

 L'Annexe 4 donne un aperçu des phrases de risque des substances et des mélanges qui sont exclus par ce critère, sur la base du Règlement CLP en vigueur au moment où ce

document a été approuvé. Cette annexe est donc purement illustrative et a pour but d'aider l'utilisateur de ce document.

4.2 Les déchets bruts et/ou traités

-  Le tableau 15-3 du § 15.4.2.7 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface fournit une liste minimale des substances qui sont exclues si elles sont présentes en quantités telles qu'elles interagissent avec la réaction d'hydratation pendant le durcissement du mortier et peuvent entraîner une diminution inacceptable de la qualité du mortier en ce qui concerne sa rétention chimique ou sa limitation du débit d'eau. Ces substances ont toutefois déjà été abordées dans divers critères d'acceptation de cet ACRIA (des substances biodégradables (voir 405), des substances ou mélanges dangereux (voir 407) ...), et par conséquent, le tableau 15-3 du § 15.4.2.7 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface est purement illustratif.

4.2.1 Processus pouvant mener à l'expansion des déchets conditionnés

- 408 (Lc,O) Le béton concassé ou le mortier concassé contenu dans les déchets bruts et/ou traités doit **être insensible à la RAS³ et à la DEF⁴**. Cette insensibilité doit être démontrée dans le dossier d'approbation sur la base des propriétés connues du béton⁵ ou mortier. Si ce n'est pas possible, l'insensibilité doit être démontrée sur des échantillons représentatifs et en utilisant des méthodes d'essai appropriées (par exemple la méthode décrite sous [18]).

4.2.2 Sulfates

- 409 (Lc) Dans aucun colis primaire, la masse des ions sulfate (SO_4^{2-}) contenus dans les **sulfates hydrosolubles** provenant de déchets radioactifs bruts et/ou traités ne peut dépasser 12 g par kilogramme de forme du déchet.
Tous les sulfates inorganiques, à l'exception du baryumsulfate (BaSO_4), sont considérés comme des sulfates hydrosolubles. Tous les sulfates organiques sont considérés comme insolubles dans l'eau. Le critère ne s'applique donc pas à cet égard.

4.2.3 Métaux électropositifs

- 410 (L) Les déchets radioactifs bruts et/ou traités ne peuvent contenir de **métaux électropositifs** (voir Annexe 6), sauf si le producteur peut démontrer dans son dossier d'approbation que la cinétique de corrosion est suffisamment lente pour ne pas interférer avec la prise et le durcissement de la matrice d'immobilisation.

4.2.4 Sources scellées

- 411 (L) Les **sources scellées** ne peuvent être présentes dans les déchets radioactifs.

³ Réaction alcali-silice.

⁴ Delayed ettringite formation.

⁵ Pour une granulométrie maximale nominale (D_{max}) supérieure à 4 mm, le terme « béton » est utilisé. Pour une D_{max} inférieure ou égale à 4 mm, le terme « mortier » est utilisé.

4.3 La matrice d'immobilisation

4.3.1 Matières premières de la matrice d'immobilisation

 Les critères décrits ci-dessous sont spécifiques aux ingrédients utilisés dans la production de la matrice d'immobilisation et ne doivent pas nécessairement tous être présents dans la composition de la matrice d'immobilisation. Les ingrédients de la matrice d'immobilisation appartiennent exclusivement aux cinq catégories suivantes : ciment, granulat, eau, adjuvant ou additif. Elles sont définies dans les normes énumérées ci-dessous.

Pour rappel, un adjuvant est un produit ajouté, lors de la fabrication du béton ou du mortier, en petites quantités par rapport à la masse de ciment pour modifier les propriétés du béton ou du mortier lorsqu'il est frais et/ou durci.

Un additif est un matériau finement divisé qui est utilisé dans le béton ou le mortier pour améliorer des propriétés spécifiques ou pour lui donner des propriétés particulières. La norme NBN EN 206 : 2013+A1 : 2016 [19] explique la différence entre les additifs pratiquement inertes (type I) et les additifs hydrauliques pouzzolaniques ou latents (type II). Les différents additifs autorisés sont décrits dans les normes mentionnées ci-dessous. Le contrôle et l'assurance de la qualité des matières premières sont décrits dans le dossier d'approbation (voir critère 421).

- 412 (L,O) **Le ciment** utilisé pour la matrice d'immobilisation doit être conforme aux exigences de la norme NBN EN 197-1 [20].
- 413 (L,O) Les **granulats** utilisés pour la matrice d'immobilisation doivent être conformes aux exigences de la norme NBN EN 12620 [21] ou NBN EN 13139 [22].
- 414 (L,O) Les granulats utilisés pour la matrice d'immobilisation doivent être insensibles à **la RAS**. La RAS doit être exclue pour tous les granulats selon la méthode décrite dans l'ASTM C1260 (2014). Si le résultat de ce test pas concluant, les granulats ou la matrice d'immobilisation doivent ensuite être testés conformément à la méthode décrite dans l'ASTM C1293 (2015).
- 415 (L,O) **L'eau de gâchée** utilisée pour la matrice d'immobilisation doit être conforme aux exigences de la norme NBN EN 1008 [23].
- 416 (L) Les **adjuvants organiques** ne sont pas autorisés, à l'exception des superplastifiants à base de (par ordre de préférence) :
- sulfonate de naphthalène
 - polycarboxylate
 - sulfonate de mélamine
- Le producteur doit justifier le choix éventuel d'un adjuvant organique ci-dessus dans le dossier d'approbation.
- 417 (L,O) Les **adjuvants** utilisés pour la matrice d'immobilisation doivent être conformes aux exigences des normes NBN EN 934-1 [24], NBN EN 934-2 [25], NBN EN 934-3 [26], NBN EN 934-4 [27], NBN EN 934-5 [28] ou NBN EN 934-6 [29].
- 418 (L) Les **additifs** doivent être **inorganiques**.
- 419 (L,O) Les **additifs** qui sont ajoutés pendant la production des colis DC doivent être conformes à la norme NBN EN 197-1 [20] et aux exigences de la norme mentionnée ci-dessous pour ce type d'additif :
- Le laitier de haut fourneau (S) doit être conforme à la norme NBN EN 15167-1 [30].
 - La fumée de silice (D) doit être conforme à la norme NBN EN 13263-1 [31].

- Les cendres volantes contenant du silicium (V) ou du calcium (W) doivent être conformes à la norme NBN EN 450-1 [32].
- Le filler calcaire (L ou LL) doit être conforme à la définition de la norme NBN EN 12620 [21].

 Ce critère ne s'applique pas au ciment conforme NBN EN 197-1 qui déjà contient des additifs.

420 (L,O) Le **filler calcaire (L ou LL)** (voir critère **419**) doit être insensible à la RAS. Le producteur doit le démontrer :

- soit en testant la roche mère du filler calcaire selon la méthode décrite dans l'ASTM C1260 (2014) ;
- soit en testant la matrice d'immobilisation selon la méthode décrite dans l'ASTM C1293 (2015).

4.3.2 La matrice d'immobilisation fraîche

 Les critères décrits ci-dessous concernent la composition de la matrice, les propriétés de la matière fraîche et son utilisation. Le respect de ces critères garantit un enrobage efficace, contrôlé et reproductible des déchets radioactifs.

421 (L,O) La **composition** (voir critère **422** et **423**) et **les propriétés de la matrice d'immobilisation** doivent être garanties par le système de qualité du processus de traitement et de conditionnement (voir critère **201**). Ce système de qualité doit être décrit dans le dossier d'approbation et doit :

- décrire toutes les étapes du procédé liées à la matrice d'immobilisation, c'est-à-dire de la réception des matières premières de la matrice d'immobilisation au produit final du procédé, à savoir l'emballage des déchets conditionnés ;
- déterminer la fréquence à laquelle sont menés les tests prévus dans les critères de transfert contractuels (**414**, **420**, **424**, **426**, **431**, **433**, **434**, **435**, **436**, **437** et **438**) ;
- décrire quels contrôles de qualité, en plus des tests mentionnés ci-dessus, sont effectués et à quel stade du procédé et déterminer la fréquence à laquelle ces contrôles de qualité sont menés ;
- définir sous quelles conditions les tests susmentionnés seront répétés dans le cadre des contrôles de qualité précités.

422 (L,O) La **composition nominale** de la matrice d'immobilisation doit être précisée dans le dossier d'approbation.

 La composition nominale ne tient pas compte de la précision de dosage (voir critère **423**), mais comprend l'identification de ingrédients de la matrice d'immobilisation et les doses.

423 (L,O) La **précision de dosage** des ingrédients de la matrice d'immobilisation doit être conforme à la norme NBN EN 206:2013+A1 : 2016 [19]. Si le producteur ne peut pas garantir les tolérances prévues par la norme, il doit indiquer sa propre tolérance dans le dossier d'approbation et assurer que les critères **412** à **438** seront toujours respectés dans les limites de cette tolérance.

424 (L,O) La matrice d'immobilisation doit envelopper complètement les déchets bruts et/ou traités et combler tous les espaces vides. Plus précisément, le producteur doit :

- constituer un colis primaire non actif avant le début de la production des colis de DC. Après le durcissement de la matrice d'immobilisation, il convient de vérifier, par le biais d'un contrôle visuel d'une découpe verticale de ce colis, si la matrice a rempli

les espaces vides et a complètement enveloppé les déchets. Les résultats de cet test doivent être inclus dans le dossier d'approbation.

- indiquer la **consistance** de la matrice d'immobilisation fraîche du colis primaire non actif dans le dossier d'approbation. Cette consistance doit être mesurée sur des échantillons représentatifs selon les normes suivantes :
 - pour le béton : la norme NBN EN 12350-2 [33];
 - pour le mortier et la pâte de ciment : la norme NBN EN 1015-3 [34]⁶.
- garantir la consistance de la matrice d'immobilisation des colis primaires actifs pendant la production des colis de DC et la démontrer en effectuant des mesures de consistance sur des échantillons représentatifs conformément à la norme applicable (voir ci-dessus). Pour le béton, la consistance mesurée doit toujours appartenir à la même classe de consistance que celle indiquée dans le dossier d'approbation. Pour le mortier et la pâte de ciment, la consistance mesurée ne doit pas s'écarter de plus de 10 % de la valeur de la consistance indiquée dans le dossier d'approbation.

Si le producteur utilise une autre méthode de test pour vérifier que les espaces vides ont été comblés et que les déchets sont complètement enrobés dans le colis primaire non actif, il y a lieu de remplir toutes les conditions suivantes :

- Dans le dossier d'approbation il doit être justifié pourquoi une dérogation à la méthode de test décrite ci-dessus est souhaitée.
- Dans le dossier d'approbation il doit être démontré que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.

 L'approbation de la méthode de test alternative découle de l'approbation du dossier d'approbation

425 (L,O) Lorsque la matrice d'immobilisation est coulée en plusieurs étapes mais que la durée entre deux étapes consécutives dépasse le temps jusqu' à la prise⁷ de la première étape, le producteur doit, afin d'assurer la **continuité** de la matrice d'immobilisation :

- justifier dans son dossier d'approbation pourquoi la matrice d'immobilisation ne peut être coulée en une seule fois ;
- humidifier la surface avant de passer à l'étape suivante.

426 (L,O) Aucun **retrait** excessif ne doit avoir eu lieu pendant la prise et le durcissement de la matrice d'immobilisation. Pour le démontrer, le producteur doit avoir mesuré le retrait sur des éprouvettes représentatives selon les normes NBN B15-216 [35] pour le béton et NBN B14-217 [36] pour le mortier et la pâte de ciment. Le retrait de chaque éprouvette doit être inférieur ou égal à :

- 1 mm/m pour le béton.
- 2 mm/m pour le mortier et la pâte de ciment.

427 (L,O) Lors de la prise, la matrice d'immobilisation fraîche doit être protégée contre la perte excessive d'eau par évaporation. Le producteur doit justifier dans le dossier d'approbation comment ce critère est garanti.

428 (L,O) Lors de la fermeture du colis, il ne doit pas y avoir d'**eau libre sur la surface supérieure** de la forme du déchet. Cet aspect fera l'objet d'un contrôle visuel avant la fermeture définitive du colis. L'eau qui se trouve à la surface pendant la prise ne peut donc pas être enlevée manuellement.

429 (L,O) La matrice d'immobilisation et le mortier ou le béton de l'éventuel blindage radiologique doivent **combler** au moins 85 % du volume de l'espace constitué par le volume interne de

⁶ Y compris les révisions A1/2004 et A2/2006

⁷ Ce le temps entre le coulage de la matrice d'immobilisation dans le fût et le début de la prise.

l'emballage primaire moins le volume externe des déchets radioactifs bruts et/ou traités. Dans ce cas, la matrice d'immobilisation doit recouvrir la partie supérieure des déchets de manière à ce que cette partie ne soit plus visible, sans toutefois entraver le placement du couvercle sur l'emballage primaire. La distance à laisser à cet effet entre le haut de la cuve de l'emballage primaire et la matrice d'immobilisation dépend de la conception de l'emballage primaire et doit être déterminée dans le dossier d'approbation.

- 430 (L,O) Pendant la prise de la matrice d'immobilisation, il faut que le colis primaire soit maintenu **immobile**. Le début et la fin de la prise doivent être définis dans le dossier d'approbation.

4.3.3 La matrice d'immobilisation durcie

-  Les critères décrits ci-dessous concernent les propriétés du matériau durci. Elles se divisent en deux catégories : les propriétés mécaniques et structurelles de la matrice d'immobilisation et les propriétés relatives à son comportement à long terme.

- 431 (L,O) La matrice d'immobilisation doit être **homogène**. Cela signifie qu'un bon mélange doit y avoir lieu et qu'aucune ségrégation ne doit survenir pendant la prise. Cela doit être démontré par le même test que pour le critère 424 (découpe verticale d'un colis primaire non actif), en vérifiant visuellement que la matrice d'immobilisation est homogène. Les résultats de ce test doivent être inclus dans le dossier d'approbation.

Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies:

- Dans le dossier d'approbation doit être justifié pourquoi une dérogation à la méthode de test décrite ci-dessus est souhaitée.
- Dans le dossier d'approbation doit être démontré que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.

-  L'approbation de la méthode de test alternative découle de l'approbation du dossier d'approbation.

- 432 (L,O) La matrice d'immobilisation ne doit pas contenir de **fissures traversantes**. Il s'agit de fissures qui vont de l'intérieur de l'emballage primaire jusqu'aux déchets bruts et/ou traités et qui présentent une largeur de 0,1 mm ou plus. Cela doit être démontré par le même test que pour le critère 424 (découpe verticale d'un colis primaire non actif), en vérifiant visuellement que la matrice d'immobilisation ne comporte aucune fissure continue. Les résultats de ce test doivent être inclus dans le dossier d'approbation.

Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies:

- Dans le dossier d'approbation doit être justifié pourquoi une dérogation à la méthode de test décrite ci-dessus est souhaitée.
- Dans le dossier d'approbation doit être démontré que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.

-  L'approbation de la méthode de test alternative découle de l'approbation du dossier d'approbation.

- 433 (L,O) La **porosité accessible à l'eau** de la matrice d'immobilisation doit être inférieure ou égale à :

- 14 vol% dans le cas du béton
- 21 vol% dans le cas du mortier ou de la pâte de ciment

La porosité accessible à l'eau des échantillons de la matrice d'immobilisation est de préférence définie conformément à la méthode de test décrite dans l'ouvrage GranDuBé [37] (chapitre I.2, paragraphe 3).

Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies:

- Dans le dossier d'approbation doit être justifié pourquoi une dérogation à la méthode de test décrite dans l'ouvrage GranDuBé est souhaitée.
- Dans le dossier d'approbation doit être démontré que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite dans l'ouvrage GranDuBé.



L'approbation de la méthode de test alternative découle de l'approbation du dossier d'approbation.

434 (L,O) La **résistance à la compression** de la matrice d'immobilisation durcie à 28 jours doit :

- être supérieure ou égale à 30 MPa ;
- répondre à l'un des critères ci-dessous :
 - soit la résistance à la compression mesurée se situe dans l'intervalle de confiance de 95%, où cet intervalle doit être inférieur ou égal à 20 MPa [38] ;
 - soit la résistance à la compression mesurée se situe dehors l'intervalle de confiance de 95%, mais le mortier ou le béton testé satisfait à une série de contrôles supplémentaires différents des contrôles de qualité courants (voir critère **421**) prévus dans le dossier d'approbation.

Cette résistance à la compression doit être déterminée sur des échantillons standardisés et conservés dans un environnement confiné (qui ne permet pas l'échange d'humidité) et/ou dans une chambre humide conformément aux normes applicables. Dans son dossier d'approbation, le producteur doit en outre renseigner l'intervalle de confiance à 95 % de la résistance de la matrice d'immobilisation à la compression à 28 jours. Le Tableau 2 ci- après présente la norme applicable et les dimensions de l'échantillon pour chaque type de matrice d'immobilisation.

Tableau 2: Normes applicables pour déterminer la résistance à la compression

Matrice d'immobilisation	Norme applicable	Dimensions de l'échantillon
Béton	NBN EN 12390-3 [39]	150 x 150 x 150 mm ou Ø 150 mm x 300 mm
Mortier, pâte de ciment	NBN EN 1015-11 [40]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-3 [39]	150 x 150 x 150 mm

435 (L,O) La **résistance à la flexion** de la matrice d'immobilisation à 28 jours doit être supérieure ou égale à 1 MPa. Cette résistance à la flexion doit être déterminée sur des échantillons standardisés et conservés dans un environnement confiné (qui ne permet pas l'échange d'humidité) et/ou dans une chambre humide, conformément aux normes applicables. Le

Tableau 3 présente la norme applicable et les dimensions de l'échantillon nécessaires à la détermination de la résistance de la flexion pour chaque type de matrice d'immobilisation.

Tableau 3: Normes applicables pour déterminer la résistance à la flexion

Matrice d'immobilisation	Norme applicable	Dimensions de l'échantillon
Béton	NBN EN 12390-5 [41]	Prisme, avec dimensions selon la norme
Mortier, pâte de ciment	NBN EN 1015-11 [40]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-5 [41]	Prisme, avec dimensions selon la norme

436 (L) La matrice d'immobilisation doit être **résistante à l'eau**. Cela signifie que les échantillons durcis de la matrice d'immobilisation aux dimensions du Tableau 3 doivent être immergés dans l'eau pendant une période d'au moins 90 jours. Les conditions de test et la procédure d'inspection des échantillons après le test doivent être décrites suffisamment en détails dans le dossier d'approbation pour permettre de reproduire le test sans ambiguïté. Par conditions de test, on entend au moins:

- le volume d'eau par rapport à l'échantillon
- la composition de l'eau et la fréquence de renouvellement
- l'ancienneté de l'échantillon au début du test
- la géométrie du dispositif
- la température de l'eau

Après le test, chaque échantillon doit:

- être exempt de toute modification structurelle (fissures, effritement, déformation...);
- démontrer une résistance à la flexion supérieure ou égale à 1 MPa, déterminée conformément à la norme correspondante dans le Tableau 3.

Toute modification de volume et de masse doit être précisée dans le dossier d'approbation. Les essais doivent toujours être effectués avec des échantillons différents et il convient d'évaluer la série d'échantillons dans son ensemble.



L'approbation de la méthode de test alternative découle de l'approbation du dossier d'approbation.

437 (L,O) Au niveau de la matrice d'immobilisation, il convient:

- que pendant et après la prise sa température interne ait évolué tout en étant restée inférieure ou égale à 60 °C en tout point ;
- ou qu'elle soit insensible à la **DEF** et que cette insensibilité soit démontrée sur des échantillons représentatifs en utilisant des méthodes d'essai appropriées.

Cette insensibilité à la DEF doit être démontrée en utilisant la méthode d'essai décrite dans la note 2014-3049 [42]. Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies :

- Dans le dossier d'approbation doit être justifié pourquoi une dérogation à la méthode de test décrite ci-dessus est souhaitée.

- Dans le dossier d'approbation doit être démontré que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.



L'approbation de la méthode de test alternative découle de l'approbation du dossier d'approbation.

- 438 (L,O) La matrice d'immobilisation durcie doit pouvoir résister à l'alternance de **gel et de dégel**. Ce critère doit être contrôlé sur des échantillons représentatifs lors d'un test de cycle de gel et dégel conformément à la fiche technique TFT 2 [43] de l'ONDRAF. Après le test, chaque échantillon doit :
- être exempt de toute modification structurelle (fissures, effritement, déformation ...);
 - Avoir une résistance à la compression supérieure ou égale à 80 % de leur valeur initiale.

4.4 Blindage radiologique

- 439 (L) Le **blindage radiologique** doit être en béton (par exemple béton d'hématite, béton de baryte ...), mortier (par exemple mortier d'hématite, mortier de baryte ...), pâte de ciment, acier ou plomb.

- 440 (L,O) Si le fabricant du blindage radiologique en béton, en mortier ou en pâte de ciment **possède un label BENOR ou un label équivalent**⁸ pour le béton, le mortier ou la pâte de ciment utilisé à cet effet, ce blindage doit répondre aux critères suivants déjà décrits au § 4.3 (où « matrice d'immobilisation » doit être remplacé par « blindage radiologique ») :
- Insensibilité à la RAS (voir critère 414)
 - Adjuvants inorganiques (voir critère 416)
 - Composition nominale de la matrice d'immobilisation (voir critère 422)
 - Résistante à l'eau (voir aussi 436)
 - Insensibilité à la DEF (voir critère 437)

Si le fabricant **ne dispose pas d'un label BENOR ou un label équivalent** pour le béton, le mortier ou la pâte de ciment du blindage radiologique, ce blindage doit répondre aux mêmes critères que ceux pour la matrice d'immobilisation (c'est-à-dire tous les critères du 412 à 438 inclus) à l'exception du « combler » (voir critère 429), des « fissures traversantes » (voir critère 432), de la « porosité accessible à l'eau » (voir critère 433) et de la « résistance au gel-dégel » (voir critère 438). À cet égard, « matrice d'immobilisation » doit être remplacé par « blindage radiologique ».

⁸ Par un équivalent du label BENOR, on entend un label similaire (ou supérieur) d'un autre pays tel que l'AFNOR en France ou le KOMO (KIWA) aux Pays-Bas. L'équivalence est vérifiée par le processus d'agrément.

5 CARACTÉRISTIQUES RADIOLOGIQUES DES DÉCHETS

5.1 Activités volumiques maximales

- 501(L,O) Dans chaque colis primaire, l'activité volumique de la quantité totale d'émetteurs bêta/gamma doit être inférieure ou égale à 37 TBq/m³.
- 502(L,O) Dans chaque colis primaire, l'activité volumique de la quantité totale d'émetteurs alpha doit être inférieure ou égale à 37 TBq/m³.
- 503(L,O) Dans chaque colis primaire, l'inventaire radiologique total doit être limité de telle sorte que, le 01/01/2080, le débit de dose maximal d'un monolithe hypothétique de type CB-5 rempli du contenu de 8 de ces colis primaires soit limité à 25 µSv/h à 1 mètre.
- 504 (L,O) Dans chaque colis primaire, la somme des activités de **Ra-226** et **Th-232** par unité de masse doit être inférieure ou égale à 1000 Bq/kg. L'activité par unité de masse est calculée en fonction de la masse de la forme du déchet.

5.2 Criticité

-  Ces critères de transfert contractuels ne contiennent que des restrictions sur la présence de nucléides fissiles dans les déchets afin d'exclure le risque de criticité. Ces critères de transfert contractuels ne portent en rien préjudice aux critères de transfert contractuels énoncés aux 501 à 504.

- 505 (L,O) Si des matières fissiles sont présentes dans le colis primaire, leur quantité et leur configuration (forme physique et chimique, compartimentation, présence d'absorbeurs, réflecteurs et retardateurs de neutrons) doivent être telles que le risque de criticité soit évité à tout moment.
Plus précisément, la quantité de matières fissiles doit être limitée selon la règle de sommation ci-dessous :

$$\frac{\text{masse Pu-239 (g)}}{219} + \frac{\text{masse Pu-241 (g)}}{112} + \frac{\text{masse U-235 (g)}}{326} \leq 1$$

lorsque le niveau d'enrichissement du colis dépasse 5 %, tandis que le niveau d'enrichissement est inférieur à 5 %, la masse d'U-235 est limitée à 700 g

6 EMBALLAGE ET COLIS PRIMAIRE

6.1 L'emballage primaire

- 601 (O) L'emballage primaire doit être tel que le colis primaire satisfasse aux exigences relatives à un colis de transport de **type IP-2**, comme le stipulent les « *Safety Standards* de l'AIEA » [44]. En plus des résultats du test de chute et du test d'empilement, le producteur doit également inclure le certificat IP-2 du colis de transport dans le dossier d'approbation « Emballage primaire ».
- 602 (L,O) Pour chaque colis de déchets conditionnés, l'emballage primaire doit être inclus dans la liste du Tableau 1 (les codes sont conformes à la note technique NTC-3[13]).

Tableau 1 : Liste des emballages autorisés pour les colis de déchets conditionnés

Code	Description de l'emballage	Contenu
FS04D	Fût standard de 400l, nouveau design	400 litres
FS04F	Fût standard de 400l, nouveau design, centrage galettes	400 litres

603 (L,O) Les différents matériaux à partir desquels l'emballage primaire est fabriqué doivent être **physiquement et chimiquement compatibles** entre eux et avec :

- les matériaux et équipements utilisés pour le transport et dans les infrastructures d'entreposage ;
- les ingrédients utilisés pour la matrice d'immobilisation et les déchets radioactifs bruts et/ou traités ;
- L'éventuel blindage interne présent.

 Exemples typiques de matériaux mis en œuvre dans le processus de production d'un emballage primaire, dont la compatibilité physique et chimique est évaluée et documentée dans le dossier d'approbation :

- le matériau de base dont est constitué l'emballage primaire (y compris le couvercle)
- le matériau de base à partir duquel les composants internes (voir Annexe 3) sont fabriqués
- le matériel de soudage
- la protection galvanique utilisée
- le revêtement utilisé (par exemple peinture époxy)
- le blindage (radiologique) utilisé
- le manteau de protection interne utilisé

604 (O) L' **intégrité, la résistance mécanique, la forme et les dimensions** de l'emballage primaire doivent être conservées, dans le cadre de charges statiques et dynamiques normales, pendant une période minimale de 75 ans. Ceci vaut pour toutes les actions normales pendant l'entreposage de l'emballage primaire vide, le remplissage de l'emballage primaire avec des déchets et de la matrice d'immobilisation, les opérations de chargement et de déchargement et l'entreposage de l'emballage primaire dans le bâtiment d'entreposage conçu à cet effet.

605 (O) L'emballage primaire doit être résistant à la **corrosion et aux attaques chimiques** pendant une période d'entreposage minimale de 75 ans dans des conditions normales d'utilisation dans le bâtiment d'entreposage conçu à cet effet. Cette résistance doit être démontrée dans le dossier d'approbation « Emballage primaire ».

 Le respect des critères **603**, **604** et **605** est fortement influencé par les conditions connexes de la fabrication de l'emballage, l'entreposage de l'emballage vide dans un entrepôt, le remplissage de l'emballage avec des déchets bruts et/ou traités et de la matrice d'immobilisation, ainsi que par les actions mécaniques y afférentes.

6.2 Le colis primaire

6.2.1 Critères physiques et chimiques pour le colis primaire

606 (L) Dans aucun emballage primaire, le total des **espaces vides** macroscopiques ne peut dépasser 20 % du volume nominal de l'emballage primaire (c'est à dire 0,4 m³ pour un fût de 400 litres). Ce pourcentage de volume d'espaces vides doit être mentionné dans le dossier d'approbation « Procédé », lequel doit également préciser la méthode pour déterminer ce pourcentage de volume.

-  Pour répondre à ce critère, il peut être nécessaire, dans certains cas, de remplir davantage les espaces vides. Si tel est le cas, il convient d'utiliser des matériaux qui répondent au critère 440.

607 (L,O) La **masse totale** d'aucun colis primaire ne peut dépasser $1,5 \times 10^3$ kg.

608 (L) Dans chaque colis primaire, la **masse de la pâte de ciment durcie** doit être supérieure ou égale à 10 m % de la masse totale du colis primaire.

-  Une méthode de calcul de la masse de la pâte de ciment durcie dans le béton ou le mortier est décrite ci-dessous. Cette méthode est considérée comme suffisamment proche, tant pour le ciment Portland que pour les ciments composites (tels que le CEM III) et suppose un rapport stœchiométrique de 0,4 unité de masse d'eau de gâchée par unité de masse de ciment Portland :

Si $E/C > 0,4$, alors :

$$PCD = C \times 1,4$$

Si non :

$$PCD = E \times 3,5$$

Avec :

- C : la proportion de ciment (kg/m^3)
- E : la proportion d'eau de gâchée (kg/m^3)
- PCD : la proportion de pâte de ciment durcie (kg/m^3)

609 (L,O) Aucun colis primaire ne peut contenir de **liquides libres**.

-  L'eau interstitielle (par exemple dans les pores du béton concassé) n'est pas considérée comme un liquide libre.

6.2.2 Sûreté radiologique opérationnelle

- 610 (O) Aucun colis primaire ne peut avoir un débit de dose maximal supérieur, mesuré au contact du colis, à 2 Sv/h.

Sinon, le débit de dose maximal mesuré à une distance de 1 mètre ne doit pas dépasser 0,2 Sv/h.

- 611 (O) Aucun colis primaire ne peut avoir **une contamination surfacique transférable** supérieure à :
- 0,4 Bq/cm² pour le total des émetteurs bêta/gamma;
 - 0,04 Bq/cm² pour le total des émetteurs alpha.

6.2.3 Inscriptions et pictogrammes

- 615 (L,O) Chaque colis primaire doit porter un **code d'identification unique** qui relie sans ambiguïté les déchets radioactifs à leur documentation (voir chapitre 3).

- 616 (L,O) Le **code d'identification apposé** doit remplir toutes les conditions suivantes :
- Le code doit se composer d'une combinaison successive d'une lettre (L), d'un nombre à deux chiffres (C), d'un trait d'union et d'un nombre à quatre chiffres (C) (voir Figure 1). Les règles suivantes s'appliquent :
 - La lettre correspond au producteur (voir NTC-3[13]).
 - Le nombre à deux chiffres avant le trait d'union correspond aux deux derniers chiffres de l'année de fabrication de l'emballage primaire.
 - Le nombre à quatre chiffres après le trait d'union est le numéro séquentiel attribué au colis.
 - Le code doit se composer de lettres et de chiffres d'une taille de 75 mm ou plus.
 - Le code doit être apposé avant que l'emballage primaire soit rempli de déchets.
 - Le code doit être apposé sur la face latérale du fût métallique et sur le couvercle ou le fond.
 - Le code doit rester lisible pendant au moins 75 ans (période d'entreposage).

L	C	C	-	C	C	C	C
---	---	---	---	---	---	---	---

Figure 1: code d'identification théorique d'un colis de DC

- 617 (O) Chaque colis primaire doit porter un **sigle d'avertissement indiquant la présence de rayonnements ionisants**, correspondant au symbole repris sous la Figure 2. Le sigle d'avertissement apposé doit remplir toutes les conditions suivantes :
- Le sigle doit avoir une hauteur de 200 mm ou plus et doit respecter les proportions indiquées en Figure 2.
 - Le sigle doit être clairement visible et facilement reconnaissable.
 - Le sigle doit être apposé sur la face latérale du fût métallique à un endroit situé en dessous du code d'identification.

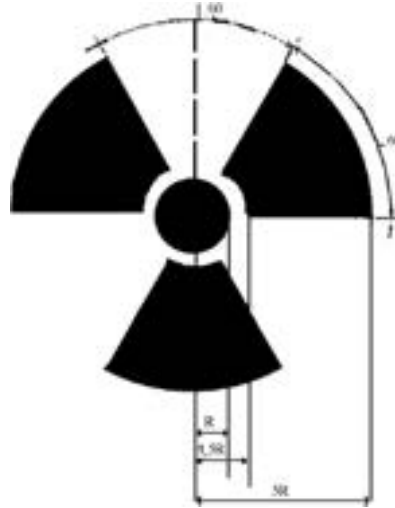


Figure 2: Symbole dans le sigle d'avertissement de la présence de rayonnements ionisants sur un colis de DC

7 AGENTS PATHOGÈNES BIOLOGIQUES

701 (L,O) Les déchets radioactifs ne peuvent être contaminés ou potentiellement contaminés par des **agents pathogènes biologiques**.

Par agents pathogènes biologiques, on entend :

- des matières infectieuses (telles que définies pour la classe 6.2 de l'ADR)
- des biotoxines (telles que définies pour la classe 6.1 de l'ADR – code T1, T2)
- des déchets médicaux (tels que définis pour la classe 6.2 de l'ADR – UN 3291)
- des organismes génétiquement modifiés (tels que définis pour le code M8 de la classe 9 de l'ADR)

702 (L,O) Les déchets radioactifs biologiquement **inactivés** doivent être considérés comme potentiellement contaminés par des agents pathogènes biologiques.

8 DISPOSITIONS ADMINISTRATIVES

8.1 Non-conformités

Il n'est pas possible de déroger aux critères de transfert contractuels.

8.2 Dérogations

Il n'est pas possible de déroger aux critères de transfert contractuels.

9 RÉFÉRENCES

- [1] Note ONDRAF 2000-3267fr (révision 2): « ACRIA-DC-LAGA-HEC-151 », auteur : M. Demarche, R. Gens et J. Lenssens;
- [2] Note ONDRAF 2000-4220f : « ACRIA-DC-LAGAT-HEC-151 », auteur : M. Demarche, R. Gens et J. Lenssens;
- [3] Note ONDRAF 2011-0492f (révision 3) : « ACRIA-GA-MAGA-HEC-127 », auteur : C. De Bock;
- [4] Note ONDRAF 2010-1078f (révision 1): « ACRIA-DC-MAGAT-HEC-127 », auteur : C. De Bock;
- [5] Note ONDRAF 98-1446, « Overzichtslijst van goedgekeurde documenten met betrekking tot de acceptatiecriteria voor radioactief afval / Liste récapitulative des documents approuvés relatifs aux critères d'acceptation de déchets radioactifs»;
- [6] Note ONDRAF 2012-0982, note technique : « GLOS: Glossaire relatif aux critères d'acceptation de l'ONDRAF »;
- [7] Note ONDRAF 400-89/623, note technique NTC-4 : « Qualification d'un procédé et d'une installation de traitement/conditionnement de déchets radioactifs - directives d'élaboration d'un dossier technique », auteur : A. De Goeyse;
- [8] Note ONDRAF 97-3497 : « Note technique NTC-6 : Méthodes et installations de mesure pour la détermination de l'activité des déchets conditionnés », auteur : A. De Goeyse;
- [9] Note ONDRAF 97-4696 : « Note technique NTC-6/A : Contenu type d'un dossier technique pour les méthodes basées sur l'analyse de colis primaires par spectrométrie gamma, auteur : A. De Goeyse;
- [10] Note ONDRAF 97-4700 : « Note technique NTC-6/B : Contenu type d'un dossier technique pour les méthodes basées sur l'analyse de colis primaires à l'aide de mesures neutroniques », auteur : A. De Goeyse;
- [11] Note ONDRAF 2020-2682 : « Note technique NTC-6/C : Contenu type d'un dossier d'agrément pour les méthodes basées sur l'analyse de colis primaires à l'aide de mesures de débit de dose. », auteur J. Becker ;
- [12] Note ONDRAF 2000-1049 : « Note technique NTC-9 : Contenu type des dossiers d'agrément des emballages primaires pour les déchets conditionnés », auteur : M. Voet;
- [13] Note ONDRAF 2021-0334F, note technique : « Note technique NTC-3 », auteur : N. Van Houtven ;
- [14] Note ONDRAF 2020-0827, note technique : « TNT-2 : Codification des DNC », auteur : C. De Bock ;

-
- [15] NIRAS-nota 2022-1407, technische nota, 'Productie van bergingsconform niet-geconditioneerd afval op basis van de afvalomschrijvingen (AO-codes)';
 - [16] « Règlement CLP », à savoir le Règlement (CE) no 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 (et modifications ultérieures) relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) no 1907/2006 ;
 - [17] « Directives techniques pour la classification des déchets », Communication (CE) no 2018/C124/01 de la Commission européenne du 9 avril 2018 ;
 - [18] Note ONDRAF 2018-2897 : « Évaluation RAS et/ou DEF dans le béton concassé pour le stockage en surface à Dessel - conformément au dossier de sûreté version 3 », auteur : E. Coppens ;
 - [19] NBN EN 206+A2 : « Béton - Spécification, performances, production et conformité », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2021 ou plus récente ;
 - [20] NBN EN 197-1, « Ciment - Partie 1 : Composition, spécifications et critères de conformité des ciments courants », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2011 ou plus récente ;
 - [21] NBN EN 12620, « Granulats pour béton », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2013 ou plus récente ;
 - [22] NBN EN 13139, « Granulats pour mortiers », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2013 ou plus récente ;
 - [23] NBN EN 1008, « Eau de gâchage pour bétons : Spécifications d'échantillonnage, d'essais et d'évaluation de l'aptitude à l'emploi, y compris les eaux des processus de l'industrie du béton, telle que l'eau de gâchage pour béton », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2002 ou plus récente ;
 - [24] NBN EN 934-1, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 1 : Exigences communes », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2008 ou plus récente ;
 - [25] NBN EN 934-2+A1, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 2 : Adjuvants pour bétons - Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2012 ou plus récente ;
 - [26] NBN EN 934-3+A1, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 3: Adjuvants pour mortier de montage - Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2012 ou plus récente ;
 - [27] NBN EN 934-4, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 4 : Adjuvants pour coulis de câble de précontrainte - Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2009 ou plus récente ;
 - [28] NBN EN 934-5, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 5 : Adjuvants pour béton projeté - Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage » Bureau de Normalisation (NBN), édition 2008 ou plus récente ;
 - [29] NBN EN 934-6, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 6 : Échantillonnage, évaluation et vérification de la constance des performances », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2019 ou plus récente ;
 - [30] NBN EN 15167-1, « Laitier granulé de haut-fourneau moulu pour utilisation dans le béton, mortier et coulis - Partie 1 : Définitions, exigences et critères de conformité», Bureau de Normalisation (NBN), édition 2007 ou plus récente ;
 - [31] NBN EN 13263-1+A1, « Fumée de silice pour béton - Partie 1 : Définitions, exigences et critères de conformité », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2009 ou plus récente ;

-
- [32] NBN EN 450-1, « Cendres volantes pour béton - Partie 1 : Définition, spécifications et critères de conformité », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2012 ou plus récente ;
 - [33] NBN EN 12350-2, « Essais pour béton frais - Partie 2 : Essai d'affaissement », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2009 ou plus récente ;
 - [34] NBN EN 1015-3, « Méthodes d'essai des mortiers pour maçonnerie - Partie 3 : Détermination de la consistance du mortier frais (à la table à secousses) », Bureau de Normalisation (NBN), édition 1999 ou plus récente ;
 - [35] NBN B15-216, « Essais des bétons – Retrait et gonflement », Bureau de Normalisation (NBN), édition 1974 ou plus récente ;
 - [36] NBN B14-217, « Essais des mortiers - Retrait et gonflement », Bureau de Normalisation (NBN), édition 1983 ou plus récente ;
 - [37] G. Arliguie et H. Hornain, GranDuBé : Grandeurs associées à la Durabilité des Bétons, Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (2007) ISBN:978-2-85978-425- 6;
 - [38] Note ONDRAF 2018-0265, « L'intervalle de confiance pour la valeur individuelle appliquée à la production de béton", auteur : E. Coppens;
 - [39] NBN EN 12390-3, « Essais pour béton durci - Partie 3 : Résistance à la compression des éprouvettes », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2019 ou plus récente ;
 - [40] NBN EN 1015-11, « Méthodes d'essai des mortiers pour maçonnerie - Partie 11: Détermination de la résistance en flexion et en compression du mortier durci », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2019 ou plus récente ;
 - [41] NBN EN 12390-5, « Essais pour béton durci - Partie 5 : Résistance à la flexion des éprouvettes », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2019 ou plus récente;
 - [42] Note ONDRAF 2014-3049, « Beproeving van een matrix tot interne sulfiet aantasting (DEF) », auteur : E. Coppens;
 - [43] Note ONDRAF 1997-2207 : « TFT 2 : Détermination de la résistance aux effets thermiques des colis enrobés de déchets solides” ;
 - [44] IAEA Safety Standards – Specific Safety Requirements no. SSR-6 (Rev. 1): « Regulations for the safe transport of radioactive material (edition 2018) », Vienne : Agence Internationale de l'Énergie Atomique, edition 2018 ou plus récente, ISBN 978-92-0-107917-6 ;
 - [45] Note ONDRAF 2011-0860, note technique : « NTC-14 : Contenu type d'une AA ou d'une RANC par rapport à un critère à long terme applicable aux déchets conditionnés », auteur: C. De Bock ;
 - [46] Arrêté royal du 18 novembre 2002 (et modifications ultérieures) réglant l'agrément d'équipements destinés à l'entreposage, au traitement et au conditionnement de déchets radioactifs portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants;
 - [47] NBN EN 1744-1 + A1, « Essais visant à déterminer les propriétés chimiques des granulats – Partie 1 : Analyse chimique », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2013 ou plus récente ;
 - [48] V. Baroghel-Bouny, Durability indicators: “relevant tools for performance based evaluation and multi-level prediction of RC durability”, International RILEM Workshop on Performance Based Evaluation and Indicators for Concrete Durability, 19-21 March 2006, Madrid, Spain, Proceedings PRO 47, Edited by V. Baroghel-Bouny, C. Andrade, R. Torrent, K. Scrivener, 2007;

- [49] Note ONDRAF 2018-2873, « Étude : Propriétés des mortiers de conditionnement hétérogènes simples", auteur : E. Coppens ;
- [50] Note ONDRAF 2019-0624, « Détermination des valeurs $C_{i,max}$ à utiliser dans les ACRIA pour les déchets de stockage", auteur : E. Vermariën ;
- [51] Note ONDRAF 2005-1858, « Synthesenota bepaling onderlimiet Ra-226/Th-232 in RAGAL. », auteur : J. Lenssens ;
- [52] Note ONDRAF 98-1002, « Réflexions concernant la quantité admissible d'espaces creux dans les déchets », auteur : L. Van Cauteren ;
- [53] « RGPRI », soit l'arrêté royal du 20 juillet 2001 portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants ;
- [54] « ADR » en vigueur au 1^{er} janvier 2021 (et ses modifications ultérieures), à savoir la Convention européenne relative au transport international des marchandises dangereuses par la route, publiée au Moniteur belge le 23 décembre 2020 ;

Annexe 1 Justification des critères de transfert contractuels

- 201 L'approbation des équipements, réglé par l'arrêté royal du 18 novembre 2002 [46], est un élément essentiel pour assurer la conformité des déchets radioactifs aux critères d'acceptation. En effet, l'approbation implique :
- que la méthode, le procédé, l'équipement, l'installation qu'un producteur utilise permet de traiter et de conditionner des déchets radioactifs qui répondent aux critères d'acceptation en vigueur ;
 - qu'il s'agit d'un équipement pour lequel la priorité est donnée à l'application de technologies de traitement, de conditionnement et de caractérisation radiologique de colis primaires ou d'unités d'enlèvement de DC dont la faisabilité est suffisamment éprouvée et dans le cadre desquelles le principe d'optimisation de la protection radiologique (ALARA) est appliqué.
- L'approbation signifie :
- que les déchets bruts et/ou traités sont conditionnés selon un procédé agréé.
 - que les DC sont caractérisés radiologiquement selon une méthode agréée et, le cas échéant, avec un système de mesure agréé.
 - que les DC sont emballés dans un emballage primaire agréé.
- 202 Idem justification 201.
- 203 L'ONDRAF a consigné dans ces notes techniques les méthodes de mesure qu'il juge indispensables pour obtenir des données radiologiques qualitatives correctes sur les DC. Pour l'approbation des méthodes et installations de mesure pour la caractérisation radiologique des DC l'ONDRAF utilise ces notes techniques comme s'il s'agissait de normes.
- 204 Idem justification 201.
- 301 Le formulaire C est structuré en deux parties principales : 1) la page de garde contenant les informations applicables à tous les colis et 2) l'annexe contenant les informations spécifiques à chaque colis. Ce critère d'acceptation énumère les informations que le producteur fournit sur la page de garde.
- 302 Les données spécifiques par colis sont structurées en deux grandes parties : a) les données physiques et chimiques et b) les données radiologiques. Ce critère d'acceptation énumère les données physiques et chimiques que le producteur fournit dans l'annexe du formulaire C.
- En ce qui concerne les « substances dangereuses » ou les « mélanges dangereux » :
- Le « danger » d'une substance ou d'un mélange dans les déchets d'un colis primaire ne concerne pas seulement la présence d'une certaine substance « dangereuse », mais aussi la concentration avec laquelle cette substance est présente dans les déchets. Vous trouverez ci-dessous un exemple de calcul de l'évaluation de la « dangerosité » d'une substance ou d'un mélange, ainsi que les données figurant dans l'annexe du formulaire C.
- Supposons un colis primaire avec une forme de déchet de 100 kg, dont 5 kg d'amiante :
- La concentration d'amiante dans la forme de déchet est donc de 5 %.
 - Selon le règlement CLP [16], l'amiante est une substance dangereuse désignée par la phrase H350 (cancérogène, catégorie IA/B).
 - Conformément au § 3.6.3 de l'annexe I du règlement CLP, ce danger s'applique si la concentration d'amiante est supérieure à 0,1 %.
→ Par conséquent, la phrase H350 est d'application.
 - Selon le règlement CLP, l'amiante est également une substance dangereuse désignée par la phrase H372 (nocive pour certains organes, catégorie 2).
 - Conformément au § 3.9.3 de l'annexe I du règlement CLP, ce danger s'applique si la concentration d'amiante est supérieure à 10 %.
→ Par conséquent, la phrase H372 est d'application.
 - Les informations à fournir dans l'annexe du formulaire C sont : La forme de déchet contient la substance dangereuse « amiante » avec la phrase H appropriée: H350.
- 303 L'activité des radionucléides est demandée en raison de l'importance de ces nucléides pour la sûreté opérationnelle, la sûreté à long terme dans la destination finale de référence, ou les deux. La sélection des radionucléides a été étendue pour préserver si possible le stockage géologique en

tant qu'option de secours pour les déchets concernés. Elle assure également la traçabilité des déchets radioactifs.

- 304 Les données spécifiques par colis sont structurées en deux grandes parties : a) les données physiques et chimiques et b) les données radiologiques. Ce critère d'acceptation énumère les données radiologiques que le producteur fournit dans l'annexe du formulaire C.
- 305 Cette donnée est nécessaire au regard des critères de transfert contractuels du Chapitre 7.
- 306 Le dossier documentaire de production (DDP) contient toutes les informations pertinentes sur les colis de DC. Ce dossier permet à l'ONDRAF de vérifier si les critères de transfert contractuels applicables ont été respectés. En outre, ce dossier contient également des données sur les déchets radioactifs qui garantissent une meilleure traçabilité des déchets.
- 307 Un DDP contient toutes les données requises dans le présent ACRIA-DC (démontrant le respect des critères de transfert contractuels), d'une part, et d'autre part, qui sont à documenter conformément au dossier d'approbation (par exemple les paramètres de processus, les certificats de matières premières ...). Le DDP s'inscrit également dans le cadre des exigences de l'ONDRAF en matière de gestion qualité et est requis pour accepter les colis primaires de DC qui sont présentés.

Les contrôles de production effectués lors de la réception des emballages primaires portent sur la présence ou non de fissures, de bosses, de rayures ... Lors des contrôles pendant la cimentation, le producteur examine : le moment (du début à la fin) où le colis est resté immobile, la hauteur de remplissage du colis ..., tandis que les contrôles pendant la fermeture portent principalement sur : la qualité du sertissage, l'absence d'eau libre sur la surface supérieure du colis ...

Pour la ségrégation (voir le critère 431), la RAS (voir critère 414) et la DEF (voir le critère 437), il suffit d'inclure dans le dossier d'approbation les résultats des essais sur des échantillons représentatifs de la matrice d'immobilisation. Il n'est pas nécessaire de les inclure dans le DDP.

En ce qui concerne les « substances contenant de la cellulose » :

Les substances contenant de la cellulose sont principalement ou entièrement constituées de cellulose. La cellulose est constituée d'une séquence d'unités de glucose et est donc considérée comme une substance 'putrescible' ou organique périssable. L'ISA, un produit de dégradation de la cellulose, est un agent complexant ou chélatant (voir ci-dessous) dont l'effet perturbateur sur les barrières cimentaires dans le stockage est connu.

Exemples de substances contenant de la cellulose : papier, carton, bois et coton. Dans la pratique, des substances contenant de la cellulose peuvent aussi se trouver dans les matériaux de construction, comme les panneaux de fibres de bois et de ciment, le gyproc (plaque de plâtre) ou le linoléum. Ils se retrouvent aussi typiquement dans le sol (à cause des rameaux et des feuilles). Par contre, le cuir (chaussures) n'est pas un matériau contenant de la cellulose.

En ce qui concerne les « chlorures minéraux » :

En général, les chlorures sont des composés qui contiennent du chlore à l'état d'oxydation « - 1 ». Un ion chlorure est l'ion chargé négativement Cl⁻. Les ions chlorure dans une solution aqueuse peuvent compromettre la sûreté à long terme de deux façons :

- Les ions chlorure peuvent avoir un effet perturbateur sur l'armature en acier du caisson ; et
- de cette façon, les ions chlorures, à l'instar des substances contenant de la cellulose, peuvent avoir un effet perturbateur sur la rétention chimique des barrières en ciment. En cas de concentration élevée d'ions chlorures dissous, la matrice de ciment elle-même peut être affectée.

La connaissance de la masse d'ions chlorures qui peut être libérée par la dissolution des chlorures dans l'eau est donc importante pour la documentation des déchets radioactifs.

Pour l'application de ce document, tous les chlorures inorganiques sont considérés. Les chlorures minéraux sont des sels dans lesquels l'ion chargé négativement (« anion ») est un ion chlorure. Un sel est une liaison électrostatique (c'est-à-dire non covalente) entre les ions positifs et négatifs. Un exemple de chlorure minéral est le NaCl (sel de table). En pratique, les chlorures minéraux peuvent généralement se trouver dans les déchets radioactifs provenant de résidus d'évaporation, de matériaux absorbants, de roches sédimentaires ou de matériaux de

construction dérivés de roches sédimentaires (sable, briques et débris de béton) ou dans les déchets résultant de l'utilisation d'agents de décontamination et de nettoyage.

Les chlorures organiques ne sont constitués que de liaisons covalentes. Pour ces types de déchets, le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface des déchets (voir § 5.3.2.10.4 du rapport de sûreté) démontre qu'ils ne donnent pas lieu à la libération de plus de 0,4 m% d'ions chlorure par rapport à la masse de ciment dans la matrice d'immobilisation. Le polychlorure de vinyle (PVC) ou d'autres plastiques chlorés sont des exemples de composés chimiques dans lesquels l'élément chlore est lié par covalence.

Voici un exemple de calcul pour illustrer la dérivation des données pour le DDP.

Supposons un colis primaire contenant des déchets radioactifs bruts et/ou traités avec 2 kg d'AgCl, 1 kg de NaCl et 20 kg de PVC et 350 kg de la matrice d'immobilisation (estimations):

- Seuls les sels minéraux AgCl et NaCl sont considérés comme solubles dans l'eau.
- La masse des ions chlorures dans chaque chlorure peut être dérivée de la masse du chlorure et des masses atomiques des éléments (35,45 pour Cl, 107,87 pour Ag, 22,99 pour Na).
- Par exemple, la masse des ions chlorures dans le NaCl est égale à $1 \text{ kg} \times (35,45 / (35,45 + 22,99)) = 0,6 \text{ kg}$.
- Les composants utilisés pour la matrice d'immobilisation dans cet exemple sont énumérés dans Tableau 2.

▪ **Tableau 2 : Composants de la matrice d'immobilisation fictive**

Composant	Masse [kg]	% Cl ⁻	Masse Cl ⁻ [kg]
Granulat 1	135	0,001	0,00135
Granulat 2	51	0,001	0,00051
Eau	62,5	0,025	0,0156
Ciment (type CEMI)	100	0,1	0,1
Adjuvant	1,5	0,1	0,0015

- Les pourcentages d'ions chlorures dans les granulats utilisés doivent être testés selon la norme NBN EN 1744-1 [47]. Pour cet exemple, une valeur conservatrice de 0,001 m% a été retenue. La norme belge pour l'eau potable impose un maximum d'ions chlorures de 250 mg/l, soit 0,025 m%. Selon les normes respectives NBN EN 197-1 [20] et NBN 934-1 [24] les ciments et les adjuvants utilisés dans la matrice d'immobilisation ne peuvent pas contenir plus de 0,1 m% d'ions chlorures. Il convient de noter que le ciment est la principale contribution à la masse des ions chlorures dans la matrice d'immobilisation.
- Les données du DDP sont donc : AgCl (2 kg AgCl, 0,5 kg ions chlorures), NaCl (1 kg NaCl, 0,6 kg ions chlorures) et matrice d'immobilisation (350 kg, 0,1 kg ions chlorures).

En ce qui concerne les « sulfates solubles dans l'eau » :

Les sulfates désignent les composés chimiques contenant l'ion sulfate. Un ion sulfate est un oxoanion polyatomique de soufre de formule brute SO_4^{2-} . Les ions sulfates dans une solution aqueuse peuvent compromettre la sûreté à long terme puisqu'ils affectent la matrice de ciment et donc affecter l'intégrité des barrières en béton de l'évaluation de sûreté.

Pour l'application de ce document tous les sulfates inorganiques, à l'exception du BaSO_4 (baryumsulfate), sont considérés comme des sulfates solubles dans l'eau. Les sulfates organiques sont des sels dans lesquels l'ion chargé négativement (« anion ») est un ionsulfate (SO_4^{2-}). Un sel est une liaison électrostatique (c'est-à-dire non covalente) entre les ions positifs et négatifs. Le NaSO_4 est un exemple de sulfate inorganique. En pratique, les sulfates organiques peuvent généralement se trouver dans les déchets radioactifs provenant de résidus d'évaporation, d'engrais (par exemple sulfate d'ammoniac), de roches sédimentaires ou de matériaux de construction dérivés de roches sédimentaires (par exemple gypse dans les plaque de plâtre ou gyproc) ou dans les déchets résultant de l'utilisation d'agents de décontamination et de nettoyage.

Les sulfates organiques n'apparaissent que dans les résines conditionnées de manière homogène et dans les petites colonnes de résine conditionnées de manière hétérogène. Pour

ces types de déchets, le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface des déchets (voir § 5.3.2.10.5 du rapport de sûreté) démontre qu'ils ne donnent pas lieu à la libération de plus de 12 g d'ions sulfate par kilogramme de forme du déchet. Les esters sulfatés (comme le sulfate de diméthyle) sont un exemple de sulfate organique.

En ce qui concerne les « agents complexants ou chélatants » :

Les agents complexants et les chélatants sont des liaisons par attraction électrostatique entre un ion métallique central et les ligands organiques environnants. L'agent complexant ou chélatant peut avoir des propriétés de migration significativement différentes de celles de l'ion métallique individuel. De cette façon, les agents complexants ou chélatants peuvent avoir un effet perturbateur sur la rétention chimique des barrières à base de ciment. C'est pourquoi les agents complexants et chélatants sont limités dans les déchets. Cependant, la gamme des agents complexants ou chélatants est très étendue et leurs propriétés sont très diverses. Pour cette raison l'ONDRAF ne peut imposer des exigences ou des valeurs limites spécifiques, mais demande-elle seulement que la présence d'agents complexants ou chélatants dans les déchets soit documentée. Cela permettra de réaliser des études de sûreté spécifiques, qui pourront ou non démontrer que les déchets peuvent être placés dans l'installation de stockage en surface en toute sécurité, sous réserve d'éventuelles mesures telles qu'une adaptation des critères radiologiques et/ou de la stratégie de remplissage.

Exemples d'agents complexants ou chélatants : EDTA, DPTA, NTA, acide tartrique, acide citrique, acide oxalique, acide alkylsulfonique, phénols substitués ... Dans la pratique, des agents complexants ou chélatants peuvent généralement être présents dans les déchets radioactifs résultant de l'utilisation d'agents de décontamination et de nettoyage dans les hôpitaux, les instituts de recherche, les entreprises chimiques et lors du démantèlement d'installations nucléaires.

En ce qui concerne les « agents absorbants » :

Les agents absorbants inorganiques (par exemple gel de silice et vermiculite) peuvent se dilater au contact de l'eau. Les agents absorbants organiques peuvent contenir des agents complexants ou chélatants ou leurs produits de dégradation peuvent l'être. Des agents absorbants pourraient donc hypothétiquement porter préjudice à la sécurité de la gestion à long terme des déchets radioactifs. L'ONDRAF ne dispose pas d'une argumentation suffisamment solide pour imposer certaines valeurs limites. Les agents absorbants ne se retrouvent toutefois qu'en quantités limitées par colis. L'ONDRAF tolérera donc la présence d'absorbants organiques ou inorganiques dans les déchets, mais exigera néanmoins que ces substances soient identifiées et leur masse, déclarée.

- 401 En comparaison avec les liquides, les gaz, les poudres ..., une forme du déchet solide et non dispersable possède de meilleures propriétés physiques, mécaniques et chimiques pour une gestion sûre. Les liquides, les gaz, les poudres ..., présentent un risque plus important de fuites éventuelles de radioactivité dans l'environnement.
Une forme du déchet compacte constitue un ensemble continu non dispersible.
Une forme du déchet stable garantit que l'évolution de la forme du déchet soit restreinte et qu'elle ne se dégradera pas sous l'influence de l'environnement, de son propre contenu ou à la suite d'actions normales dans les différentes étapes de la gestion.
- 402 Ce critère est un critère opérationnel car le gaz peut se former à la suite de réactions entre les déchets radioactifs bruts et/ou traités et la matrice d'immobilisation, en raison de la corrosion, de la radiolyse ou de la décomposition de substances organiques. Ce gaz peut affecter l'intégrité de la forme du déchet en provoquant des fissures, des fentes, des trous et/ou des déformations. Il peut également affecter l'intégrité de l'emballage primaire. Les fonctions de sûreté opérationnelle des colis primaires de DC (confinement, blindage et isolement) peuvent donc être perturbées.
En même temps, ce critère d'acceptation vise également à garantir le stockage géologique comme option de repli lorsque cela s'avère possible. Dans le cadre du stockage géologique, la production de gaz est un phénomène important. Par conséquent, ce critère d'acceptation peut également être considéré comme un critère à long terme.
- 403 Ce critère d'acceptation veille à éviter une évaporation excessive de l'eau dans la forme du déchet. Une évaporation excessive d'eau peut mener à des fissures, effritement, déformation ..., de la forme du déchet, qui peuvent nuire la durabilité de la matrice d'immobilisation.
- 404 Les ions chlorures minéraux peuvent nuire à la sécurité de deux façons : d'une part, ils peuvent avoir un effet perturbateur sur les armatures en acier du caisson. D'autre part, à l'instar des

substances contenant de la cellulose, ils peuvent former des complexes stables avec certains radionucléides, perturbant les fonctions de rétention des barrières ouvragées. S'il y a beaucoup des ions chlorures, elles peuvent endommager la matrice de ciment elle-même.

La valeur limite dans ce critère découle des critères de conformité applicables aux déchets destinés au stockage en surface (voir § 15.4.2.2 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface). Le rapport de sûreté limite la quantité d'ions chlorures minéraux dans la forme du déchet à 0,4 m% de la masse de ciment dans la matrice d'immobilisation. La forme du déchet comprend les déchets radioactifs bruts et/ou traités introduits, les composants internes, la matrice d'immobilisation et l'éventuel blindage interne (voir Annexe 3), de sorte que la somme de tous les ions chlorures minéraux de ces composants constitue la quantité totale d'ions chlorures minéraux pris en considération dans ce critère. Le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 5.3.2.10.4 du rapport de sûreté) démontre que les chlorures organiques ne donnent pas lieu à la libération de plus de 0,4 m% d'ions chlorure par rapport à la masse de ciment dans la matrice d'immobilisation (voir également la justification 307).

- 405 Ce critère d'acceptation repose sur une décision de l'ONDRAF, qui entend ainsi maintenir la gestion courante des « substances putrescibles » dans les déchets. Par « substances putrescibles », on entend des substances organiques susceptibles de former un substrat approprié (= milieu de culture pour les micro-organismes) pour un processus de biodégradation et/ou se dégrader facilement par hydrolyse basique. Les substances putrescibles sont donc des substances et des graisses biodégradables. Les substances biodégradables sont, en effet, des substances qui peuvent former un substrat approprié pour un processus de biodégradation. Les graisses sont des substances qui se désintègrent par hydrolyse basique en un savon (= sel d'un acide gras) et en glycérol. Les deux réactions susmentionnées donnent lieu à des produits susceptibles de perturber les fonctions de sécurité opérationnelle et à long terme (par exemple par la corrosion de l'emballage métallique ou la dégradation de la matrice de ciment), selon leur quantité présente dans les déchets. Le critère fait une exception pour le cas des substances contenant de la cellulose, pour lesquelles il existe une limite maximale spécifique (voir § 15.4.2.1 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface). Le critère fait également abstraction du fait que, dans la pratique, les graisses sont soit biodégradables, soit présentes en quantités négligeables dans les déchets. Le critère d'acceptation ne s'applique pas aux emballages primaires car ceux-ci ne contiennent aucune substance biodégradable. Ce critère n'est pas quantitatif. Il n'est pas exprimé à l'aide de valeurs limites numériques. L'interdiction de présence de substances biodégradables ne doit donc pas être assimilée à la valeur limite zéro. Le critère est qualitatif. Des quantités négligeables des substances en question, qui n'interfèrent pas avec la performance des fonctions de sûreté, peuvent donc être tolérées.
- 406 L'acide isosaccharinique (ISA), principal produit de dégradation de la cellulose en conditions de stockage, peut former des complexes stables avec certains radionucléides. Cela perturbe les propriétés de rétention des barrières ouvragées cimentaires et peut donc entraîner un impact radiologique plus élevé par la lixiviation du stockage en surface. À cette fin, la présence de substances contenant de la cellulose dans la forme du déchet doit être limitée. Cependant, la relation entre la présence d'ISA et son influence sur les propriétés de rétention des barrières de ciment n'est pas proportionnelle. Il existe une valeur maximale pour la concentration d'ISA en dessous de laquelle il n'y a pas d'influence sur ces propriétés de rétention. La limite de 0,1 kg pour un colis de 400 litres est directement issue du rapport de sûreté du stockage en surface (voir § 15.4.2.1 du rapport de sûreté). Le critère d'acceptation ne s'applique pas aux emballages primaires, car ceux-ci ne contiennent aucune substance cellulosique. Quelques exemples des substances cellulosiques sont fournis dans la justification 307.
- 407 Ce critère découle du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 15.4.2.5 du rapport de sûreté). Il stipule que les substances ou mélanges classés sous « dangers physiques » sont exclus des déchets de stockage. C'est une décision de l'ONDRAF d'ajouter un complément concernant les phrases EUH. Ces phrases EUH fournissent des informations supplémentaires sur des risques spécifiques pour les substances qui sont classées comme physiquement dangereuses. La concentration joue également un rôle dans l'évaluation de la dangerosité des certaines substance. L'ONDRAF a choisi le colis DC individuel comme unité pour cette évaluation et, à ce titre, de calculer les concentrations des substances potentiellement dangereuses sur la masse de la forme de déchets du colis DC. Le critère d'acceptation ne s'applique pas aux emballages primaires car ceux-ci ne contiennent aucune substance ou mélange dangereux. Ce critère n'est pas quantitatif. Il n'est pas exprimé à l'aide de valeurs limites numériques. L'interdiction de présence de substances ou de mélanges dangereux ne doit donc pas être assimilée

à la valeur limite zéro. Le critère est qualitatif. Des quantités négligeables des substances en question, qui n'interfèrent pas avec la performance des fonctions de sûreté, peuvent donc être tolérées.

- 408 Selon le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 15.3.4 du rapport de sûreté), aucun processus ne peut se produire dans les déchets destinés au stockage en surface qui, en raison de l'expansion des déchets de stockage (par exemple la formation de gel), pourrait entraîner des fissures et donc affecter l'intégrité physique des barrières de ciment (ici, le caisson, le mortier de remplissage ou les déchets de stockage eux-mêmes). Ceci pourrait perturber les fonctions de sûreté du stockage en surface.
Pour le béton concassé, la RAS et la DEF ont été identifiées comme les seuls processus pour lesquels des critères et des exigences supplémentaires doivent être définis afin d'éviter de telles perturbations.
- 409 Cette valeur limite du critère d'acceptation est issue du rapport de sûreté relatif à l'installation de stockage en surface (voir § 15.4.2.3 du rapport de sûreté). La fraction massique des ions sulfates (masse SO_4^{2-}) dans chaque colis de déchets conditionnés est dès lors limitée à 12 g par kilogramme de la forme du déchet. Jusqu'à la limite de 12 g par kilogramme de la forme de déchet, la libération d'ions sulfates des déchets radioactifs conditionnés n'a aucune influence sur la détérioration de la matrice de ciment des barrières en béton selon l'évaluation de sûreté. Pour rappel : la masse de la forme du déchet est égale à la masse du colis moins celle de son emballage.
Le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 5.3.2.10.5 du rapport de sûreté) démontre que les sulfates organiques ne donnent pas lieu à la libération de plus de 12 g d'ions sulfate par kilogramme de forme du déchet (voir également la justification 307).
- 410 Les métaux électropositifs (tels que l'aluminium, le béryllium et le magnésium) ne peuvent normalement pas être immobilisés dans une matrice à base de ciment comme liant hydraulique. Ceux-ci forment un couple redox, dans lequel une quantité non négligeable d' H_2 se libère pendant la prise et le durcissement de la matrice (à noter qu'une réaction de fixation dans une matrice de ciment peut prendre beaucoup de temps). L'immobilisation de ces métaux dans une matrice à base de ciment en tant que liant hydraulique n'est possible que si le producteur peut démontrer que la cinétique de la réaction est suffisamment lente pour qu'elle n'interfère pas avec la prise et le durcissement de la matrice. Ceci peut s'obtenir soit en évitant le contact direct entre le métal et la matrice pendant la prise et le durcissement de la matrice, soit en utilisant une composition de matrice qui contient un additif (par exemple du nitrate de lithium) qui inhibe la réaction de corrosion. Pour éviter tout contact direct entre le métal et la matrice, le métal peut être revêtu ou emballé hermétiquement avec/dans matériau inerte (plastique ou similaire) bien que dans la plupart des cas, une galette offre déjà un blindage suffisant.
Ce critère n'est pas quantitatif. Il n'est pas exprimé à l'aide de valeurs limites numériques. L'interdiction de présence des métaux électropositifs ne doit donc pas être assimilée à la valeur limite zéro. Le critère est qualitatif. Des quantités négligeables des substances en question, qui n'interfèrent pas avec la performance des fonctions de sûreté, peuvent donc être tolérées.
- 411 L'exclusion de sources scellées dans les déchets radioactifs bruts et/ou traités repose sur une décision de l'ONDRAF, qui souhaite ainsi maintenir, jusqu'à nouvel ordre, la gestion courante pour des sources scellées dans les déchets. Les sources ne sont pas non plus compatibles avec les hypothèses des évaluations de sûreté dans le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface des déchets de catégorie A à Dessel. L'ONDRAF classe actuellement les sources scellées comme des déchets que la destination finale est le stockage géologique.
- 412 Si le ciment utilisé dans la matrice d'immobilisation répond à la norme indiquée dans le critère, la qualité du ciment peut être garantie. Un ciment de qualité est nécessaire, mais pas suffisant pour une matrice d'immobilisation de qualité.
- 413 Idem justification 412
- 414 La réaction alcali-silice (RAS) est une réaction chimique entre des granulats qui contiennent de la silice réactive et les alcalis présents dans la matrice d'immobilisation. Cette réaction peut entraîner l'expansion de la forme du déchet (voir justification 408), qui pourrait à son tour entraîner des fissures et des déchirures dans la matrice d'immobilisation.
La méthode décrite dans l'ASTM C1260 est un test d'orientation qui peut mener à l'un des résultats suivants :
- le granulat est sensible à la RAS ;
 - le granulat est insensible à la RAS ;
 - le granulat est potentiellement sensible à la RAS.

Dans ce dernier cas, la réalisation du test ASTM C1293 conduira à une classification du granulat comme « sensible à la RAS » ou « insensible à la RAS ». Il est important d'examiner tous les granulats utilisés, qu'ils contiennent du silicium ou du calcium. De faibles teneurs en silicium, en dolomite et/ou en argile réactifs peuvent en effet déjà entraîner une réaction expansive en milieu alcalin.

- 415 Idem justification 412
- 416 La dégradation de composés organiques peut conduire à la formation d'agents complexants ou chélatants. Ces agents peuvent modifier la spéciation des radionucléides en solution en augmentant la solubilité des radionucléides et/ou en réduisant la sorption sur les barrières artificielles (matrice d'immobilisation et/ou blindage radiologique) ou les roches sédimentaires dans les déchets radioactifs bruts et/ou traités. Le producteur peut mieux utiliser des adjuvants inorganiques pour éviter autant que possible la formation d'agents complexants et chélatants dans la matrice d'immobilisation. S'il est fait usage d'adjuvants organiques, le producteur doit argumenter ce choix dans le dossier d'approbation.
Sur la base de recherches internationales sur la capacité complexante et chélatante des superplastifiants, l'ONDRAF permet l'utilisation des superplastifiants suivants si le dosage soit correct⁹ : des superplastifiants à base de sulfonate de naphthalène, de polycarboxylate ou de sulfonate de mélamine. L'utilisation de sulfonate de naphthalène, de polycarboxylate et de sulfonate de mélamine est étayée par le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (pour le sulfonate de naphthalène et le polycarboxylate voir § 5.3.4 du rapport de sûreté, pour le sulfonate de mélamine voir § 5.3.1.2.9 du rapport de sûreté). Pour le sulfonate de mélamine aucune réduction de la sorption n'est attendue aux barrières artificielles.
- 417 Idem justification 412
- 418 Seuls les additifs minéraux à la matrice d'immobilisation sont autorisés, afin de limiter la quantité de substances organiques dans les déchets conditionnés. La dégradation de composés organiques peut en effet conduire à la formation d'agents complexants ou chélatants (voir également justification 416).
- 419 Les normes garantissent une qualité minimale et une identification précise et univoque des additifs. Par exemple, certains granulats contenant du silicium sont classés comme fumée de silice en raison de leur granulométrie et sont certifiés et codifiés selon la norme spécifiée. Des additifs de qualité sont nécessaires, mais pas suffisants pour une matrice d'immobilisation de qualité.
- 420 Étant donné le risque plutôt faible de sensibilité à la RAS du filler calcaire, le producteur peut démontrer cette insensibilité avec sa composition chimique. Comme le test court ASTM-C1260 n'est pas applicable aux granulats fins de la matrice d'immobilisation tels que le filler calcaire (L ou LL), la roche mère du filler calcaire, si disponible avec une granulométrie suffisamment large, peut être évaluée en utilisant la méthode de test plus courte décrite dans l'ASTM C1260.
Le producteur peut également démontrer l'insensibilité à la RAS en effectuant le test standardisé ASTM C1293 sur l'ensemble du béton, du mortier ou de la pâte de ciment.
- 421 Le système de qualité doit garantir la qualité de la matrice d'immobilisation, afin que tous les critères de transfert contractuels relatifs à la matrice d'immobilisation soient toujours respectés. Étant donné que la plupart des ingrédients d'une matrice d'immobilisation sont des produits naturels, tout changement de l'origine de ces ingrédients (y compris un changement du fournisseur/de la carrière/du four à ciment ...) peut également avoir un impact sur des propriétés de la matrice d'immobilisation.
- 422 L'utilisation de ciment comme liant hydraulique dans la composition d'une matrice est cruciale, en raison de ses propriétés chimiques, physiques et mécaniques (et donc pour la qualité). C'est pourquoi l'ONDRAF exige du producteur qu'il mette en œuvre les procédures nécessaires. Ce qui permet de garantir une composition constante de la matrice d'immobilisation, dans les marges de tolérance définies et acceptées, ainsi qu'une documentation correcte de cette composition dans le dossier d'approbation correspondant.
- 423 La composition nominale est contrôlée et garantie sur la base des précisions de dosage des ingrédients de la matrice d'immobilisation utilisées conformément à la norme spécifiée. Si le producteur n'est pas en mesure de respecter cette norme, il peut indiquer sa propre précision de

⁹ Par « dosage correct », on entend un dosage normal comme il est d'usage dans la technologie classique du béton (maximum de quelques pour cent par rapport à la masse du ciment), dans lequel la (les) adjuvant(s) n'a (n'ont) en outre pas d'effets négatifs sur les propriétés du mortier/béton frais ou de la pâte de ciment fraîche (tels que la ségrégation, la transpiration excessive...).

dosage dans le dossier d'approbation, à condition qu'aucun autre critère ne soit enfreint par ces variations.

- 424 L'ONDRAF exige que la matrice d'immobilisation fraîche ait une fluidité suffisante pour minimiser les espaces vides dans le colis primaire et envelopper complètement les déchets. Le producteur peut par exemple, à intervalles réguliers déterminés selon le critère 421, effectuer des mesures pour confirmer la consistance. Lorsque la consistance requise est utilisée afin d'éviter les espaces vides continus, le transport éventuel de radionucléides à travers le colis ou le relâchement de radionucléides du colis est minimisé (voir § 15.3.2.2 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface).
- 425 Si la prise de la matrice de la première étape commence avant que la deuxième étape commencement, des discontinuités peuvent se former entre les étapes successives. Ces problèmes sont évités lorsque le temps entre deux étapes consécutives est suffisamment court pour que la prise de la première étape n'ait pas encore commencé, ou en humidifiant la surface avant le début d'une étape suivante. L'ONDRAF considère l'excédent issu de la matrice d'immobilisation à la fin d'une campagne, qui est utilisé pour la cimentation des paniers, comme une « matrice d'immobilisation » et non comme un « blindage radiologique ». Tous les critères de transfert contractuels décrits au § 4.3 s'appliquent donc à cet égard.
- 426 Ce critère limite la fissuration et contribue à assurer la durabilité de la matrice d'immobilisation, ce qui implique entre autre que le DC possède les propriétés physiques et chimiques souhaitées pour limiter le relâchement de radionucléides par les déchets bruts et/ou traités (voir § 15.3.2.1 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface).
Dans la construction classique, un retrait de 1 mm/m est considéré comme une valeur élevée pour un « béton standard ». Pour obtenir une valeur équivalente pour un mortier ou une pâte de ciment, la valeur d'un béton standard est doublée.
Rien n'empêche le producteur d'utiliser une matrice d'immobilisation sans granulats, mais le critère relatif à la valeur du retrait est le même pour les mortiers et les pâtes de ciment en raison de l'absence de norme satisfaisante sur les pâtes de ciment.
- 427 Une perte d'eau excessive due à l'évaporation pendant la phase de prise peut entraîner un manque d'eau pour la prise et le durcissement, ce qui peut nuire à la durabilité de la matrice d'immobilisation. Un moyen de satisfaire à ce critère, est de placer le couvercle sur le colis primaire de DC sans le fermer de manière définitive.
- 428 Pendant la prise et le durcissement d'une matrice d'immobilisation cimentaire, la matrice va dans une première phase « transpirer » (elle libère donc de l'eau). Cette eau est ensuite réabsorbée dans la matrice et liée, de sorte qu'il ne reste plus d'eau libre à la surface. La présence d'eau libre après la prise et le durcissement de la matrice indique qu'une ségrégation a eu lieu ou que trop d'eau a été ajoutée au départ (par exemple demande en eau mal déterminée, erreur dans le dosage de l'eau ...). Les deux cas peuvent être préjudiciables à la qualité de la matrice d'immobilisation. Accessoirement l'eau libre peut favoriser des voies préférentielles de migration des radionucléides, ce qui augmente également le risque de contamination à l'intérieur et à l'extérieur du colis primaire de DC. Ce qui compromet l'intégrité du colis primaire au niveau confinement des radionucléides.
- 429 Les critères de conformité du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 15.3.2.2 du rapport de sûreté) imposent cette limitation afin d'éviter les espaces vides continus. Lorsque la quantité requise de mortier de conditionnement est utilisée, afin que la partie supérieure des déchets n'est plus visible, le transport éventuel de radionucléides à travers le colis ou le relâchement de radionucléides du colis est réduit au minimum. L'espace entre le couvercle et la matrice est destiné pour ne pas gêner la mise en place ou l'enlèvement du couvercle pendant et après la prise de la matrice d'immobilisation. Plus précisément, dans ce critère on demande au producteur que le volume formé de l'espace indiqué par le numéro 2 de Figure 3 n'est pas supérieure à 15 vol% du volume formé par les numéros 2 à 4

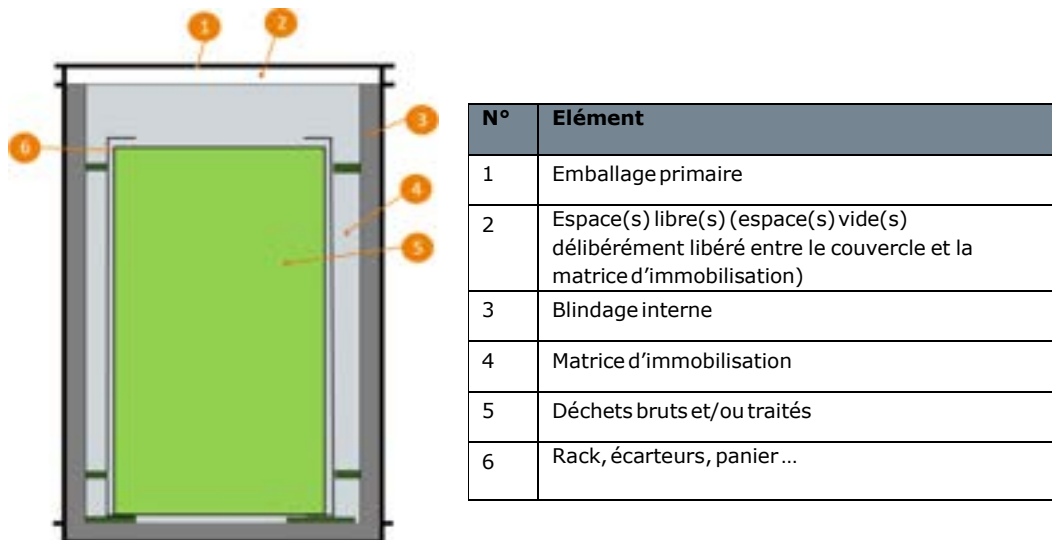


Figure 3: Clarification des espaces libres dans un colli DC.

- 430 L'ONDRAF demande que le colis primaire soit maintenu immobile pendant un certain temps pour s'assurer que la prise est suffisamment avancée (réduction de la plasticité pendant la prise), afin qu'il n'y ait pas de perte de cohésion entre la matrice d'immobilisation et les déchets bruts et/ou traités (à la suite de manipulations). Cela peut avoir des effets négatifs sur la qualité du colis primaire de DC. Entre le début et la fin de la prise, le colis ne peut être déplacé car la matrice d'immobilisation se trouve alors dans un état semi-plastique avec des propriétés mécaniques très faibles. Les dommages éventuels (comme les fissures) sont permanents.
- 431 Ce critère est nécessaire pour éviter le phénomène de ségrégation, qui a un impact négatif sur la qualité et l'homogénéité de la matrice d'immobilisation. La ségrégation forme des voies préférentielles potentielles de lixiviation, qui peuvent favoriser la migration des radionucléides et compromettre leur confinement.
- 432 Des fissures traversantes peuvent former des voies préférentielles pour le transport des radionucléides à travers la matrice d'immobilisation. Ce qui peut perturber les fonctions de sûreté (confinement des radionucléides) de l'installation de stockage en surface. Ce critère n'empêche pas une éventuelle perturbation des fonctions de sûreté, mais la limite quelque peu. Seules les fissures continues et visuellement perceptibles, c'est-à-dire les fissures d'une largeur de 0,1 mm ou plus, sont prises en compte pour des raisons pratiques de faisabilité.
- 433 Ce critère est corrélé à la microstructure et donc à la durabilité et la qualité de la matrice. La durabilité de la matrice d'immobilisation est importante sur le long terme, car une plus grande durabilité de la matrice d'immobilisation et une plus grande résistance aux substances agressives en combinaison avec l'eau aideront à assurer pendant plus longtemps la compatibilité avec le système de barrières artificielles dans l'installation de stockage. Une meilleure compatibilité avec l'installation de stockage est ainsi obtenue.
Il n'existe pas de norme belge ou européenne pour la détermination de la porosité accessible à l'eau. Par conséquent une méthode de test est proposée dans le document. Le producteur peut également utiliser une autre méthode de test si les conditions énoncées dans le critère sont remplies et si l'ONDRAF approuve cette méthode.

Le béton dont la porosité accessible à l'eau est inférieure ou égale à 14 % en volume est considéré comme un « béton moyen » [48]. La valeur équivalente du mortier et de la pâte de ciment a été déterminée dans [49].

- 434 La résistance à la compression est corrélée à la porosité et à la microstructure de la matrice d'immobilisation et est donc un des paramètres qui donne une indication de la qualité de la matrice d'immobilisation. Néanmoins, la résistance à la compression n'est pas en soi un bon paramètre pour la qualité d'un béton, d'un mortier ou d'une pâte de ciment. Cependant, la résistance à la compression peut être un indicateur de changements dans la composition et donc pour la qualité d'un béton, d'un mortier ou d'une pâte de ciment. Une fois que la composition du béton, du mortier ou de la pâte de ciment a été déterminée, la résistance à la compression ne variera que dans des marges limitées. Une résistance à la compression différente indique une composition différente, et donc une qualité de béton, mortier ou pâte de ciment éventuellement inférieure.
- Le système de qualité du producteur (voir critère 421) permet un intervalle de confiance de 95 % de la résistance à la compression à 28 jours. Pour cela, il se base sur les résistances à la compression mesurées dans des productions antérieures avec cette composition de la matrice et utilisant les mêmes matériaux de même origine, ou, s'il s'agit d'une composition récemment développée, sur des mesures effectuées lors de ce développement. Pour une bonne matrice et installation de cimentation et de dosage, la différence entre la valeur minimale et maximale de cette plage est inférieure ou égale à 20 MPa (voir [38]).
- Dans la construction classique, une résistance à la compression à 28 jours de 30 MPa est considérée comme la limite inférieure pour un béton, mortier ou pâte de ciment standard. Afin de continuer à garantir un bon confinement et la sécurité du personnel dans des circonstances accidentelles en rapport avec les déchets radioactifs, la résistance à la compression est également importante pour la sûreté opérationnelle.
- 435 La résistance à la flexion donne une indication de la présence ou de l'absence de fissures dans la matrice d'immobilisation. S'il y a des fissures dans la matrice, la résistance à la flexion sera presque nulle. Les fissures peuvent favoriser le transport de radionucléides hors du colis et compromettre ainsi l'intégrité du colis primaire. L'ONDRAF a décidé d'utiliser la valeur 1 MPa comme limite inférieure pour des raisons pratiques.
- 436 Ce critère donne une indication de la durabilité de la matrice d'immobilisation et du comportement de la matrice en cas d'immersion dans l'eau.
- Les mécanismes de dégradation de matériaux cimentaires nécessitent généralement la présence d'eau et/ou sont accélérés en conditions humides. De plus, l'installation de stockage en surface et l'installation de stockage géologique évoluent à long terme vers un système humide caractérisé par une humidité relative élevée. La réalisation d'un test avec une humidité relative de 100 % est, en d'autres termes, conservatrice (ou du moins représentative) pour les humidités relatives prévisibles dans une installation de stockage.
- Tant pendant la phase opérationnelle de la gestion qu'à long terme, une certaine durabilité de la matrice d'immobilisation est importante. Dans l'installation de stockage, une plus grande durabilité de la matrice d'immobilisation et une plus grande résistance aux substances agressives en combinaison avec l'eau contribueront à une compatibilité assurée plus longue avec le système de barrières artificielles et à une meilleure compatibilité avec l'installation de stockage.
- Il est impossible de décrire tous les changements structuraux potentiels dans le critère de telle sorte que plus aucune évaluation qualitative ne serait nécessaire. Quelques exemples de changements structuraux inacceptables sont indiqués (voir Figure 4) afin de mieux expliquer le critère d'acceptation aux producteurs.

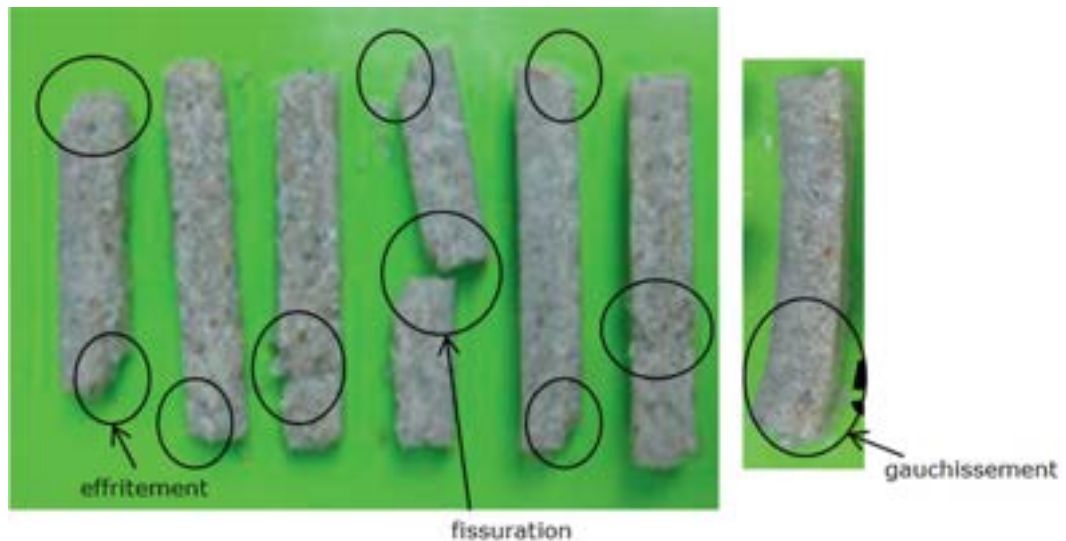


Figure 4: Exemples de changements structuraux inacceptables (effritement, fissuration et gauchissement) d'échantillons (entourés).

- 437 Si la température dans un béton, un mortier ou une pâte de ciment augmente au-dessus de 60 °C pendant ou après la prise, il y a un risque de dégradation interne par les sulfates en raison de la formation différée d'ettringite (DEF) et donc de gonflement, de fissuration ou de fractures de la forme du déchet. Ce qui pourrait perturber les fonctions de sûreté du stockage en surface.
- 438 L'essai de gel-dégel est corrélé à la microstructure et par conséquent à la durabilité et à la qualité de la matrice. La méthode d'essai à suivre est décrite dans la fiche technique TFT-2 [43] de l'ONDRAF. Quelques exemples de changements structuraux inacceptables sont donnés dans la Figure 4. L'ONDRAF exige au minimum que la résistance à la compression après l'essai soit encore de 80 % de sa valeur initiale.
- 439 Les matériaux que le producteur peut utiliser pour un blindage radiologique éventuel sont limités, afin de ne pas créer de difficultés supplémentaires en ce qui concerne la démonstration de la compatibilité entre les composantes du colis primaire et la compatibilité avec l'installation de stockage (voir le critère 603). L'utilisation de ces matériaux pour le blindage radiologique implique entre autre que le DC possède les propriétés physiques et chimiques souhaitées pour limiter le relâchement de radionucléides provenant des déchets bruts et/ou traités (voir § 15.3.2.1 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface). Le choix des matériaux à utiliser est également limité à ceux indiqués en raison de la portée restreinte des configurations autorisées des colis de DC dans ce document.
- 440 Comme un blindage radiologique en béton, en mortier ou en pâte de ciment n'a pas de contact direct avec les déchets bruts et/ou traités, un ensemble de critères plus limité que celui pour la matrice d'immobilisation est suffisant. Ces critères permettent d'éviter toute perturbation potentielle des fonctions de sûreté du stockage en surface. En outre, il suffit que le fabricant de ces ingrédients dispose d'un label BENOR (ou un label équivalent) pour démontrer à l'ONDRAF que la qualité reste garantie pendant la production. Le fait de travailler selon un tel label de qualité signifie qu'un certain nombre de critères relatifs au contrôle et à l'assurance de la qualité sont automatiquement remplis et ne doivent donc plus être explicitement démontrés. Le fabricant peut être un sous-traitant du producteur de déchets ou le producteur de déchets lui-même.
Si le producteur ne dispose pas d'un label de qualité BENOR (ou un label équivalent), il existe des critères supplémentaires pour le blindage radiologique en béton, en mortier ou en pâte de ciment afin de montrer à l'ONDRAF que la qualité reste garantie pendant la production.
- 501 La limite de l'activité volumique totale des émetteurs bêta/gamma est tirée du rapport de sûreté du bâtiment d'entreposage 127.
- 502 La limite de l'activité volumique totale des émetteurs alpha est tirée du rapport de sûreté du bâtiment d'entreposage 127.

- 503 Pour le stockage géologique, la limite du débit de dose maximal à 1 mètre du monolithe est de 25 $\mu\text{Sv/h}$.
- 504 Les déchets contenant du radium/thorium sont exclus de l'installation de stockage en surface afin d'éviter que l'émanation de radon des déchets ne perturbe les mesures radiologiques. En limitant la somme autorisée des concentrations de Ra-226 et de Th-232 dans les déchets bruts et/ou traités à 1000 Bq/kg, on s'assure que toute émanation et/ou lixiviation ne causera pas d'effets significatifs par rapport aux concentrations de fond ou aux concentrations dans les matériaux de construction tels que le béton du site de stockage (voir § 14.3.1.5 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface). L'ONDRAF utilise la valeur de 1000 Bq/kg comme valeur limite générale pour la présence *naturelle* de radium et de thorium [51]. Cette valeur limite est également utilisée dans le rapport de sûreté au stockage en surface à Dessel (voir § 15.6.1.2 du rapport de sûreté).
- 505 La limite de la quantité de matières fissiles est tirée du rapport de sûreté du bâtiment d'entreposage 127.
- 601 L'ONDRAF exige que l'emballage primaire réponde aux critères internationaux pour un colis de transport de type IP-2, afin qu'il dispose des propriétés physico-mécaniques permettant de l'utiliser en toute sécurité pendant la période d'entreposage.
Le test de chute prend en compte les accidents qui peuvent survenir lors du transport, tandis que le test d'empilement tient compte des charges auxquelles le colis primaire de DC peut être soumis pendant le transport.
- 602 Lorsqu'un emballage primaire du Tableau 1 est utilisé, dont le code correspond à la note technique NTC-3 [13], le colis de DC respecte automatiquement les dimensions et les masses autorisées pour l'installation de stockage en surface (voir tableau 6 du document ONDRAF/4NT/0573726/000/01 intitulé « All - Structural Design Caissons/Monoliths ». Ce document se trouve à l'annexe I du document NIROND TR-2011-63 E V3).
- 603 La compatibilité physique et chimique signifie que l'intégrité du colis primaire ne peut subir des conséquences préjudiciables, ni à court ni à long terme, entre autres à la suite de :
- l'incompatibilité entre la surface de contact d'un emballage primaire et les divers autres équipements ;
 - les phénomènes de rejet et/ou la mauvaise adhérence de la matrice d'immobilisation à la paroi (intérieure) de l'emballage primaire ;
 - la corrosion interne due au contact entre la matrice et la paroi ;
 - l'insertion des déchets radioactifs bruts et/ou traités et de la matrice d'immobilisation pendant le conditionnement.
- Ce critère implique donc qu'aucune dégradation physique et chimique de l'emballage primaire d'origine interne ne peut survenir dans le colis de DC.
- 604 Ce critère implique qu'aucun dommage physique de l'emballage primaire d'origine externe ne peut survenir dans le colis de DC pendant une période minimale de 75 ans. L'ONDRAF a décidé de faire commencer cette période à partir de l'année de production de l'emballage primaire.
Le critère d'acceptation garantit la résistance de l'emballage primaire à toutes les contraintes mécaniques qui peuvent survenir dans des conditions normales d'exploitation et donc sans perforations, fentes ou fissures, rayures profondes, coups, bosses et dégradations chimiques et thermiques. Le critère répond également à l'exigence selon laquelle le colis inférieur peut supporter la charge, lorsque les colis sont empilés quatre (pour le bâtiment d'entreposage 127) ou six (pour le bâtiment d'entreposage 155) queue par-dessus pendant l'entreposage.
- 605 Ce critère implique donc qu'aucune dégradation chimique de l'emballage primaire d'origine externe ne peut survenir dans le colis de DC. À cette fin, l'ONDRAF exige, entre autres, que l'emballage primaire de DC résiste à la corrosion durant toutes les phases de sa gestion préalablement au conditionnement final. La résistance à la corrosion porte sur les phénomènes de corrosion d'origine interne et externe, dont la période envisagée est fixée à 75 ans.
L'intégrité de l'emballage primaire est cruciale pour la sûreté pendant toute la période d'entreposage et a un impact direct sur le déchargement ultérieur des colis primaires du bâtiment d'entreposage.
- 606 La limitation des espaces vides à 20 % du volume nominal du colis est liée à sa compatibilité avec le stockage géologique. L'ONDRAF souhaite en tenir compte au cas où la destination finale du colis ne serait en définitive pas le stockage en surface. Comment la valeur de 20 % a été obtenue, est expliqué dans la note 98-1002 [51]. Spécifiquement dans ce critère on demande au producteur que

les espaces vides dans le volume formé par les numéros 2 à 6 du Figure 3 se limitent à 20 % du volume nominal du colis.

- 607 L'ONDRAF et Belgoprocess se basent prudemment sur une masse maximale de $1,5 \times 10^3$ kg pour le colis primaire. Cette valeur limite provient du grappin dans les bâtiments d'entreposage, mais couvre simultanément de manière conservatrice la masse maximale des colis de DC autorisée dans un monolithe de type I selon le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface.
- 608 Pour des raisons de la sûreté à long terme, les DC doivent avoir les propriétés physiques et chimiques qui limitent le relâchement de radionucléides provenant des déchets bruts et/ou traités. Cela signifie, entre autres, que les DC doivent contenir une quantité suffisamment importante de pâte de ciment durcie. En effet, les radionucléides sont essentiellement retenus dans la pâte de ciment durcie. La valeur limite est tirée directement du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 15.3.2.1 du rapport de sûreté).
Les formules de calcul de la PCD (fraction massique de la pâte de ciment durcie) peuvent être expliquées comme suit (voir également les § 5.3.1.2.10 et § 5.4.1.2.6 du rapport de sûreté) :
- Si $E/C \geq 0,4$, tout le ciment réagit et la masse d'eau qui réagit est de 0,4 fois la masse de ciment. Donc $PCD = C \times (1 + 0,4)$.
 - Si $E/C \leq 0,4$, toute l'eau réagit et la masse de ciment qui réagit est de 2,5 (= $1/0,4$) fois la masse d'eau. Donc $PCD = E \times (1 + 2,5)$.
- 609 Afin de protéger le monolithe contre toute perturbation des fonctions de sûreté opérationnelle et à long terme décrites dans le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 15.3.3 du rapport de sûreté), aucun liquide radioactif ne peut s'écouler du monolithe. En outre, les liquides libres, en particulier l'eau, peuvent servir de médium à des réactions chimiques perturbatrices telles que la corrosion et donc elles sont à éviter autant que possible. Seuls les liquides libres et macroscopiques sont exclus. L'eau interstitielle n'est donc pas considérée comme un liquide libre. L'eau interstitielle est maintenue en place par des forces capillaires et ne contribue donc pas aux processus qui supposent un flux de liquide dans le colis de stockage.
- 610 La limite du débit de dose est tirée du rapport de sûreté du bâtiment d'entreposage 127.
- 611 Le critère relatif à la contamination surfacique transférable est un paramètre opérationnel important pour la protection de la population et de l'environnement pendant les différentes phases de la gestion (transport et entreposage dans les bâtiments d'entreposage respectifs). En outre, ce critère est inclus dans le rapport de sûreté des bâtiments d'entreposage concernés.
- 615 Un code d'identification unique apposé sur un colis assure un lien univoque avec son contenu radiologique et chimique, permettant d'assurer à tout moment la sûreté opérationnelle. En plus d'être un critère opérationnel, il s'agit aussi d'un critère à long terme, car il inclut la traçabilité et le contenu (radiologique et chimique) des déchets, qui sont importants pour le stockage du colis ainsi que pour garantir la sûreté à long terme de l'installation de stockage en surface.
- 616 Afin que le numéro d'identification soit clairement lisible à distance et sous différents angles, le numéro d'identification sera apposé suffisamment grand à plusieurs endroits du fût. À des fins d'uniformité, le numéro d'identification suit une structure déterminée telle qu'indiquée dans le critère d'acceptation.
- 617 Le RGPRI [53] impose ce qui suit :
- Chaque colis de DC doit porter un sigle d'avertissement de la présence de rayonnements ionisants. Ceci découle de l'article 31.2 c du RGPRI, qui stipule que le sigle d'avertissement doit figurer sur chaque récipient contenant des substances radioactives. Les dimensions de l'étiquette et son ou ses emplacements sur le colis dépendent de la bonne visibilité et du caractère reconnaissable du sigle d'avertissement. Les dimensions de l'étiquette et son emplacement sur le colis dépendent de la bonne visibilité et du caractère reconnaissable du signe d'avertissement.
 - Le sigle d'avertissement doit être similaire au sigle d'avertissement pour les substances radioactives qui est décrit dans l'arrêté royal du 17 juin 1997 concernant la signalisation de sécurité et de santé au travail (auquel le Code sur le bien-être au travail fait également référence). Ceci découle de l'article 31.1 du RGPRI, qui aborde plus en détail le symbole qui constitue la caractéristique principale de ce sigle d'avertissement. Il convient de noter que l'arrêté royal du 17 juin 1997 n'impose pas la présence du sigle d'avertissement indiquant la présence de substances radioactives sur les récipients.

- 701 Ce critère est un critère à long terme car le rapport de sûreté d'installation de stockage en surface (voir § 15.5 du rapport de sûreté) interdit la présence de substances infectieuses dans les déchets de stockage. Ce critère est également un critère opérationnel car il concerne la sécurité des opérateurs du bâtiment d'entreposage considéré, de l'installation IPM ainsi que de l'installation de stockage en surface. Le critère d'acceptation est (légèrement) plus restrictif que le critère de conformité correspondant de l'installation de stockage en surface : l'interdiction s'applique à tous les « agents pathogènes biologiques » et non seulement aux « substances infectieuses », et ce pour des raisons opérationnelles. Les définitions de l'ADR [54] ont été utilisées pour la description des « agents pathogènes biologiques », vu l'exactitude de ces définitions et de la connaissance générale de cette législation.
- 702 Ce critère est fondé sur le principe de précaution. Les techniques d'inactivation biologique ne sont généralement pas efficaces à 100 % pour détruire les agents pathogènes biologiques présents.

Annexe 2 Scénario de gestion de référence

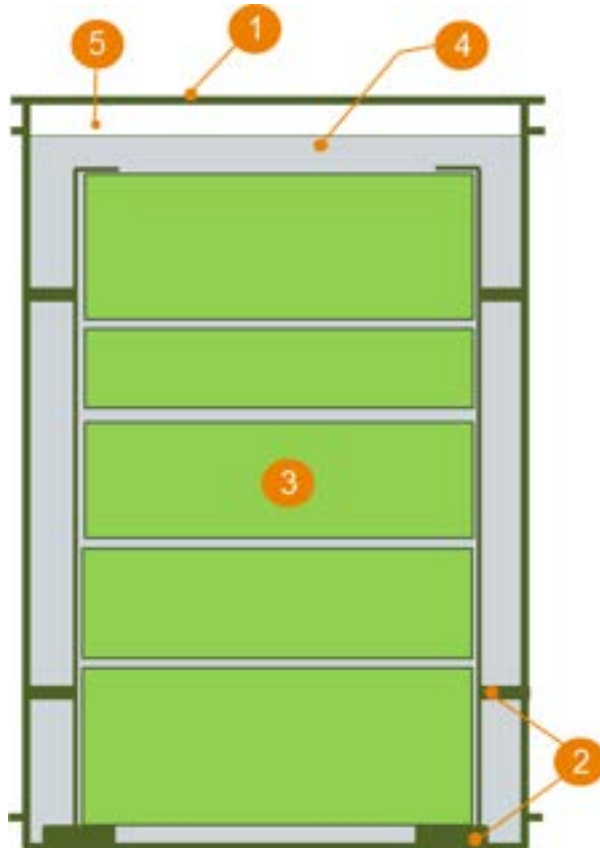
Un scénario de gestion de référence est la séquence des activités de gestion prévues par l'ONDRAF conformément au programme national visé dans la loi du 3 juin 2014 modifiant l'article 179 de la loi du 8 août 1980.

Le scénario de gestion de référence pour ces déchets comprend les étapes suivantes:

1. Transfert des colis de déchets conditionnés (DC) à l'État belge et transport vers le site 1 de Belgoprocess (dans le cas où les colis n'ont pas été produits sur ce site).
2. Entreposage des colis dans le bâtiment 127.
3. Acceptation et transfert des colis de DC depuis les bâtiments d'entreposage vers la future installation de conditionnement final.
4. Les produits du conditionnement final sont des colis de stockage (« monolithes ») de type B.
5. Acceptation et transfert des monolithes de l'installation de conditionnement final vers l'installation de stockage géologique (prévue).
6. Stockage des monolithes B.
7. Gestion des déchets radioactifs après stockage.

Annexe 3 Configurations applicables du colis de DC

Configuration 1 : galettes cimentées, sans blindage interne



N°	Élément	Composante de base
1	Fût métallique: <ul style="list-style-type: none">▪ cuve (inclus éventuelle manteau de protection)▪ couvercle	Emballage primaire
2	Composantes internes (*): <ul style="list-style-type: none">▪ rack▪ écarteurs▪ ...	Forme du déchet
3	Galettes (déchets bruts et/ou traités)	
4	Matrice d'immobilisation (mortier ou béton de conditionnement)	
5	Espace(s) libre(s)	(espace(s) vide(s) délibérément libéré)

(*) Les composantes internes peuvent faire partie du dossier d'approbation 'Emballage Primaire'.

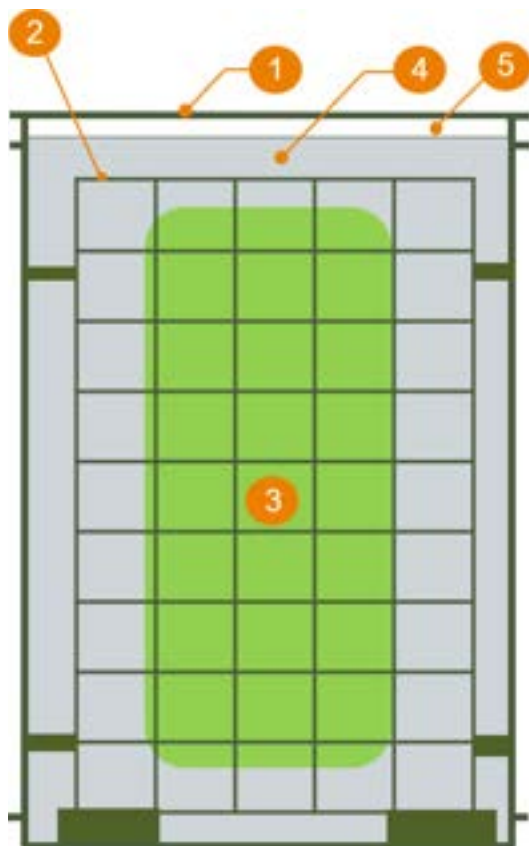
Configuration 2 : galettes cimentées, avec blindage interne



N°	Élément	Composante de base
1	Fût métallique: <ul style="list-style-type: none"> cuve (inclus éventuelle manteau de protection) couvercle 	Emballage primaire
2	Composantes internes (*): <ul style="list-style-type: none"> rack écarteurs ... 	Forme du déchet
3	Galettes (déchets bruts et/ou traités)	
4	Matrice d'immobilisation (mortier ou béton de conditionnement)	
5	Blindage interne (par exemple béton/mortier d'hématite ou baryte, pâte de ciment, acier ou plomb)	
6	Espace(s) libre(s)	(espace(s) vide(s) délibérément libéré)

(*) Les composantes internes peuvent faire partie du dossier d'approbation 'Emballage Primaire'.

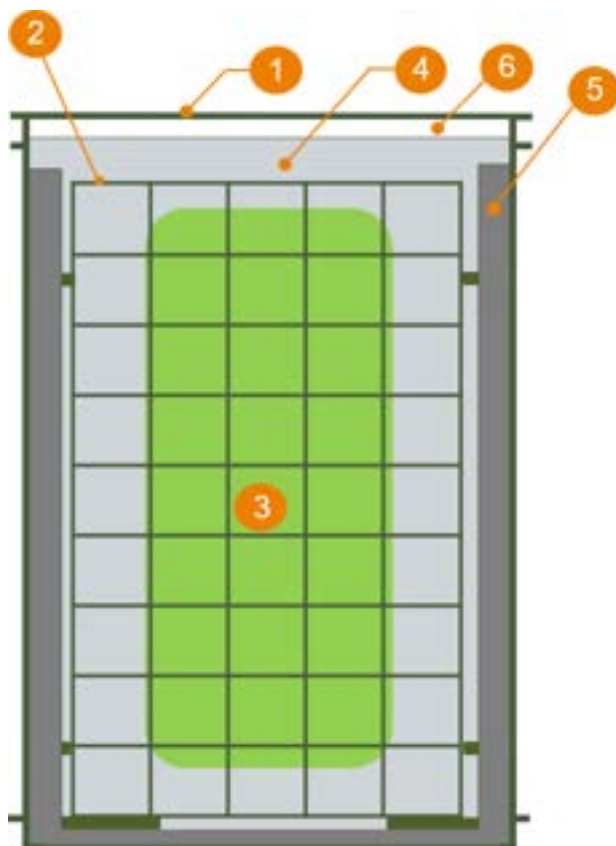
Configuration 3 : filtres cimentés, sans blindage interne



N°	Élément	Composante de base
1	Fût métallique: <ul style="list-style-type: none"> cuve (inclus éventuelle manteau de protection) couvercle 	Emballage primaire
2	Composantes internes (*): <ul style="list-style-type: none"> rack écarteurs ... 	Forme du déchet
3	Filtres (déchets bruts et/ou traités)	
4	Matrice d'immobilisation (mortier ou béton de conditionnement)	
5	Espace(s) libre(s)	(espace(s) vide(s) délibérément libéré)

(*) Les composantes internes peuvent faire partie du dossier d'approbation 'Emballage Primaire'.

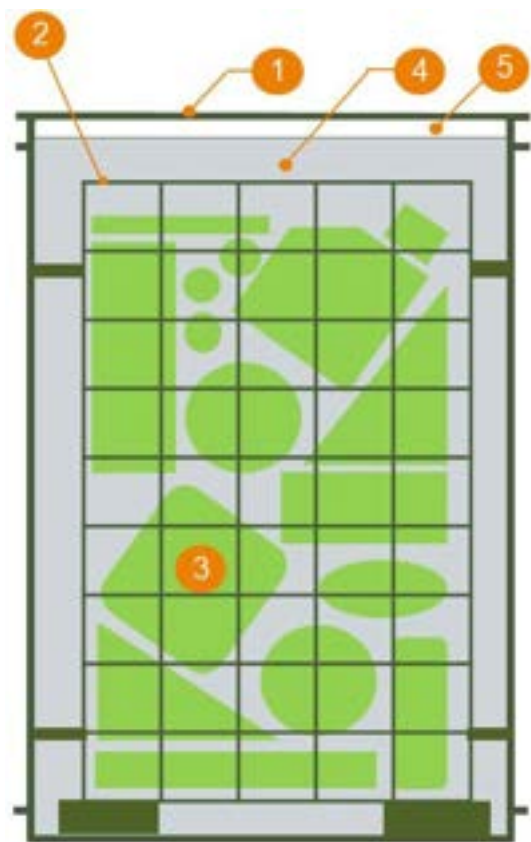
Configuration 4 : filtres cimentés, avec blindage interne



N°	Élément	Composante de base
1	Fût métallique: <ul style="list-style-type: none"> cuve (inclus éventuelle manteau de protection) couvercle 	Emballage primaire
2	Composantes internes (*): <ul style="list-style-type: none"> rack écarteurs ... 	Forme du déchet
3	Filtres (déchets bruts et/ou traités)	
4	Matrice d'immobilisation (mortier ou béton de conditionnement)	
5	Blindage interne (par exemple béton/mortier d'hématite ou baryte, pâte de ciment, acier ou plomb)	(espace(s) vide(s) délibérément libéré)
6	Espace(s) libre(s)	

(*) Les composantes internes peuvent faire partie du dossier d'approbation 'Emballage Primaire'.

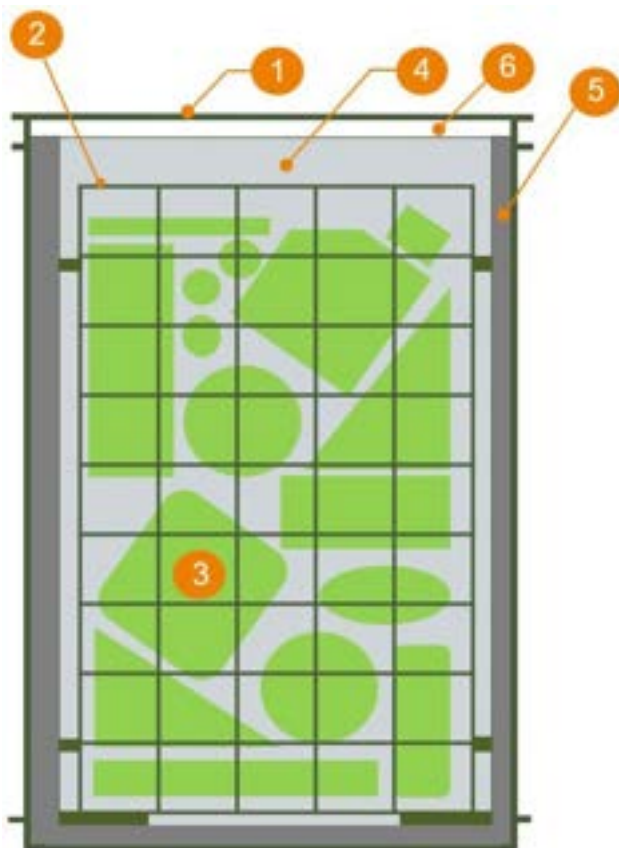
Configuration 5 : déchets en vrac cimentés, sans blindage



N°	Élément	Composante de base
1	Fût métallique: <ul style="list-style-type: none">▪ cuve (inclus éventuelle manteau de protection)▪ couvercle	Emballage primaire
2	Composantes internes (*): <ul style="list-style-type: none">▪ rack▪ écarteurs▪ ...	Forme du déchet
3	Déchets en vrac (déchets bruts et/ou traités)	
4	Matrice d'immobilisation (mortier ou béton de conditionnement)	
5	Espace(s) libre(s)	(espace(s) vide(s) délibérément libéré)

(*) Les composantes internes peuvent faire partie du dossier d'approbation 'Emballage Primaire'.

Configuration 6 : déchets en vrac cimentés, avec blindage interne



N°	Élément	Composante de base
1	Fût métallique: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuve (inclus éventuelle manteau de protection) ▪ couvercle 	Emballage primaire
2	Composantes internes (*): <ul style="list-style-type: none"> ▪ rack ▪ écarteurs ▪ ... 	Forme du déchet
3	Filtres (déchets bruts et/ou traités)	
4	Matrice d'immobilisation (Mortier ou béton de conditionnement)	
5	Blindage interne (parexemple béton/mortier d'hématite ou baryte, pâte de ciment, acier ou plomb)	
6	Espace(s) libre(s)	(espace(s) vide(s) délibérément libéré)

(*) Les composantes internes peuvent faire partie du dossier d'approbation 'Emballage Primaire'.

Annexe 4 Aperçu des phrases de risque des substances et mélanges dangereux exclus

Phrase H	Pictogramme d'accompagnement GHS	Description
substances explosives		
H200		substance explosive instable
H201		explosif ; danger d'explosion en masse
H202		explosif ; danger sérieux deprojection
H203		explosif ; danger d'incendie, d'effet de souffle ou de projection
H204		danger d'incendie ou deprojection
H205	néant	danger d'explosion en masse en casd'incendie
gaz ou aérosols inflammables		
H221	néant	gaz inflammable
H220		gaz extrêmement inflammable
H222		aérosol extrêmement inflammable
H223		aérosol inflammable
liquides ou matières solides inflammables		
H224		liquide et vapeurs extrêmement inflammables
H225		liquide et vapeurs très inflammables
H226		liquide et vapeurs inflammables
H228		matière solide inflammable
substances et mélanges autoréactifs, dont peroxydes organiques		
H240	 ou 	peut exploser en casd'échauffement
H241		peut s'enflammer ou exploser en casd'échauffement
H242		peut s'enflammer en casd'échauffement
substances pyrophoriques et substances et mélanges susceptibles de s'enflammer		
H250		s'enflamme spontanément au contact del'air
H251		matière autoéchauffante ; peuts'enflammer
H252		matière autoéchauffante en grande quantité ; peut s'enflammer
substances et mélanges qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables		
H260		dégage au contact de l'eau des gaz inflammables qui peuvent s'enflammer spontanément
H261		dégage au contact de l'eau des gazinflammables

Phrase H	Pictogramme d'accompagnement GHS	Description
matières solides et liquides comburantes et gaz		
H270		Gaz pouvant provoquer un incendie ou une explosion ; comburant puissant
H271		peut provoquer un incendie ou une explosion ; comburant puissant
H272		peut aggraver un incendie ; comburant
gaz sous pression		
H280		contient un gaz sous pression ; peut exploser sous l'effet de la chaleur
H281		contient un gaz réfrigéré; peut causer des brûlures ou blessures cryogéniques
substances et mélanges corrosifs pour les métaux		
H290		peut-être corrosif pour les métaux
Phrase EUH	Pictogramme d'accompagnement GHS	Description
propriétés physiques		
EUH001	néant	explosif à l'état sec
EUH014		réagit violemment au contact de l'eau
EUH018		lors de l'utilisation, formation possible de mélange vapeur-air inflammable/explosif
EUH019		peut former des peroxydes explosifs
EUH044		risque d'explosion si chauffé en ambiance confinée

Remarque : La phrase EUH006 « Danger d'explosion en contact ou sans contact avec l'air » a été supprimée par le règlement européen (UE) n° 487/2013.

[illegible]

7. Remarques

7.1

--

8. Validation des caractéristiques radiologiques

Le soussigné, expert reconnu et qualifié en la matière physique, déclare que les données radiologiques fournies sont correctes et sont conformes à la méthode approuvée pour la caractérisation radiologique.

8.1

Nom :

8.2

Date :

8.3

Signature :

--

Fiche d'identification du colis de DC

A1 Identification

A1.1	Numéro du colis :	A1.2	Numéro du formulaire C (idem page 1) :
A1.3	Date de production du colis :	A1.4	Référence du lot de l'emballage primaire :
A1.5	Conditionneur :	A1.6	Campagne (idem page 1) :

A2 Données physiques et chimiques

A2.1	Masse (kg) :																																																
A2.2	Description des déchets (selon NTC-3) :																																																
A2.3	Si 'DO' a été utilisé dans A2.2, indiquez pour chaque fraction de déchet le code AO correspondant et la masse (estimation):																																																
	<table><tr><th>code AO</th><th>masse (kg)</th><th>code AO</th><th>masse (kg)</th><th>code AO</th><th>masse (kg)</th><th>code AO</th><th>masse (kg)</th><th>code AO</th><th>masse (kg)</th><th>code AO</th><th>masse (kg)</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)																																				
code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)																																						
A2.4	Type d'emballage primaire (selon NTC-3) :	A2.5	Type de fermeture (selon NTC-3) :																																														
A2.6	Type de blindage interne (selon NTC-3) :	A2.7	Type de matrice d'immobilisation (selon NTC-3) :																																														
A2.8	Le colis de DC contient-il une substance ou un mélange dangereux(x)(se) ? ☐ oui ☐ non																																																
☐ A2.9	Si oui, précisez les substances dangereuses responsables et les phrases H (et/ou EUH) applicables :																																																
A2.10	Numéro de référence du dossier d'agrément « Procédé » :																																																
A2.11	Numéro de référence du dossier d'agrément « Emballage primaire » :																																																

A3 Données radiologiques

Contenu radiologique

A3.1	Spécifiez l'activité (Bq*) par radionucléide :					
	H-3 :	Se-79 :	Sn-121m :	Sm-151 :	U-233 :	Pu-244 :
	C-14 :	Kr-85 :	I-125 :	Eu-152 :	U-234 :	Am-241 :
	S-35 :	Sr-90 :	I-129 :	Eu-154 :	U-235 :	Am-242m :
	Cl-36 :	Mo-93 :	I-131 :	Eu-155 :	U-236 :	Am-243 :
	Ar-39 :	Zr-93 :	Sb-125 :	Ho-166m :	U-238 :	Cm-242 :
	Ca-41 :	Nb-94 :	Sn-126 :	Hf-178n :	Np-237 :	Cm-243 :
	Mn-54 :	Tc-99 :	Cs-134 :	Ra-226 :	Pu-238 :	Cm-244 :
	Co-58 :	Ru-106 :	Cs-135 :	Th-229 :	Pu-239 :	Cm-245 :
	Co-60 :	Pd-107 :	Cs-137 :	Th-230 :	Pu-240 :	Cm-246 :
	Ni-59 :	Ag-108m :	Ce-144 :	Th-232 :	Pu-241 :	Cm-247 :
	Ni-63 :	Ag-110m :	Pm-147 :	Pa-231 :	Pu-242 :	Cm-248 :
A3.2	Date de détermination des activités :					

Activités volumiques

A3.3	Activité α totale (Bq*) :	A3.4	Activité β/γ totale (Bq*) :
------	----------------------------------	------	--

Sûreté opérationnelle radiologique

A3.5	Débit de dose maximal au contact (mSv/h) :	A3.6	Date de mesure du débit de dose :
A3.7	Débit de dose maximal à 1 m (mSv/h) :		
A3.8	La contamination surfacique transférable avec les émetteurs β/γ est-elle ≤ 0.4 Bq/cm ² ? ☐ oui ☐ non		
A3.9	La contamination surfacique transférable avec les émetteurs α est-elle $\leq 0,04$ Bq/cm ² ? ☐ oui ☐ non		

Matières fissiles

A3.10	Masse U-235 (g) :	Masse Pu-239 (g) :	Masse Pu-241 (g) :
A3.11	Les déchets contiennent-ils de l'uranium hautement enrichi ($\geq 20\%$) ? ☐ oui ☐ non		

A3.14

A3.12

A3.13

**Caractérisation
radiologique**

Méthodologie utilisée pour la caractérisation radiologique :
Référence au dossier d'agrément « Radiologique » :
Référence au dossier d'agrément « Installation de mesure » :

* format : a.bb
E+cc

A4 Données relatives aux agents pathogènes biologiques

A4.1 Les déchets radioactifs conditionnés sont-ils contaminés ou potentiellement contaminés par des agents pathogènes biologiques ? ☐ oui ☐ non

A5 Remarques

A5.1

--

Annexe 6 Liste des métaux électropositifs

Les métaux électropositifs sont des éléments métalliques, dont le potentiel d'électrode standard (E^0) en solution aqueuse par rapport à l'électrode d'hydrogène standard est inférieur à -0.84 V, soit le E^0 du couple hydrogène/hydroxyde d'hydrogène (H_2/OH^-).

Le tableau ci-dessous fournit une liste exhaustive des métaux électropositifs avec leur potentiel d'électrode standard.

Le zinc et le titane ne sont pas inclus dans cette liste car ces métaux forment très rapidement une couche oxydée très peu soluble et qui est stable sur un large spectre de valeurs de pH.

	Élément (métal pur)	E^0 (Volt)
MÉTAUX ÉLECTROPOSITIFS	Li	-3.04
	Rb	-2.98
	K	-2.93
	Cs	-2.92
	Ba	-2.91
	Sr	-2.89
	Ca	-2.76
	Après	-2.71
	Mg	-2.38
	Be	-1.85
	Al	-1.66
	Mn	-1.19
Réf.	$2H_2O \leftrightarrow H_2 + 2OH^-$	-0.83

Source : CRC Handbook of Chemistry and Physics 64th Ed (1983)

Annexe 7 Liste des abréviations

CLI	Limite de concentration radiologique absolue par radionucléide critique.
DC	Déchets conditionnés.
DDP	Dossier documentaire de production : nécessaire pour la documentation des colis de DC.
FDE (DEF)	Formation différée d'ettringite (<i>delayed ettringite formation</i>).
HEC	Conditionnement hétérogène dans une matrice de ciment.
IPM	Installation de production de monolithes.
IPA	Interne project aanvraag (<i>abréviation néerlandaise</i>)
ISA	Acide isosaccharinique.
RAS (ASR)	Réaction alcali-silice (<i>Alkali silicareaction</i>)
RGPRI	Règlement général sur la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants, arrêté royal du 20/07/2001 et modifications.
SCP	Service de contrôle physique

Annexe 8

Exemples de principes de caractérisation de certains déchets d'Electrabel applicables industriellement en vue du transfert

1	Introduction	3
2	Exemples DE CARACTÉRISATION industrielle des déchets radioactifs en vue du transfert	4
2.1	Méthodologies de caractérisation agréées par l'ONDRAF	4
2.2	CARACTERISATION RADIOLOGIQUE - déclaration des incertitudes pour le critère CCT-202	4
2.2.1	CCT applicables.....	4
2.2.2	Exemple de déclaration des incertitudes sur les mesures radiologiques des déchets radioactifs avant la production des Nuclear Waste Packages par ou pour le compte d'Electrabel en vue du transfert	4
2.3	caracterisation physico-chimiques - déclaration du contenu et des incertitudes	6
2.3.1	CCT applicables.....	6
2.3.2	Exemple de déclaration pour les déchets A0 futurs, y compris les déchets de démantèlement.....	6
2.4	caractérisation chimique - déclaration des masses et des incertitudes	7
2.4.1	CCT applicables.....	7
2.4.2	Vannes	8
2.4.2.1	Chlore hydrosoluble.....	8
2.4.2.2	Sulfate hydrosoluble	8
2.4.2.3	Cellulose	9
2.4.2.4	Métaux électropositifs.....	9
2.4.2.5	ASR – DEF.....	10
2.4.3	Débris de béton	10
2.4.3.1	ASR/DEF.....	10
2.4.3.2	Chlore et sulfate	11
2.4.3.3	Cellulose	11
2.4.4	Les blocs de bétons issus du démantèlement du blindage biologique	12
2.5	Exemple d'application de mise en oeuvre du test de lixiviation pour le CTC– HOC – CCT437	12
2.5.1	CCT applicables.....	12
2.6	Références	13

1 INTRODUCTION

Les exemples de caractérisation des déchets repris dans cette annexe ne préjugent en aucune façon de l'approbation ultérieure de leurs dossiers d'approbation pour transfert des Nuclear Waste Packages par l'Etat belge ou leur délégué. Ce document ne constitue pas une obligation pour Electrabel d'utiliser ces principes généraux. Dans ce cas, des méthodes alternatives devront être développées et proposées par Electrabel pour approbation par l'Etat belge. Il est à noter que cette annexe n'a pas pour objectif d'être exhaustive vis-à-vis de l'ensemble des CTC ou de tous les types de déchets produits par ENGIE.

Néanmoins, l'utilisation de ces principes illustratifs pour développer de futures méthodologies industrialisables de caractérisation des déchets devrait donner aux deux parties un niveau de confiance élevé sur les chances de succès de l'approbation ultérieure des dossiers d'approbation pour transfert. L'application des méthodologies résultantes pourrait permettre de faciliter leur transfert dans les meilleurs délais possibles.

Les éléments liés aux étapes ultérieures telles que l'établissement d'un dossier d'approbation pour transfert par Electrabel, les contrôles indépendants, le transfert des déchets, et les modalités associées ... ne sont pas couverts par cette annexe.

2 EXEMPLES DE CARACTÉRISATION INDUSTRIELLE DES DÉCHETS RADIOACTIFS EN VUE DU TRANSFERT

2.1 METHODOLOGIES DE CARACTERISATION AGREES PAR L'ONDRAF

Les méthodologies de caractérisation agréées par l'ONDRAF dans le cadre de la mise en œuvre de son système d'acceptation des déchets et de la vérification des critères d'acceptation associés restent applicables. Ces méthodologies peuvent donc être appliquées pour la caractérisation industrielle des déchets radioactifs avant transfert.

2.2 CARACTERISATION RADIOLOGIQUE - DECLARATION DES INCERTITUDES POUR LE CRITERE CCT-202

2.2.1 CCT applicables

Les CCT traitant des incertitudes radiologiques sont les CCT suivants : HEC-CCT-202¹ ; HEC-B-CCT-202 ; HOC-CCT-202 ; HOC-B-CCT-202 et CT3-CCT-202.

2.2.2 Exemple de déclaration des incertitudes sur les mesures radiologiques des déchets radioactifs avant la production des Nuclear Waste Packages par ou pour le compte d'Electrabel en vue du transfert

Electrabel peut choisir l'exploitant assurant le traitement et le conditionnement de ses déchets ainsi que la forme et le contenu de sa déclaration.

Toutefois, l'exploitant de ce service base sa déclaration d'incertitudes de l'inventaire radiologique, a minima, sur les exigences reprises dans la note ONDRAF NTC-6/A [1] pour les déchets conditionnés et la note ONDRAF TNT6.1/A [14] pour les déchets non-conditionnés.

Par exemple, la détermination des incertitudes des géométries AMANDE pour les déchets qui sont conditionnés par Electrabel [2], énumérées dans la note Electrabel 10000735463 [3] relative aux incertitudes, sont déjà basées sur la note ONDRAF NTC-6/A.

Cette déclaration d'incertitude se limite aux Radionucléides considérés comme critiques pour le dépôt de catégorie A repris dans le tableau ci-dessous.

¹ La codification suivante est utilisée pour identifier un CCT : XXX-CCT-NNN avec XXX, le type de déchets et NNN le numéro du critère de transfert contractuel.

Ag-108m	Cs-137	Pu-239	U-235
Am-241	I-129	Pu-240	U-236
Am-243	Mo-93	Pu-241	U-238
C-14	Nb-94	Se-79	Zr-93
Ca-41	Ni-59	Sn-126	
Cl-36	Ni-63	Sr-90	
Cm-244	Np-237	Tc-99	
Cs-135	Pu-238	U-234	

Electrabel confirmera dans son dossier d'approbation de transfert que les déchets radioactifs issus des centrales ne sont pas des déchets radifères ou thorifères ($Ra-226 + Th-232 < 1Bq/g$). Les incertitudes concernant la déclaration de ces nuclides ne doivent donc pas être déclarées.

Les incertitudes suivantes sont à prendre en considération :

- l'incertitude statistique de comptage,
- l'incertitude relative à l'efficacité,
- l'incertitude associée à la probabilité de pic d'émission gamma,
- l'incertitude liée à l'activité des sources standards utilisées pour déterminer l'efficacité du comptage,
- l'incertitude liée à la géométrie de mesure et à la répartition spatiale de l'activité dans le colis
- l'incertitude due à la matrice des déchets liée d'une part à la différence entre la masse volumique des déchets des colis mesurés et celle des colis de référence (ou des hypothèses de calcul) et d'autre part à l'hétérogénéité de la masse volumique dans la matrice des déchets.

Par ailleurs, l'incertitude liée à la composition isotopique des déchets radioactifs et l'incertitude afférente au rapport entre l'activité des isotopes clés et l'activité totale doivent être évaluées sur base empirique ou, à défaut, sur base d'une étude documentaire.

Ces incertitudes ne s'ajoutent pas aux valeurs déclarées d'activité des 28 radionucléides considérés comme critiques dans l'appréciation des valeurs de mesures par rapport aux valeurs limites des critères de transfert contractuels. A noter que ces incertitudes servent uniquement au suivi de l'agrément de l'installation de mesure et/ou de la méthode.

Pour la déclaration de ces incertitudes liée à la composition isotopique :

1. Les incertitudes sur les facteurs de corrélation empiriques tiennent compte, a minima, des incertitudes suivantes :
 - Les incertitudes sur les valeurs radiologiques mesurées obtenues lors de l'analyse radiologique d'échantillons dans le cadre des exercices de validation des modèles numériques, comme par exemple LLWAA.
 - Les incertitudes résultant d'une analyse statistique effectuée sur les valeurs mesurées utilisées pour fixer les facteurs de corrélation empirique.
2. Les incertitudes sur les facteurs de corrélation des isotopes non mesurables seront quant à elles déterminées sur base de la littérature internationale, comme par exemple, des informations disponibles dans le document IAEA-TECDOC-1672 [4].

2.3 CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUES - DECLARATION DU CONTENU ET DES INCERTITUDES

2.3.1 CCT applicables

Les CCT applicables pour les méthodologies décrites ci-dessous sont les CCT suivants :

- HEC-CCT-201 (déclaration d'incertitudes) ; HEC-CCT-302 (description des déchets) ; HEC-CCT-307 (données physiques et chimiques) ;
- HOC-CCT-201 ; HOC-CCT-302 ; HOC-CCT-307 ;
- HEC-B-CCT-201 ; HEC-B-CCT-302 ; HEC-B-CCT-307 ;
- HOC-B-CCT-201 ; HOC-B-CCT-302 ; HOC-B-CCT-307 ;
- CT3-CCT-201 ; CT3-CCT-304.

2.3.2 Exemple de déclaration pour les déchets A0 futurs, y compris les déchets de démantèlement

Pour la caractérisation de ce type de déchets, Electrabel doit effectuer des analyses chimiques pour déterminer le contenu en chlore, sulfate et cellulose.

Electrabel est responsable des opérations d'échantillonnage et du prélèvement des échantillons

Pour les méthodes d'échantillonnage, Electrabel appliquera de préférence des méthodes reconnues ou normalisées existantes. Electrabel peut toutefois développer ses propres méthodes d'échantillonnage et les soumettre à l'Etat ou à son délégué pour approbation avant leur utilisation industrielle.

La procédure d'échantillonnage, effectuée de manière aléatoire (ce qui permet de ne pas introduire de biais statistique) utilisée doit garantir que l'échantillon de déchets prélevé pour analyse est représentatif de l'entière du lot de déchets. La justification de la représentativité sera basée sur la description des productions des déchets et sur l'analyse de la similarité de ces productions de déchets. Un nombre limité d'échantillons à convenir, peut être utilisé pour confirmer cette similitude. Toute information relative aux échantillonnages utilisés sera conservée et rendue disponible à l'Etat ou à son délégué pour assurer la traçabilité et le contrôle qualité des procédures mises en oeuvre.

A titre d'exemple, la méthodologie de caractérisation des déchets A0 avant leur conditionnement peut impliquer l'utilisation d'un broyeur de laboratoire où des échantillons représentatifs

seront prélevés à partir d'un lot de colis. Ces échantillons seront homogénéisés et préparés sous une forme permettant à Electrabel d'effectuer des analyses physico-chimiques du contenu en chlore, sulfate et cellulose dont les résultats serviront à effectuer la déclaration et à fournir l'estimation des incertitudes liées à cette déclaration. Les valeurs déclarées reposeront sur les moyennes des différents échantillons du lot. Les écarts-types calculés sur la population considérée d'échantillons (d'un lot ou d'un cumul) seront utilisés pour déclarer les incertitudes.

Pour le cas particulier des déchets A0 dont les débits de dose au contact dépassent 2 mSv/h (qui seront traités et conditionnés par les processus de conditionnement hétérogène, actuellement WB03 - TC/01), ceux-ci peuvent être exemptés d'échantillonnage à condition qu'Electrabel apporte la preuve que ces déchets > à 2 mSv/h sont similaires et comparables aux déchets < à 2 mSv/h. Cette similarité peut être justifiée sur base d'autres échantillons prélevés sur les déchets non conditionnés qui sont produits dans des conditions identiques.

Pour le critère ASR/DEF, le HEC-CCT-408C pourra être employé.

Après avoir tout mis en œuvre pour trier les déchets radioactifs, il peut rester une fraction résiduelle après les opérations de tri de ces déchets radioactifs ayant un contenu très hétérogène (fraction A0). Ils contiennent principalement de très petits composants, des poussières et des substances pour lesquelles le tri à l'échelle industrielle n'est pas ou n'est plus possible.

Minimisation de la fraction A0 - à partir de HEC-CCT-302 (ces principes généraux sont également applicables à CT3) : « *Le code A0 peut être utilisé pour une fraction de déchets (la 'fraction résiduelle'), à condition que la masse de cette fraction résiduelle ait été prise en compte dans le 'dossier d'approbation de transfert' du procédé (mentionné au critère 201)* »

Dans les Nuclear Waste Packages, la présence d'une fraction résiduelle de déchets A0 peut être autorisée à condition qu'Electrabel démontre que des efforts industriels raisonnables ont été fournis pour isoler et minimiser la fraction A0 d'autres flux de déchets bien définis (par exemple, les déchets purement métalliques) par l'application et/ou la mise en place de procédures qualité, dont entre autres, des procédures de tri, des programmes de formation des opérateurs, ... Electrabel documentera ces aspects dans le dossier d'approbation pour transfert.

2.4 CARACTERISATION CHIMIQUE - DECLARATION DES MASSES ET DES INCERTITUDES

2.4.1 CCT applicables

Les CCT applicables pour les méthodologies décrites ci-dessous sont les CCT suivants :

- HEC-CCT-201 ; HEC-CCT-302 ; HEC-CCT-307 ; HEC-CCT-404 A/B/C/D ; HEC-CCT-409 A/B/C ; HEC-CCT-406 A/B/C ; HEC-CCT-408 A/B/C ;
- HOC-CCT-201 ; HOC-CCT-302 ; HOC-CCT-307 ; HOC-CCT-404 A/B/C ; HOC-CCT-409 ; HOC-CCT-406 ; HOC-CCT-408 ;
- HEC-B-CCT-201 ; HEC-B-CCT-302 ; HEC-B-CCT-307 ; HEC-B-CCT-404 ; HEC-B-CCT-409 ; HEC-B-CCT-406 ; HEC-B-CCT-408 ;
- HOC-B-CCT-201 ; HOC-B-CCT-302 ; HOC-B-CCT-307 ; HOC-B-CCT-404 ; HOC-B-CCT-409 ; HOC-B-CCT-406 ; HOC-B-CCT-408 ;

- CT3-CCT-201 ; CT3-CCT-304 ; CT3-CCT-404 A/B ; CT3-CCT-405 A/B ; CT3-CCT-407 ; CTE-CCT A/B/C ; CT3-CCT-408 ; CT3-CCT-409.

2.4.2 Vannes

Les vannes représentent des matériaux hautement hétérogènes qui ne peuvent pas faire l'objet d'une caractérisation individuelle à l'échelle industrielle. Il convient de définir et d'adopter une approche pragmatique mais conservatrice qui permettra d'assurer une caractérisation efficace.

Ce type de déchets métalliques peut être déclaré avec le code AO C7 (« structure en métal non spécifié ») ou M0 (« métal non spécifié »). La déclaration et la justification seront de nature descriptive et documentaire (i.e. fiche technique).

2.4.2.1 Chlore hydrosoluble

a) Déclaration de masses

Les vannes du circuit primaire ne contiennent pas de chlore car ce produit est strictement limité via les spécifications techniques du système primaire (voir procédure opérationnelle CHEM/02). Néanmoins, des traces de chlore peuvent être présentes, mais celles-ci sont supposées être inférieures aux incertitudes (voir ci-dessus). Par conséquent, des masses de 0 gramme seront déclarées.

b) Déclaration des incertitudes

Des traces de chlore pourraient être présentes, provenant principalement des résidus chimiques séchés des systèmes primaires (voir également procédure opérationnelle CHEM/02 [13]). Sur cette base, Electrabel calculera le résidu maximal de manière conservatrice en tenant compte de la concentration maximale admissible dans le système primaire. Cette valeur sera utilisée pour déclarer l'incertitude.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et des incertitudes seront considérés comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si 1) zéro gramme est la valeur déclarée 2) une déclaration d'incertitude est fournie ; 3) l'utilisation des codes AO, M0 ou C7 dans la déclaration est justifiée valablement.

2.4.2.2 Sulfate hydrosoluble

a) Déclaration de masses

Les vannes ne contiennent pas de sulfate hydrosoluble. La valeur générique à déclarer est de 0 gramme. Cependant, dans certains cas exceptionnels, les composants des vannes pourraient contenir des traces de sulfate. Celles-ci sont supposées être inférieures aux incertitudes (voir ci-dessus). Par conséquent, des masses de 0 gramme seront déclarées.

b) Déclaration des incertitudes

La quantité maximale de sulfate sera évaluée et documentée par Electrabel (par exemple, au moyen d'une argumentation fondée sur les spécifications techniques de vannes représentatives). Cette valeur sera utilisée pour déclarer l'incertitude.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et les incertitudes seront considérés comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si 1) zéro gramme est la valeur déclarée 2) une déclaration d'incertitude est fournie ; 3) l'utilisation des codes AO, M0 ou C7 dans la déclaration est justifiée valablement.

2.4.2.3 Cellulose

a) Déclaration de masses

Les vannes ne contiennent pas de cellulose. La déclaration sera 0 gramme. Toutefois, une présence limitée localisée peut être observée. Ce point est couvert par les incertitudes.

b) Déclaration des incertitudes

Dans des situations exceptionnelles, les vannes peuvent présenter des autocollants ou joints contenant de la cellulose (à confirmer, par exemple, sur la base des spécifications techniques de vannes représentatives). La quantité maximale de cellulose sera évaluée et documentée par Electrabel (par exemple, au moyen d'une argumentation fondée sur les spécifications techniques de vannes représentatives). Cette valeur sera utilisée pour déclarer l'incertitude.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et les incertitudes seront considérés comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si 1) zéro gramme est la valeur déclarée 2) une déclaration d'incertitude est fournie ; 3) l'utilisation des codes AO, M0 ou C7 dans la déclaration est justifiée valablement.

2.4.2.4 Métaux électropositifs

a) Déclaration de masses

Certaines vannes peuvent contenir un nombre limité de pièces en aluminium (comme des joints). La masse correspondante à ces parties sera déclarée de manière conservatrice. Une argumentation documentée justifiera ce point.

b) Déclaration des incertitudes

La quantité maximale d'aluminium sera évaluée et documentée par Electrabel (par exemple, au moyen d'une argumentation fondée sur les spécifications techniques de valves représentatives). Cette valeur sera utilisée pour déclarer l'incertitude.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et les incertitudes seront considérés comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si cette information est transmise au moyen d'une argumentation fondée sur les spécifications techniques des vannes.

2.4.2.5 ASR – DEF

NA pour les vannes.

2.4.3 Débris de béton

Les débris de béton ont des origines diverses :

- Béton produit lors de l'enlèvement des grands composants ;
- Béton produit lors du démantèlement des locaux de la zone contrôlée ;
- Déchets de béton produits lors de la décontamination des bâtiments.

Les règles de caractérisation qui peuvent s'appliquer sont reprises dans la note ONDRAF 2023-0904. Celles-ci doivent être appliquées pour tous les déchets béton pour les critères ASR/DEF. Dans certaines situations exceptionnelles, comme par exemple pour une partie des débris de béton pour lesquelles l'information disponible est insuffisante, une traçabilité et une caractérisation pour chaque partie individuelle n'est pas réalisable à l'échelle industrielle, ce qui rend l'application de la note ONDRAF 2023-0904 potentiellement impossible.

Dans ces situations exceptionnelles, Electrabel peut proposer une approche statistique sur base d'échantillons représentatifs pour ces débris de béton. Cette approche veillera à choisir des échantillons de manière aléatoire (afin d'éviter les biais statistique – un biais statistique peut par exemple être introduit en excluant certaines zones moins facilement accessibles du bâtiment ou en excluant des bétons radioactifs des analyses).

Electrabel peut établir une cartographie ASR/DEF, chlore et sulfates pour chaque centrale en s'appuyant sur quelques dizaines d'échantillons dont le nombre final est à convenir afin d'obtenir une vue réaliste des risques ASR/DEF, chlore et sulfates pour l'ensemble des déchets béton de la centrale. Cette cartographie fera partie du dossier d'approbation pour transfert.

2.4.3.1 ASR/DEF

Trois cas de figure peuvent être envisagés :

- Aucun échantillon n'est sensible à l'ASR/DEF → les déchets béton sont considérés à priori comme non sensibles à l'ASR/DEF et sont déclarés conformément aux critères CT3-CCT-407A ou HEC-CCT-408A (ASR non avérée).

- Un découpage justifié par Electrabel entre les zones sensibles et non sensibles à l'ASR peut être proposé → Les déchets peuvent être triés par Electrabel et déclarés en partie sous les critères CT3-CCT-407A ou HEC-CCT-408A (ASR non avérée) et CT3-CCT-407B ou HEC-CCT-408B (ASR avérée).
- Aucune conclusion statistique ne peut être tirée → les débris seront déclarés dans le cadre du critère CT3-CCT-407C ou HEC-CCT-408C (risque d'ASR).

2.4.3.2 Chlore et sulfate

a) Déclaration de masses

Les masses en chlore et en sulfate dans un nombre d'échantillons statistiquement représentatif sont déclarées sur base des mesures obtenues en utilisant la norme belge NBN-B15-250 :1991 [9]. Les valeurs déclarées reposeront sur les moyennes de différents échantillons en application de cette norme.

b) Déclaration des incertitudes

La déclaration des incertitudes pour les débris de béton se fera sur base du calcul de l'écart-type des mesures de masses individuelles en chlore et en sulfate de chaque échantillon tiré de la cartographie.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et les incertitudes seront considérés comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si cette information est transmise au moyen d'une argumentation fondée sur base des résultats de ces mesures.

2.4.3.3 Cellulose

a) Déclaration de masses

Lors de la construction des centrales, aucune cellulose n'a été volontairement rajoutée au béton. Dès lors, la déclaration affichera zéro gramme. Toutefois, une présence limitée et localisée pourrait être observée (e.g. étiquettes, pollution organique). Celles-ci sont supposées par Electrabel être inférieures aux incertitudes (voir ci-dessous).

Compte tenu de la taille des gravats de béton tel que produit par des moyens industriels classique (marteau pique, scarification...), la présence de cellulose peut également être exclue visuellement.

b) Déclaration des incertitudes

La présence éventuelle de cellulose sera évaluée et documentée par Electrabel qui en calculera une quantité maximale. Cette quantité maximale sera considérée comme une incertitude.

c) Condition de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et des incertitudes est considérée comme étant valable en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si 1) zéro gramme est la valeur déclarée 2) certains résidus potentiels sont pris en compte dans les incertitudes ; 3) les contrôles visuels effectués par Electrabel excluront la présence de cellulose ; 4) la déclaration est justifiée valablement telle que définie au paragraphe a) et b)

2.4.4 Les blocs de bétons issus du démantèlement du blindage biologique

Les règles de caractérisations qui s'appliquent sont reprises dans la note ONDRAF 2023-0904. Celles-ci doivent être appliquées pour tous les déchets béton pour les critères ASR/DEF pour autant qu'elles soient applicables d'un point de vue industriel (disponibilité des informations spécifiques et traçabilité).

Exceptionnellement, dans le cas où la décomposition en « éléments structurels » comme le prévoit la note ONDRAF 2023-0904 ne peut être justifiée (notamment par manque d'informations), Electrabel peut utiliser une approche statistique comme décrite à la section 2.4.3. Dans ce cas, Electrabel peut proposer à l'ONDRAF une cartographie reprenant l'emplacement des échantillons prélevés aléatoirement ayant pour objectif la représentativité et une justification de l'approche proposée.

2.5 EXEMPLE D'APPLICATION DE MISE EN OEUVRE DU TEST DE LIXIVIATION POUR LE CTC– HOC – CCT437

2.5.1 CCT applicables

Le HOC-CCT-307 décrit le contenu du Dossier Documentaire de Production. Il fait référence notamment à la méthode à suivre pour effectuer le test de lixiviation. Ce dernier est décrit dans le HOC-CCT-437.

- 437 (L)** Le producteur doit effectuer un **test de lixiviation** tel que décrit dans les fiches techniques ONDRAF TFT-3 [37] et TFT-4 [38], afin de fournir une indication de la capacité de confinement du produit d'immobilisation. Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies:
- Dans le dossier d'approbation doit être justifié pourquoi une dérogation à la méthode de test décrite ci-dessus est souhaitée.
 - Dans le dossier d'approbation doit être démontré que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.

Electrabel peut proposer une méthode alternative des tests de lixiviation à celles qui sont reprises dans le CTC– HOC – CCT437.

Par exemple, une méthodologie alternative des tests de lixiviation pour les déchets homogènes peut s'appuyer sur l'utilisation de la norme ANSI/ANS-16.1-2003 (R2017) [12].

2.6 REFERENCES

- [1] Note ONDRAF 97-3497, Note technique NTC-6 : Méthodes et installations de mesure pour la détermination de l'activité des déchets conditionnés
- [2] 10000303141/000/00, Note de methodologie CNT - sit. act.
- [3] 10000735463/000/00 Afvalkarakterisatie - Amande-meetsysteem
- [4] IAEA-TECDOC-1672, Modelling of Transport of Radioactive Substances in the Primary Circuit of Water Cooled Reactors
- [5] Note ONDRAF 2020-0827, note technique : « TNT-2 : Codification des DNC »
- [6] Référence nonutilisée
- [7] Note ONDRAF 2023-0839, Productie van bergingsconform niet-geconditioneerd afval op basis van de afvalomschrijvingen (AO-codes)
- [8] Note ONDRAF 2023-0904, Guidance concernant l'insensibilité à la dégradation due à la réaction ASR et à la réaction DEF
- [9] NBN-B15-250 :1991, Analyse chimique des mortiers et bétons durcis
- [10] Note ONDRAF 1988-1185 : « TFT-3 : Résistance à la lixiviation »
- [11] Note ONDRAF 1998-1196 : « TFT-4 : Expression et présentation des résultats des essais de lixiviation »
- [12] ANSI/ANS-16.1-2003 (R2017)
- [13] CHEM/02 « Chemische specificaties en analysefrequentie der primaire kringen en hulpkringen Doel 4 » (= exemple ZST.10000734283.000.00 pour Doel4)
- [14] Note ONDRAF 2023-1185 : Note technique TNT6.1A : Contenu type d'un dossier d'agrément pour les méthodes et installations basées sur l'analyse par spectrométrie gamma des déchets radioactifs non conditionnés.

Contractual Transfert Criteria – HOC-B

Date : 20 Juin 2023

Résumé

Cette note comporte les *Contractual Transfert Criteria* (appelés critères de transfert contractuels dans ce document) pour les déchets homogènes conditionnés en matrice de ciment.

Cette note est d'application pour les déchets de type OF (déchets futurs) et P (déchets MAD) qui ne respecteraient pas les critères radiologiques du contrat de transfert HOC.

Ces critères sont principalement basés sur les documents Contrat de transfert HOC et transfercriteria voor het afval van de familie MAD-KCD-CSD en MAD-CNT-CSD.

L'annexe 8 donne des exemples de principes de caractérisation de certains déchets d'Electrabel applicables industriellement en vue du transfert.

1	DISPOSITIONS DE BASE.....	4
1.1	DESCRIPTION DES DECHETS RADIOACTIFS	4
1.1.1	Description générale.....	4
1.1.2	Configurations applicables du colis de DC	4
1.2	INSTRUCTIONS POUR L'UTILISATEUR DE CE DOCUMENT.....	4
1.2.1	Codification des critères de transfert contractuels.....	4
1.2.2	Justification des critères de transfert contractuels.....	5
1.2.3	Documents de référence	5
1.2.4	Terminologie	5
2	APPROBATION POUR TRANSFERT	6
3	DOCUMENTATION RELATIVE AUX DÉCHETS RADIOACTIFS.....	6
3.1	FORMULAIRE C	6
3.2	LE DOSSIER DOCUMENTAIRE DE PRODUCTION (DDP)	9
4	CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES DÉCHETS	12
4.1	LA FORME DU DECHET	12
4.1.1	Aspect physique.....	12
4.1.2	Stabilité physique et chimique.....	12
4.1.3	Chlorures.....	12
4.1.4	Substances biodégradables	12
4.1.5	Substances dangereuses	12
4.2	LES DECHETS BRUTS ET/OU TRAITES.....	13
4.2.1	Processus pouvant mener à l'expansion des déchets conditionnés.....	13
4.2.2	Sulfates	13
4.2.3	Métaux électropositifs.....	13
4.2.4	Composition chimique et propriétés.....	13
4.3	LA MATRICE D'IMMOBILISATION.....	13
4.3.1	Matières premières de la matrice d'immobilisation	13
4.4	LE PRODUIT D'IMMOBILISATION.....	15
4.4.1	Possibilité de transfert et de mise à l'échelle.....	15
4.3.2	Le produit d'immobilisation fraîche	15
4.3.3	Le produit d'immobilisation durcie.....	16
4.5	ÉLÉMENTS AJOUTÉS.....	20
4.5.1	Blindage radiologique	20
4.5.2	Bouchon en béton	21
5	CARACTÉRISTIQUES RADIOLOGIQUES DES DÉCHETS	23
5.1	ACTIVITES VOLUMIQUES MAXIMALES	23
5.2	CRITICITE	23
6	EMBALLAGE ET COLIS PRIMAIRE.....	24
6.1	L'EMBALLAGE PRIMAIRE	24
6.2	LE COLIS PRIMAIRE	25
6.2.1	Critères physiques et chimiques pour le colis primaire.....	25
6.2.2	Sûreté radiologique opérationnelle	26
6.2.3	Inscriptions et pictogrammes.....	26
7	AGENTS PATHOGÈNES BIOLOGIQUES	27
8	DISPOSITIONS ADMINISTRATIVES	28
8.1	NON-CONFORMITES.....	28
8.2	DEROGATIONS.....	28
9	RÉFÉRENCES.....	28
ANNEXE 1	JUSTIFICATION DES CRITERES DE TRANSFERT	32
ANNEXE 2	SCENARIO DE GESTION DE REFERENCE	46

ANNEXE 3	CONFIGURATIONS APPLICABLES DU COLIS DE DC	47
ANNEXE 4	APERÇU DES PHRASES DE RISQUE DES SUBSTANCES ET MELANGES DANGEREUX EXCLUS.....	50
ANNEXE 5	LE FORMULAIRE C : LA PAGE DE GARDE ET L' ANNEXE.....	52
ANNEXE 6	LISTE DES METAUX ELECTROPOSITIFS.....	56
ANNEXE 7	LISTE DES ABREVIATIONS.....	57
ANNEXE 8	<u>EXEMPLES DE PRINCIPES DE CARACTÉRISATION DE CERTAINS DÉCHETS D'ELECTRABEL</u>	<u>58</u>
	<u>APPLICABLES INDUSTRIELLEMENT EN VUE DU TRANSFERT</u>	

1 DISPOSITIONS DE BASE

1.1 Description des déchets radioactifs

1.1.1 Description générale

Ce critère de transfert contractuel concerne les déchets homogènes, conditionnés dans une matrice de ciment (HOC). Il s'agit des productions OF, P.

Le scénario de gestion de référence des déchets radioactifs couverts par ce document est défini à l'Annexe 2.

En outre, le champ d'application de ce document se limite aux déchets conditionnés (DC) avec les configurations décrites ci-dessous (voir § 1.1.2).

1.1.2 Configurations applicables du colis de DC

Les types de configurations auxquelles ce document s'appliquent, ont été déterminées sur la base des illustrations figurant dans l'Annexe 3.

Ce document s'applique aux configurations suivantes du colis de DC :

1. déchets en vrac très fins cimentés tels que : cendres, poussière de rabotage¹, concentrats, résines ou boues ;
2. déchets en vrac très fins cimentés tels que : cendres, poussière de rabotage, concentrats, résines ou boues avec blindage interne ;
3. déchets en vrac très fins cimentés tels que : cendres, poussière de rabotage, concentrats, résines ou boues avec bouchon en béton.

1.2 Instructions pour l'utilisateur de ce document

1.2.1 Codification des critères de transfert contractuels

Les critères de transfert contractuels figurent dans les Chapitres 2 à 7 inclus.

Un **critère de transfert contractuel** est reconnaissable grâce à un code alphabétique placé entre parenthèses dans la marge gauche de la page. Ce code est précédé d'un numéro qui permet d'identifier le critère de transfert contractuel concerné.

Les **codes alphabétiques** ont la signification suivante :

- la lettre O indique un critère opérationnel. Un tel critère concerne la sûreté de la gestion des déchets radioactifs durant l'exploitation d'une installation dans le scénario de traitement de référence. Dans ce document, il s'agit initialement du bâtiment d'entrepôt 151 ou 127 ;
- la lettre L indique un critère à long terme. Un tel critère concerne la sûreté passive après la fermeture de la destination finale de référence des déchets radioactifs.
 - Le code Lc indique un critère critique. Il s'agit d'un critère à long terme, dont l'ONDRAF suppose qu'il évoluera.

Le **symbole**  dans la marge gauche de la page clarifie le contexte de certains critères de transfert contractuels. Ces informations ont été ajoutées afin de promouvoir l'interprétation correcte des critères de transfert contractuels, mais ne constituent pas en soi un critère de transfert contractuel.

¹ Cela veut dire : poussières de béton issues d'activités de démantèlement.

1.2.2 Justification des critères de transfert contractuels

Les justifications des critères de transfert contractuels sont rassemblées dans l'Annexe 1 de ce document. Les numéros des justifications sont identiques à ceux identifiant les critères de transfert contractuels.

Une justification explique la raison d'être du critère de transfert contractuel et indique la manière dont les valeurs limites éventuelles ont été déduites. Une justification peut également donner des informations et des clarifications supplémentaires. L'objectif ultime des justifications est de promouvoir l'interprétation correcte des critères de transfert contractuels. Une justification est de nature informative et ne fait pas partie du critère.

1.2.3 Documents de référence

La liste des documents de référence figure au Chapitre 9 de ce contrat de transfert. Cette liste identifie les notes techniques en tant que telles. Elle identifie également des arrêtés royaux et des lois (législation fédérale belge) ainsi que des règlements (législation européenne) en tant que tels.

De tous les documents de référence mentionnés au chapitre 9, la version en vigueur, ou autorisée, à la date de signature des documents de transaction doit être utilisée. Ceci s'applique également à la législation mentionnée dans cette liste.

Pour toutes les notes techniques, la version en vigueur est indiquée dans la liste récapitulative des documents approuvés (LDA). Pour toutes les normes énumérées, la dernière version est limitée à la date de signature des documents de transaction.

1.2.4 Terminologie

La terminologie utilisée dans les documents relatifs aux critères de transfert contractuels est expliquée dans la note technique « GLOSS » [6].

Dans ce document en particulier :

- l'expression « déchets radioactifs » désigne le lot de déchets radioactifs qui est contrôlé au regard des critères de transfert contractuels ci-dessous.
- les termes « colis primaire » et « colis DC » signifient la même chose, à savoir le produit final obtenu après l'immobilisation et le conditionnement des déchets radioactifs.
- dans le chapitre 4, le terme « pâte de ciment » signifie un mélange de ciment et d'eau de gâchée, sans ajout de granulats.
- On entend au chapitre 4 par « produit d'immobilisation » la combinaison des déchets bruts et/ou traités et de la matrice d'immobilisation. L'éventuel blindage radiologique ou le bouchon en béton et les espaces vides n'en font donc pas partie.
- On entend par « forme du déchet » le colis primaire sans son emballage primaire.

La liste des abréviations utilisées dans le présent document est donnée à l'Annexe 7.

2 APPROBATION POUR TRANSFERT

- 201 (L,O) Le **traitement et le conditionnement** de chaque colis primaire doivent constituer le produit final d'un **procédé** dans une **installation** associée qui est agréé par l'ONDRAF. À cette fin, le producteur doit établir un dossier d'approbation pour transfert conformément aux prescriptions de la note technique NTC-4 [7]. Il convient de documenter la manière dont les incertitudes sont prises en compte dans l'appréciation des valeurs de mesure par rapport aux valeurs limites des critères de transfert contractuels. Les valeurs limites numériques dans les critères de transfert contractuels sont exprimées avec le nombre de chiffres significatifs correspondant à la précision requise de la grandeur à mesurer.
- 202 (L,O) La **caractérisation radiologique** de chaque colis primaire doit être basée sur une installation de mesure et/ou une méthode agréée par l'ONDRAF. À cette fin, le producteur doit établir un dossier d'approbation pour transfert conformément aux prescriptions de la note technique NTC-6 [8]. Il convient de documenter la manière dont les incertitudes sont prises en compte dans l'appréciation des valeurs de mesure par rapport aux valeurs limites des critères de transfert contractuels. Les valeurs limites numériques dans les critères de transfert contractuels sont exprimées avec le nombre de chiffres significatifs correspondant à la précision requise de la grandeur à mesurer.
- 203 (L,O) Les **données radiologiques quantitatives** doivent avoir été mesurées selon une méthode agréée par l'ONDRAF. À cette fin, le producteur doit établir un dossier d'approbation pour transfert conformément aux prescriptions de la note technique NTC- 6/A [9], NTC-6/B [10] ou NTC-6/C [11]. Le dossier d'approbation pour transfert doit mentionner les normes appliquées.
- 204 (L,O) L'**emballage primaire**, utilisé par le producteur pour conditionner les déchets bruts et/ou traités, doit être agréé par l'ONDRAF. À cette fin, le producteur doit établir un dossier d'approbation pour transfert conformément aux prescriptions de la note technique NTC-9 [12].

3 DOCUMENTATION RELATIVE AUX DÉCHETS RADIOACTIFS

-  Ce chapitre énumère les informations sur les colis primaires et son contenu. Elles doivent être documentées pour pouvoir transférer les déchets radioactifs. Toutes ces données sont supposées figurer dans le dossier documentaire de production (DDP) et dans le formulaire C (page de garde et annexe(s) associée(s), voir Annexe 5).

3.1 Formulaire C

- 301 (L,O) Les **données générales** suivantes sur le lot doivent être indiquées sur la page de garde du formulaire C :
- numéro du formulaire C
 - date à laquelle le formulaire a été établi
 - nombre d'annexes au formulaire C
 - coordonnées du producteur
 - lieu d'enlèvement
 - variante de conditionnement (selon la NTC-3[13])
 - référence de la campagne correspondante
 - liste des colis primaires à enlever
 - remarques

- signature et nom d'un expert agréé du service de contrôle physique du producteur garantissant les caractéristiques radiologiques des colis primaires

302 (L,O) Les **données physiques et chimiques** suivantes de chaque colis de DC doivent être disponibles dans l'annexe du formulaire C (fiche d'identification) :

- numéro du colis
- numéro du formulaire C correspondant et de la campagne
- date de production du colis (c'est-à-dire la date de l'immobilisation du colis de DC)
- référence du lot de l'emballage primaire
- conditionneur
- masse du colis de DC
- description des déchets (selon la NTC-3[13]).
- type d'emballage primaire utilisé, fermeture utilisée, blindage interne utilisé et matrice d'immobilisation utilisée (selon la NTC-3 [13])
- si les colis de DC contiennent des substances ou des mélanges dangereux (c'est-à-dire qu'une phrase H ou EUH y est applicable, sur la base de la masse de la forme du déchet² et compte tenu des critères et valeurs limites pour les substances dangereuses dans le règlement CLP [14] et dans les directives techniques pour la classification des déchets [15]), pour chaque substance dangereuse :
 - nom de la substance dangereuse
 - phrases H applicables (y compris les phrases EUH)
- référence du dossier d'approbation « Procédé » avec numéro de version
- référence du dossier d'approbation « Emballage primaire » avec numéro de version

303 (L,O) L'annexe du formulaire C doit contenir les activités des **radionucléides** présents dans le spectre radiologique de chaque colis de DC et qui sont énumérés dans le Tableau 1.

-  Toute activité inférieure à 1 Bq peut être considérée comme nulle et peut être déclarée comme 0 dans l'annexe du formulaire C. Ce seuil est imposé pour éviter que des activités très faibles potentiellement fictives soient déclarées alors qu'elles ne sont que le résultat de calculs. De plus, ces activités sont trop faibles pour être pertinentes.

Tableau 1: Liste standard des radionucléides à déclarer obligatoirement

H-3	Ni-63	Ag-108m	Cs-137	Th-229	Pu-238	Cm-243
C-14	Se-79	Ag-110m	Ce-144	Th-230	Pu-239	Cm-244
S-35	Kr-85	Sn-121m	Pm-147	Th-232	Pu-240	Cm-245
Cl-36	Sr-90	I-125	Sm-151	Pa-231	Pu-241	Cm-246
Ar-39	Mo-93	I-129	Eu-152	U-233	Pu-242	Cm-247
Ca-41	Zr-93	I-131	Eu-154	U-234	Pu-244	Cm-248
Mn-54	Nb-94	Sb-125	Eu-155	U-235	Am-241	
Co-58	Tc-99	Sn-126	Ho-166m	U-236	Am-242m	
Co-60	Ru-106	Cs-134	Hf-178n	U-238	Am-243	
Ni-59	Pd-107	Cs-135	Ra-226	Np-237	Cm-242	

²La masse de la forme du déchet est égale à la masse du colis moins celle de son emballage primaire.

 Remarques :

- Pour les radionucléides qui sont en équilibre séculaire avec leur nucléide parent (Cs-137/Ba-137m, Sr-90/Y-90, Ru-106/Rh-106 et Ce-144/Pr-144) à court terme ($T_{1/2} < 30$ jours), seule l'activité du nucléide parent sera indiquée.
- Le thorium naturel est censé être en équilibre séculaire avec ses fils. Il suffit ainsi de déclarer le nucléide parent Th-232.

304 (L,O) Les **données radiologiques** suivantes doivent pour les radionucléides présents du critère **303** pour chaque colis primaire être mentionnées dans l'annexe du formulaire C:

- date de détermination de l'activité présente
- activité alpha totale
- activité bêta/gamma totale
- débit de dose maximal au contact et à 1 m du colis primaire, avec la date des mesures (voir aussi **610**)
- confirmation (oui/non) que la contamination surfacique transférable mesurée est inférieure à la valeur limite (voir aussi **611**), avec la date de la mesure
- les masses des matières fissiles U-235, Pu-239 et Pu-241
- confirmation (oui/non) que les déchets radioactifs contiennent de l'uranium hautement enrichi ($\geq 20\%$) (sous réserve d'une valeur seuil de 1 mg)
- méthodologie utilisée pour la caractérisation radiologique
- référence du dossier d'approbation « Radiologique » pour la détermination de l'activité présente avec numéro de version
- référence éventuelle du dossier d'approbation « Installation de mesure » avec numéro de version

305 (L,O) L'annexe au formulaire C de chaque colis de DC doit inclure la confirmation que les déchets radioactifs ne sont pas contaminés ou susceptibles d'être contaminés par des **agents pathogènes biologiques**. Voir le chapitre 7 pour la définition précise des « agents pathogènes biologiques ».

3.2 Le dossier documentaire de production (DDP)

306 (L,O) Le producteur doit documenter les déchets radioactifs conditionnés au moyen d'un **dossier documentaire de production** (DDP). Le DDP original est conservé et archivé par le producteur pendant une période à convenir avec l'ONDRAF. Une copie doit également en être envoyée à l'ONDRAF.

307 (L,O) Un DDP doit être établi **par campagne**, et son contenu exact dépend du procédé de conditionnement ainsi que de la variante de conditionnement. Dans le DDP les données suivantes doivent être **documentées au minimum**:

- Informations générales concernant lacampagne:
 - nombre de colis produits
 - période deconditionnement
 - matrice d'immobilisation utilisée (selon NTC-3[13])
 - procédé de conditionnement et la variante de conditionnement
 - référence de: l'approbation « Procédé », l'approbation « Radiologique », l'approbation « Installation de mesure » (si applicable) et l'approbation « Emballage primaire » avec les numéros de version
- Emballages: rapports de réception des emballages primaires utilisés.
- Rapports et comptes rendus sur les contrôles de production par le producteur démontrant la qualité du produit final et sa conformité à ce document. Ces rapports et comptes rendus couvrent au moins les contrôles suivants:
 - contrôles à la réception des emballagesprimaires
 - contrôles à la cimentation
 - contrôles à la fermeture
- Matrice d'immobilisation et produitd'immobilisation:
 - matières premières de la matriced'immobilisation:
 - provenance des matières premièresutilisées
 - certificats d'analyse et/ou de qualité des matières premièresdémontrant qu'elles répondent aux critères décrits sous 412, 413, 415 417 et 419 du présent document
 - composition chimique nominale des déchets bruts et/ou traités, comme décrit sous critère 411.
 - Si les déchets bruts et/ou traités sont des résines : les noms de marque des résines (si disponible)
 - composition nominale du produit d'immobilisation comme décrit sous critère 424.
 - composition du produit d'immobilisation parcolis
 - résultats des essais suivants sur des échantillons représentatifs, dont la fréquence est définie dans le dossier d'approbation :
 - résistance à la compression (voir aussi432)
 - résistance à la flexion (voir aussi433)
 - résistance à l'eau (voir aussi434)
 - résistance au froid (voir aussi436)
 - test de lixiviation (voir aussi437)
 - durabilité (voir aussi438)
 - robustesse (voir aussi439)
- Blindage radiologique :

- si le fabricant du blindage radiologique possède un label BENOR ou un label équivalent³ :
 - les résultats de l'essai « résistance à l'eau » (voir aussi 434) des échantillons représentatifs, dont la fréquence est indiquée dans le dossier d'approbation et
 - le certificat BENOR du fabricant dublindage
 - sinon, les données des tests à réaliser (voir critère 442) doivent être indiquées, la « matrice d'immobilisation » et le « produit d'immobilisation » étant remplacés par le « blindage radiologique ».
 - Bouchon en béton :
 - Les données des tests à réaliser (voir critère 446), la « matrice d'immobilisation » et le « produit d'immobilisation » étant remplacés par le « bouchon en béton ».
 - Provenance et description des déchets bruts et/ou traités (selon la NTC-3 [13]).
 - Le type et la composition chimique des produits chimiques utilisés en cas d'éventuel prétraitement des déchets bruts et/ou traités.
 - Documents contenant les résultats radiologiques (c'est-à-dire les activités des radionucléides comme demandé dans le critère 303) des mesures prises sur le produit final et/ou du demi-produit.
 - Référence du formulaire C, annexes comprises, si l'ONDRAF a déjà reçu ledit formulaire C, ou un exemplaire rempli conformément aux critères 301 à 305 inclus, si l'ONDRAF ne l'a pas encore reçu.
 - Suivantes données physiques et chimiques parcolis:
 - confirmation (oui/non) que la présence de substances biodégradables en plus des substances contenant de la cellulose (voir 405)
 - masse totale des substances cellulosiques présentes (voir 406)
 - masse des ions chlorure minéraux dans la forme du déchet (voir 404)
 - masse des ions sulfate SO_4^{2-} solubles dans l'eau présents dans la forme du déchet (c'est-à-dire tous les sulfates inorganiques à l'exception du baryumsulfate, voir 409) :
 - de chaque agent complexant ou chélatant présent:
 - nom de l'agent
 - masse
 - de chaque métal électropositif présent (liste exhaustive donnée en Annexe 6 et voir 410) :
 - nom du métal
 - masse
 - de chaque absorbant organique ou inorganique présent (y compris le gel de silice et la vermiculite) :
 - nom de l'absorbant
 - masse
 - Documents sur les notifications d'incidents, les demandes de dérogation et les demandes de régularisation.
-  Les colis peuvent se subdiviser en campagnes comme suit:
- Les colis conditionnés selon un certain procédé de conditionnement sont réunis dans une même campagne.

³ Par un équivalent du label BENOR, on entend un label équivalent (ou supérieur) d'un autre pays tel que l'AFNOR en France ou le KOMO (KIWA) aux Pays-Bas. L'équivalence est vérifiée par le processus d'agrément.

- Les colis conditionnés au cours d'une même période de production sont réunis dans une même campagne. Dans le cas d'une production continue, une campagne peut inclure des colis provenant d'une période de production ne dépassant pas 6 mois.
- Eventuellement sur base d'autres conditions, après concertation avec l'ONDRAF (comme le type de déchets selon la NTC-3 [13]).

4 CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES DÉCHETS

4.1 La forme du déchet

4.1.1 Aspect physique

- 401 (L,O) La forme du déchet doit former un **ensemble solide, compact et non dispersible**, physiquement et chimiquement **stable** dans les conditions prévues pendant le transport et l'entreposage.

4.1.2 Stabilité physique et chimique

- 402 (L,O) La formation éventuelle de gaz suite à la corrosion, à la radiolyse et/ou à la décomposition de matières organiques ne peut porter atteinte à l'**intégrité de la forme du déchet** et ne peut entraîner de déformation inacceptable de l'emballage primaire. L'évolution de la formation de gaz dans la forme du déchet doit dès lors être documentée dans le dossier d'approbation.

- 403 (L,O) En aucun point de la forme du déchet, la **température** ne peut avoir été supérieure ou égale à 100 °C.

4.1.3 Chlorures

- 404 (Lc) La quantité d'**ions chlorure** minéraux dans la forme du déchet ne peut pour aucun colis primaire dépasser 0,4 m% de la masse de liant dans la forme du déchet. Tous les chlorures inorganiques doivent être pris en compte. Tous les chlorures organiques sont considérés comme insolubles dans l'eau. Le critère ne s'applique donc pas à cet égard.

4.1.4 Substances biodégradables

- 405 (L,O) Les **substances biodégradables**, à l'exception des substances cellulosiques, ne peuvent être présentes dans la forme du déchet.

 Les agents absorbants organiques (voir également justification 307) ne sont pas considérés comme des « substances biodégradables » et ne sont donc pas explicitement interdits dans la forme du déchet. L'ONDRAF recommande cependant de limiter autant que possible ces substances pour le stockage en surface. Il est préférable de choisir des alternatives inorganiques.

- 406 (Lc) Dans aucun colis primaire, la masse totale des **matières cellulosiques** dans la forme du déchet ne peut dépasser 0,1 kg.

4.1.5 Substances dangereuses

- 407 (L,O) La forme du déchet ne peut pas comporter de **substances ou de mélanges** dangereux qui sont classés par le Règlement CLP [14] dans les **dangers physiques**, et :
- Soit qui sont désignés selon son Annexe I par une phrase H spécifique ;
 - Soit qui sont désignés selon son Annexe II par une phrase EUH spécifique concernant les **propriétés matérielles**.

 L'Annexe 4 reprend un aperçu des phrases de risque des substances et des mélanges qui sont exclus par ce critère, sur la base du Règlement CLP en vigueur au moment où ce document a été approuvé. Cette annexe est donc purement illustrative et a pour but d'aider l'utilisateur de ce document.

4.2 Les déchets bruts et/ou traités

-  Le tableau 15-3 du § 15.4.2.7 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface fournit une liste minimale des substances qui sont exclues si elles sont présentes en quantités telles qu'elles interagissent avec la réaction d'hydratation pendant le durcissement du mortier et peuvent entraîner une diminution inacceptable de la qualité du mortier en ce qui concerne sa rétention chimique ou sa limitation du débit d'eau. Ces substances ont toutefois déjà été abordées dans divers critères de transfert contractuels de ce document (des substances biodégradables (voir 405), des substances ou mélanges dangereux (voir 407) ...), et par conséquent, le tableau 15-3 du § 15.4.2.7 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface est purement illustratif.

4.2.1 Processus pouvant mener à l'expansion des déchets conditionnés

- 408 (Lc,O) Le béton concassé ou le mortier concassé (comme la poussière de rabotage) contenu dans les déchets bruts et/ou traités doit **être insensible à la RAS⁴ et à la DEF⁵**. Cette insensibilité doit être démontrée dans le dossier d'approbation sur la base des propriétés connues du béton⁶ ou du mortier. Si ce n'est pas possible, l'insensibilité doit être démontrée sur des échantillons représentatifs et en utilisant des méthodes d'essai appropriées (par exemple, la méthode décrite sous [16]).

4.2.2 Sulfates

- 409 (Lc) Dans aucun colis primaire, la masse des ions sulfate (SO_4^{2-}) contenus dans les **sulfates hydrosolubles** provenant de déchets radioactifs bruts et/ou traités ne peut dépasser 12 g par kilogramme de forme du déchet.
Tous les sulfates inorganiques, à l'exception du baryumsulfate (BaSO_4), sont considérés comme des sulfates hydrosolubles. Tous les sulfates organiques sont considérés comme insolubles dans l'eau. Le critère ne s'applique donc pas à cet égard.

4.2.3 Métaux électropositifs

- 410(L) Les déchets radioactifs bruts et/ou traités ne peuvent contenir de **métaux électropositifs** (voir Annexe 6), sauf si le producteur peut démontrer dans son dossier d'approbation que la cinétique de corrosion est suffisamment lente pour ne pas interférer avec la prise et le durcissement du produit d'immobilisation.

4.2.4 Composition chimique et propriétés

- 411 (L,O) La **composition chimique nominale** et les **propriétés** des déchets bruts et/ou traités ainsi que les **variations** maximales correspondantes doivent être définies dans le dossier d'approbation.

4.3 La matrice d'immobilisation

4.3.1 Matières premières de la matrice d'immobilisation

-  Les critères décrits ci-dessous sont spécifiques aux ingrédients utilisés dans la production de la matrice d'immobilisation et ne doivent pas nécessairement tous être présents dans la composition de la matrice d'immobilisation. Les ingrédients de la matrice d'immobilisation appartiennent exclusivement aux cinq catégories suivantes : liant,

⁴ Réaction alcali-silice.

⁵ Delayed ettringite formation.

⁶ Pour une granulométrie maximale nominale ($D_{\max}$) supérieure à 4 mm, le terme « béton » est utilisé. Pour une $D_{\max}$ inférieure ou égale à 4 mm, le terme « mortier » est utilisé.

granulat, eau, adjuvant ou additif. Elles sont définies dans les normes énumérées ci-dessous.

Pour rappel, un adjuvant est un produit ajouté, lors de la fabrication du béton ou du mortier, en petites quantités par rapport à la masse de liant pour modifier les propriétés du béton ou du mortier lorsqu'il est frais et/ou durci.

Un additif est un matériau finement divisé qui est utilisé dans le béton ou le mortier pour améliorer des propriétés spécifiques ou pour lui donner des propriétés particulières. La norme NBN EN 206 : 2013+A1 : 2016 [17] explique la différence entre les additifs pratiquement inertes (type I) et les additifs hydrauliques pouzzolaniques ou latents (type II). Les différents additifs autorisés sont décrits dans les normes mentionnées ci-dessous. Le contrôle et l'assurance de la qualité des matières premières sont décrits dans le dossier d'approbation (voir critère 423).

412 (L,O) Le **liant** utilisé pour la matrice d'immobilisation doit :

- soit être un liant classique et donc satisfaire aux exigences de la NBN EN 197-1 [18].
- soit être le liant hydraulique alternatif « laitier activé par des alcalins ».

413 (L,O) Les **granulats** utilisés pour la matrice d'immobilisation doivent être conformes aux exigences de la norme NBN EN 12620 [19] ou NBN EN 13139 [20].

414 (L,O) Les granulats utilisés pour la matrice d'immobilisation doivent être insensibles à **la RAS**. La RAS doit être exclue pour tous les granulats selon la méthode décrite dans l'ASTM C1260 (2014). Si le résultat de ce test pas concluant, les granulats doivent être testés conformément à la méthode décrite dans l'ASTM C1293 (2015).

415 (L,O) **L'eau de gâchée** utilisée pour la matrice d'immobilisation doit être conforme aux exigences de la norme NBN EN 1008 [21].

416 (L) Les **adjuvants organiques** ne sont pas autorisés, à l'exception des superplastifiants à base de (par ordre de préférence) :

- sulfonate de naphthalène
- polycarboxylate
- sulfonate de mélamine

Le producteur doit justifier le choix éventuel d'un adjuvant organique ci-dessus dans le dossier d'approbation.

417 (L,O) Les **adjuvants** utilisés pour la matrice d'immobilisation doivent être conformes aux exigences des normes NBN EN 934-1 [22], NBN EN 934-2 [23], NBN EN 934-3 [24], NBN EN 934-4 [25], NBN EN 934-5 [26] ou NBN EN 934-6 [27].

418 (L) Les **additifs** doivent être **inorganiques**.

419 (L,O) Les **additifs** qui sont ajoutés pendant la production des colis DC doivent être conformes à la norme NBN EN 197-1 [18] et aux exigences de la norme mentionnée ci-dessous pour ce type d'additif :

- Le laitier de haut fourneau (S) doit être conforme à la norme NBN EN 15167-1 [28].
- La fumée de silice (D) doit être conforme à la norme NBN EN 13263-1 [29].
- Les cendres volantes contenant du silicium (V) ou du calcium (W) doivent être conformes à la norme NBN EN 450-1 [30].
- Le filler calcaire (L ou LL) doit être conforme à la définition de la norme NBN EN 12620 [19].



Ce critère ne s'applique pas au ciment conforme NBN EN 197-1 qui déjà contient des additifs.

420 (L,O) Le **filler calcaire (L ou LL)** (voir critère 419) doit être insensible à la RAS. Le producteur doit le démontrer :

- soit en testant la roche mère du filler calcaire selon la méthode décrite dans l'ASTM C1260 (2014) ;
- soit en testant la matrice d'immobilisation selon la méthode décrite dans l'ASTM C1293 (2015).

4.4 Le produit d'immobilisation

4.4.1 Possibilité de transfert et de mise à l'échelle

421 (L,O) Les résultats des essais sur le produit d'immobilisation inactif (la composition du surrogate) doivent pouvoir être **transférés** au produit d'immobilisation actif.

À l'aide d'un programme de tests, le producteur doit démontrer la représentativité de la composition du surrogate utilisé pour les tests aux critères 431 à 439. La méthodologie et la méthode d'évaluation de ce programme de tests doivent être décrites dans le dossier d'approbation.

422 (L,O) Les résultats des essais de laboratoire à petite échelle doivent pouvoir être **extrapolés** au produit d'immobilisation à échelle réelle.

À l'aide d'un programme de tests, le producteur doit démontrer le caractère extrapolable des échantillons utilisés pour les tests aux critères 430 à 439. La méthodologie et la méthode d'évaluation de ce programme de tests doivent être décrites dans le dossier d'approbation.

4.3.2 Le produit d'immobilisation fraîche



Les critères décrits ci-dessous concernent la composition de la matrice, les propriétés de la matière fraîche et son utilisation. Le respect de ces critères garantit un enrobage efficace, contrôlé et reproductible des déchets radioactifs.

423 (L,O) La **composition** (voir critère 424 et 425) et **les propriétés du produit d'immobilisation** doivent être garanties par le système de qualité du processus de traitement et de conditionnement (voir critère 201). Ce système de qualité doit être décrit dans le dossier d'approbation et doit :

- décrire toutes les étapes du procédé liées à le produit d'immobilisation, c'est-à-dire de la réception des matières premières du produit d'immobilisation au produit final du procédé, à savoir l'emballage des déchets conditionnés ;
- déterminer la fréquence à laquelle sont menés les tests prévus dans les critères de transfert contractuels (414, 420, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 438 et 439) ;
- décrire quels contrôles de qualité, en plus des tests mentionnés ci-dessus, sont effectués et à quel stade du procédé et déterminer la fréquence à laquelle ces contrôles de qualité sont menés ;
- Définir sous quelles conditions les tests susmentionnés seront répétés dans le cadre des contrôles de qualité précités.

424 (L,O) La **composition nominale** du produit d'immobilisation doit être précisée dans le dossier d'approbation.



La composition nominale ne tient pas compte de la précision de dosage (voir critère 425), mais comprend l'identification de ingrédients du produit d'immobilisation et les doses.

425 (L,O) La **précision de dosage** des ingrédients du produit d'immobilisation doit être :

- pour les déchets bruts et/ou traités, présenter une tolérance de $\pm 3\text{m}\%$.
- pour les autres éléments du produit d'immobilisation, satisfaire aux exigences de la norme NBN EN 206: 2013+A1: 2016 [17].

Si le producteur ne peut pas garantir les tolérances prévues par la norme, il doit indiquer sa propre tolérance dans le dossier d'approbation et assurer que les critères 412 à 439 seront toujours respectés dans les limites de cette tolérance.

- 426 (L,O) Le produit d'immobilisation doit être coulé en une seule étape afin d'assurer la **continuité** de la matrice d'immobilisation, sauf si le temps entre deux étapes consécutives est inférieur au temps de prise⁷ de la première étape.
- 427 (L,O) Lors de la prise, le produit d'immobilisation fraîche doit être protégée contre **la perte excessive d'eau par évaporation**. Le producteur doit justifier dans le dossier d'approbation comment ce critère est garanti.
- 428 (L,O) Lors de la fermeture du colis, il ne doit pas y avoir d'**eau libre sur la surface supérieure** de la forme du déchet. Cet aspect fera l'objet d'un contrôle visuel avant la fermeture définitive du colis. L'eau qui se trouve à la surface pendant la prise ne peut donc pas être enlevée manuellement.
- 429 (L,O) Pendant la prise du produit d'immobilisation, il faut que le colis primaire soit maintenu **immobile**. Le début et la fin de la prise doivent être définis dans le dossier d'approbation.

4.3.3 Le produit d'immobilisation durcie



Les critères décrits ci-dessous concernent les propriétés du matériau durci. Elles se divisent en deux catégories : les propriétés mécaniques et structurelles du produit d'immobilisation et les propriétés relatives à son comportement à long terme.

- 430 (L,O) L'ensemble des **fissures** dans le produit d'immobilisation doit être limité. Le producteur doit le démontrer en réalisant un contrôle visuel sur une coupe verticale d'un colis (in)actif grandeur nature, qui a été produit dans des conditions représentatives pour la production réelle. Ce contrôle se déroule comme suit :
- Sur la surface de découpe d'une des deux moitiés obtenues après la coupe verticale du colis, une ligne verticale est tirée et relie la surface supérieure du produit d'immobilisation à la surface inférieure.
 - L'ouverture cumulée de toutes les fissures croisant cette ligne est mesurée. Seules les fissures qui présentent une ouverture supérieure ou égale à 0,1 mm sont prises en considération.
 - La ligne verticale tirée et la coupe considérée sont choisies de manière à ce que l'ouverture cumulée soit aussi grande que possible.
 - L'ouverture cumulée ne peut pas dépasser 4 mm/m, à moins que le producteur puisse démontrer dans son dossier d'approbation que l'ouverture cumulée n'est pas supérieure à la valeur de retrait. La valeur de retrait est définie sur des échantillons représentatifs conformément aux normes NBN B15-216 [31] pour le béton et NBN B14-217 [32] pour le mortier et la pâte de ciment.

Les résultats de ce test doivent être inclus dans le dossier d'approbation.

Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies :

- Dans le dossier d'approbation doit être justifié pourquoi une dérogation à la méthode de test décrite ci-dessus est souhaitée.

⁷ Temps entre le coulage de la matrice d'immobilisation dans le fût et le début de la prise.

- Dans le dossier d'approbation doit être démontré que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.

- 📌 L'approbation de la méthode de test alternative découle de l'approbation du dossier d'approbation.
- 📌 Le colis (non) radioactif qui entrerait en considération pour la vérification de ce critère peut aussi être utilisé pour la mesure des températures intérieures lors de l'hydratation et de la liaison du matériau (voir critère 435).

431 (L,O) Le produit d'immobilisation doit être **homogène**. Cela signifie qu'un bon mélange doit y avoir lieu et qu'aucune ségrégation ne doit survenir pendant la prise. Cela doit être démontré à l'aide de la coupe verticale d'un colis (in)actif (le test au critère 430 peut aider à ce niveau), en vérifiant visuellement que le produit d'immobilisation est homogène. Les résultats de ce test doivent être inclus dans le dossier d'approbation.
Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies:

- Dans le dossier d'approbation doit être justifié pourquoi une dérogation à la méthode de test décrite ci-dessus est souhaitée.
- Dans le dossier d'approbation doit être démontré que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.

- 📌 L'approbation de la méthode de test alternative découle de l'approbation du dossier d'approbation.

432 (O) La **résistance à la compression** finale du produit d'immobilisation doit être supérieure ou égale à 8 MPa.
Cette résistance à la compression doit être déterminée sur des échantillons standardisés et conservés dans un environnement confiné (qui ne permet pas l'échange d'humidité) et/ou dans une chambre humide conformément aux normes applicables. Le Tableau 1 ci- après présente la norme applicable et les dimensions de l'échantillon.
L'évolution de la résistance à la compression jusqu'à l'obtention d'un plateau doit être démontrée dans le dossier d'approbation.

Tableau 1: Normes applicables pour déterminer la résistance à la compression

Produit d'immobilisation	Norme applicable	Dimensions de l'échantillon
Béton	NBN EN 12390-3 [33]	150 x 150 x 150 mm ou Ø 150 mm x 300 mm
Mortier, pâte de ciment	NBN EN 1015-11 [34]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-3 [33]	150 x 150 x 150 mm

433 (L,O) La **résistance à la flexion** finale du produit d'immobilisation doit être supérieure ou égale à 1 MPa. Cette résistance à la flexion doit être déterminée sur des échantillons standardisés et conservés dans un environnement confiné (qui ne permet pas l'échange d'humidité) et/ou dans une chambre humide, conformément aux normes applicables. Le Tableau 2

présente les normes applicables et les dimensions de l'échantillon nécessaires à la détermination de la résistance de la flexion pour chaque type de matrice d'immobilisation. L'évolution de la résistance à la flexion jusqu'à l'obtention d'un plateau doit être démontrée dans le dossier d'approbation.

Tableau 2: Normes applicables pour déterminer la résistance à la flexion

Produit d'immobilisation	Norme applicable	Dimensions del'échantillon
Béton	NBN EN 12390-5 [35]	Prisme, avec dimensions selon la norme
Mortier, pâte de ciment	NBN EN 1015-11 [34]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-5 [35]	Prisme, avec dimensions selon la norme

434 (L) Le produit d'immobilisation doit être **résistante à l'eau**. Cela signifie que les échantillons durcis du produit d'immobilisation aux dimensions du Tableau 2 doivent être immergés dans l'eau pendant une période d'au moins 90 jours. Les conditions de test et la procédure d'inspection des échantillons après le test doivent être décrites suffisamment en détail dans le dossier d'approbation pour permettre de reproduire le test sans ambiguïté. Par conditions de test, on entend au moins:

- le volume d'eau par rapport à l'échantillon
- la composition de l'eau et la fréquence de renouvellement
- l'ancienneté de l'échantillon au début du test
- la géométrie du dispositif
- la température de l'eau

Après le test, chaque échantillon doit:

- être exempt de toute modification structurelle (fissures, effritement, déformation ...);
- démontrer une résistance à la flexion supérieure ou égale à 1 MPa, déterminée conformément à la norme correspondante dans le Tableau 2.

Toute modification de volume et de masse doit être précisée dans le dossier d'approbation. Les essais doivent toujours être effectués avec des échantillons différents et il convient d'évaluer la série d'échantillons dans son ensemble.



L'approbation de la méthode de test alternative découle de l'approbation du dossier d'approbation.

435 (L,O) Au niveau de la matrice d'immobilisation, il convient:

- que pendant et après la prise sa température interne ait évolué tout en étant restée inférieure ou égale à 60 °C en tout point ;
- qu'elle soit insensible à la **DEF** et que cette insensibilité soit démontrée sur des échantillons représentatifs en utilisant des méthodes d'essai appropriées.

Cette insensibilité à la DEF doit être démontrée en utilisant la méthode d'essai décrite dans la note 2014-3049 [36]. Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies:

- Dans le dossier d'approbation doit être justifié pourquoi une dérogation à la méthode de test décrite ci-dessus est souhaitée.
- Dans le dossier d'approbation doit être démontré que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.



L'approbation de la méthode de test alternative découle de l'approbation du dossier d'approbation.

- 436 (L,O) Le produit d'immobilisation doit **résister au froid**. Le producteur contrôle ce point lors d'un test de froid sur des échantillons représentatifs avec des dimensions du Tableau 2.

Le test de froid implique la conservation des échantillons dans un sac fermé hermétiquement pendant 120 jours à des températures comprises entre 0°C et 10°C. La déformation dimensionnelle doit être mesurée à intervalles réguliers, tout comme les échantillons doivent être régulièrement contrôlés quant à la formation de fissures, l'effritement et d'autres anomalies.

Après le test, chaque échantillon doit :

- Être exempt de toute modification structurelle (fissures, effritement, déformation) ;
- Présenter une résistance à la flexion supérieure ou égale à 1 MPa, calculée selon la norme correspondante dans le Tableau 2.

Les éventuelles modifications de volume et de masse doivent être renseignées dans le dossier d'approbation. Les tests doivent toujours être exécutés avec différents échantillons et le jeu d'échantillons doit être évalué dans sa globalité.

- 437 (L) Le producteur doit effectuer un **test de lixiviation** tel que décrit dans les fiches techniques ONDRAFTFT-3 [37] et TTF-4 [38], afin de fournir une indication de la capacité de confinement du produit d'immobilisation. Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies :

- Dans le dossier d'approbation doit être justifié pourquoi une dérogation à la méthode de test décrite ci-dessus est souhaitée.
- Dans le dossier d'approbation doit être démontré que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.



L'approbation de la méthode de test alternative découle de l'approbation du dossier d'approbation.

- 438 (L) Le produit d'immobilisation durci doit être **durable**. Cela doit être démontré à l'aide d'un test de vieillissement accéléré conformément à la méthode décrite dans ANDRA : ACOSP ASRE 00-064 – partie B [39]. L'exécution et les résultats de ce test de vieillissement doivent être repris dans le dossier d'approbation.

À ce niveau, il convient que :

- Chaque échantillon soit exempt de toute modification structurelle (fissures, effritement, déformation). Le producteur doit joindre des photos claires au dossier d'approbation pour le justifier.
- Une analyse microscopique détaillée (ex. EDX couplé à un SEM) des plaques de découpe ou des surfaces de rupture prélevées des différents échantillons confirme l'absence d'observations pouvant toucher l'intégrité du produit d'immobilisation.

Les conditions connexes pour l'exécution de ce test de vieillissement sont les suivantes :

- Le test de vieillissement doit être maintenu jusqu'à ce que l'état des échantillons se soit stabilisé. Le test de vieillissement ne peut pas être interrompu avant 12 mois suivant son début.
- Les dimensions et les masses des échantillons doivent être mesurées régulièrement.
- Les échantillons doivent être inspectés régulièrement quant à la formation de fissures, à l'effritement et à d'autres anomalies.
- Les observations et les moments auxquels elles sont constatées doivent être rapportés dans le dossier d'approbation.

Après l'arrêt du test de vieillissement, il convient d'également mesurer les changements de masse et de volume ainsi que la résistance à la flexion des échantillons. Cette résistance à la flexion doit être définie suivant la norme applicable dans le Tableau 2.

439 (L) Le produit d'immobilisation doit être **robuste** par rapport aux variations des propriétés chimiques des déchets bruts et/ou traités (voir critère 411) et aux variations découlant de la précision du dosage (voir critère 425). Le producteur doit le démontrer lors du développement du procédé d'immobilisation en deux phases, qui doivent être décrites toutes les deux dans le dossier d'approbation :

- Lors de la première phase de démonstration, un procédé de référence est développé en tenant compte de la composition chimique nominale et des propriétés des déchets bruts et/ou traités (comme défini dans le dossier d'approbation, voir critère 411).
- Lors du test de robustesse suivant, on examine l'influence des variations de la composition chimique et des propriétés des déchets bruts et/ou traités (comme défini dans le dossier d'approbation, voir critère 411) et des variations induites par la précision de dosage (comme défini dans le dossier d'approbation, voir critère 425) sur le produit d'immobilisation.

Indépendamment de ces variations, le produit d'immobilisation doit toujours satisfaire à tous les critères de transfert contractuels, sauf « durable » (voir critère 438).

4.5 Éléments ajoutés

440 (L,O) Les différents matériaux composant le blindage radiologique, le bouchon en béton ou le mélangeur doivent être **physiquement et chimiquement** compatibles entre eux et avec le produit d'immobilisation.

4.5.1 Blindage radiologique

441 (L) Le **blindage radiologique** doit être en béton (par exemple béton d'hématite, béton de barytine ...), mortier (par exemple mortier d'hématite, mortier de barytine ...), pâte de ciment, acier ou plomb.

442 (L,O) Si le fabricant du blindage radiologique en béton, en mortier ou en pâte de ciment **possède un label BENOR ou un label équivalent**⁸ pour le béton, le mortier ou la pâte de ciment utilisé à cet effet, ce blindage doit répondre aux critères suivants déjà décrits au § 4.3 (où « matrice d'immobilisation » et « produit d'immobilisation » doivent être remplacé par « blindage radiologique ») :

- Insensibilité à la RAS (voir critère 414)
- Adjuvants inorganiques (voir critère 416)
- Composition nominale du produit d'immobilisation (voir critère 424)
- Résistance à l'eau (voir aussi 434)
- Insensibilité à la DEF (voir critère 435)

Si le fabricant **ne dispose pas d'un label BENOR ou un label équivalent** pour le béton le mortier ou la pâte de ciment du blindage radiologique, ce blindage doit répondre aux mêmes critères que ceux pour la matrice d'immobilisation et le produit d'immobilisation (c'est-à-dire tous les critères du 412 à 435), à l'exception « transférable » (voir critère 421), « extrapolable » (voir critère 422), « fissures » (voir critère 430), « résistance à la compression » (voir critère 432) et « résistance à la flexion » (voir critère 433). À cet égard, « matrice d'immobilisation » et « produit d'immobilisation » doivent être remplacés par « blindage radiologique ».

443 (L,O) Si le fabricant ne dispose pas d'un label BENOR ou un label équivalent pour le béton le mortier ou la pâte de ciment du blindage radiologique, la **résistance à la compression** du blindage radiologique en béton, mortier ou pâte de ciment à 28 jours doit :

- être supérieure ou égale à 30 MPa ;

⁸ Par un équivalent du label BENOR, on entend un label similaire (ou supérieur) d'un autre pays tel que l'AFNOR en France ou le KOMO (KIWA) aux Pays-Bas. L'équivalence est vérifiée par le processus d'agrément.

- répondre à l'un des critères ci-dessous :
 - soit la résistance à la compression mesurée se situe dans l'intervalle de confiance de 95%, où cet intervalle doit être inférieur ou égal à 20 MPa [40] ;
 - soit la résistance à la compression mesurée se situe dehors l'intervalle de confiance de 95%, mais le mortier ou le béton testé satisfait à une série de contrôles supplémentaires différents des contrôles de qualité courants (voir critère 423) prévus dans le dossier d'approbation.

Cette résistance à la compression doit être déterminée sur des échantillons standardisés et conservés dans un environnement confiné (qui ne permet pas l'échange d'humidité) et/ou dans une chambre humide conformément aux normes applicables. Dans son dossier d'approbation, le producteur doit en outre renseigner l'intervalle de confiance à 95 % de la résistance à la compression à 28 jours. Le Tableau 3 ci-après présente la norme applicable et les dimensions de l'échantillon.

Tableau 3: Normes applicables pour déterminer la résistance à la compression

Blindage	Norme applicable	Dimensions de l'échantillon
Béton	NBN EN 12390-3 [33]	150 x 150 x 150 mm ou Ø 150 mm x 300 mm
Mortier, pâte de ciment	NBN EN 1015-11 [34]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-3 [33]	150 x 150 x 150 mm

444 (L,O) Si le fabricant ne dispose pas d'un label BENOR ou un label équivalent pour le béton le mortier ou la pâte de ciment du blindage radiologique, la **résistance à la flexion** du blindage radiologique en béton, mortier ou pâte de ciment à 28 jours doit être supérieure ou égale à 1 MPa. Cette résistance à la flexion doit être déterminée sur des échantillons standardisés et conservés dans un environnement confiné (qui ne permet pas l'échange d'humidité) et/ou dans une chambre humide, conformément aux normes applicables. Le Tableau 4 présente la norme applicable et les dimensions de l'échantillon nécessaires à la détermination de la résistance de la flexion.

Tableau 4: Normes applicables pour déterminer la résistance à la flexion

Blindage	Norme applicable	Dimensions de l'échantillon
Béton	NBN EN 12390-5 [35]	Prisme, avec dimensions selon la norme
Mortier, pâte de ciment	NBN EN 1015-11 [34]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-5 [35]	Prisme, avec dimensions selon la norme

4.5.2 Bouchon en béton

- 445 (L) Le **bouchon en béton** doit être en béton (par exemple béton d'hématite, béton de barytine ...), mortier (par exemple mortier d'hématite, mortier de barytine ...) ou pâte de ciment.
- 446 (L,O) Le **bouchon en béton** doit satisfaire aux mêmes critères que ceux applicables pour la matrice d'immobilisation et le produit d'immobilisation (autrement dit les critères 412 à 435), à l'exception « transférable » (voir critère 421), « extrapolable » (voir critère 422), « fissures » (voir critère 430), « résistance à la compression » (voir critère 432) et « résistance à la flexion » (voir critère 433).

À cet égard, « matrice d'immobilisation » et « produit d'immobilisation » doivent être remplacés par « bouchon en béton ».

447 (L,O) La **résistance à la compression** du bouchon en béton durci à 28 jours doit :

- être supérieure ou égale à 30 MPa ;
- répondre à l'un des critères ci-dessous :
 - soit la résistance à la compression mesurée se situe dans l'intervalle de confiance de 95%, où cet intervalle doit être inférieur ou égal à 20 MPa [40] ;
 - soit la résistance à la compression mesurée se situe dehors l'intervalle de confiance de 95%, mais le mortier ou le béton testé satisfait à une série de contrôles supplémentaires différents des contrôles de qualité courants (voir critère 423) prévus dans le dossier d'approbation.

Cette résistance à la compression doit être déterminée sur des échantillons standardisés et conservés dans un environnement confiné (qui ne permet pas l'échange d'humidité) et/ou dans une chambre humide conformément aux normes applicables. Dans son dossier d'approbation, le producteur doit en outre renseigner l'intervalle de confiance à 95 % de la résistance à la compression à 28 jours. Le Tableau 5 ci-après présente la norme applicable et les dimensions de l'échantillon.

Tableau 5: Normes applicables pour déterminer la résistance à la compression

Bouchon en béton	Norme applicable	Dimensions de l'échantillon
Béton	NBN EN 12390-3 [33]	150 x 150 x 150 mm ou Ø 150 mm x 300 mm
Mortier, pâte de ciment	NBN EN 1015-11 [34]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-3 [33]	150 x 150 x 150 mm

448 (L,O) La **résistance à la flexion** du bouchon en béton à 28 jours doit être supérieure ou égale à 1 MPa. Cette résistance à la flexion doit être déterminée sur des échantillons standardisés et conservés dans un environnement confiné (qui ne permet pas l'échange d'humidité) et/ou dans une chambre humide, conformément aux normes applicables. Le Tableau 6 présente la norme applicable et les dimensions de l'échantillon nécessaires à la détermination de la résistance de la flexion.

Tableau 6: Normes applicables pour déterminer la résistance à la flexion

Bouchon en béton	Norme applicable	Dimensions de l'échantillon
Béton	NBN EN 12390-5 [35]	Prisme, avec dimensions selon la norme
Mortier, pâte de ciment	NBN EN 1015-11 [34]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-5 [35]	Prisme, avec dimensions selon la norme

5 CARACTÉRISTIQUES RADIOLOGIQUES DES DÉCHETS

5.1 Activités volumiques maximales

- 501 (L,O) Dans chaque colis primaire, l'activité volumique de la quantité totale d'émetteurs bêta/gamma doit être inférieure ou égale à 37 TBq/m³.
- 502 (L,O) Dans chaque colis primaire, l'activité volumique de la quantité totale d'émetteurs alpha doit être inférieure ou égale à 37 TBq/m³.
- 503 (L,O) Dans chaque colis primaire, l'inventaire radiologique total doit être limité de telle sorte que, le 01/01/2080, le débit de dose maximal d'un monolithe hypothétique de type CB-5 rempli du contenu de 8 de ces colis primaires soit limité à 25 µSv/h à 1 mètre.
- 504 (L,O) Dans chaque colis primaire, la somme des activités de Ra-226 et Th-232 par unité de masse doit être inférieure ou égale à 1000 Bq/kg. L'activité par unité de masse est calculée en fonction de la masse de la forme du déchet.

5.2 Criticité

 Ces critères de transfert contractuels ne contiennent que des restrictions sur la présence de nucléides fissibles dans les déchets afin d'exclure le risque de criticité. Ces critères de transfert contractuels ne portent en rien préjudice aux critères de transfert contractuels énoncés aux 501 à 504.

- 505 (L,O) Si des matières fissiles sont présentes dans le colis primaire, leur quantité et leur configuration (forme physique et chimique, compartimentation, présence d'absorbeurs, réflecteurs et retardateurs de neutrons) doivent être telles que le risque de criticité soit évité à tout moment.
Plus précisément, la quantité de matières fissiles doit être limitée selon la règle de sommation ci-dessous :

$$\frac{\text{masse Pu-239 (g)}}{219} + \frac{\text{masse Pu-241 (g)}}{112} + \frac{\text{masse U-235 (g)}}{326} \leq 1$$

lorsque le niveau d'enrichissement du colis dépasse 5 %, tandis que le niveau d'enrichissement est inférieur à 5 %, la masse d'U-235 est limitée à 700 g.

6 EMBALLAGE ET COLIS PRIMAIRE

6.1 L'emballage primaire

601 (O) L'emballage primaire doit être tel que le colis primaire satisfasse aux exigences relatives à un colis de transport de **type IP-2**, comme le stipulent les « *Safety Standards* de l'AIEA » [41]. En plus des résultats du test de chute et du test d'empilement, le producteur doit également inclure le certificat IP-2 du colis de transport dans le dossier d'approbation « Emballage primaire ».

602 (L,O) Pour chaque colis de déchets conditionnés, l'emballage primaire doit être inclus dans la liste du Tableau 7 (les codes sont conformes à la note technique NTC-3[13]).

Tableau 7: Liste des emballages autorisés pour les colis de déchets conditionnés

Code	Description de l'emballage	Contenu
FS04D	Fût standard de 400l, nouveau design	400 litres
FS04F	Fût standard de 400l, nouveau design, centrage galettes	400 litres

603 (L,O) Les différents matériaux à partir desquels l'emballage primaire est fabriqué doivent être **physiquement et chimiquement compatibles** entre eux et avec :

- les matériaux et équipements utilisés pour le transport et dans les infrastructures d'entreposage ;
- les ingrédients utilisées pour la matrice d'immobilisation et les déchets radioactifs bruts et/ou traités ;
- L'éventuel blindage interne ou bouchon en béton.

 Exemples typiques de matériaux mis en œuvre dans le processus de production d'un emballage primaire, dont la compatibilité physique et chimique est évaluée et documentée dans le dossier d'approbation :

- le matériau de base dont est constitué l'emballage primaire (y compris le couvercle)
- le matériau de base à partir duquel les composants internes (voir Annexe 3) sont fabriqués
- le matériel de soudage
- la protection galvanique utilisée
- le revêtement utilisé (par exemple peinture époxy)
- le blindage (radiologique) utilisé
- le manteau de protection interne utilisé

604 (O) L'**intégrité, la résistance mécanique, la forme et les dimensions** de l'emballage primaire doivent être conservées, dans le cadre de charges statiques et dynamiques normales, pendant une période minimale de 75 ans. Ceci vaut pour toutes les actions normales pendant l'entreposage de l'emballage primaire vide, le remplissage de l'emballage primaire avec des déchets et de la matrice d'immobilisation, les opérations de chargement et de déchargement et l'entreposage de l'emballage primaire dans le bâtiment d'entreposage conçu à cet effet.

605 (O) L'emballage primaire doit être résistant à la **corrosion et aux attaques chimiques** pendant une période d'entreposage minimale de 75 ans dans des conditions normales d'utilisation dans le bâtiment d'entreposage conçu à cet effet. Cette résistance doit être démontrée dans le dossier d'approbation « Emballage primaire ».

 Le respect des critères 603, 604 et 605 est fortement influencé par les conditions connexes de la fabrication de l'emballage, l'entreposage de l'emballage vide dans un entrepôt, le

remplissage de l'emballage avec des déchets bruts et/ou traités et de la matrice d'immobilisation, ainsi que par les actions mécaniques y afférentes.

6.2 Le colis primaire

6.2.1 Critères physiques et chimiques pour le colis primaire

- 606 (L,O) Dans aucun emballage primaire, le total des **espaces vides** macroscopiques ne peut dépasser 15 % du volume nominal de l'emballage primaire (c'est à dire 0,4 m³ pour un fût de 400 litres). Ce pourcentage de volume d'espaces vides doit être mentionné dans le dossier d'approbation « Procédé », lequel doit également préciser la méthode pour déterminer ce pourcentage de volume.
-  Pour répondre à ce critère, il peut être nécessaire, dans certains cas, de remplir davantage les espaces vides. Si tel est le cas, il convient d'utiliser des matériaux qui répondent au critère 442.
- 607 (L,O) La **masse totale** d'aucun colis primaire ne peut dépasser 1,5 x 10³ kg.
- 608 (L) Dans chaque colis primaire, la **masse de liant** doit être supérieure ou égale à 10 m % de la masse totale du colis primaire.
- 609 (L,O) Aucun colis primaire ne peut contenir de **liquides libres**.
-  L'eau interstitielle (par exemple dans les pores du béton concassé) n'est pas considérée comme un liquide libre.

6.2.2 Sûreté radiologique opérationnelle

- 610 (O) Aucun colis primaire ne peut avoir un débit de dose maximal supérieur, mesuré au contact du colis, à 2 Sv/h.

Sinon, le débit de dose maximal mesuré à une distance de 1 mètre ne doit pas dépasser 0,2 Sv/h.

- 611 (O) Aucun colis primaire ne peut avoir **une contamination surfacique transférable** supérieure à :
- 0,4 Bq/cm² pour le total des émetteurs bêta/gamma;
 - 0,04 Bq/cm² pour le total des émetteurs alpha.

6.2.3 Inscriptions et pictogrammes

- 615 (L,O) Chaque colis primaire doit porter un **code d'identification unique** qui relie sans ambiguïté les déchets radioactifs à leur documentation (voir chapitre 3).

- 616 (L,O) Le **code d'identification apposé** doit remplir toutes les conditions suivantes :
- Le code doit se composer d'une combinaison successive d'une lettre (L), d'un nombre à deux chiffres (C), d'un trait d'union et d'un nombre à quatre chiffres (C) (voir Figure 1). Les règles suivantes s'appliquent :
 - La lettre correspond au producteur (voir NTC-3[13]).
 - Le nombre à deux chiffres avant le trait d'union correspond aux deux derniers chiffres de l'année de fabrication de l'emballage primaire.
 - Le nombre à quatre chiffres après le trait d'union est le numéro séquentiel attribué au colis.
 - Le code doit se composer de lettres et de chiffres d'une taille de 75 mm ou plus.
 - Le code doit être apposé avant que l'emballage primaire soit rempli de déchets.
 - Le code doit être apposé sur la face latérale du fût métallique et sur le couvercle ou le fond.
 - Le code doit rester lisible pendant au moins 75 ans (période d'entreposage).

L	C	C	-	C	C	C	C
---	---	---	---	---	---	---	---

Figure 1: code d'identification théorique d'un colis de DC

- 617 (O) Chaque colis primaire doit porter un **sigle d'avertissement indiquant la présence de rayonnements ionisants**, correspondant au symbole repris sous la Figure 2. Le sigle d'avertissement apposé doit remplir toutes les conditions suivantes :
- Le sigle doit avoir une hauteur de 200 mm ou plus et doit respecter les proportions indiquées en Figure 2.
 - Le sigle doit être clairement visible et facilement reconnaissable.
 - Le sigle doit être apposé sur la face latérale du fût métallique à un endroit situé en dessous du code d'identification.

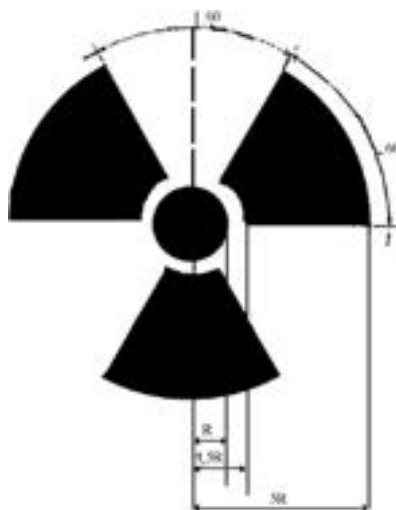


Figure 2: Symbole dans le sigle d'avertissement de la présence de rayonnements ionisants sur un colis de DC

7 AGENTS PATHOGÈNES BIOLOGIQUES

701 (L,O) Les déchets radioactifs ne peuvent être contaminés ou potentiellement contaminés par des **agents pathogènes biologiques**.

Par agents pathogènes biologiques, on entend :

- des matières infectieuses (telles que définies pour la classe 6.2 de l'ADR)
- des biotoxines (telles que définies pour la classe 6.1 de l'ADR – code T1, T2)
- des déchets médicaux (tels que définis pour la classe 6.2 de l'ADR – UN 3291)
- des organismes génétiquement modifiés (tels que définis pour le code M8 de la classe 9 de l'ADR)

702 (L,O) Les déchets radioactifs biologiquement **inactivés** doivent être considérés comme potentiellement contaminés par des agents pathogènes biologiques.

8 DISPOSITIONS ADMINISTRATIVES

8.1 Non-conformités

Il n'est pas possible de déroger aux critères de transfert contractuels.

8.2 Dérogations

Il n'est pas possible de déroger aux critères de transfert contractuels.

9 RÉFÉRENCES

- [1] Note ONDRAF 2000-3264fr (révision 2): « ACRIA-DC-LAGA-HOC-151 », auteur : M. Demarche, R. Gens et J. Lenssens;
- [2] Note ONDRAF 2000-4221fr : « ACRIA-DC-LAGAT-HOC-151 », auteur : M. Demarche, R. Gens et J. Lenssens;
- [3] Note ONDRAF 2010-1076fr (révision 1) : « ACRIA-DC-MAGA-HOC-127 », auteur : C. De Bock;
- [4] Note ONDRAF 2010-1077f (révision 1) : « ACRIA-DC-MAGAT-HOC-127 », auteur : C. De Bock;
- [5] Note ONDRAF 98-1446, « Overzichtslijst van goedgekeurde documenten met betrekking tot de acceptatiecriteria voor radioactief afval / Liste récapitulative des documents approuvés relatifs aux critères d'acceptation de déchets radioactifs»;
- [6] Note ONDRAF 2012-0982, note technique : « GLOS: Glossaire relatif aux critères d'acceptation de l'ONDRAF »;
- [7] Note ONDRAF 400-89/623, note technique NTC-4 : « Qualification d'un procédé et d'une installation de traitement/conditionnement de déchets radioactifs - directives d'élaboration d'un dossier technique », auteur : A. De Goeyse;
- [8] Note ONDRAF 97-3497 : « Note technique NTC-6 : Méthodes et installations de mesure pour la détermination de l'activité des déchets conditionnés », auteur : A. De Goeyse;
- [9] Note ONDRAF 97-4696 : « Note technique NTC-6/A : Contenu type d'un dossier technique pour les méthodes basées sur l'analyse de colis primaires par spectrométrie gamma, auteur : A. De Goeyse;
- [10] Note ONDRAF 97-4700 : « Note technique NTC-6/B : Contenu type d'un dossier technique pour les méthodes basées sur l'analyse de colis primaires à l'aide de mesures neutroniques », auteur : A. De Goeyse;
- [11] Note ONDRAF 2020-2682 : « Note technique NTC-6/C : Contenu type d'un dossier d'agrément pour les méthodes basées sur l'analyse de colis primaires à l'aide de mesures de débit de dose », auteur : J. Becker;
- [12] Note ONDRAF 2000-1049 : « Note technique NTC-9 : Contenu type des dossiers d'agrément des emballages primaires pour les déchets conditionnés », auteur : M. Voet;
- [13] Note ONDRAF 2021-0334F, note technique : « Note technique NTC-3 », auteur : N. Van Houtven ;
- [14] « Règlement CLP », à savoir le Règlement (CE) no 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 (et modifications ultérieures) relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges,

- modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) no 1907/2006 ;
- [15] « Directives techniques pour la classification des déchets », Communication (CE) no 2018/C124/01 de la Commission européenne du 9 avril 2018 ;
 - [16] Note ONDRAF 2018-2897 : « Évaluation RAS et/ou DEF dans le béton concassé pour le stockage en surface à Dessel - conformément au dossier de sûreté version 3 », auteur : E. Coppens ;
 - [17] NBN EN 206+A2 : « Béton - Spécification, performances, production et conformité », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2021 ou plus récente ;
 - [18] NBN EN 197-1, « Ciment - Partie 1 : Composition, spécifications et critères de conformité des ciments courants », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2011 ou plus récente ;
 - [19] NBN EN 12620, « Granulats pour béton », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2013 ou plus récente ;
 - [20] NBN EN 13139, « Granulats pour mortiers », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2013 ou plus récente ;
 - [21] NBN EN 1008, « Eau de gâchage pour bétons : Spécifications d'échantillonnage, d'essais et d'évaluation de l'aptitude à l'emploi, y compris les eaux des processus de l'industrie du béton, telle que l'eau de gâchage pour béton », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2002 ou plus récente ;
 - [22] NBN EN 934-1, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 1 : Exigences communes », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2008 ou plus récente ;
 - [23] NBN EN 934-2+A1, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 2 : Adjuvants pour bétons - Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2012 ou plus récente ;
 - [24] NBN EN 934-3+A1, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 3: Adjuvants pour mortier de montage - Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2012 ou plus récente ;
 - [25] NBN EN 934-4, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 4 : Adjuvants pour coulis de câble de précontrainte - Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2009 ou plus récente ;
 - [26] NBN EN 934-5, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 5 : Adjuvants pour béton projeté - Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage » Bureau de Normalisation (NBN), édition 2008 ou plus récente ;
 - [27] NBN EN 934-6, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 6 : Échantillonnage, évaluation et vérification de la constance des performances », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2019 ou plus récente ;
 - [28] NBN EN 15167-1, « Laitier granulé de haut-fourneau moulu pour utilisation dans le béton, mortier et coulis - Partie 1 : Définitions, exigences et critères de conformité », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2007 ou plus récente ;
 - [29] NBN EN 13263-1+A1, « Fumée de silice pour béton - Partie 1 : Définitions, exigences et critères de conformité », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2009 ou plus récente ;
 - [30] NBN EN 450-1, « Cendres volantes pour béton - Partie 1 : Définition, spécifications et critères de conformité », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2012 ou plus récente ;
 - [31] NBN B15-216, « Essais des bétons – Retrait et gonflement », Bureau de Normalisation (NBN), édition 1974 ou plus récente ;

-
- [32] NBN B14-217, « Essais des mortiers - Retrait et gonflement », Bureau de Normalisation (NBN), édition 1983 ou plus récente ;
 - [33] NBN EN 12390-3, « Essais pour béton durci - Partie 3 : Résistance à la compression des éprouvettes », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2019 ou plus récente ;
 - [34] NBN EN 1015-11, « Méthodes d'essai des mortiers pour maçonnerie - Partie 11: Détermination de la résistance en flexion et en compression du mortier durci », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2019 ou plus récente ;
 - [35] NBN EN 12390-5, « Essais pour béton durci - Partie 5 : Résistance à la flexion des éprouvettes », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2019 ou plus récente ;
 - [36] Note ONDRAF 2014-3049, « Beproeving van een matrix tot interne sulfiet aantasting (DEF) », auteur : E. Coppens ;
 - [37] Note ONDRAF 1998-1185 : « TFT 3 : Résistance à la lixiviation », auteur : R. Gens ;
 - [38] Note ONDRAF 1998-1196 : « TFT 4 : Expression et présentation des résultats des essais de lixiviation », auteur : R. Gens ;
 - [39] ANDRA spécification : 'ACO.SP.ASRE.00-064 : Evaluation de la stabilité mécanique d'un bloc de déchets dont la matrice est un liant hydraulique alcalin.', édition juin 2006 ou plus récente ;
 - [40] Note ONDRAF 2018-0265, 'Het betrouwbaarheidsinterval voor de individuele waarde, toegepast op betonproductie', auteur: E. Coppens ;
 - [41] IAEA Safety Standards – Specific Safety Requirements no. SSR-6 (Rev. 1): « Regulations for the safe transport of radioactive material (edition 2018) », Vienne : Agence Internationale de l'Énergie Atomique, édition 2018 ou plus récente, ISBN 978-92-0-107917-6 ;
 - [42] Note ONDRAF 2011-0860, note technique : « NTC-14 : Contenu type d'une AA ou d'une RANC par rapport à un critère à long terme applicable aux déchets conditionnés », auteur: C. De Bock ;
 - [43] Arrêté royal du 18 novembre 2002 (et modifications ultérieures) réglant l'agrément d'équipements destinés à l'entreposage, au traitement et au conditionnement de déchets radioactifs portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants ;
 - [44] NBN EN 1744-1+A1, « Essais visant à déterminer les propriétés chimiques des granulats – Partie1 : Analyse chimique », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2013 ou plus récente ;
 - [45] Note Tractebel BP400L/4NT.0346002/000/00, note technique: 'BP 400L drum impact analysis (additional calculations)', Tractebel engineering ;
 - [46] Note ONDRAF 1997-2207: 'TFT 2: Détermination de la résistance aux effets thermiques des colis enrobés de déchets solides' ;
 - [47] NBN B05-203, « Essais des matériaux de construction – Gélivité – Cycles de gel dégel », Bureau de Normalisation (NBN), édition 1977 ;
 - [48] NBN B15-231, « Essais des bétons – Gélivité » Bureau de Normalisation (NBN), édition 1987 ;
 - [49] Note ONDRAF 2019-0624, « Détermination des valeurs $C_{i,max}$ à utiliser dans les ACRIA pour les déchets de stockage », auteur : E. Vermariën ;
 - [50] Note ONDRAF 2005-1858, « Synthesenota bepaling onderlimiet Ra-226/Th-232 in RAGAL. », auteur : J. Lenssens ;
 - [51] « RGPRI », soit l'arrêté royal du 20 juillet 2001 portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants ;

- [52] « ADR » en vigueur au 1^{er} janvier 2021 (et ses modifications ultérieures), à savoir la Convention européenne relative au transport international des marchandises dangereuses par la route, publiée au Moniteur belge le 23 décembre 2020 ;

Annexe 1 Justification des critères de transfert contractuels

- 201 L'approbation des équipements, réglé par l'arrêté royal du 18 novembre 2002 [43], est un élément essentiel pour assurer la conformité des déchets radioactifs aux critères de transfert contractuels. En effet, l'approbation implique :
- que la méthode, le procédé, l'équipement, l'installation qu'un producteur utilise permet de traiter et de conditionner des déchets radioactifs qui répondent aux critères de transfert contractuels en vigueur ;
 - qu'il s'agit d'un équipement pour lequel la priorité est donnée à l'application de technologies de traitement, de conditionnement et de caractérisation radiologique de colis primaires ou d'unités d'enlèvement de DC dont la faisabilité est suffisamment éprouvée et dans le cadre desquelles le principe d'optimisation de la protection radiologique (ALARA) est appliqué.
- L'approbation signifie :
- que les déchets bruts et/ou traités sont conditionnés selon un procédé agréé.
 - que les DC sont caractérisés radiologiquement selon une méthode agréée et, le cas échéant, avec un système de mesure agréé.
 - que les DC sont emballés dans un emballage primaire agréé.
- 202 Idem justification 201.
- 203 L'ONDRAF a consigné dans ces notes techniques les méthodes de mesure qu'il juge indispensables pour obtenir des données radiologiques qualitatives correctes sur les DC. Pour l'approbation des méthodes et installations de mesure pour la caractérisation radiologique des DC l'ONDRAF utilise ces notes techniques comme s'il s'agissait de normes.
- 204 Idem justification 201.
- 301 Le formulaire C est structuré en deux parties principales : 1) la page de garde contenant les informations applicables à tous les colis et 2) l'annexe contenant les informations spécifiques à chaque colis. Ce critère de transfert contractuel énumère les informations que le producteur fournit sur la page de garde.
- 302 Les données spécifiques par colis sont structurées en deux grandes parties : a) les données physiques et chimiques et b) les données radiologiques. Ce critère de transfert contractuel énumère les données physiques et chimiques que le producteur fournit dans l'annexe du formulaire C.
- En ce qui concerne les « substances dangereuses » ou les « mélanges dangereux » :
- Le « danger » d'une substance ou d'un mélange dans les déchets d'un colis primaire ne concerne pas seulement la présence d'une certaine substance « dangereuse », mais aussi la concentration avec laquelle cette substance est présente dans les déchets. Vous trouverez ci-dessous un exemple de calcul de l'évaluation de la « dangerosité » d'une substance ou d'un mélange, ainsi que les données figurant dans l'annexe du formulaire C.
- Supposons un colis primaire avec une forme de déchet de 100 kg, dont 5 kg d'amiante :
- La concentration d'amiante dans la forme de déchet est donc de 5 %.
 - Selon le règlement CLP [14], l'amiante est une substance dangereuse désignée par la phrase H350 (cancérogène, catégorie IA/B).
 - Conformément au § 3.6.3 de l'annexe I du règlement CLP, ce danger s'applique si la concentration d'amiante est supérieure à 0,1 %.
→ Par conséquent, la phrase H350 est d'application.
 - Selon le règlement CLP, l'amiante est également une substance dangereuse désignée par la phrase H372 (nocive pour certains organes, catégorie 2).
 - Conformément au § 3.9.3 de l'annexe I du règlement CLP, ce danger s'applique si la concentration d'amiante est supérieure à 10 %.
→ Par conséquent, la phrase H372 est d'application.
 - Les informations à fournir dans l'annexe du formulaire C sont : La forme de déchet contient la substance dangereuse « amiante » avec la phrase H appropriée: H350.
- 303 L'activité des radionucléides est demandée en raison de l'importance de ces nucléides pour la sûreté opérationnelle, la sûreté à long terme dans la destination finale de référence, ou les deux. La sélection des radionucléides a été étendue pour préserver si possible le stockage géologique en

tant qu'option de secours pour les déchets concernés. Elle assure également la traçabilité des déchets radioactifs.

- 304 Les données spécifiques par colis sont structurées en deux grandes parties : a) les données physiques et chimiques et b) les données radiologiques. Ce critère de transfert contractuel énumère les données radiologiques que le producteur fournit dans l'annexe du formulaire C.
- 305 Cette donnée est nécessaire au regard des critères de transfert contractuels du Chapitre 7.
- 306 Le dossier documentaire de production (DDP) contient toutes les informations pertinentes sur les colis de DC. Ce dossier permet à l'ONDRAF de vérifier si les critères de transfert contractuels applicables ont été respectés. En outre, ce dossier contient également des données sur les déchets radioactifs qui garantissent une meilleure traçabilité des déchets.
- 307 Un DDP contient toutes les données requises dans le présent document (démontrant le respect des critères de transfert contractuels), d'une part, et d'autre part, qui sont à documenter conformément au dossier d'approbation (par exemple les paramètres de processus, les certificats de matières premières ...). Le DDP s'inscrit également dans le cadre des exigences de l'ONDRAF en matière de gestion qualité et est requis pour accepter les colis primaires de DC qui sont présentés.

Les contrôles de production effectués lors de la réception des emballages primaires portent sur la présence ou non de fissures, de bosses, de rayures ... Lors des contrôles pendant la cimentation, le producteur examine : le moment (du début à la fin) où le colis est resté immobile, la hauteur de remplissage du colis ..., tandis que les contrôles pendant la fermeture portent principalement sur : la qualité du sertissage, l'absence d'eau libre sur la surface supérieure du colis ...

Pour la ségrégation (voir le critère 431), la RAS (voir critère 414) et la DEF (voir le critère 435), il suffit d'inclure dans le dossier d'approbation les résultats des essais sur des échantillons représentatifs de la matrice d'immobilisation ou du produit d'immobilisation. Il n'est pas nécessaire des inclure dans le DDP.

En ce qui concerne les « substances contenant de la cellulose » :

Les substances contenant de la cellulose sont principalement ou entièrement constituées de cellulose. La cellulose est constituée d'une séquence d'unités de glucose et est donc considérée comme une substance 'putrescible' ou organique périssable. L'ISA, un produit de dégradation de la cellulose, est un agent complexant ou chélatant (voir ci-dessous) dont l'effet perturbateur sur les barrières cimentaires dans le stockage est connu.

Exemples de substances contenant de la cellulose : papier, carton, bois et coton. Dans la pratique, des substances contenant de la cellulose peuvent aussi se trouver dans les matériaux de construction, comme les panneaux de fibres de bois et de ciment, le gyproc (plaque de plâtre) ou le linoléum. Ils se retrouvent aussi typiquement dans le sol (à cause des rameaux et des feuilles). Par contre, le cuir (chaussures) n'est pas un matériau contenant de la cellulose.

En ce qui concerne les « chlorures minéraux » :

En général, les chlorures sont des composés qui contiennent du chlore à l'état d'oxydation « - 1 ». Un ion chlorure est l'ion chargé négativement Cl⁻. Les ions chlorure dans une solution aqueuse peuvent compromettre la sûreté à long terme de deux façons:

- Les ions chlorure peuvent avoir un effet perturbateur sur l'armature en acier du caisson; et
- de cette façon, les ions chlorures, à l'instar des substances contenant de la cellulose, peuvent avoir un effet perturbateur sur la rétention chimique des barrières en ciment. En cas de concentration élevée d'ions chlorures dissous, la matrice de ciment elle-même peut être affectée.

La connaissance de la masse d'ions chlorures qui peut être libérée par la dissolution des chlorures dans l'eau est donc importante pour la documentation des déchets radioactifs.

Pour l'application de ce document, tous les chlorures inorganiques sont considérés. Les chlorures minéraux sont des sels dans lesquels l'ion chargé négativement (« anion ») est un ion chlorure. Un sel est une liaison électrostatique (c'est-à-dire non covalente) entre les ions positifs et négatifs. Un exemple de chlorure minéral est le NaCl (sel de table). En pratique, les chlorures minéraux peuvent généralement se trouver dans les déchets radioactifs provenant de résidus d'évaporation, de matériaux absorbants, de roches sédimentaires ou de matériaux de

construction dérivés de roches sédimentaires (sable, briques et débris de béton) ou dans les déchets résultant de l'utilisation d'agents de décontamination et de nettoyage.

Les chlorures organiques ne sont constitués que de liaisons covalentes. Pour ces types de déchets, le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface des déchets (voir § 5.3.2.10.4 du rapport de sûreté) démontre qu'ils ne donnent pas lieu à la libération de plus de 0,4 m% d'ions chlorure par rapport à la masse de liant dans la matrice d'immobilisation. Le polychlorure de vinyle (PVC) ou d'autres plastiques chlorés sont des exemples de composés chimiques dans lesquels l'élément chlore est lié par covalence.

Voici un exemple de calcul pour illustrer la dérivation des données pour le DDP.

Supposons un colis primaire contenant des déchets radioactifs bruts et/ou traités avec 2 kg d'AgCl, 1 kg de NaCl et 20 kg de PVC et 350 kg de la matrice d'immobilisation (estimations):

- Seuls les sels minéraux AgCl et NaCl sont considérés comme solubles dans l'eau.
- La masse des ions chlorures dans chaque chlorure peut être dérivée de la masse du chlorure et des masses atomiques des éléments (35,45 pour Cl, 107,87 pour Ag, 22,99 pour Na).
- Par exemple, la masse des ions chlorures dans le NaCl est égale à $1 \text{ kg} \times (35,45 / (35,45 + 22,99)) = 0,6 \text{ kg}$.
- Les composants utilisés pour la matrice d'immobilisation dans cet exemple sont énumérés dans Tableau 8.

Tableau 8: Composants de la matrice d'immobilisation fictive

Composant	Masse [kg]	% Cl ⁻	Masse Cl ⁻ [kg]
Granulat 1	135	0,001	0,00135
Granulat 2	51	0,001	0,00051
Eau	62,5	0,025	0,0156
Ciment (type CEM I)	100	0,1	0,1
Adjuvant	1,5	0,1	0,0015

- Les pourcentages d'ions chlorures dans les granulats utilisés doivent être testés selon la norme NBN EN 1744-1 [44]. Pour cet exemple, une valeur conservative de 0,001 m% a été retenue. La norme belge pour l'eau potable impose un maximum d'ions chlorures de 250 mg/l, soit 0,025 m%. Selon les normes respectives NBN EN 197-1 [18] et NBN 934-1 [22] les ciments et les adjuvants utilisés dans la matrice d'immobilisation ne peuvent pas contenir plus de 0,1 m% d'ions chlorures. Il convient de noter que le ciment est la principale contribution à la masse des ions chlorures dans la matrice d'immobilisation.
- Les données du DDP sont donc : AgCl (2 kg AgCl, 0,5 kg ions chlorures), NaCl (1 kg NaCl, 0,6 kg ions chlorures) et matrice d'immobilisation (350 kg, 0,1 kg ions chlorures).

En ce qui concerne les « sulfates solubles dans l'eau » :

Les sulfates désignent les composés chimiques contenant l'ion sulfate. Un ion sulfate est un oxoanion polyatomique de soufre de formule brute SO_4^{-2} . Les ions sulfates dans une solution aqueuse peuvent compromettre la sûreté à long terme puisqu'ils affectent la matrice de ciment et donc affecter l'intégrité des barrières cimentaires du stockage en surface.

Pour l'application de ce document tous les sulfates inorganiques, à l'exception du BaSO_4 (baryumsulfate), sont considérés comme des sulfates solubles dans l'eau. Les sulfates organiques sont des sels dans lesquels l'ion chargé négativement (« anion ») est un ionsulfate (SO_4^{-2}). Un sel est une liaison électrostatique (c'est-à-dire non covalente) entre les ions positifs et négatifs. Le NaSO_4 est un exemple de sulfate inorganique. En pratique, les sulfates organiques peuvent généralement se trouver dans les déchets radioactifs provenant de résidus d'évaporation, d'engrais (par exemple sulfate d'ammoniac), de roches sédimentaires ou de matériaux de construction dérivés de roches sédimentaires (par exemple gypse dans les plaque de plâtre ou gyproc) ou dans les déchets résultant de l'utilisation d'agents de décontamination et de nettoyage.

Les sulfates organiques n'apparaissent que dans les résines conditionnées de manière homogène et dans les petites colonnes de résine conditionnées de manière hétérogène. Pour

ces types de déchets, le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface des déchets (voir § 5.3.2.10.5 du rapport de sûreté) démontre qu'ils ne donnent pas lieu à la libération de plus de 12 g d'ions sulfate par kilogramme de forme du déchet. Les esters sulfatés (comme le sulfate de diméthyle) sont un exemple de sulfate organique.

En ce qui concerne les « agents complexants ou chélatants » :

Les agents complexants et les chélatants sont des liaisons par attraction électrostatique entre un ion métallique central et les ligands organiques environnants. L'agent complexant ou chélatant peut avoir des propriétés de migration significativement différentes de celles de l'ion métallique individuel. De cette façon, les agents complexants ou chélatants peuvent avoir un effet perturbateur sur la rétention chimique des barrières à base de ciment. C'est pourquoi les agents complexants et chélatants sont limités dans les déchets. Cependant, la gamme des agents complexants ou chélatants est très étendue et leurs propriétés sont très diverses. Pour cette raison l'ONDRAF ne peut imposer des exigences ou des valeurs limites spécifiques, mais demande-elle seulement que la présence d'agents complexants ou chélatants dans les déchets soit documentée. Cela permettra, le cas échéant, de réaliser des évaluations de sécurité spécifiques. Cela permettra de réaliser des études de sûreté spécifiques, qui pourront ou non démontrer que les déchets peuvent être placés dans l'installation de stockage en surface en toute sécurité, sous réserve d'éventuelles mesures telles qu'une adaptation des critères radiologiques et/ou de la stratégie de remplissage.

Exemples d'agents complexants ou chélatants : EDTA, DPTA, NTA, acide tartrique, acide citrique, acide oxalique, acide alkylsulfonique, phénols substitués ... Dans la pratique, des agents complexants ou chélatants peuvent généralement être présents dans les déchets radioactifs résultant de l'utilisation d'agents de décontamination et de nettoyage dans les hôpitaux, les instituts de recherche, les entreprises chimiques et lors du démantèlement d'installations nucléaires.

En ce qui concerne les « agents absorbants » :

Les agents absorbants inorganiques (par exemple gel de silice et vermiculite) peuvent se dilater au contact de l'eau. Les agents absorbants organiques peuvent contenir des agents complexants ou chélatants ou leurs produits de dégradation peuvent l'être. Des agents absorbants pourraient donc hypothétiquement porter préjudice à la sécurité de la gestion à long terme des déchets radioactifs. L'ONDRAF ne dispose pas d'une argumentation suffisamment solide pour imposer certaines valeurs limites. Les agents absorbants ne se retrouvent toutefois qu'en quantités limitées par colis. L'ONDRAF tolérera donc la présence d'absorbants organiques ou inorganiques dans les déchets, mais exigera néanmoins que ces substances soient identifiées et leur masse, déclarée.

- 401 En comparaison avec les liquides, les gaz, les poudres ..., une forme du déchet solide et non dispersable possède de meilleures propriétés physiques, mécaniques et chimiques pour une gestion sûre. Les liquides, les gaz, les poudres ..., présentent un risque plus important de fuites éventuelles de radioactivité dans l'environnement.
Une forme du déchet compacte constitue un ensemble continu non dispersible.
Une forme du déchet stable garantit que l'évolution de la forme du déchet soit restreinte et qu'elle ne se dégradera pas sous l'influence de l'environnement, de son propre contenu ou à la suite d'actions normales dans les différentes étapes de la gestion.
- 402 Ce critère est un critère opérationnel car le gaz peut se former à la suite de réactions entre les déchets radioactifs bruts et/ou traités et la matrice d'immobilisation, en raison de la corrosion, de la radiolyse ou de la décomposition de substances organiques. Ce gaz peut affecter l'intégrité de la forme du déchet en provoquant des fissures, des fentes, des trous et/ou des déformations. Il peut également affecter l'intégrité de l'emballage primaire. Les fonctions de sûreté opérationnelle des colis primaires de DC (confinement, blindage et isolement) peuvent donc être perturbées.
En même temps, ce critère de transfert contractuel vise également à garantir le stockage géologique comme option de repli lorsque cela s'avère possible. Dans le cadre du stockage géologique, la production de gaz est un phénomène important. Par conséquent, ce critère de transfert contractuel peut également être considéré comme un critère à long terme.
- 403 Ce critère de transfert contractuel veille à éviter une évaporation excessive de l'eau dans la forme du déchet. Une évaporation excessive d'eau peut mener à des fissures, effritement, déformation ..., de la forme du déchet, qui peuvent nuire la durabilité du produit d'immobilisation.

- 404 Les ions chlorures minéraux peuvent nuire à la sécurité de deux façons : d'une part, ils peuvent avoir un effet perturbateur sur les armatures en acier du caisson. D'autre part, à l'instar des substances contenant de la cellulose, ils peuvent former des complexes stables avec certains radionucléides, perturbant les fonctions de rétention des barrières ouvragées. S'il y a beaucoup des ions chlorures, elles peuvent endommager la matrice de ciment elle-même.
La valeur limite dans ce critère découle des critères de conformité applicables aux déchets destinés au stockage en surface (voir § 15.4.2.2 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface). Le rapport de sûreté limite la quantité d'ions chlorures minéraux dans la forme du déchet à 0,4 m% de la masse de ciment dans la matrice d'immobilisation. L'ONDRAF n'exclut pas a priori l'utilisation de liants hydrauliques alternatifs, voir critère 412. Par conséquent, dans le critère de transfert contractuel, la "masse de ciment" est remplacée par la "masse de liant". La forme du déchet comprend les déchets radioactifs bruts et/ou traités introduits, les composants internes, la matrice d'immobilisation et l'éventuel blindage interne ou bouchon en béton (voir Annexe 3), de sorte que la somme de tous les ions chlorures minéraux de ces composants constitue la quantité totale d'ions chlorures minéraux pris en considération dans ce critère. Le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 5.3.2.10.4 du rapport de sûreté) démontre que les chlorures organiques ne donnent pas lieu à la libération de plus de 0,4 m% d'ions chlorure par rapport à la masse de liant dans la matrice d'immobilisation (voir également la justification 307).
- 405 Ce critère de transfert contractuel repose sur une décision de l'ONDRAF, qui entend ainsi maintenir la gestion courante des « substances putrescibles » dans les déchets. Par « substances putrescibles », on entend des substances organiques susceptibles de former un substrat approprié (= milieu de culture pour les micro-organismes) pour un processus de biodégradation et/ou se dégrader facilement par hydrolyse basique. Les substances putrescibles sont donc des substances et des graisses biodégradables. Les substances biodégradables sont, en effet, des substances qui peuvent former un substrat approprié pour un processus de biodégradation. Les graisses sont des substances qui se désintègrent par hydrolyse basique en un savon (= sel d'un acide gras) et en glycérol.
Les deux réactions susmentionnées donnent lieu à des produits susceptibles de perturber les fonctions de sécurité opérationnelle et à long terme (par exemple par la corrosion de l'emballage métallique ou la dégradation de la matrice de ciment), selon leur quantité présente dans les déchets. Le critère fait une exception pour le cas des substances contenant de la cellulose, pour lesquelles il existe une limite maximale spécifique (voir § 15.4.2.1 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface). Le critère fait également abstraction du fait que, dans la pratique, les graisses sont soit biodégradables, soit présentes en quantités négligeables dans les déchets. Le critère de transfert contractuel ne s'applique pas aux emballages primaires car ceux-ci ne contiennent aucune substance biodégradable. Ce critère n'est pas quantitatif. Il n'est pas exprimé à l'aide de valeurs limites numériques. L'interdiction de présence de substances biodégradables ne doit donc pas être assimilée à la valeur limite zéro. Le critère est qualitatif. Des quantités négligeables des substances en question, qui n'interfèrent pas avec la performance des fonctions de sûreté, peuvent donc être tolérées.
- 406 L'acide isosaccharinique (ISA), principal produit de dégradation de la cellulose en conditions de stockage, peut former des complexes stables avec certains radionucléides. Cela perturbe les propriétés de rétention des barrières ouvragées cimentaires et peut donc entraîner un impact radiologique plus élevé par la lixiviation du stockage en surface. À cette fin, la présence de substances contenant de la cellulose dans la forme du déchet doit être limitée. Cependant, la relation entre la présence d'ISA et son influence sur les propriétés de rétention des barrières de ciment n'est pas proportionnelle. Il existe une valeur maximale pour la concentration d'ISA en dessous de laquelle il n'y a pas d'influence sur ces propriétés de rétention.
La limite de 0,1 kg pour un colis de 400 litres est directement issue du rapport de sûreté du stockage en surface (voir § 15.4.2.1 du rapport de sûreté).
Le critère de transfert contractuel ne s'applique pas aux emballages primaires, car ceux-ci ne contiennent aucune substance cellulosique. Quelques exemples des substances cellulosiques sont fournis dans la justification 307.
- 407 Ce critère découle du rapport de sûreté sur les déchets destinés au stockage en surface (voir § 15.4.2.5 du rapport de sûreté). Il stipule que les substances ou mélanges classés sous « dangers physiques » sont exclus des déchets de stockage. C'est une décision de l'ONDRAF d'ajouter un complément concernant les phrases EUH. Ces phrases EUH fournissent des informations supplémentaires sur des risques spécifiques pour les substances qui sont classées comme physiquement dangereuses.
La concentration joue également un rôle dans l'évaluation de la dangerosité des certaines substance. L'ONDRAF a choisi le colis DC individuel comme unité pour cette évaluation et, à ce titre, de calculer les concentrations des substances potentiellement dangereuses sur la masse de

la forme de déchets du colis DC. Le critère de transfert contractuel ne s'applique pas aux emballages primaires car ceux-ci ne contiennent aucune substance ou mélange dangereux.

Ce critère n'est pas quantitatif. Il n'est pas exprimé à l'aide de valeurs limites numériques. L'interdiction de présence de substances ou de mélanges dangereux ne doit donc pas être assimilée à la valeur limite zéro. Le critère est qualitatif. Des quantités négligeables des substances en question, qui n'interfèrent pas avec la performance des fonctions de sûreté, peuvent donc être tolérées.

- 408 Selon le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 15.3.4 du rapport de sûreté), aucun processus ne peut se produire dans les déchets destinés au stockage en surface qui, en raison de l'expansion des déchets de stockage (par exemple la formation de gel), pourrait entraîner des fissures et donc affecter l'intégrité physique des barrières de ciment (ici, le caisson, le mortier de remplissage ou les déchets de stockage eux-mêmes). Ceci pourrait perturber les fonctions de sûreté du stockage en surface.
Pour le béton concassé (comme la poussière de rabotage), les réactions la RAS et DEF ont été identifiées comme les seuls processus pour lesquels des critères et des exigences supplémentaires doivent être définis afin d'éviter de telles perturbations.
- 409 Cette valeur limite du critère de transfert contractuel est issue du rapport de sûreté relatif à l'installation de stockage en surface (voir § 15.4.2.3 du rapport de sûreté). La fraction massique des ions sulfates (masse SO_4^{2-}) dans chaque colis de déchets conditionnés est dès lors limitée à 12 g par kilogramme de la forme du déchet. Jusqu'à la limite de 12 g par kilogramme de la forme de déchet, la libération d'ions sulfates des déchets radioactifs conditionnés n'a aucune influence sur la détérioration de la matrice de ciment des barrières en béton selon l'évaluation de sûreté. Pour rappel : la masse de la forme du déchet est égale à la masse du colis moins celle de son emballage.
Le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 5.3.2.10.5 du rapport de sûreté) démontre que les sulfates organiques ne donnent pas lieu à la libération de plus de 12 g d'ions sulfate par kilogramme de forme du déchet (voir également la justification 307).
- 410 Les métaux électropositifs (tels que l'aluminium, le béryllium et le magnésium) ne peuvent normalement pas être immobilisés dans une matrice à base de ciment comme liant hydraulique. Ceux-ci forment un couple redox, dans lequel une quantité non négligeable d' H_2 se libère pendant la prise et le durcissement de la matrice (à noter qu'une réaction de fixation dans une matrice de ciment peut prendre beaucoup de temps). L'immobilisation de ces métaux dans une matrice à base de ciment en tant que liant hydraulique n'est possible que si le producteur peut démontrer que la cinétique de la réaction est suffisamment lente pour qu'elle n'interfère pas avec la prise et le durcissement de la matrice. Ceci peut s'obtenir en utilisant une composition de matrice qui contient un additif (par exemple du nitrate de lithium) qui inhibe la réaction de corrosion.
Ce critère n'est pas quantitatif. Il n'est pas exprimé à l'aide de valeurs limites numériques. L'interdiction de présence des métaux électropositifs ne doit donc pas être assimilée à la valeur limite zéro. Le critère est qualitatif. Des quantités négligeables des substances en question, qui n'interfèrent pas avec la performance des fonctions de sûreté, peuvent donc être tolérées.
- 411 La composition chimique et les propriétés des déchets bruts et/ou traités peuvent avoir une grande influence sur la qualité et les propriétés du produit d'immobilisation. C'est pourquoi il est demandé au producteur d'indiquer la composition nominale et extrême des déchets ainsi que leurs propriétés correspondantes, afin qu'elles soient connues lors du développement de la composition de la matrice. La liste des propriétés des déchets bruts et/ou traités reprise dans le dossier d'approbation dépend des éléments suivants : la variante de conditionnement, le producteur, l'éventuel blindage radiologique ou bouchon en béton présent, ... et est convenue avec l'ONDRAF durant le trajet d'approbation.
Ce critère est associé au critère 439, qui exige que la matrice d'immobilisation soit compatible avec toutes les compositions (chimiques) possibles des déchets bruts et/ou traités introduits.
- 412 Si le liant utilisé dans la matrice d'immobilisation répond à la norme indiquée dans le critère, la qualité du ciment peut être garantie. Un liant de qualité est nécessaire, mais pas suffisant pour une matrice d'immobilisation de qualité. Le laitier activé par des alcalins consiste en de laitier de haut fourneau activé par une base telle que NaOH ou KOH après mélange. Les propriétés de ce liant hydraulique alternatif sont équivalentes à celles d'un ciment CEM III/C, qui sont activées par le $Ca(OH)_2$. Ce liant hydraulique alternatif limite donc la libération des radionucléides par les déchets bruts et/ou traités. L'ONDRAF n'exclut pas à priori l'utilisation d'autres liants hydrauliques alternatifs (tels que géopolymères, ciment phospho-magnésien, ciment sulfo-alumineux, etc.) Cependant, il existe des exigences supplémentaires si le producteur veut utiliser ces autres liants alternatifs dans la production de sa matrice d'immobilisation, que l'ONDRAF définira et développera ultérieurement.

- 413 Si les granulats utilisés dans la matrice d'immobilisation répondent à la norme indiquée dans le critère, la qualité des granulats peut être garantie. Des granulats de qualité sont nécessaires, mais pas suffisants pour obtenir une matrice d'immobilisation de qualité.
- 414 La réaction alcali-silice (RAS) est une réaction chimique entre des granulats qui contiennent de la silice réactive et les alcalis présents dans la matrice d'immobilisation. Cette réaction peut entraîner l'expansion de la forme du déchet (voir justification 408), qui pourrait à son tour entraîner des fissures et des déchirures dans le produit d'immobilisation.
La méthode décrite dans l'ASTM C1260 est un test d'orientation qui peut mener à l'un des résultats suivants :
- le granulat est sensible à la RAS ;
 - le granulat est insensible à la RAS ;
 - le granulat est potentiellement sensible à la RAS.
- Dans ce dernier cas, la réalisation du test ASTM C1293 conduira à une classification du granulat comme « sensible à la RAS » ou « insensible à la RAS ». Il est important d'examiner tous les granulats utilisés, qu'ils contiennent du silicium ou du calcium. De faibles teneurs en silicium, en dolomite et/ou en argile réactifs peuvent en effet déjà entraîner une réaction expansive en milieu alcalin.
- 415 Idem justification 413
- 416 La dégradation de composés organiques peut conduire à la formation d'agents complexants ou chélatants. Ces agents peuvent modifier la spéciation des radionucléides en solution en augmentant la solubilité des radionucléides et/ou en réduisant la sorption sur les barrières artificielles (matrice d'immobilisation et/ou blindage radiologique) ou les roches sédimentaires dans les déchets radioactifs bruts et/ou traités. Le producteur peut mieux utiliser des adjuvants inorganiques pour éviter autant que possible la formation d'agents complexants et chélatants dans la matrice d'immobilisation. S'il est fait usage d'adjuvants organiques, le producteur doit argumenter ce choix dans le dossier d'approbation.
Sur la base de recherches internationales sur la capacité complexante et chélatante des superplastifiants, l'ONDRAF permet l'utilisation des superplastifiants suivants si le dosage est correct⁹ : des superplastifiants à base de sulfonate de naphthalène, de polycarboxylate ou de sulfonate de mélamine. L'utilisation de sulfonate de naphthalène, de polycarboxylate et de sulfonate de mélamine est étayée par le rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (pour le sulfonate de naphthalène et le polycarboxylate voir § 5.3.4 du rapport de sûreté, pour le sulfonate de mélamine voir § 5.3.1.2.9 du rapport de sûreté). Pour le sulfonate de mélamine aucune réduction de la sorption n'est attendue aux barrières artificielles.
- 417 Idem justification 413
- 418 Seuls les additifs minéraux à la matrice d'immobilisation sont autorisés, afin de limiter la quantité de substances organiques dans les déchets conditionnés. La dégradation de composés organiques peut en effet conduire à la formation d'agents complexants ou chélatants (voir également justification 416).
- 419 Les normes garantissent une qualité minimale et une identification précise et univoque des additifs. Par exemple, certains granulats contenant du silicium sont classés comme fumée de silice en raison de leur granulométrie et sont certifiés et codifiés selon la norme spécifiée. Des additifs de qualité sont nécessaires, mais pas suffisants pour une matrice d'immobilisation de qualité.
- 420 Étant donné le risque plutôt faible de sensibilité à la RAS du filler calcaire, le producteur peut démontrer cette insensibilité avec sa composition chimique. Comme le test court ASTM-C1260 n'est pas applicable aux granulats fins de la matrice d'immobilisation tels que le filler calcaire (L ou LL), la roche mère du filler calcaire, si disponible avec une granulométrie suffisamment large, peut être évaluée en utilisant la méthode de test plus courte décrite dans l'ASTM C1260.
Le producteur peut également démontrer l'insensibilité à la RAS en effectuant le test standardisé ASTM C1293 sur l'ensemble du béton, du mortier ou de la pâte de ciment.
- 421 Le producteur peut réaliser les tests visés aux critères 421 à 431 sur des échantillons inactifs, en utilisant un surrogate des déchets réels (autrement dit un produit d'immobilisation non radioactif présentant les mêmes propriétés chimiques). Il est possible pour des raisons de protection

⁹ Par « dosage correct », on entend un dosage normal comme il est d'usage dans la technologie classique du béton (maximum de quelques pour cent par rapport à la masse du ciment), dans lequel la (les) adjuvant(s) n'a (n'ont) en outre pas d'effets négatifs sur les propriétés du mortier/béton frais ou de la pâte de ciment fraîche (tels que la ségrégation, la transpiration excessive...).

radiologique et vu les limitations industrielles et économiques d'effectuer des tests sur des échantillons actifs du produit d'immobilisation. Il est très important que ces tests sur des échantillons non actifs soient représentatifs de la production réelle de DC. Le producteur démontre cette représentativité en réalisant un programme de tests complémentaire sur des échantillons actifs (on utilise souvent pour cela des tests qui sont plus facilement réalisables sur des échantillons actifs que les tests des critères de transfert contractuels).

- 422 La représentativité implique que les échantillons aient connu durant leur liaison et leur durcissement, proportionnellement, au moins les mêmes conditions (comme les charges, les forces, l'évolution de la température, ...) que le produit d'immobilisation dans un colis réel. En effet, lors de la cimentation homogène d'un colis réel, des changements interviendront suite à l'adaptation (agrandissement) de l'échelle et il faut en tenir compte, sinon ils peuvent entraîner des conséquences néfastes. Donc :
- les propriétés chimiques et physiques du produit d'immobilisation durant le mélange dépendent du volume et des quantités des éléments utilisés. Par exemple, les réactions d'hydratation du ciment sont exothermiques, ce qui induit une augmentation non négligeable et non uniforme de la température. Aussi bien l'augmentation de la température que le gradient de température sont supérieurs en cas de plus grand volume du produit d'immobilisation.
 - les propriétés qualitatives du produit d'immobilisation frais et durci dépendent du bon mélange du produit d'immobilisation. Le mélange d'une grande quantité de produit d'immobilisation dans une installation industrielle entraîne des difficultés supplémentaires par rapport au mélange d'une petite quantité dans un laboratoire.
 - la reproductibilité et la robustesse d'un colis réel dépendent tant des marges d'erreur définies pour le mélange du produit d'immobilisation (par exemple temps de mélange et puissance de mélange) que des marges d'erreur définies pour les quantités des éléments utilisés.
- Le producteur démontre cette représentativité en réalisant un programme de tests complémentaire sur des échantillons à échelle réelle (on utilise souvent pour cela des tests qui sont plus facilement réalisables sur des échantillons à échelle réelle que les tests des critères de transfert contractuels).
- 423 Le système de qualité doit garantir la qualité du produit d'immobilisation, afin que tous les critères de transfert contractuels relatifs à le produit d'immobilisation soient toujours respectés. Étant donné que la plupart des ingrédients d'un produit d'immobilisation sont des produits naturels, tout changement de l'origine de ces ingrédients (y compris un changement du fournisseur/de la carrière/du four à ciment ...) peut également avoir un impact sur des propriétés du produit d'immobilisation.
- 424 L'utilisation d'un liant hydraulique dans la composition d'un produit d'immobilisation est cruciale, en raison de ses propriétés chimiques, physiques et mécaniques (et donc pour la qualité). C'est pourquoi l'ONDRAF exige du producteur qu'il mette en œuvre les procédures nécessaires. Ce qui permet de garantir une composition constante du produit d'immobilisation, dans les marges de tolérance définies et acceptées, ainsi qu'une documentation correcte de cette composition dans le dossier d'approbation correspondant.
- 425 La composition nominale est contrôlée et garantie sur la base des précisions de dosage des ingrédients du produit d'immobilisation utilisées conformément à la norme spécifiée. Si le producteur n'est pas en mesure de respecter cette norme, il peut indiquer sa propre précision de dosage dans le dossier d'approbation, à condition qu'aucun autre critère ne soit enfreint par ces variations. Les variations par rapport à la composition nominale sont en outre importantes pour démontrer la robustesse (voir critère 439).
- 426 Si la prise du produit d'immobilisation coulé lors de la première étape commence avant que la deuxième étape soit entamée, des discontinuités peuvent se former entre les étapes successives. Il est possible d'éviter ces problèmes si le produit d'immobilisation est coulé en une seule fois ou si le temps entre deux étapes consécutives est suffisamment court pour que la prise de la première étape n'ait pas encore commencé.
- 427 Une perte d'eau excessive due à l'évaporation pendant la phase de prise peut entraîner un manque d'eau pour la prise et le durcissement, ce qui peut nuire à la durabilité du produit d'immobilisation. Un moyen de satisfaire à ce critère, est de placer le couvercle sur le colis primaire de DC sans le fermer de manière définitive.

- 428 Pendant la prise et le durcissement d'un produit d'immobilisation cimentaire, le produit d'immobilisation va dans une première phase « transpirer » (elle libère donc de l'eau). Cette eau est ensuite réabsorbée dans le produit d'immobilisation et liée, de sorte qu'il ne reste plus d'eau libre à la surface. La présence d'eau libre après la prise et le durcissement du produit d'immobilisation indique qu'une ségrégation a eu lieu ou que trop d'eau a été ajoutée au départ (par exemple demande en eau mal déterminée, erreur dans le dosage de l'eau ...). Les deux cas peuvent être préjudiciables à la qualité du produit d'immobilisation. Accessoirement l'eau libre peut favoriser des voies préférentielles de migration des radionucléides, ce qui augmente également le risque de contamination à l'intérieur et à l'extérieur du colis primaire de DC. Ce qui compromet l'intégrité du colis primaire au niveau confinement des radionucléides.
- 429 L'ONDRAF demande que le colis primaire soit maintenu immobile pendant un certain temps pour s'assurer que la prise est suffisamment avancée (réduction de la plasticité pendant la prise), afin qu'il n'y ait pas de perte de cohésion entre le produit d'immobilisation et les déchets bruts et/ou traités (à la suite de manipulations). Cela peut avoir des effets négatifs sur la qualité du colis primaire de DC. Entre le début et la fin de la prise, le colis ne peut être déplacé car le produit d'immobilisation se trouve alors dans un état semi-plastique avec des propriétés mécaniques très faibles. Les dommages éventuels (comme les fissures) sont permanents.
- 430 Les fissures dans la matrice d'immobilisation ne sont pas souhaitées, car elles peuvent indiquer d'une part une mauvaise qualité d'un des composants de la matrice d'immobilisation, et d'autre part un problème lors de la production du produit d'immobilisation radioactif. En vue de garantir la représentativité, l'ONDRAF préfère que le producteur produise le colis (non) actif avec la même installation de cimentage que pour le conditionnement des déchets bruts et/ou traités. Si ce n'est pas possible, le colis peut être fabriqué dans des conditions aussi représentatives que possible. Le mode de découpe est défini par le producteur de manière à limiter autant que possible l'éventuelle formation de fissures supplémentaires lors du découpage.
Si la valeur pour le retrait est supérieure à 4 mm/m et que l'ouverture cumulative pour le colis (non) actif grandeur nature ne dépasse pas cette valeur de retrait mesurée, on suppose que les fissures apparues découlent du retrait et non de la mise à l'échelle. Le producteur peut alors utiliser la valeur de retrait mesurée comme limite supérieure de l'ouverture cumulative admissible. En l'absence d'une norme satisfaisante pour obtenir la valeur de retrait sur les pâtes de ciment, on utilise la même norme que celle valable pour les mortiers.
Ce critère n'empêche pas une éventuelle perturbation des fonctions de sécurité (confinement des radionucléides), mais la limite quelque peu. Seules les fissures visuellement perceptibles, c'est-à-dire les fissures d'une largeur de 0,1 mm ou plus, sont prises en compte pour des raisons pratiques de faisabilité. Le contrôle vise donc à identifier une formation potentielle de fissures ne résultant pas de fissures dues au retrait. En effet, ces éventuelles fissures ne sont pas explicables et peuvent éventuellement être le résultat d'une pathologie à long terme qui n'a pas été remarquée à l'échelle du laboratoire.
- 431 Ce critère est nécessaire pour éviter le phénomène de ségrégation, qui a un impact négatif sur la qualité et l'homogénéité du produit d'immobilisation. La ségrégation forme des voies préférentielles potentielles de lixiviation, qui peuvent favoriser la migration des radionucléides et compromettre leur confinement.
- 432 La limite minimale historique et arbitraire de 20 MPa s'avère toutefois pénalisante dans certains cas pour la qualité du produit d'immobilisation. Une résistance minimale à la compression inférieure a donc été définie, basée sur des simulations des dommages qu'encourt un fût de 400 litres standard en fonction de la résistance à la compression de la matrice qu'il contient (voir [45]). En cas de chute de 6 mètres de haut, la déformation du fût est limitée à moins de la moitié de « l'ultimate strain », si la résistance à la compression du produit d'immobilisation s'élève à 8 MPa. Puisque la résistance à la compression d'un produit d'immobilisation cimenté de manière homogène peut (légèrement) baisser après avoir atteint un maximum, il est demandé au producteur de décrire dans son dossier d'approbation le déroulement de la résistance à la compression dans le temps (jusqu'à l'obtention d'un steady-state ou plateau). On peut ainsi démontrer si la résistance à la compression sera toujours d'au moins 8 MPa.
- 433 La résistance à la flexion donne une indication de la présence ou de l'absence de fissures dans le produit d'immobilisation. S'il y a des fissures dans le produit, la résistance à la flexion sera presque nulle. Les fissures peuvent favoriser le transport de radionucléides hors du colis et compromettre ainsi l'intégrité du colis primaire. L'ONDRAF a décidé d'utiliser la valeur 1 MPa comme limite inférieure pour des raisons pratiques.
Puisque la résistance à la flexion d'un produit d'immobilisation cimenté de manière homogène peut (légèrement) baisser après avoir atteint un maximum, il est demandé au producteur de décrire dans son dossier d'approbation le déroulement de la résistance à la flexion dans le temps (jusqu'à

l'obtention d'un steady-state ou plateau). On peut ainsi démontrer si la résistance à la flexion sera toujours d'au moins 1 MPa.

- 434 Ce critère donne une indication de la durabilité du produit d'immobilisation et du comportement du produit d'immobilisation en cas d'immersion dans l'eau.
- Les mécanismes de dégradation de matériaux cimentaires nécessitent généralement la présence d'eau et/ou sont accélérés en conditions humides. De plus, le stockage en surface et le stockage géologique évoluent à long terme vers un système humide caractérisé par une humidité relative élevée. La réalisation d'un test avec une humidité relative de 100 % est, en d'autres termes, conservatrice (ou du moins représentative) pour les humidités relatives prévisibles dans une installation de stockage.
- Tant pendant la phase opérationnelle de la gestion qu'à long terme, une certaine durabilité du produit d'immobilisation est importante. Dans l'installation de stockage, une plus grande durabilité du produit d'immobilisation et une plus grande résistance aux substances agressives en combinaison avec l'eau contribueront à une compatibilité assurée plus longue avec le système de barrières artificielles et à une meilleure compatibilité avec l'installation de stockage.
- Il est impossible de décrire tous les changements structuraux potentiels dans le critère de telle sorte que plus aucune évaluation qualitative ne serait nécessaire. Quelques exemples de changements structuraux inacceptables sont indiqués (voir Figure 3) afin de mieux expliquer le critère de transfert contractuel aux producteurs.

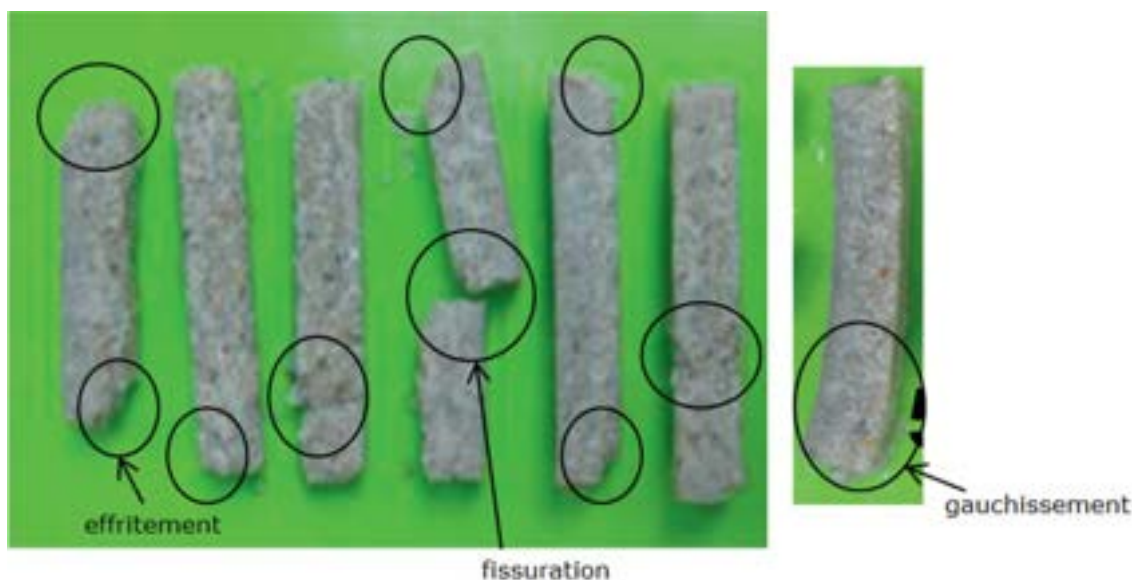


Figure 3: Exemples de changements structuraux inacceptables (effritement, fissuration et gauchissement) d'échantillons (entourés).

- 435 Si la température dans un béton, un mortier ou une pâte de ciment augmente au-dessus de 60 °C pendant ou après la prise, il y a un risque de dégradation interne par les sulfates en raison de la formation différée d'ettringite (DEF) et donc de gonflement, de fissuration ou de fractures de la forme du déchet. Ce qui pourrait perturber les fonctions de sûreté du stockage en surface.
- 436 Des mécanismes de dégradation spécifiques peuvent être induits par des températures froides. Voici quelques exemples : dégradation à la thaumasite, ce qui débouche sur une perte totale de cohérence et une recristallisation des sels immobilisés, ce qui peut entraîner une formation de fissure et des effritements.
- De plus, ce critère donne une indication sur la durabilité du produit d'immobilisation. Une certaine durabilité du produit d'immobilisation est importante tant durant la phase opérationnelle de la gestion des déchets radioactifs qu'à long terme. Dans le stockage, une durabilité supérieure du produit d'immobilisation et une plus grande résistance aux substances agressives associées à l'eau contribueront à prolonger la compatibilité garantie avec le système de barrière artificiel et à une meilleure compatibilité avec l'installation de stockage.
- Le test de froid pour le produit d'immobilisation est similaire au test de cycle de gel et dégel pour la matrice d'immobilisation hétérogène décrite dans le TFT-2 [46]. Cependant, en raison de la faisabilité industrielle et des normes NBN B05-203 [47] et NBN B15-231 [48], sur lesquelles le test se base décrit dans le TFT-2, ne sont pas applicables à un produit d'immobilisation, des exigences moins strictes sont imposées au produit d'immobilisation.

- 437 Ce critère donne une indication de la capacité du produit d'immobilisation à également confiner les radionucléides immobilisés à long terme.
- 438 Le test de durabilité est basé sur l'ASTM C1293, qui teste l'ASR. L'essai décrit ici pour des déchets cimentés de manière homogène teste toutefois aussi d'autres réactions, potentiellement néfastes, dans le produit d'immobilisation. L'absence de ces réactions est démontrée à l'aide d'analyses microscopiques. Les changements de volume et de masse ainsi que la résistance finale à la flexion des échantillons peuvent fournir des informations supplémentaires pour contribuer à mieux comprendre ces analyses microscopiques. L'objectif de ces analyses microscopiques est d'obtenir une description qualitative de la microstructure du produit d'immobilisation. Le producteur étudie et décrit pour cela les différentes techniques et, à diverses échelles, les différents points importants (comme la structure de la matrice liée au ciment, les interfaces avec des agrégats ou les déchets ...). Les échantillons étudiés dans ce cadre sont aussi représentatifs que possible de l'ensemble de la forme des déchets. Le moment d'apparition des anomalies et des observations peut en effet fournir des informations supplémentaires sur la réaction qui a causé ces écarts.
- Lorsque les analyses sont réalisées à une fréquence assez élevée, il est possible d'identifier avec les résultats de mesure une éventuelle stabilisation de l'état des échantillons (autrement dit l'absence de changements dimensionnels, de changements de masse, de fissures, d'effritements ...). Il est possible qu'une stabilisation de l'état des échantillons n'intervienne qu'après (longtemps après) l'écoulement des 12 mois suivant le début du test. C'est pourquoi il est recommandé au producteur de n'interrompre le test qu'après s'être concerté avec l'ONDRAF.
- 439 La qualité et les propriétés du produit d'immobilisation sont garanties, si la composition du produit d'immobilisation est assez robuste par rapport aux variations dans la composition chimique des déchets bruts et/ou traités pouvant intervenir dans l'ensemble du domaine du critère.
- En ce qui concerne le critère « durable » (voir critère 438) les variations de la composition chimique des déchets bruts et/ou traités ne doivent pas être prises en considération et il suffit de vérifier la conformité avec ce critère de transfert contractuel uniquement sur la base de la composition nominale.
- 440 La compatibilité entre deux matériaux liés au ciment (blindage radiologique ou bouchon en béton et le produit d'immobilisation) dépend de l'échange d'eau et des interactions chimiques qui se produisent au niveau de leur couche de séparation. Plus spécifiquement : lorsque les deux matériaux présentent une différence importante au niveau de la composition de leur solution interstitielle, une incompatibilité peut survenir suite à un gradient chimique. Il est donc possible qu'une attaque sulfatique apparaisse dans un matériau suite à l'incompatibilité avec l'autre matériau.
- L'échange d'eau entre les deux matériaux liés au ciment accélère ce type d'interactions chimiques au niveau de la couche de séparation par advection dans la solution interstitielle.
- L'éventuelle présence d'un mélangeur ne peut pas avoir d'effet négatif sur le produit d'immobilisation, l'emballage primaire et le blindage radiologique du colis primaire, de sorte que l'intégrité de l'ensemble ou d'un de ces composants n'est pas altérée.
- 441 Les matériaux que le producteur peut utiliser pour un blindage radiologique éventuel sont limités afin de ne pas créer de difficultés supplémentaires en ce qui concerne la démonstration de la compatibilité entre les composantes du colis primaire et la compatibilité avec l'installation de stockage (voir le critère 603). L'utilisation de ces matériaux pour le blindage radiologique implique entre autre que le DC possède les propriétés physiques et chimiques souhaitées pour limiter le relâchement de radionucléides provenant des déchets bruts et/ou traités (voir § 15.3.2.1 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface). Le choix des matériaux à utiliser est également limité à ceux indiqués en raison de la portée restreinte des configurations autorisées des colis de DC dans cet document.
- 442 Comme un blindage radiologique en béton, mortier ou pâte de ciment ne doit pas immobiliser les déchets, un ensemble de critères plus limité que celui pour la matrice d'immobilisation et le produit d'immobilisation est suffisant. Ces critères permettent d'éviter toute perturbation potentielle des fonctions de sûreté du stockage en surface. En outre, il suffit que le fabricant de ces ingrédients dispose d'un label BENOR (ou un label équivalent) pour démontrer à l'ONDRAF que la qualité reste garantie pendant la production. Le fait de travailler selon un tel label de qualité signifie qu'un certain nombre de critères relatifs au contrôle et à l'assurance de la qualité sont automatiquement remplis et ne doivent donc plus être explicitement démontrés. Le fabricant peut être un sous-traitant du producteur de déchets ou le producteur de déchets lui-même.
- Si le producteur ne dispose pas d'un label de qualité BENOR (ou un label équivalent), il existe des critères supplémentaires pour le blindage radiologique en béton, mortier ou pâte de ciment afin de montrer à l'ONDRAF que la qualité reste garantie pendant la production.

- 443 Puisque le blindage radiologique est considéré comme un béton standard contrairement au produit d'immobilisation, on utilise pour la résistance à la compression à 28 jours une valeur de 30 MPa, ce qui est considéré dans la construction classique comme la limite inférieure pour une pâte de ciment, un mortier ou un béton standard. Afin de toujours garantir dans des conditions accidentelles un bon confinement et la sécurité du personnel par rapport aux déchets radioactifs, la résistance à la compression est également importante pour la sûreté opérationnelle. Un raisonnement analogue s'applique pour la résistance à la flexion du blindage radiologique.
- 444 Voir justification 443.
- 445 Les matériaux que le producteur peut utiliser pour un éventuel bouchon en béton sont limités afin de ne pas créer de difficultés supplémentaires pour la démonstration de la compatibilité entre les composants du colis primaire et la compatibilité avec l'installation de stockage en surface (voir critère 603). Le choix des matériaux à utiliser est également restreint vu la portée limitée des configurations autorisées des colis DC dans cet document.
- 446 Puisqu'un bouchon en béton ou en mortier ne doit pas solidifier les déchets, un ensemble plus limité de critères que celui d'application pour la matrice d'immobilisation et le produit d'immobilisation suffit. Il est possible de démontrer à l'aide de ces critères que la qualité reste garantie durant la production, de sorte que l'on évite de perturber les fonctions de sûreté du colis DC.
- 447 Puisque le bouchon en béton est considéré comme un béton standard contrairement au produit d'immobilisation, on utilise pour la résistance à la compression à 28 jours une valeur de 30 MPa, ce qui est considéré dans la construction classique comme la limite inférieure pour une pâte de ciment, un mortier ou un béton standard. Afin de toujours garantir dans des conditions accidentelles un bon confinement et la sécurité du personnel par rapport aux déchets radioactifs, la résistance à la compression est également importante pour la sûreté opérationnelle. Un raisonnement analogue s'applique pour la résistance à la flexion du couvercle en béton.
- 448 Voir justification 447.
- 501 La limite de l'activité volumique totale des émetteurs bêta/gamma est tirée du rapport de sûreté du bâtiment d'entreposage 127.
- 502 La limite de l'activité volumique totale des émetteurs alpha est tirée du rapport de sûreté du bâtiment d'entreposage 127.
- 503 Pour le stockage géologique, la limite du débit de dose maximal à 1 mètre du monolithe est de 25 $\mu\text{Sv/h}$.
- 504 Les déchets contenant du radium/thorium sont exclus de l'installation de stockage en surface afin d'éviter que l'émanation de radon des déchets ne perturbe les mesures radiologiques. En limitant la somme autorisée des concentrations de Ra-226 et de Th-232 dans les déchets bruts et/ou traités à 1000 Bq/kg, on s'assure que toute émanation et/ou lixiviation ne causera pas d'effets significatifs par rapport aux concentrations de fond ou aux concentrations dans les matériaux de construction tels que le béton du site de stockage (voir § 14.3.1.5 du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface). L'ONDRAF utilise la valeur de 1000 Bq/kg comme valeur limite générale pour la présence *naturelle* de radium et de thorium [50]. Cette valeur limite est également utilisée dans le rapport de sûreté au stockage en surface (voir § 15.6.1.2 du rapport de sûreté).
- 505 La limite de la quantité de matières fissiles est tirée du rapport de sûreté du bâtiment d'entreposage 127.
- 601 L'ONDRAF exige que l'emballage primaire réponde aux critères internationaux pour un colis de transport de type IP-2, afin qu'il dispose des propriétés physico-mécaniques permettant de l'utiliser en toute sécurité pendant la période d'entreposage.
Le test de chute prend en compte les accidents qui peuvent survenir lors du transport, tandis que le test d'empilement tient compte des charges auxquelles le colis primaire de DC peut être soumis pendant le transport.
- 602 Lorsqu'un emballage primaire du Tableau 7 est utilisé, dont le code correspond à la note technique NTC-3 [13], le colis de DC respecte automatiquement les dimensions et les masses autorisées pour le stockage en surface (voir tableau 6 du document ONDRAF/4NT/0573726/000/01 intitulé « All - Structural Design Caissons/Monoliths ». Ce document se trouve à l'annexe I du document NIRON TR-2011-63 E V3).

- 603 La compatibilité physique et chimique signifie que l'intégrité du colis primaire ne peut subir des conséquences préjudiciables, ni à court ni à long terme, entre autres à la suite de :
- l'incompatibilité entre la surface de contact d'un emballage primaire et les divers autres équipements ;
 - les phénomènes de rejet et/ou la mauvaise adhérence de la matrice d'immobilisation à la paroi (intérieure) de l'emballage primaire ;
 - la corrosion interne due au contact entre la matrice et la paroi ;
 - l'insertion des déchets radioactifs bruts et/ou traités et de la matrice d'immobilisation pendant le conditionnement.
- Ce critère implique donc qu'aucune dégradation physique et chimique de l'emballage primaire d'origine interne ne peut survenir dans le colis de DC.
- 604 Ce critère implique qu'aucun dommage physique de l'emballage primaire d'origine externe ne peut survenir dans le colis de DC pendant une période minimale de 75 ans. L'ONDRAF a décidé de faire commencer cette période à partir de l'année de production de l'emballage primaire.
- Le critère de transfert garantit la résistance de l'emballage primaire à toutes les contraintes mécaniques qui peuvent survenir dans des conditions normales d'exploitation et donc sans perforations, fentes ou fissures, rayures profondes, coups, bosses et dégradations chimiques et thermiques. Le critère répond également à l'exigence selon laquelle le colis inférieur peut supporter la charge, lorsque les colis sont empilés quatre (pour le bâtiment d'entreposage 127) ou six (pour le bâtiment d'entreposage 155) queue par-dessus pendant l'entreposage.
- 605 Ce critère implique donc qu'aucune dégradation chimique de l'emballage primaire d'origine externe ne peut survenir dans le colis de DC. À cette fin, l'ONDRAF exige, entre autres, que l'emballage primaire de DC résiste à la corrosion durant toutes les phases de sa gestion préalablement au conditionnement final. La résistance à la corrosion porte sur les phénomènes de corrosion d'origine interne et externe, dont la période envisagée est fixée à 75 ans.
- L'intégrité de l'emballage primaire est cruciale pour la sûreté pendant toute la période d'entreposage et a un impact direct sur le déchargement ultérieur des colis primaires du bâtiment d'entreposage.
- 606 Les critères de conformité du rapport de sûreté de l'installation pour le stockage en surface (voir § 15.3.2.2 du rapport de sûreté) imposent cette restriction pour un colis de déchet conditionné de manière hétérogène, afin d'éviter les espaces vides contigus de haut en bas et de réduire au minimum le transport éventuel de radionucléides à travers le colis ou la libération de radionucléides par le colis. Cependant, les évaluations radiologiques du chapitre 14 du rapport de sûreté supposent un maximum de 15 % d'espace vide dans le colis de DC, qu'il s'agisse de déchets conditionnés homogènes ou hétérogènes dans une matrice de ciment. Par conséquent, cette limite maximale peut également être imposée aux colis de déchets conditionnés de manière homogène. Il convient de noter que la limite spécifiée de 15 % d'espace vide garantit de manière conservatrice la compatibilité avec le stockage géologique. L'ONDRAF souhaite en tenir compte au cas où la destination finale du colis ne serait en définitive pas le stockage en surface.
- 607 L'ONDRAF et Belgoprocess se basent prudemment sur une masse maximale de $1,5 \times 10^3$ kg pour le colis primaire. Cette valeur limite provient du grappin dans les bâtiments d'entreposage, mais couvre simultanément de manière conservatrice la masse maximale des colis de DC autorisée dans un monolithe de type I selon le rapport de sûreté du stockage en surface.
- 608 Cette l'intérêt de la sûreté à long terme, les DC doivent avoir les propriétés physiques et chimiques qui limitent le relâchement de radionucléides provenant des déchets bruts et/ou traités. Cela signifie, entre autres, que les DC doivent contenir une quantité suffisamment importante de masse de liant (voir critère 412). En effet, les radionucléides sont essentiellement retenus dans le liant drucie. La valeur limite est tirée directement du rapport de sûreté de l'installation de stockage en surface (voir § 15.3.2.1 du rapport de sûreté).
- 609 Afin de protéger le monolithe contre toute perturbation des fonctions de sûreté opérationnelle et à long terme décrites dans le rapport de sûreté du stockage en surface (voir § 15.3.3 du rapport de sûreté), aucun liquide radioactif ne peut s'écouler du monolithe. En outre, les liquides libres, en particulier l'eau, peuvent servir de médium à des réactions chimiques perturbatrices telles que la corrosion et donc elles sont à éviter autant que possible. Seuls les liquides libres et macroscopiques sont exclus. L'eau interstitielle n'est donc pas considérée comme un liquide libre. L'eau interstitielle est maintenue en place par des forces capillaires et ne contribue donc pas aux processus qui supposent un flux de liquide dans le colis de stockage.
- 610 La limite du débit de dose est tirée du rapport de sûreté du bâtiment d'entreposage 127.

-
- 611 Le critère relatif à la contamination surfacique transférable est un paramètre opérationnel important pour la protection de la population et de l'environnement pendant les différentes phases de la gestion (transport et entreposage dans les bâtiments d'entreposage respectifs). En outre, ce critère est inclus dans le rapport de sûreté des bâtiments d'entreposage concernés.
- 615 Un code d'identification unique apposé sur un colis assure un lien univoque avec son contenu radiologique et chimique, permettant d'assurer à tout moment la sûreté opérationnelle. En plus d'être un critère opérationnel, il s'agit aussi d'un critère à long terme, car il inclut la traçabilité et le contenu (radiologique et chimique) des déchets, qui sont importants pour le stockage du colis ainsi que pour garantir la sûreté à long terme de l'installation de stockage en surface.
- 616 Afin que le numéro d'identification soit clairement lisible à distance et sous différents angles, le numéro d'identification sera apposé suffisamment grand à plusieurs endroits du fût. À des fins d'uniformité, le numéro d'identification suit une structure déterminée telle qu'indiquée dans le critère de transfert contractuel.
- 617 Le RGPRI [51] impose ce qui suit :
- Chaque colis de DC doit porter un sigle d'avertissement de la présence de rayonnements ionisants. Ceci découle de l'article 31.2 c du RGPRI, qui stipule que le sigle d'avertissement doit figurer sur chaque récipient contenant des substances radioactives. Les dimensions de l'étiquette et son ou ses emplacements sur le colis dépendent de la bonne visibilité et du caractère reconnaissable du sigle d'avertissement. Les dimensions de l'étiquette et son emplacement sur le colis dépendent de la bonne visibilité et du caractère reconnaissable du signe d'avertissement.
 - Le sigle d'avertissement doit être similaire au sigle d'avertissement pour les substances radioactives qui est décrit dans l'arrêté royal du 17 juin 1997 concernant la signalisation de sécurité et de santé au travail (auquel le Code sur le bien-être au travail fait également référence). Ceci découle de l'article 31.1 du RGPRI, qui aborde plus en détail le symbole qui constitue la caractéristique principale de ce sigle d'avertissement. Il convient de noter que l'arrêté royal du 17 juin 1997 n'impose pas la présence du sigle d'avertissement indiquant la présence de substances radioactives sur les récipients.
- 701 Ce critère est un critère à long terme car le rapport de sûreté du stockage en surface (voir § 15.5 du rapport de sûreté) interdit la présence de substances infectieuses dans les déchets de stockage. Ce critère est également un critère opérationnel car il concerne la sécurité des opérateurs du bâtiment d'entreposage considéré, de l'installation IPM ainsi que de l'installation de stockage en surface. Le critère de transfert contractuel est (légèrement) plus restrictif que le critère de conformité correspondant de l'installation de stockage en surface : l'interdiction s'applique à tous les « agents pathogènes biologiques » et non seulement aux « substances infectieuses », et ce pour des raisons opérationnelles. Les définitions de l'ADR [52] ont été utilisées pour la description des « agents pathogènes biologiques », vu l'exactitude de ces définitions et de la connaissance générale de cette législation.
- 702 Ce critère est fondé sur le principe de précaution. Les techniques d'inactivation biologique ne sont généralement pas efficaces à 100 % pour détruire les agents pathogènes biologiques présents.

Annexe 2 Scénario de gestion de référence

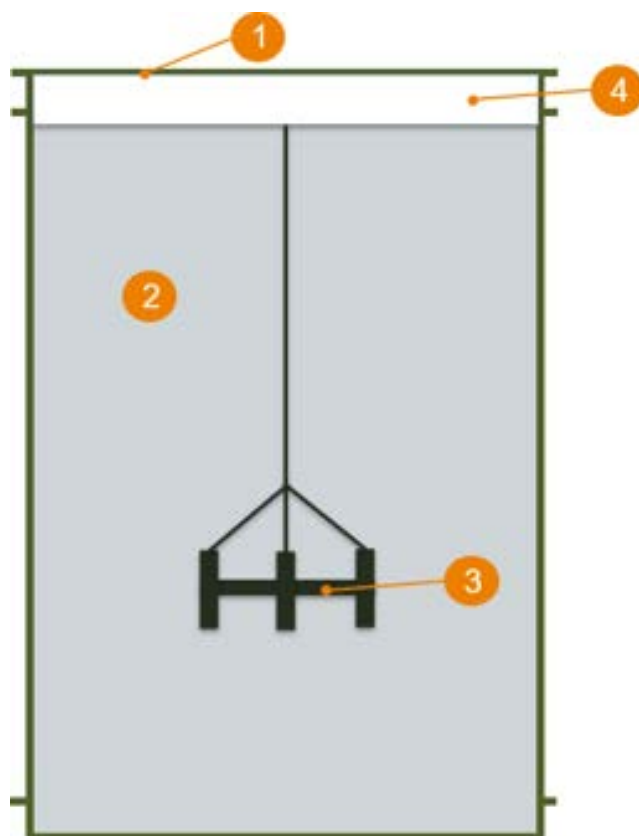
Un scénario de gestion de référence est la séquence des activités de gestion prévues par l'ONDRAF conformément au programme national visé dans la loi du 3 juin 2014 modifiant l'article 179 de la loi du 8 août 1980.

Le scénario de gestion de référence pour ces déchets comprend les étapes suivantes:

1. Transfert des colis de déchets conditionnés (DC) à l'État belge et transport vers le site 1 de Belgoprocess (dans le cas où les colis n'ont pas été produits sur ce site).
2. Entreposage des colis dans le bâtiment 127.
3. Acceptation et transfert des colis de DC depuis les bâtiments d'entreposage vers la future installation de conditionnement final.
4. Les produits du conditionnement final sont des colis de stockage (« monolithes ») de type B.
5. Acceptation et transfert des monolithes de l'installation de conditionnement final vers l'installation de stockage géologique (prévue).
6. Stockage des monolithes B.
7. Gestion des déchets radioactifs après stockage.

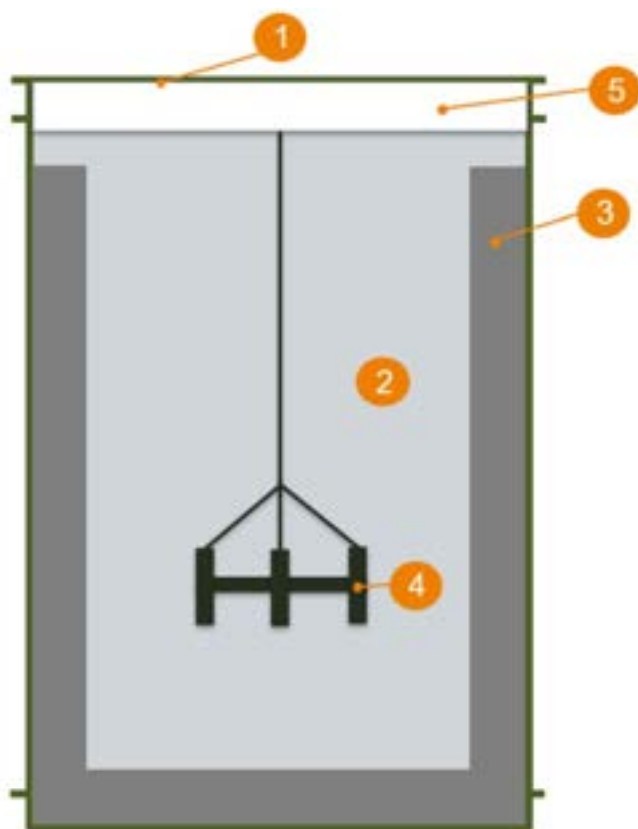
Annexe 3 Configurations applicables du colis de DC

Configuration 1 : conditionnement homogène, sans blindage interne



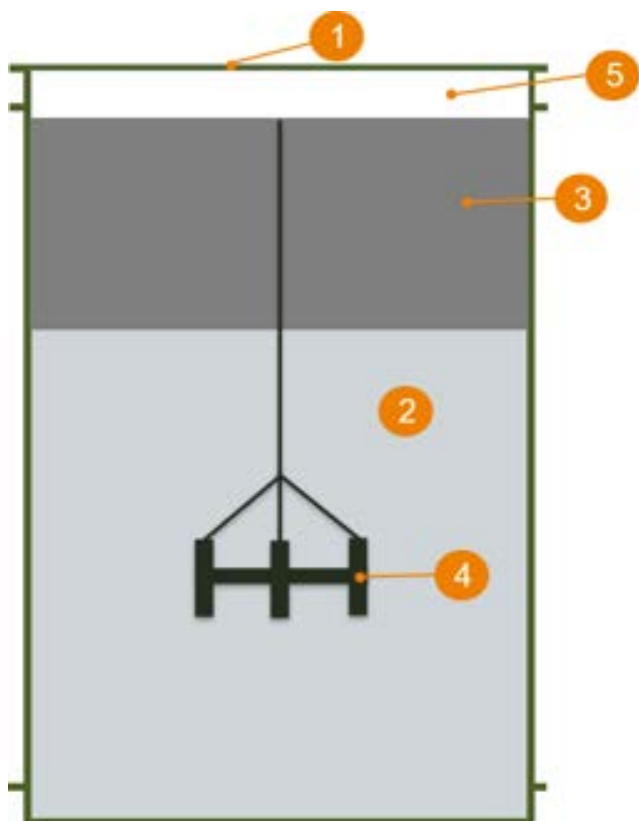
N°	Élément	Composante de base
1	Fût métallique: <ul style="list-style-type: none">cuve (inclus éventuelle manteau de protection)couvercle	Emballage primaire
2	Produit d'immobilisation: <ul style="list-style-type: none">les déchets bruts et/ou traitésmatrice d'immobilisation (béton ou mortier de conditionnement)	Forme du déchet
3	Mélangeur (optionnel)	
4	Espace(s) libre(s)	(espace(s) vide(s) délibérément libéré)

Configuration 2 : conditionnement homogène, avec blindage interne



N°	Élément	Composante de base
1	Fût métallique: <ul style="list-style-type: none"> cuve (inclus éventuelle manteau de protection) couvercle 	Emballage primaire
2	Produit d'immobilisation : <ul style="list-style-type: none"> les déchets bruts et/ou traités matrice d'immobilisation (béton ou mortier de conditionnement) 	Forme du déchet
3	Blindage interne (par exemple en béton baryté ou béton lourd/mortier, acier ou plomb)	
4	Mélangeur (optionnel)	
5	Espace(s) libre(s)	(espace(s) vide(s) délibérément libéré)

Configuration 3 : conditionnement homogène, avec bouchon en béton



N°	Élément	Composante de base
1	Fût métallique: <ul style="list-style-type: none"> cuve (inclus éventuelle manteau de protection) couvercle 	Emballage primaire
2	Produit d'immobilisation : <ul style="list-style-type: none"> les déchets bruts et/ou traités matrice d'immobilisation (béton ou mortier de conditionnement) 	Forme du déchet
3	Bouchon en béton (en béton lourd ou baryté/mortier)	
4	Mélangeur (optionnel)	
5	Espace(s) libre(s)	(espace(s) vide(s) délibérément libéré)

Annexe 4 Aperçu des phrases de risque des substances et mélanges dangereux exclus

Phrase H	Pictogramme d'accompagnement GHS	Description
substances explosives		
H200		substance explosive instable
H201		explosif ; danger d'explosion en masse
H202		explosif ; danger sérieux deprojection
H203		explosif ; danger d'incendie, d'effet de souffle ou de projection
H204		danger d'incendie ou deprojection
H205	néant	danger d'explosion en masse en cas d'incendie
gaz ou aérosols inflammables		
H221	néant	gaz inflammable
H220		gaz extrêmement inflammable
H222		aérosol extrêmement inflammable
H223		aérosol inflammable
liquides ou matières solides inflammables		
H224		liquide et vapeurs extrêmement inflammables
H225		liquide et vapeurs très inflammables
H226		liquide et vapeurs inflammables
H228		matière solide inflammable
substances et mélanges autoréactifs, dont peroxydes organiques		
H240	 ou 	peut exploser en cas d'échauffement
H241		peut s'enflammer ou exploser en cas d'échauffement
H242		peut s'enflammer en cas d'échauffement
substances pyrophoriques et substances et mélanges susceptibles de s'enflammer		
H250		s'enflamme spontanément au contact de l'air
H251		matière autoéchauffante ; peut s'enflammer
H252		matière autoéchauffante en grande quantité ; peut s'enflammer
substances et mélanges qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables		
H260		dégage au contact de l'eau des gaz inflammables qui peuvent s'enflammer spontanément
H261		dégage au contact de l'eau des gaz inflammables

Phrase H	Pictogramme d'accompagnement GHS	Description
matières solides et liquides comburantes et gaz		
H270		Gaz pouvant provoquer un incendie ou une explosion ; comburant puissant
H271		peut provoquer un incendie ou une explosion ; comburant puissant
H272		peut aggraver un incendie ; comburant
gaz sous pression		
H280		contient un gaz sous pression ; peut exploser sous l'effet de la chaleur
H281		contient un gaz réfrigéré ; peut causer des brûlures ou blessures cryogéniques
substances et mélanges corrosifs pour les métaux		
H290		peut-être corrosif pour les métaux
Phrase EUH	Pictogramme d'accompagnement GHS	Description
propriétés physiques		
EUH001	néant	explosif à l'état sec
EUH014		réagit violemment au contact de l'eau
EUH018		lors de l'utilisation, formation possible de mélange vapeur-air inflammable/explosif
EUH019		peut former des peroxydes explosifs
EUH044		risque d'explosion si chauffé en ambiance confinée

Remarque : La phrase EUH006 « Danger d'explosion en contact ou sans contact avec l'air » a été supprimée par le règlement européen (UE) n° 487/2013.

[illegible]

7. Remarques

7.1

--

8. Validation des caractéristiques radiologiques

Le soussigné, expert reconnu et qualifié en la contrôle physique, déclare que les données radiologiques fournies sont correctes et sont conformes la méthode approuvée pour la caractérisation radiologique.

8.1

Nom :

8.2

Date :

8.3

Signature :

Fiche d'identification du colis de DC

A1 Identification

A1.1	Numéro du colis :	A1.2	Numéro du formulaire C (idem page 1) :
A1.3	Date de production du colis :	A1.4	Référence du lot de l'emballage primaire :
A1.5	Conditionneur :	A1.6	Campagne :

A2 Données physiques et chimiques

A2.1	Masse (kg) :											
A2.2	Description des déchets (selon NTC-3) :											
A2.3	Si 'DO' a été utilisé dans A2.2, indiquez pour chaque fraction de déchet le code AO correspondant et la masse (estimation) :											
	code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)	code AO	masse (kg)
A2.4	Type d'emballage primaire (selon NTC-3) :				A2.5	Type de fermeture (selon NTC-3) :						
A2.6	Type de blindage interne (selon NTC-3) :				A2.7	Type de matrice d'immobilisation (selon NTC-3) :						
A2.8	Le colis de DC contient-il une substance ou un mélange dangereux (x) (se) ?											
	☐ oui ☐ non											
	Si oui, précisez les substances dangereuses responsables et les phrases H (et/ou EUH) applicables :											
A2.10	Numéro de référence du dossier d'agrément « Procédé » :											
A2.11	Numéro de référence du dossier d'agrément « Emballage primaire » :											

A3 Données radiologiques

Contenu radiologique

A3.1	Spécifiez l'activité (Bq*) par radionucléide :					
	H-3 :	Se-79 :	I-125 :	Eu-152 :	U-236 :	Am-243 :
	Be-10 :	Kr-85 :	I-129 :	Eu-154 :	U-238 :	Cm-242 :
	C-14 :	Sr-90 :	I-131 :	Eu-155 :	Np-237 :	Cm-243 :
	S-35 :	Mo-93 :	Sb-125 :	Ra-226 :	Pu-238 :	Cm-244 :
	Cl-36 :	Zr-93 :	Sn-126 :	Th-229 :	Pu-239 :	Cm-245 :
	Ca-41 :	Nb-94 :	Cs-134 :	Th-230 :	Pu-240 :	Cm-246 :
	Mn-54 :	Tc-99 :	Cs-135 :	Th-232 :	Pu-241 :	Cm-247 :
	Co-58 :	Ru-106 :	Cs-137 :	Pa-231 :	Pu-242 :	Cm-248 :
	Co-60 :	Pd-107 :	Ce-144 :	U-233 :	Pu-244 :	
	Ni-59 :	Ag-108m :	Pm-147 :	U-234 :	Am-241 :	
	Ni-63 :	Ag-110m :	Sm-151 :	U-235 :	Am-242m :	
A3.2	Date de détermination des activités :					

Activités volumiques

A3.3	Activité α totale (Bq*) :	A3.4	Activité β/γ totale (Bq*) :
------	----------------------------------	------	--

Sûreté opérationnelle radiologique

A3.5	Débit de dose maximal au contact (mSv/h) :	A3.6	Date de mesure du débit de dose :
A3.7	Débit de dose maximal à 1 m (mSv/h) :		
A3.8	La contamination surfacique transférable avec les émetteurs β/γ est-elle ≤ 0.4 Bq/cm ² ?	☐ oui	☐ non
A3.9	La contamination surfacique transférable avec les émetteurs α est-elle $\leq 0,04$ Bq/cm ² ?	☐ oui	☐ non

Matières fissiles

A3.10	Masse U-235 (g) :	Masse Pu-239 (g) :	Masse Pu-241 (g) :
A3.11	Les déchets contiennent-ils de l'uranium hautement enrichi ($\geq 20\%$) ?		
	☐ oui ☐ non		

A3.14

A3.12

A3.13

**Caractérisation
radiologique**

Méthodologie utilisée pour la caractérisation radiologique :
Référence au dossier d'agrément « Radiologique » :
Référence au dossier d'agrément « Installation de mesure » :

* format : a.bb E+cc

A4 Données relatives aux agents pathogènes biologiques

A4.1 Les déchets radioactifs conditionnés sont-ils contaminés ou potentiellement contaminés par des agents pathogènes biologiques ? ☐ oui ☐ non

A5 Remarques

A5.1

Annexe 6 Liste des métaux électropositifs

Les métaux électropositifs sont des éléments métalliques, dont le potentiel d'électrode standard (E^0) en solution aqueuse par rapport à l'électrode d'hydrogène standard est inférieur à -0.84 V, soit le E^0 du couple hydrogène/hydroxyde d'hydrogène (H_2/OH^-).

Le tableau ci-dessous fournit une liste exhaustive des métaux électropositifs avec leur potentiel d'électrode standard.

Le zinc et le titane ne sont pas inclus dans cette liste car ces métaux forment très rapidement une couche oxydée très peu soluble et qui est stable sur un large spectre de valeurs de pH.

	Élément (métal pur)	E^0 (Volt)
MÉTAUX ÉLECTROPOSITIFS	Li	-3.04
	Rb	-2.98
	K	-2.93
	Cs	-2.92
	Ba	-2.91
	Sr	-2.89
	Ca	-2.76
	Après	-2.71
	Mg	-2.38
	Be	-1.85
	Al	-1.66
	Mn	-1.19
Réf.	$2H_2O \leftrightarrow H_2 + 2OH^-$	-0.83

Source : CRC Handbook of Chemistry and Physics 64th Ed (1983)

Annexe 7 Liste des abréviations

CLI	Limite de concentration radiologique absolue par radionucléide critique.
DC	Déchets conditionnés.
DDP	Dossier documentaire de production : nécessaire pour la documentation des colis de DC.
EDX	Energy Dispersive X-rayspectroscopy
FDE (DEF)	Formation différée d'ettringite (<i>delayed ettringite formation</i>).
HOC	Conditionnement homogène dans une matrice ciment.
IPA	Interne project aanvraag (<i>abréviationnéerlandaise</i>)
IPM	Installation de production de monolithes.
ISA	Acide isosaccharinique.
RAS (ASR)	Réaction alcali-silice (<i>Alkali silicareaction</i>)
RGPRI	Règlement général sur la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants, arrêté royal du 20/07/2001 et modifications.
SEM	Scanning Electron Microscopy
SCP	Service de contrôle physique

Annexe 8

Exemples de principes de caractérisation de certains déchets d'Electrabel applicables industriellement en vue du transfert

1	Introduction	3
2	Exemples DE CARACTÉRISATION industrielle des déchets radioactifs en vue du transfert	4
2.1	Méthodologies de caractérisation agréées par l'ONDRAF	4
2.2	CARACTERISATION RADIOLOGIQUE - déclaration des incertitudes pour le critère CCT-202	4
2.2.1	CCT applicables.....	4
2.2.2	Exemple de déclaration des incertitudes sur les mesures radiologiques des déchets radioactifs avant la production des Nuclear Waste Packages par ou pour le compte d'Electrabel en vue du transfert	4
2.3	caracterisation physico-chimiques - déclaration du contenu et des incertitudes	6
2.3.1	CCT applicables.....	6
2.3.2	Exemple de déclaration pour les déchets A0 futurs, y compris les déchets de démantèlement.....	6
2.4	caractérisation chimique - déclaration des masses et des incertitudes	7
2.4.1	CCT applicables.....	7
2.4.2	Vannes	8
2.4.2.1	Chlore hydrosoluble.....	8
2.4.2.2	Sulfate hydrosoluble	8
2.4.2.3	Cellulose	9
2.4.2.4	Métaux électropositifs.....	9
2.4.2.5	ASR – DEF.....	10
2.4.3	Débris de béton	10
2.4.3.1	ASR/DEF.....	10
2.4.3.2	Chlore et sulfate	11
2.4.3.3	Cellulose	11
2.4.4	Les blocs de bétons issus du démantèlement du blindage biologique	12
2.5	Exemple d'application de mise en oeuvre du test de lixiviation pour le CTC– HOC – CCT437	12
2.5.1	CCT applicables.....	12
2.6	Références	13

1 INTRODUCTION

Les exemples de caractérisation des déchets repris dans cette annexe ne préjugent en aucune façon de l'approbation ultérieure de leurs dossiers d'approbation pour transfert des Nuclear Waste Packages par l'Etat belge ou leur délégué. Ce document ne constitue pas une obligation pour Electrabel d'utiliser ces principes généraux. Dans ce cas, des méthodes alternatives devront être développées et proposées par Electrabel pour approbation par l'Etat belge. Il est à noter que cette annexe n'a pas pour objectif d'être exhaustive vis-à-vis de l'ensemble des CTC ou de tous les types de déchets produits par ENGIE.

Néanmoins, l'utilisation de ces principes illustratifs pour développer de futures méthodologies industrialisables de caractérisation des déchets devrait donner aux deux parties un niveau de confiance élevé sur les chances de succès de l'approbation ultérieure des dossiers d'approbation pour transfert. L'application des méthodologies résultantes pourrait permettre de faciliter leur transfert dans les meilleurs délais possibles.

Les éléments liés aux étapes ultérieures telles que l'établissement d'un dossier d'approbation pour transfert par Electrabel, les contrôles indépendants, le transfert des déchets, et les modalités associées ... ne sont pas couverts par cette annexe.

2 EXEMPLES DE CARACTÉRISATION INDUSTRIELLE DES DÉCHETS RADIOACTIFS EN VUE DU TRANSFERT

2.1 METHODOLOGIES DE CARACTERISATION AGREES PAR L'ONDRAF

Les méthodologies de caractérisation agréées par l'ONDRAF dans le cadre de la mise en œuvre de son système d'acceptation des déchets et de la vérification des critères d'acceptation associés restent applicables. Ces méthodologies peuvent donc être appliquées pour la caractérisation industrielle des déchets radioactifs avant transfert.

2.2 CARACTERISATION RADIOLOGIQUE - DECLARATION DES INCERTITUDES POUR LE CRITERE CCT-202

2.2.1 CCT applicables

Les CCT traitant des incertitudes radiologiques sont les CCT suivants : HEC-CCT-202¹ ; HEC-B-CCT-202 ; HOC-CCT-202 ; HOC-B-CCT-202 et CT3-CCT-202.

2.2.2 Exemple de déclaration des incertitudes sur les mesures radiologiques des déchets radioactifs avant la production des Nuclear Waste Packages par ou pour le compte d'Electrabel en vue du transfert

Electrabel peut choisir l'exploitant assurant le traitement et le conditionnement de ses déchets ainsi que la forme et le contenu de sa déclaration.

Toutefois, l'exploitant de ce service base sa déclaration d'incertitudes de l'inventaire radiologique, a minima, sur les exigences reprises dans la note ONDRAF NTC-6/A [1] pour les déchets conditionnés et la note ONDRAF TNT6.1/A [14] pour les déchets non-conditionnés.

Par exemple, la détermination des incertitudes des géométries AMANDE pour les déchets qui sont conditionnés par Electrabel [2], énumérées dans la note Electrabel 10000735463 [3] relative aux incertitudes, sont déjà basées sur la note ONDRAF NTC-6/A.

Cette déclaration d'incertitude se limite aux Radionucléides considérés comme critiques pour le dépôt de catégorie A repris dans le tableau ci-dessous.

¹ La codification suivante est utilisée pour identifier un CCT : XXX-CCT-NNN avec XXX, le type de déchets et NNN le numéro du critère de transfert contractuel.

Ag-108m	Cs-137	Pu-239	U-235
Am-241	I-129	Pu-240	U-236
Am-243	Mo-93	Pu-241	U-238
C-14	Nb-94	Se-79	Zr-93
Ca-41	Ni-59	Sn-126	
Cl-36	Ni-63	Sr-90	
Cm-244	Np-237	Tc-99	
Cs-135	Pu-238	U-234	

Electrabel confirmera dans son dossier d'approbation de transfert que les déchets radioactifs issus des centrales ne sont pas des déchets radifères ou thorifères ($Ra-226 + Th-232 < 1Bq/g$). Les incertitudes concernant la déclaration de ces nuclides ne doivent donc pas être déclarées.

Les incertitudes suivantes sont à prendre en considération :

- l'incertitude statistique de comptage,
- l'incertitude relative à l'efficacité,
- l'incertitude associée à la probabilité de pic d'émission gamma,
- l'incertitude liée à l'activité des sources standards utilisées pour déterminer l'efficacité du comptage,
- l'incertitude liée à la géométrie de mesure et à la répartition spatiale de l'activité dans le colis
- l'incertitude due à la matrice des déchets liée d'une part à la différence entre la masse volumique des déchets des colis mesurés et celle des colis de référence (ou des hypothèses de calcul) et d'autre part à l'hétérogénéité de la masse volumique dans la matrice des déchets.

Par ailleurs, l'incertitude liée à la composition isotopique des déchets radioactifs et l'incertitude afférente au rapport entre l'activité des isotopes clés et l'activité totale doivent être évaluées sur base empirique ou, à défaut, sur base d'une étude documentaire.

Ces incertitudes ne s'ajoutent pas aux valeurs déclarées d'activité des 28 radionucléides considérés comme critiques dans l'appréciation des valeurs de mesures par rapport aux valeurs limites des critères de transfert contractuels. A noter que ces incertitudes servent uniquement au suivi de l'agrément de l'installation de mesure et/ou de la méthode.

Pour la déclaration de ces incertitudes liée à la composition isotopique :

1. Les incertitudes sur les facteurs de corrélation empiriques tiennent compte, a minima, des incertitudes suivantes :
 - Les incertitudes sur les valeurs radiologiques mesurées obtenues lors de l'analyse radiologique d'échantillons dans le cadre des exercices de validation des modèles numériques, comme par exemple LLWAA.
 - Les incertitudes résultant d'une analyse statistique effectuée sur les valeurs mesurées utilisées pour fixer les facteurs de corrélation empirique.
2. Les incertitudes sur les facteurs de corrélation des isotopes non mesurables seront quant à elles déterminées sur base de la littérature internationale, comme par exemple, des informations disponibles dans le document IAEA-TECDOC-1672 [4].

2.3 CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUES - DECLARATION DU CONTENU ET DES INCERTITUDES

2.3.1 CCT applicables

Les CCT applicables pour les méthodologies décrites ci-dessous sont les CCT suivants :

- HEC-CCT-201 (déclaration d'incertitudes) ; HEC-CCT-302 (description des déchets) ; HEC-CCT-307 (données physiques et chimiques) ;
- HOC-CCT-201 ; HOC-CCT-302 ; HOC-CCT-307 ;
- HEC-B-CCT-201 ; HEC-B-CCT-302 ; HEC-B-CCT-307 ;
- HOC-B-CCT-201 ; HOC-B-CCT-302 ; HOC-B-CCT-307 ;
- CT3-CCT-201 ; CT3-CCT-304.

2.3.2 Exemple de déclaration pour les déchets A0 futurs, y compris les déchets de démantèlement

Pour la caractérisation de ce type de déchets, Electrabel doit effectuer des analyses chimiques pour déterminer le contenu en chlore, sulfate et cellulose.

Electrabel est responsable des opérations d'échantillonnage et du prélèvement des échantillons

Pour les méthodes d'échantillonnage, Electrabel appliquera de préférence des méthodes reconnues ou normalisées existantes. Electrabel peut toutefois développer ses propres méthodes d'échantillonnage et les soumettre à l'Etat ou à son délégué pour approbation avant leur utilisation industrielle.

La procédure d'échantillonnage, effectuée de manière aléatoire (ce qui permet de ne pas introduire de biais statistique) utilisée doit garantir que l'échantillon de déchets prélevé pour analyse est représentatif de l'entière du lot de déchets. La justification de la représentativité sera basée sur la description des productions des déchets et sur l'analyse de la similarité de ces productions de déchets. Un nombre limité d'échantillons à convenir, peut être utilisé pour confirmer cette similitude. Toute information relative aux échantillonnages utilisés sera conservée et rendue disponible à l'Etat ou à son délégué pour assurer la traçabilité et le contrôle qualité des procédures mises en oeuvre.

A titre d'exemple, la méthodologie de caractérisation des déchets A0 avant leur conditionnement peut impliquer l'utilisation d'un broyeur de laboratoire où des échantillons représentatifs

seront prélevés à partir d'un lot de colis. Ces échantillons seront homogénéisés et préparés sous une forme permettant à Electrabel d'effectuer des analyses physico-chimiques du contenu en chlore, sulfate et cellulose dont les résultats serviront à effectuer la déclaration et à fournir l'estimation des incertitudes liées à cette déclaration. Les valeurs déclarées reposeront sur les moyennes des différents échantillons du lot. Les écarts-types calculés sur la population considérée d'échantillons (d'un lot ou d'un cumul) seront utilisés pour déclarer les incertitudes.

Pour le cas particulier des déchets A0 dont les débits de dose au contact dépassent 2 mSv/h (qui seront traités et conditionnés par les processus de conditionnement hétérogène, actuellement WB03 - TC/01), ceux-ci peuvent être exemptés d'échantillonnage à condition qu'Electrabel apporte la preuve que ces déchets > à 2 mSv/h sont similaires et comparables aux déchets < à 2 mSv/h. Cette similarité peut être justifiée sur base d'autres échantillons prélevés sur les déchets non conditionnés qui sont produits dans des conditions identiques.

Pour le critère ASR/DEF, le HEC-CCT-408C pourra être employé.

Après avoir tout mis en œuvre pour trier les déchets radioactifs, il peut rester une fraction résiduelle après les opérations de tri de ces déchets radioactifs ayant un contenu très hétérogène (fraction A0). Ils contiennent principalement de très petits composants, des poussières et des substances pour lesquelles le tri à l'échelle industrielle n'est pas ou n'est plus possible.

Minimisation de la fraction A0 - à partir de HEC-CCT-302 (ces principes généraux sont également applicables à CT3) : « *Le code A0 peut être utilisé pour une fraction de déchets (la 'fraction résiduelle'), à condition que la masse de cette fraction résiduelle ait été prise en compte dans le 'dossier d'approbation de transfert' du procédé (mentionné au critère 201)* »

Dans les Nuclear Waste Packages, la présence d'une fraction résiduelle de déchets A0 peut être autorisée à condition qu'Electrabel démontre que des efforts industriels raisonnables ont été fournis pour isoler et minimiser la fraction A0 d'autres flux de déchets bien définis (par exemple, les déchets purement métalliques) par l'application et/ou la mise en place de procédures qualité, dont entre autres, des procédures de tri, des programmes de formation des opérateurs, ... Electrabel documentera ces aspects dans le dossier d'approbation pour transfert.

2.4 CARACTERISATION CHIMIQUE - DECLARATION DES MASSES ET DES INCERTITUDES

2.4.1 CCT applicables

Les CCT applicables pour les méthodologies décrites ci-dessous sont les CCT suivants :

- HEC-CCT-201 ; HEC-CCT-302 ; HEC-CCT-307 ; HEC-CCT-404 A/B/C/D ; HEC-CCT-409 A/B/C ; HEC-CCT-406 A/B/C ; HEC-CCT-408 A/B/C ;
- HOC-CCT-201 ; HOC-CCT-302 ; HOC-CCT-307 ; HOC-CCT-404 A/B/C ; HOC-CCT-409 ; HOC-CCT-406 ; HOC-CCT-408 ;
- HEC-B-CCT-201 ; HEC-B-CCT-302 ; HEC-B-CCT-307 ; HEC-B-CCT-404 ; HEC-B-CCT-409 ; HEC-B-CCT-406 ; HEC-B-CCT-408 ;
- HOC-B-CCT-201 ; HOC-B-CCT-302 ; HOC-B-CCT-307 ; HOC-B-CCT-404 ; HOC-B-CCT-409 ; HOC-B-CCT-406 ; HOC-B-CCT-408 ;

- CT3-CCT-201 ; CT3-CCT-304 ; CT3-CCT-404 A/B ; CT3-CCT-405 A/B ; CT3-CCT-407 ; CTE-CCT A/B/C ; CT3-CCT-408 ; CT3-CCT-409.

2.4.2 Vannes

Les vannes représentent des matériaux hautement hétérogènes qui ne peuvent pas faire l'objet d'une caractérisation individuelle à l'échelle industrielle. Il convient de définir et d'adopter une approche pragmatique mais conservatrice qui permettra d'assurer une caractérisation efficace.

Ce type de déchets métalliques peut être déclaré avec le code AO C7 (« structure en métal non spécifié ») ou M0 (« métal non spécifié »). La déclaration et la justification seront de nature descriptive et documentaire (i.e. fiche technique).

2.4.2.1 Chlore hydrosoluble

a) Déclaration de masses

Les vannes du circuit primaire ne contiennent pas de chlore car ce produit est strictement limité via les spécifications techniques du système primaire (voir procédure opérationnelle CHEM/02). Néanmoins, des traces de chlore peuvent être présentes, mais celles-ci sont supposées être inférieures aux incertitudes (voir ci-dessus). Par conséquent, des masses de 0 gramme seront déclarées.

b) Déclaration des incertitudes

Des traces de chlore pourraient être présentes, provenant principalement des résidus chimiques séchés des systèmes primaires (voir également procédure opérationnelle CHEM/02 [13]). Sur cette base, Electrabel calculera le résidu maximal de manière conservatrice en tenant compte de la concentration maximale admissible dans le système primaire. Cette valeur sera utilisée pour déclarer l'incertitude.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et des incertitudes seront considérés comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si 1) zéro gramme est la valeur déclarée 2) une déclaration d'incertitude est fournie ; 3) l'utilisation des codes AO, M0 ou C7 dans la déclaration est justifiée valablement.

2.4.2.2 Sulfate hydrosoluble

a) Déclaration de masses

Les vannes ne contiennent pas de sulfate hydrosoluble. La valeur générique à déclarer est de 0 gramme. Cependant, dans certains cas exceptionnels, les composants des vannes pourraient contenir des traces de sulfate. Celles-ci sont supposées être inférieures aux incertitudes (voir ci-dessus). Par conséquent, des masses de 0 gramme seront déclarées.

b) Déclaration des incertitudes

La quantité maximale de sulfate sera évaluée et documentée par Electrabel (par exemple, au moyen d'une argumentation fondée sur les spécifications techniques de vannes représentatives). Cette valeur sera utilisée pour déclarer l'incertitude.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et les incertitudes seront considérées comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si 1) zéro gramme est la valeur déclarée 2) une déclaration d'incertitude est fournie ; 3) l'utilisation des codes AO, M0 ou C7 dans la déclaration est justifiée valablement.

2.4.2.3 Cellulose

a) Déclaration de masses

Les vannes ne contiennent pas de cellulose. La déclaration sera 0 gramme. Toutefois, une présence limitée localisée peut être observée. Ce point est couvert par les incertitudes.

b) Déclaration des incertitudes

Dans des situations exceptionnelles, les vannes peuvent présenter des autocollants ou joints contenant de la cellulose (à confirmer, par exemple, sur la base des spécifications techniques de vannes représentatives). La quantité maximale de cellulose sera évaluée et documentée par Electrabel (par exemple, au moyen d'une argumentation fondée sur les spécifications techniques de vannes représentatives). Cette valeur sera utilisée pour déclarer l'incertitude.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et les incertitudes seront considérées comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si 1) zéro gramme est la valeur déclarée 2) une déclaration d'incertitude est fournie ; 3) l'utilisation des codes AO, M0 ou C7 dans la déclaration est justifiée valablement.

2.4.2.4 Métaux électropositifs

a) Déclaration de masses

Certaines vannes peuvent contenir un nombre limité de pièces en aluminium (comme des joints). La masse correspondante à ces parties sera déclarée de manière conservatrice. Une argumentation documentée justifiera ce point.

b) Déclaration des incertitudes

La quantité maximale d'aluminium sera évaluée et documentée par Electrabel (par exemple, au moyen d'une argumentation fondée sur les spécifications techniques de valves représentatives). Cette valeur sera utilisée pour déclarer l'incertitude.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et les incertitudes seront considérés comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si cette information est transmise au moyen d'une argumentation fondée sur les spécifications techniques des vannes.

2.4.2.5 ASR – DEF

NA pour les vannes.

2.4.3 Débris de béton

Les débris de béton ont des origines diverses :

- Béton produit lors de l'enlèvement des grands composants ;
- Béton produit lors du démantèlement des locaux de la zone contrôlée ;
- Déchets de béton produits lors de la décontamination des bâtiments.

Les règles de caractérisation qui peuvent s'appliquer sont reprises dans la note ONDRAF 2023-0904. Celles-ci doivent être appliquées pour tous les déchets béton pour les critères ASR/DEF. Dans certaines situations exceptionnelles, comme par exemple pour une partie des débris de béton pour lesquelles l'information disponible est insuffisante, une traçabilité et une caractérisation pour chaque partie individuelle n'est pas réalisable à l'échelle industrielle, ce qui rend l'application de la note ONDRAF 2023-0904 potentiellement impossible.

Dans ces situations exceptionnelles, Electrabel peut proposer une approche statistique sur base d'échantillons représentatifs pour ces débris de béton. Cette approche veillera à choisir des échantillons de manière aléatoire (afin d'éviter les biais statistique – un biais statistique peut par exemple être introduit en excluant certaines zones moins facilement accessibles du bâtiment ou en excluant des bétons radioactifs des analyses).

Electrabel peut établir une cartographie ASR/DEF, chlore et sulfates pour chaque centrale en s'appuyant sur quelques dizaines d'échantillons dont le nombre final est à convenir afin d'obtenir une vue réaliste des risques ASR/DEF, chlore et sulfates pour l'ensemble des déchets béton de la centrale. Cette cartographie fera partie du dossier d'approbation pour transfert.

2.4.3.1 ASR/DEF

Trois cas de figure peuvent être envisagés :

- Aucun échantillon n'est sensible à l'ASR/DEF → les déchets béton sont considérés à priori comme non sensibles à l'ASR/DEF et sont déclarés conformément aux critères CT3-CCT-407A ou HEC-CCT-408A (ASR non avérée).

- Un découpage justifié par Electrabel entre les zones sensibles et non sensibles à l'ASR peut être proposé → Les déchets peuvent être triés par Electrabel et déclarés en partie sous les critères CT3-CCT-407A ou HEC-CCT-408A (ASR non avérée) et CT3-CCT-407B ou HEC-CCT-408B (ASR avérée).
- Aucune conclusion statistique ne peut être tirée → les débris seront déclarés dans le cadre du critère CT3-CCT-407C ou HEC-CCT-408C (risque d'ASR).

2.4.3.2 Chlore et sulfate

a) Déclaration de masses

Les masses en chlore et en sulfate dans un nombre d'échantillons statistiquement représentatif sont déclarées sur base des mesures obtenues en utilisant la norme belge NBN-B15-250 :1991 [9]. Les valeurs déclarées reposeront sur les moyennes de différents échantillons en application de cette norme.

b) Déclaration des incertitudes

La déclaration des incertitudes pour les débris de béton se fera sur base du calcul de l'écart-type des mesures de masses individuelles en chlore et en sulfate de chaque échantillon tiré de la cartographie.

c) Conditions de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et les incertitudes seront considérés comme étant valables en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si cette information est transmise au moyen d'une argumentation fondée sur base des résultats de ces mesures.

2.4.3.3 Cellulose

a) Déclaration de masses

Lors de la construction des centrales, aucune cellulose n'a été volontairement rajoutée au béton. Dès lors, la déclaration affichera zéro gramme. Toutefois, une présence limitée et localisée pourrait être observée (e.g. étiquettes, pollution organique). Celles-ci sont supposées par Electrabel être inférieures aux incertitudes (voir ci-dessous).

Compte tenu de la taille des gravats de béton tel que produit par des moyens industriels classique (marteau pique, scarification...), la présence de cellulose peut également être exclue visuellement.

b) Déclaration des incertitudes

La présence éventuelle de cellulose sera évaluée et documentée par Electrabel qui en calculera une quantité maximale. Cette quantité maximale sera considérée comme une incertitude.

c) Condition de validité de la déclaration

La déclaration de la masse et des incertitudes est considérée comme étant valable en vue d'évaluer la conformité avec les critères contractuels de transfert si 1) zéro gramme est la valeur déclarée 2) certains résidus potentiels sont pris en compte dans les incertitudes ; 3) les contrôles visuels effectués par Electrabel excluront la présence de cellulose ; 4) la déclaration est justifiée valablement telle que définie au paragraphe a) et b)

2.4.4 Les blocs de bétons issus du démantèlement du blindage biologique

Les règles de caractérisations qui s'appliquent sont reprises dans la note ONDRAF 2023-0904. Celles-ci doivent être appliquées pour tous les déchets béton pour les critères ASR/DEF pour autant qu'elles soient applicables d'un point de vue industriel (disponibilité des informations spécifiques et traçabilité).

Exceptionnellement, dans le cas où la décomposition en « éléments structurels » comme le prévoit la note ONDRAF 2023-0904 ne peut être justifiée (notamment par manque d'informations), Electrabel peut utiliser une approche statistique comme décrite à la section 2.4.3. Dans ce cas, Electrabel peut proposer à l'ONDRAF une cartographie reprenant l'emplacement des échantillons prélevés aléatoirement ayant pour objectif la représentativité et une justification de l'approche proposée.

2.5 EXEMPLE D'APPLICATION DE MISE EN OEUVRE DU TEST DE LIXIVIATION POUR LE CTC– HOC – CCT437

2.5.1 CCT applicables

Le HOC-CCT-307 décrit le contenu du Dossier Documentaire de Production. Il fait référence notamment à la méthode à suivre pour effectuer le test de lixiviation. Ce dernier est décrit dans le HOC-CCT-437.

- 437 (L)** Le producteur doit effectuer un **test de lixiviation** tel que décrit dans les fiches techniques ONDRAF TFT-3 [37] et TFT-4 [38], afin de fournir une indication de la capacité de confinement du produit d'immobilisation. Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies:
- Dans le dossier d'approbation doit être justifié pourquoi une dérogation à la méthode de test décrite ci-dessus est souhaitée.
 - Dans le dossier d'approbation doit être démontré que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.

Electrabel peut proposer une méthode alternative des tests de lixiviation à celles qui sont reprises dans le CTC– HOC – CCT437.

Par exemple, une méthodologie alternative des tests de lixiviation pour les déchets homogènes peut s'appuyer sur l'utilisation de la norme ANSI/ANS-16.1-2003 (R2017) [12].

2.6 REFERENCES

- [1] Note ONDRAF 97-3497, Note technique NTC-6 : Méthodes et installations de mesure pour la détermination de l'activité des déchets conditionnés
- [2] 10000303141/000/00, Note de methodologie CNT - sit. act.
- [3] 10000735463/000/00 Afvalkarakterisatie - Amande-meetsysteem
- [4] IAEA-TECDOC-1672, Modelling of Transport of Radioactive Substances in the Primary Circuit of Water Cooled Reactors
- [5] Note ONDRAF 2020-0827, note technique : « TNT-2 : Codification des DNC »
- [6] Référence nonutilisée
- [7] Note ONDRAF 2023-0839, Productie van bergingsconform niet-geconditioneerd afval op basis van de afvalomschrijvingen (AO-codes)
- [8] Note ONDRAF 2023-0904, Guidance concernant l'insensibilité à la dégradation due à la réaction ASR et à la réaction DEF
- [9] NBN-B15-250 :1991, Analyse chimique des mortiers et bétons durcis
- [10] Note ONDRAF 1988-1185 : « TFT-3 : Résistance à la lixiviation »
- [11] Note ONDRAF 1998-1196 : « TFT-4 : Expression et présentation des résultats des essais de lixiviation »
- [12] ANSI/ANS-16.1-2003 (R2017)
- [13] CHEM/02 « Chemische specificaties en analysefrequentie der primaire kringen en hulpkringen Doel 4 » (= exemple ZST.10000734283.000.00 pour Doel4)
- [14] Note ONDRAF 2023-1185 : Note technique TNT6.1A : Contenu type d'un dossier d'agrément pour les méthodes et installations basées sur l'analyse par spectrométrie gamma des déchets radioactifs non conditionnés.

Vu pour être annexé à Notre arrêté du [DATUM] relatif à la répartition des déchets radioactifs et de combustible utilisé, aux unités et méthodes de consommation des crédits de volume et aux critères de transfert contractuels

Par le Roi,

Ministre de l'Énergie
Tinne Van der Straeten

N1. Radioactief afval van categorie A, meeteenheden en de wijze van verbruik van de volumekredieten voor categorie A-afval en de contractuele overdrachtscriteria voor categorie A-afval;

Bijlage 1
Volumes en contractuele overdrachtscriteria voor categorie A-afval

1. VOLUMES

Zie inventaris van radioactief afval van categorie A van Electrabel in bijlage.

Op het moment van overdracht van historisch categorie A-afval wordt het volgende volume afgetrokken van het volumekrediet: [39.563,73] m³ (zoals vermeld in "Bijlage historisch CAT A-afval").

2. CONTRACTUELE OVERDRACHTSCRITERIA VOOR TOEKOMSTIG CATEGORIE A-AFVAL

2.1 Bepaling van contractuele overdrachtscriteria voor categorie A-afval

De contractuele overdrachtscriteria voor pakketten radioactief afval van categorie A zijn de volgende:

- Overdrachtscriteria HEC 20 06 2023 (hierna "HEC")
- Overdrachtscriteria HOC 20 06 2023 (hierna "HOC")
- Overdrachtscriteria CT3 20 06 2023 (hierna "CT3")
- Overdrachtscriteria HEC-B 20 06 2023 (hierna "HEC-B")
- Overdrachtscriteria HOC-B 20 06 2023 (hierna "HOC-B")

De partijen komen contractuele overdrachtscriteria overeen (zie 2.2 hieronder).

Tenzij hieronder in de bijlagen anders is bepaald, mag geen radioactief afval worden overgedragen tenzij het is geconditioneerd.

Opmerkingen:

1. Gekwalificeerde caissons om te gebruiken voor de CT-3 en die voldoen aan de criteria CTC-307 en CTC-601 zullen door de Belgische Staat uiterlijk op 01/01/2028 bij BELGOPROCESS beschikbaar worden gesteld.
Om tijdig te voldoen aan de behoeften van het buitenbedrijfstellingsprogramma van de kernexploitant, zal de kernexploitant uiterlijk op 30/06/2025 een gedetailleerd leveringsschema voor caissons indienen.
Dit leveringsschema, dat rekening moet houden met de industriële beperkingen in verband met het programma voor oppervlakteberging, zoals de nominale productiecapaciteit van de caissonfabriek en de behoefte van andere Belgische afvalproducenten, moet worden overeengekomen met NIRAS.
Het gebruik van gekwalificeerde caissons gemaakt door BELGOPROCESS garandeert dat de CT-3-overdrachtscriteria CTC-307, CTC-601-33 en CT-601-34 door de kernexploitant op het moment van overdracht vervuld worden.
de kernexploitant heeft het recht om caissons te gebruiken die door anderen zijn vervaardigd, maar zal in dat geval als enige de kosten en risico's dragen van de naleving van de CT-3 contractuele overdrachtscriteria, met inbegrip van, om twijfel te voorkomen, de naleving van CTC-307, CTC-601-33 en CT601-34.
2. De beschikbaarheid van een door NIRAS gekwalificeerd recept voor opvulmortel zoals geïmplementeerd in de IPM-installatie voor de CT-3 (volgens CTC- 429-01) uiterlijk op 01/01/2028 valt onder de verantwoordelijkheid van Be.Gov.
Alleen een mortelrecept dat door NIRAS is gekwalificeerd, garandeert dat op het moment van overdracht wordt voldaan aan de CT-3-overdrachtscriteria CTC 411 tot CTC 427.
3. Electrabel en de Belgische Staat zullen samenwerken om geschikte "structuren" (manden, dozen, ...) voor de CT-3 te ontwikkelen en goed te keuren.
Om tijdig te voldoen aan de behoeften van het buitenbedrijfstellingsprogramma van de kernexploitant, zullen Engie en de kernexploitant zo snel mogelijk, maar uiterlijk op 01/01/2025, gecoördineerde ontwerpen van geschikte "structuren" voor CT-3 en hun technische specificaties indienen.
NIRAS zal, onder toezicht van de Belgische Staat, alles in het werk stellen om Engie en de kernexploitant bij te staan en de ontwerpen tegen 01/01/2026 te kwalificeren (volgens CTC-430) om het buitenbedrijfstellingsprogramma van de kernexploitant niet te vertragen.
Na goedkeuring door NIRAS kan de kernexploitant dan beginnen met de productie van zijn gekwalificeerde "structuren" voor de CT-3.
Alleen het gebruik van gekwalificeerde "structuren" voor de CT-3 door NIRAS garandeert dat op het moment van overdracht wordt voldaan aan CT-3-overdrachtscriteria CTC 430.
4. In het geval dat het beton van het biologische scherm een activiteit in Ca-41 >1,109 Bq/m³ heeft, zullen de Belgische Staat, Engie en de kernexploitant samenwerken om een oplossing te ontwikkelen via een verhoging van de activiteitsconcentratielimiet (CLI) van Ca-41 in de vergunning voor categorie A-oppervlakteberging, waardoor de overdracht van dit afval in Monoliet type III mogelijk wordt tegen 31/12/2038; Electrabel zal een aanvraag indienen om de noodzaak van een verhoging van deze limiet te rechtvaardigen tegen 31/12/2028. Ondertussen zal dit afval niet-geïmmobiliseerd (in bulk) worden opgeslagen op de sites van Electrabel. Zodra een oplossing geïmplementeerd is en uiterlijk op 31/12/2038 zal Electrabel dit afval overdragen onder de CT-3-overdrachtscriteria (volgens CTC-501B) in overeenstemming met een met NIRAS overeengekomen planning.

2.2 Overeengekomen contractuele overdrachtscriteria voor pakketten radioactief afval

De onder 2.1 genoemde contractuele overdrachtscriteria zijn overeengekomen voor het afval zoals genoemd in de bijlage bij dit bijlage "VOLUMES EN OVEREENGEKOMEN CONTRACTUELE OVERDRACHTSCRITERIA VOOR HET VOLGENDE AFVAL".

De partijen komen overeen dat het toekomstige volumekrediet voor categorie A-afval volgens de volgende regels wordt gebruikt:

1. Het toekomstige categorie A-afval wordt opgesplitst in zes conformiteitsgroepen die de risico's en extra kosten uitdrukken die door de

Belgische Staat worden gedragen na de overdracht om de naleving van de categorie A-oppervlakteberging te garanderen:

1. Vier conformiteitsgroepen die worden aangeduid als H1, H2, H3 en H4 voor het toekomstige afvalvaten van 400 liter (dit afval maakt gebruik van de overdrachtscriteria voor afvalpakketten HEC, HOC, HEC-B en HOC-B):
 1. Conformiteitsgroep H1 geldt voor afval dat ofwel voldoet aan:
 1. alle niet-versoepelde criteria
 2. alle niet-versoepelde criteria behalve HEC C CTC-404A maar die voldoen aan HEC C CTC-404D
 3. alle niet-versoepelde criteria behalve HEC C CTC-406A maar die voldoen aan HEC C CTC-406B
 2. Conformiteitsgroepen H2, H3 en H4 zijn van toepassing op afval dat voldoet aan versoepelde criteria in een graduele aanpak waarbij de risico's voor naleving na overdracht van H4 hoger zijn dan die voor H3, die op hun beurt hoger zijn dan die voor H2.
2. Twee conformiteitsgroepen voor de toekomstige Monolieten type 3, die respectievelijk MT3-1 en MT3-2 worden genoemd:
 1. Conformiteitsgroep MT3-1 geldt voor afval dat ofwel voldoet aan:
 1. alle niet-versoepelde criteria
 2. alle niet-versoepelde criteria behalve CT3 CTC-405A maar die voldoen aan CT3 CTC-405B
 3. alle niet-versoepelde criteria behalve CT3 CTC-404A maar die voldoen aan CT3 CTC-404B
 2. Conformiteitsgroep MT3-2 is van toepassing op afvalstof dat voldoet aan versoepelde criteria, met uitzondering van de overdrachtscriteria CT3 CTC-405B en/of de CT3 CTC-404B.

Er zijn twee kredieten gedefinieerd voor de oppervlakteberging:

- Het fysieke volumekrediet voor berging komt overeen met het fysieke bezettingsvolume van het overgedragen afval in de eindberging van categorie A. Om twijfel te voorkomen, in het geval dat het fysieke volumekrediet voor berging volledig is opgebruikt, moet de volumeaanpassingsvergoeding voor categorie A worden toegepast voor het extra fysieke volumekrediet voor berging.
- Het conformiteitskrediet dat niet overeenkomt met een fysieke bezetting, maar de risico's weergeeft die worden gedragen door de Belgische Staat na de overdracht om de naleving van de categorie A-oppervlakteberging te garanderen als gevolg van de versoepeling van de contractuele overdrachtscriteria voor de groepen H2, H3, H4 en MT3-2. In het geval dat het conformiteitskrediet volledig is opgebruikt, moet de volumeaanpassingsvergoeding voor categorie A worden toegepast voor het extra conformiteitskrediet.

Er is geen overdracht toegestaan tussen de twee bovengenoemde kredieten.

Voor elk pakket radioactief afval dat is overgedragen aan de Belgische Staat, zullen beide kredieten opgebruikt worden volgens de volgende verbruiksregels:

- Fysiek volumekrediet voor berging : H1, H2, H3, H4, MT3-1 en MT3-2 groepen moeten het fysieke volumekrediet voor berging in m³ verbruiken volgens de volgende formule: A * aantal overgedragen pakketten.

Conformiteitsgroep	Overgedragen pakket	Verbruik van fysiek volumekrediet voor berging per overgedragen pakket [m³ / overgedragen pakket]	Verbruiksfactor van het fysieke volumekrediet voor berging [-]	Totale fysiek volumekrediet voor berging voor H1, H2, H3, H4, MT3-1 en MT3-2 [m³]
		A	B	C
H1	400 l vat	1,28	1	8.503
H2	400 l vat	1,28	1	3.370
H3	400 l vat	1,28	1	2.023

H4	400 l vat	1,28	1	2.065
MT3-1	CT-3	6,14	1	30.106
MT3-2	CT-3	6,14	1	4.599
Totaal				59.666

- Conformiteitskrediet : Bovendien zullen H2, H3, H4 en MT3-2 groepen extra conformiteitskrediet in m³-equivalent verbruiken volgens de volgende formule: $F * \text{aantal overgedragen pakketten}$. De factor F en de conformiteitskrediet staan in de tabel hieronder.
-

Conformiteitsgroep	Conformiteitsgroep factor [-]	Conformiteitsgroep verbruiksfactor [-]	Verbruik van conformiteitskrediet per overgedragen pakket [m³-eq / overgedragen pakket]	Totale conformiteitskrediet voor H2, H3, H4 en MT3-2 [m³-eq]
	D	E = D – B	F = A * E	G = C * E
H1	1	0	0	-
H2	1,226	0,226	0,289	762
H3	1,951	0,951	1,217	1.923
H4	7,292	6,292	8,054	12.992
MT3-1	1	0	0	-
MT3-2	1,248	0,248	1,523	1.141
Totaal				16.818

3. OVERDRACHT VAN HET HISTORISCHE CATEGORIE A-AFVAL

Het historische categorie A-afval wordt overgedragen aan de Belgische Staat tegen betaling van het forfaitaire bedrag, in de staat waarin het zich bevindt op de uitvoeringsdatum, op voorwaarde dat de kernexploitant aan NIRAS alle informatie bezorgt waarover de kernexploitant beschikt met betrekking daartoe. Dit zijn de contractuele overdrachtscriteria voor dit historische categorie A-afval.

BIJLAGE: VOLUMES EN OVEREENGEKOMEN CONTRACTUELE OVERDRACHTSCRITERIA VOOR HET VOLGENDE AFVAL

Inventaris van categorie A-radioactief afval van Electrabel

E = Bestaand afval aanwezig op de site van BP op 31/12/2021 / OE = Bestaand en reeds geconditioneerd afval aanwezig op de site van EBL op 31/12/2021
OF = Toekomstig exploitatieafval / P = Afval van de toekomstige postoperationele fase (POP) / D = Toekomstig ontmantelingsafval
MAS-structuur (materiaal- en afvalstromen) gebaseerd op gemeenschappelijke nota EBL-NIRAS 2022-0958
Geldende formules:

NBR Monolieten [#] = (NBR overgedragen pakketten [#]) / NBR overgedragen pakketten per Monoliet [# / Mon]

Fysiek volumekrediet voor berging [m³] = NBR Monolieten [#] * Monoliet eenheidsvolume [m³ / #].

Hergroepering	FamCode/MASCode	SubMASCode	AFVALP AKKET TC	Chloride n	Sulfate n	ASR/DE F	Cellulos e	Ande re criteri a	Conformit eitsgroep	Conformit eitsgroep factor [-]	Overgedr agen pakket	NBR Overgedr agen pakkette n [#]	Vultemp o Monoliet en = NBR Overgedr agen pakkette n per Monoliet [#/Mon]	NBR Monoliet en [#]	Monoliet eenheids volume [m³ / #]	Fysiek volume krediet voor berging [m³]	Conformit eitscredit [m³- equivalen t]
										W		B	E	F=B/E	G	H=F*G	J=H*(W-1)
OF-01- Concentrats CNT	CONCT-CNT-400		HOC	404A	409	408	406		H1	1	400 l vat	905,3	4	226,31	5,12	1.158,73	-
OF-02- Concentrats KCD	CONCT-KCD-400		HOC	404B	409	408	406		H3	1,951	400 l vat	403,6	4	100,89	5,12	516,56	491,25
	CONCT-KCD-400		HOC	404C	409	408	406		H4	7,292	400 l vat	269,0	4	67,26	5,12	344,37	2.166,78
OF-03-Filtres EBL	FILTR-CNT-400-A		HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	400 l vat	6,8	4	1,69	5,12	8,64	-
	FILTR-KCD-400-A		HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	400 l vat	151,1	4	37,76	5,12	193,34	-
	FILTR-CNT-400-A + FILTR-KCD-400-A		HEC-B	404	409	408	406		H4	7,292	400 l vat	10,0	4	2,50	5,12	12,80	80,54
OF-04- Resines EBL	RESIN-CNT-C400-A		HOC	404A	409	408	406		H1	1	400 l vat	592,7	4	148,17	5,12	758,63	-
	RESIN-CNT-C400-A		HOC-B	404	409	408	406		H4	7,292	400 l vat	197,6	4	49,39	5,12	252,88	1.591,09
	RESIN-KCD-C400-A		HOC	404A	409	408	406		H1	1	400 l vat	236,5	4	59,12	5,12	302,69	-

	RESIN-KCD-C400-A		HOC-B	404	409	408	406		H4	7,292	400 l vat	78,8	4	19,71	5,12	100,90	634,84
OF-05-Varia EBL	VARIA-CNT-400-A	DO metaal & DO beton (niet gevoelig voor ASR/DEF)	HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	400 l vat	63,2	4	15,80	5,12	80,88	-
	VARIA-CNT-400-A	DO beton (gevoelig voor ASR/DEF)	HEC	404A	409A	408C	406A		H2	1,226	400 l vat	1,0	4	0,25	5,12	1,28	0,29
	VARIA-CNT-400-A	DO potentieel conform (A0 en andere PBC)	HEC	404A	409A	408C	406B		H2	1,226	400 l vat	29,6	4	7,41	5,12	37,92	8,57
	VARIA-CNT-400-A	DO niet conform	HEC	404C	409C	408C	406C		H3	1,951	400 l vat	4,9	4	1,23	5,12	6,32	6,01
	VARIA-KCD-400-A	DO metaal & DO beton (niet gevoelig voor ASR/DEF)	HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	400 l vat	142,8	4	35,70	5,12	182,77	-
	VARIA-KCD-400-A	DO conform afval met ASR/DEF- risico	HEC	404A	409A	408C	406A		H2	1,226	400 l vat	2,0	4	0,50	5,12	2,56	0,58
	VARIA-KCD-400-A	DO potentieel conform (A0 en andere PBC)	HEC	404A	409A	408C	406B		H2	1,226	400 l vat	66,8	4	16,71	5,12	85,54	19,33
	VARIA-KCD-400-A	DO niet conform	HEC	404C	409C	408C	406C		H3	1,951	400 l vat	11,1	4	2,78	5,12	14,26	13,56
OF-06- Dechets Compactes	SCOMP-CILVA-400	Conform (M0, M3, M7, MV, A7, B1, FC, I1, I2, ...)	HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	400 l vat	316,8	4	79,20	5,12	405,50	-
		Conform afval met ASR/DEF- risico (A17-Z3, ZA, ...)	HEC	404A	409A	408C	406A		H2	1,226	400 l vat	26,4	4	6,60	5,12	33,79	7,64
		Potentieel conform afval (AO, I2, ZA, ...)	HEC	404A	409A	408C	406B		H2	1,226	400 l vat	158,4	4	39,60	5,12	202,75	45,82
		Niet-conform afval (ZG, ...)	HEC	404C	409C	408C	406C		H3	1,951	400 l vat	26,4	4	6,60	5,12	33,79	32,14
OF-07- Dechets Non Compactes	NCOMP-CILVA-400	Conform (M0, M3, M7, MV, A7, B1, FC, I1, I2, ...)	HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	400 l vat	18,0	4	4,50	5,12	23,04	-
		Conform afval met ASR/DEF- risico (A17-Z3, ZA, ...)	HEC	404A	409A	408C	406A		H2	1,226	400 l vat	1,5	4	0,38	5,12	1,92	0,43
		Potentieel conform afval (AO, I2, ...)	HEC	404A	409A	408C	406B		H2	1,226	400 l vat	9,0	4	2,25	5,12	11,52	2,60
		Niet-conform afval (ZG, ...)	HEC	404C	409C	408C	406C		H3	1,951	400 l vat	1,5	4	0,38	5,12	1,92	1,83

OF-08-Cendres	ASHES-CILVA-400		HEC	404B	409A	408A	406A		H4	7,292	400 l vat	52,3	4	13,08	5,12	66,99	421,53
			HEC	404C	409B	408A	406A		H4	7,292	400 l vat	13,1	4	3,27	5,12	16,75	105,38
P-01-Concentrats CNT	CONCT-CNT-400		HOC	404A	409	408	406		H1	1	400 l vat	208,2	4	52,05	5,12	266,50	-
P-02-Concentrats KCD	CONCT-KCD-400		HOC	404B	409	408	406		H3	1,951	400 l vat	126,8	4	31,71	5,12	162,34	154,39
	CONCT-KCD-400		HOC	404C	409	408	406		H4	7,292	400 l vat	84,6	4	21,14	5,12	108,23	680,96
P-03-Filtres EBL	FILTR-CNT-400-A		HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	400 l vat	83,0	4	20,75	5,12	106,22	-
	FILTR-KCD-400-A		HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	400 l vat	88,8	4	22,21	5,12	113,69	-
	FILTR-CNT-400-A + FILTR-KCD-400-A	Zeer vervuilde filters	HEC-B	404	409	408	406		H4	7,292	400 l vat	10,0	4	2,50	5,12	12,80	80,54
P-04-Resines EBL	RESIN-CNT-C400-A		HOC	404A	409	408	406		H1	1	400 l vat	216,0	4	53,99	5,12	276,43	-
	RESIN-CNT-C400-A		HOC-B	404	409	408	406		H4	7,292	400 l vat	72,0	4	18,00	5,12	92,14	579,76
	RESIN-KCD-C400-A		HOC	404A	409	408	406		H1	1	400 l vat	280,5	4	70,13	5,12	359,09	-
	RESIN-KCD-C400-A		HOC-B	404	409	408	406		H4	7,292	400 l vat	93,5	4	23,38	5,12	119,70	753,13
P-05-Varia EBL	VARIA-CNT-400-A	DO metaal & DO beton (niet gevoelig voor ASR/DEF)	HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	400 l vat	175,5	4	43,88	5,12	224,67	-
	VARIA-CNT-400-A	DO beton (gevoelig voor ASR/DEF)	HEC	404A	409A	408C	406A		H2	1,226	400 l vat	14,6	4	3,66	5,12	18,72	4,23
	VARIA-CNT-400-A	DO Potentieel conform (A0 en andere PBC)	HEC	404A	409A	408C	406B		H2	1,226	400 l vat	87,8	4	21,94	5,12	112,33	25,39
	VARIA-CNT-400-A	DO niet conform	HEC	404C	409C	408C	406C		H3	1,951	400 l vat	14,6	4	3,66	5,12	18,72	17,81
	VARIA-KCD-400-A	DO metaal & DO beton (niet gevoelig voor ASR/DEF)	HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	400 l vat	132,3	4	33,06	5,12	169,29	-
	VARIA-KCD-400-A	DO Conform afval met ASR/DEF-risico	HEC	404A	409A	408C	406A		H2	1,226	400 l vat	11,0	4	2,76	5,12	14,11	3,19
	VARIA-KCD-400-A	DO potentieel conform (A0 en andere PBC)	HEC	404A	409A	408C	406B		H2	1,226	400 l vat	66,1	4	16,53	5,12	84,65	19,13

	VARIA-KCD-400-A	DO niet conform	HEC	404C	409C	408C	406C		H3	1,951	400 l vat	11,0	4	2,76	5,12	14,11	13,42
P-06-Dechets Compactes	SCOMP-CILVA-400	Conform (M0, M3, M7, MV, A7, B1, FC, I1, I2, ...)	HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	400 l vat	984,1	4	246,03	5,12	1.259,69	-
	SCOMP-CILVA-400	Conform afval met ASR/DEF- risico (A17-Z3, ZA, ...)	HEC	404A	409A	408C	406A		H2	1,226	400 l vat	82,0	4	20,50	5,12	104,97	23,72
	SCOMP-CILVA-400	Potentieel conform afval (AO, I2, ZA, ...)	HEC	404A	409A	408C	406B		H2	1,226	400 l vat	492,1	4	123,02	5,12	629,85	142,35
	SCOMP-CILVA-400	Niet-conform afval (ZG, ...)	HEC	404C	409C	408C	406C		H3	1,951	400 l vat	82,0	4	20,50	5,12	104,97	99,83
P-07-Dechets Non Compactes	NCOMP-CILVA-400	Conform (M0, M3, M7, MV, A7, B1, FC, I1, I2, ...)	HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	400 l vat	234,6	4	58,66	5,12	300,34	-
	NCOMP-CILVA-400	Conform afval met ASR/DEF- risico (A17-Z3, ZA, ...)	HEC	404A	409A	408C	406A		H2	1,226	400 l vat	19,6	4	4,89	5,12	25,03	5,66
	NCOMP-CILVA-400	Potentieel conform afval (AO, I2, ZA, ...)	HEC	404A	409A	408C	406B		H2	1,226	400 l vat	117,3	4	29,33	5,12	150,17	33,94
	NCOMP-CILVA-400	Niet-conform afval (ZG, ...)	HEC	404C	409C	408C	406C		H3	1,951	400 l vat	19,6	4	4,89	5,12	25,03	23,80
P-08-Cendres	ASHES-CILVA-400		HEC	404B	409A	408A	406A		H4	7,292	400 l vat	27,3	4	6,82	5,12	34,93	219,80
			HEC	404C	409B	408A	406A		H4	7,292	400 l vat	6,8	4	1,71	5,12	8,73	54,95
D - MAS	Geactiveerde voering	Monol. type III - 16 pellets MW,SM	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	36,6	1	36,57	6,14	224,53	-
		Monol. type III - metallic	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	171,3	1	171,27	6,14	1.051,57	-
	BIOSCHERM	Monol. type III - beton (geen ASR/DEF)	CT-3	405B	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	3.156,2	1	3.156,21	6,14	19.379,1 0	-
		Monol. type III - beton (Ca41 > CLI)	CT-3	405B	408	407B	404A	501B	MT3-2	1,248	CT-3	-	1	-	6,14	-	-
		Monol. type III - beton (met ASR/DEF)	CT-3	405B	408	407B	404A		MT3-2	1,248	CT-3	749,0	1	749,00	6,14	4.598,86	1.140,52
		Monol. type III - metallic	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	0,5	1	0,50	6,14	3,09	-
	KABELS	Monol. type III - 24 pellets IW	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	70,7	1	70,74	6,14	434,33	-
			CT-3	405A	408	407A	404B		MT3-1	1	CT-3	17,7	1	17,68	5,12	90,55	-
	REGELSTArafa ANDRIJF- MECHANISME	Monol. type III - metallic	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	92,4	1	92,41	6,14	567,42	-

ELEKTRICIT EITS- KASTEN	Monol. type III - 16 pellets MW,SM	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	7,6	1	7,63	6,14	46,83	-
Warmtewisselaars	Monol. type III - metallic	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	9,3	1	9,28	6,14	56,97	-
HETEROGENE METALEN	Monol. type III - 16 pellets MW,SM	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	10,2	1	10,21	6,14	62,67	-
		HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	400 l vat	152,8	4	38,21	5,12	195,62	-
HOMOGEEN METAAL	Monol. type III - 16 pellets MW,SM	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	204,7	1	204,71	6,14	1.256,90	-
		HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	400 l vat	28,1	4	7,02	5,12	35,94	-
	Monol. type III - 20 pellets MW,LM	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	54,2	1	54,19	6,14	332,71	-
		HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	400 l vat	38,5	4	9,63	5,12	49,32	-
	Monol. type III - metallic	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	155,4	1	155,36	6,14	953,89	-
		HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	400 l vat	28,1	4	7,02	5,12	35,94	-
ISOLATIE	Monol. type III - 24 pellets IW	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	65,6	1	65,55	6,14	402,50	-
NIEUW-ASBEST	Monol. Type I - A17I2 - Isolatie	HEC	404A	409A	408C	406C		H3	1,951	400 l vat	596,4	4	149,11	5,12	763,45	726,04
NIEUW-ASBEST	Monol. type I - A17I2 - Isolatie	HEC	404C	409C	408C	406C		H4	7,292	400 l vat	149,1	4	37,28	5,12	190,86	1.200,91
NIEUW-VAST VAN SMELTEN	Monol. type III - 16 pellets MeltW	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	63,0	1	63,02	6,14	386,93	-
Drukregelaars	Monol. type III - metallic	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	23,1	1	23,10	6,14	141,81	-
Rekken	Monol. type III - metallic	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	14,7	1	14,73	6,14	90,44	-
LEIDINGEN REACTORKOELSYS TEEM	Monol. type III - 16 pellets MW,SM	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	5,3	1	5,28	6,14	32,43	-
	Monol. type III - metallic	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	25,5	1	25,47	6,14	156,40	-
RPV+RVCH	Monol. type III - metallic	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	417,1	1	417,06	6,14	2.560,74	-
	Monol. Type III - staal (10-90m schild)	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	249,1	1	249,12	6,14	1.529,60	-
RPV Isolatie	Monol. type III - 24 pellets IW	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	8,9	1	8,91	6,14	54,69	-
	Monol. type III - met. Isol. (0- 90m schild)	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	36,1	1	36,12	6,14	221,80	-
RPV Internals	Monol. type III - metallic	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	59,3	1	59,35	6,14	364,38	-

		Monol. Type III - staal (10-90m schild)	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	81,0	1	81,03	6,14	497,51	-
	RPV-Steunen	Monol. type III - metallic	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	3,7	1	3,73	6,14	22,91	-
		Monol. type III - staal (10-90m schild)	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	30,7	1	30,72	6,14	188,61	-
	PUIN VAN DECONTA-WERKEN	Monol. type III - beton (niet ASR/DEF)	HEC	404D	409A	408A	406A		H1	1	400 l vat	965,4	4	241,35	5,12	1.235,69	-
		Monol. type III - beton (gevoelig voor ASR/DEF)	HEC	404D	409A	408C	406A		H2	1,226	400 l vat	965,4	4	241,35	5,12	1.235,69	279,27
	Secundair afval	Monol. type I - A11A2 - Brandbaar (As)	HEC	404B	409A	408A	406A		H4	7,292	400 l vat	372,2	4	93,04	5,12	476,39	2.997,43
		Monol. type I - A11A2 - Brandbaar (As)	HEC	404C	409B	408A	406A		H4	7,292	400 l vat	93,0	4	23,26	5,12	119,10	749,36
		Monol. type I - B03 - Olie (As)	HEC	404C	409B	408A	406A		H4	7,292	400 l vat	3,0	4	0,75	5,12	3,83	24,12
		Monol. Type I - concentraten (4x400l) - CNT	HOC	404A	409	408	406		H1	1	400 l vat	182,2	4	45,54	5,12	233,19	-
		Monol. Type I - concentraten (4x400l) - KCD	HOC	404B	409	408	406		H3	1,951	400 l vat	121,3	4	30,33	5,12	155,27	147,66
		Monol. Type I - concentraten (4x400l) - KCD	HOC	404C	409	408	406		H4	7,292	400 l vat	80,9	4	20,22	5,12	103,51	651,30
		Monol. type I - vaste stoffen (4x400l) - Conform	HEC	404A	409A	408A	406A		H1	1	400 l vat	440,2	4	110,06	5,12	563,48	-
		Monol. type I - vaste stoffen (4x400l) - potentieel conform	HEC	404A	409A	408C	406B		H2	1,226	400 l vat	220,1	4	55,03	5,12	281,74	63,67
		Monol. type I - vaste stoffen (4x400l) - niet conform	HEC	404C	409C	408C	406C		H3	1,951	400 l vat	73,4	4	18,34	5,12	93,91	89,31

		Monol. type III - 20 pellets MW,LM - conform	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	82,0	1	81,97	6,14	503,29	-
--	--	---	------	------	-----	------	------	--	-------	---	------	------	---	-------	------	--------	---

		Monol. type III - 20 pellets MW,LM - potentieel conform	HEC	404A	409A	408C	406B		H2	1,226	400 l vat	262,3	4	65,58	5,12	335,75	75,88
		Monol. type III - 20 pellets MW,LM - niet conform	HEC	404C	409C	408C	406C		H3	1,951	400 l vat	87,4	4	21,86	5,12	111,92	106,43
	Stoomgeneratoren	Monol. type III - 16 pellets MW,SM	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	821,4	1	821,40	6,14	5.043,42	-
		Monol. type III - metallic	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	257,3	1	257,28	6,14	1.579,68	-
	Reservoirs	Monol. type III - metallic	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	64,1	1	64,06	6,14	393,33	-
	Kleppen	Monol. type III - metallic	CT-3	405A	408	407A	404A		MT3-1	1	CT-3	37,9	1	37,93	6,14	232,87	-
	Totaal															59.666,3 2	16.818,08

Bovenstaande tabel is opgesteld onder de hoofdaanname/voorwaarde dat:

- Alle CTC: Geen verbodscriteria in de CTC HEC, HOC en CT-3 verzonden op 20.06.2023 die industriële toepasbaarheid zouden verhinderen.

Inventaris van categorie A-radioactief afval van Electrabel

E = Bestaand afval aanwezig op de site van BP op 31/12/2021 / OE = Bestaand en reeds geconditioneerd afval aanwezig op de site van EBL op 31/12/2021
OF = Toekomstig exploitatieafval / P = Afval van de toekomstig postoperationele fase (POP) / D = Toekomstig ontmantelingsafval
MAS-structuur (materiaal- en afvalstromen) gebaseerd op gemeenschappelijke nota EBL-NIRAS 2022-0958
Geldende formules:

NBR Monolieten [#] = (NBR overgedragen pakketten [#]) / NBR overgedragen pakketten per Monoliet [# / Mon]
Fysiek volumekrediet voor berging [m³] = NBR Monolieten [#] * monoliet eenheidsvolume [m³ / #].

Hergroepering	FamCode/MASCode	SubMASCode	AFVALPA KKETTEN TC	Overgedra gen pakkette n	NBR Overgedra gen pakketten [#]	Vultempo Monoliete n = NBR Overgedra gen pakketten per Monoliet [# / Mon]	NBR Monoliete n [#]	Monoliet eenheidsv olume [m³ / #]	Fysiek volume krediet voor berging [m³]
					B	E	F=B/E	G	H=F*G
E-01-Filters EBL	FILTR-CNT-1500		Historisch BP	1500 l vat	13,0	1	13,00	6,14	79,82
	FILTR-CNT-1600-A		Historisch BP	1600 l vat	40,0	1	40,00	6,14	245,60
	FILTR-CNT-400-A		Historisch BP	400 l vat	890,0	4	222,50	5,12	1.139,20
	FILTR-KCD-400-A		Historisch BP	400 l vat	801,0	4	200,25	5,12	1.025,28
E-02- Concentrat en CNT	CONCT-CNT-1500		Historisch BP	1500 l vat	98,0	1	98,00	6,14	601,72
	CONCT-CNT-1600		Historisch BP	1600 l vat	25,0	1	25,00	6,14	153,50
	CONCT-CNT-220		Historisch BP	220 l vat	30,0	5	6,00	5,12	30,72
	CONCT-CNT-400		Historisch BP	400 l vat	4.033,0	4	1.008,25	5,12	5.162,24
	CONCT-CNT-400G		Historisch BP	400 l vat	96,0	4	24,00	6,14	147,36
	MIXED-CNT-1500-A		Historisch BP	1500 l vat	189,0	1	189,00	6,14	1.160,46
E-03-Harsen CNT	RESIN-CNT-C1500		Historisch BP	1500 l vat	5,0	1	5,00	6,14	30,70

	RESIN-CNT-C400-A		Historisch BP	400 l vat	209,0	4	52,25	5,12	267,52
E-04-Varia EBL	VARIA-CNT-1500-A		Historisch BP	1500 l vat	21,0	1	21,00	6,14	128,94
	VARIA-CNT-1600-A		Historisch BP	1600 l vat	26,0	1	26,00	6,14	159,64
	VARIA-CNT-400-A		Historisch BP	400 l vat	636,0	4	159,00	5,12	814,08
	VARIA-KCD-400-A		Historisch BP	400 l vat	174,0	4	43,50	5,12	222,72
E-05-Gecompecteerd afval	SCOMP-BGEVCO-400		Historisch BP	400 l vat	1.622,7	4	405,68	5,12	2.077,06
	SCOMP-CILVA-400		Historisch BP	400 l vat	5.102,8	4	1.275,69	5,12	6.531,55
E-06-Niet-gecompacteerd afval	NCOMP-BGEVCO-400		Historisch BP	400 l vat	260,4	4	65,10	5,12	333,32
	NCOMP-CILVA-400		Historisch BP	400 l vat	-	4	-	5,12	-
E-07-Assen	ASHES-BGEVCO-400		Historisch BP	400 l vat	107,2	4	26,79	5,12	137,15
	ASHES-CILVA-400		Historisch BP	400 l vat	338,6	4	84,64	5,12	433,38
E-08-HRASol	SOLID-HRA-SOL-400-A		Historisch BP	400 l vat	0,8	4	0,20	5,12	1,00
E-09-Slib	SLUDGE-220-A		Historisch BP	220 l vat	-	5	-	5,12	-
	SLUDGE-400-A		Historisch BP	400 l vat	220,5	4	55,14	5,12	282,30
	SLUDGE-400V-A		Historisch BP	400 l vat	-	4	-	6,14	-
E-10-Ploymeerharsen CNT	RESIN-CNT-R1500-A		Historisch BP	1500 l vat	167,0	1	167,00	6,14	1.025,38
	RESIN-CNT-R1600		Historisch BP	1600 l vat	17,0	1	17,00	6,14	104,38
	RESIN-CNT-R400-A		Historisch BP	400 l vat	769,0	4	192,25	5,12	984,32
E-11-Cementering langs de weg	SOLID-233-SCK-220		Historisch BP	220 l vat	152,9	5	30,57	5,12	156,53
	SOLID-233-SCK-400		Historisch BP	400 l vat	1.047,9	4	261,97	5,12	1.341,29
	SOLID-233-SCK-400V		Historisch BP	400 l vat	1.076,2	4	269,06	6,14	1.652,03
E-12-Afval gel	CONCT-KCD-220		Historisch BP	220 l vat	1,0	5	0,20	5,12	1,02
	CONCT-KCD-400		Historisch BP	400 l vat	657,0	4	164,25	5,12	840,96
	CONCT-KCD-400V		Historisch BP	400 l vat	466,0	4	116,50	6,14	715,31

	MIXED-KCD-400-A		Historisch BP	400 l vat	4.860,0	4	1.215,00	5,12	6.220,80
	MIXED-KCD-400V-A		Historisch BP	400 l vat	485,0	4	121,25	6,14	744,48
	MIXED-KCD-600		Historisch BP	600 l vat	21,0	1	21,00	6,14	128,94
	RESIN-KCD-1000-A		Historisch BP	1000 l vat	75,0	1	75,00	6,14	460,50
	RESIN-KCD-C400-A		Historisch BP	400 l vat	1.203,0	4	300,75	5,12	1.539,84
	RESIN-KCD-C400V		Historisch BP	400 l vat	500,0	4	125,00	6,14	767,50
OE-01-Concentrat en CNT	CONCT-CNT-400		Historisch NS	400 l vat	338,0	4	84,50	5,12	432,64
OE-02-Concentrat en KCD	CONCT-KCD-400		Historisch NS	400 l vat	365,0	4	91,25	5,12	467,20
OE-03-Filters EBL	FILTR-CNT-400-A		Historisch NS	400 l vat	140,0	4	35,00	5,12	179,20
	FILTR-KCD-400-A		Historisch NS	400 l vat	-	4	-	5,12	-
OE-04-Harsen EBL	RESIN-CNT-C400-A		Historisch NS	400 l vat	-	4	-	5,12	-
	RESIN-KCD-C400-A		Historisch NS	400 l vat	109,0	4	27,25	5,12	139,52
OE-05-Varia EBL	VARIA-CNT-400-A		Historisch NS	400 l vat	53,0	4	13,25	5,12	67,84
	VARIA-KCD-400-A		Historisch NS	400 l vat	335,0	4	83,75	5,12	428,80
Totaal									39.563,73

Contractual Transfer Criteria – HEC

Datum: 20 juni 2023

Korte inhoud

Dit document bevat de *Contractual Transfer Criteria* (i.e. contractuele overdrachtscriteria) voor heterogeen afval geconditioneerd in een cementmatrix.

Dit document is van toepassing op afval van het type OF (toekomstig afval) en P (POP-afval).

De criteria in dit document respecteren de conformiteitscriteria voor bergingscolli in hoofdstuk 15 van het veiligheidsrapport voor de oppervlakteberging in Dessel (versie 3 van 30 januari 2019).

De contractuele overdrachtscriteria zijn voornamelijk gebaseerd op het NIRAS-ontwerpdokument: ACRIA-DC-LAGA/MAGA-HEC-151/127 versie 6R 4 jan 2022, nota 2021-0196.

Daarnaast bevat dit document een aantal bijkomende en/of versoepelde criteria in het kader van de overeenkomst tussen ENGIE en de Belgische Staat voor de financiële overdracht van radioactief afval van categorie A voor bepaalde stromen/families van radioactief afval.

Bijlage 8 geeft voorbeelden van principes voor de karakterisering van bepaald Electrabel-afval die industrieel toepasbaar zijn met het oog op de overdracht.

1	INLEIDENDE BEPALINGEN	4
1.1	OMSCHRIJVING VAN HET RADIOACTIEVE AFVAL	4
1.1.1	Algemene omschrijving	4
1.1.2	Toepasselijke configuraties van het collo GA	4
1.2	INSTRUCTIES VOOR DE GEBRUIKER VAN DIT DOCUMENT	4
1.2.1	Codering van de contractuele overdrachtscriteria.....	4
1.2.2	Verantwoording van de contractuele overdrachtscriteria	5
1.2.3	Referentiedocumenten.....	5
1.2.4	Terminologie.....	5
2	GOEDKEURING VOOR TRANSFER	6
3	DOCUMENTATIE VAN HET RADIOACTIEVE AFVAL	6
3.1	C-FORMULIER	6
3.2	HET PRODUCTIEDOCUMENTATIEDOSSIER (PDD).....	10
4	FYSISCHE EN CHEMISCHE AFVALKENMERKEN	12
4.1	DE AFVALVORM	12
4.1.1	Fysieke verschijningsvorm.....	12
4.1.2	Fysische en chemische stabiliteit.....	12
4.1.3	Chloriden	12
4.1.4	Biologisch afbreekbare stoffen	12
4.1.5	Gevaarlijke stoffen	13
4.2	HET RUWE EN/OF VERWERKTE AFVAL	13
4.2.1	Processen die kunnen leiden tot expansie van het geconditioneerde afval	13
4.2.2	Sulfaten	14
4.2.3	Elektropositieve metalen	14
4.2.4	Ingekapselde bronnen	14
4.3	DE IMMOBILISATIEMATRIX	14
4.3.1	Grondstoffen voor de immobilisatiematrix.....	14
4.3.2	De verse immobilisatiematrix	16
4.3.3	De verharde immobilisatiematrix.....	18
4.4	RADIOLOGISCHE AFSCHERMING	21
5	RADIOLOGISCHE AFVALKENMERKEN	22
5.1	MAXIMALE ACTIVITEITSCONCENTRATIES	22
5.1.1	Specifieke concentratielimieten (CLI's)	22
5.1.2	X-criterium	23
5.1.3	Heterogeniteitsfactor.....	24
5.1.4	Radium-/thoriumactiviteit per massa-eenheid	25
5.2	KRIKALITEIT.....	25
6	PRIMAIRE VERPAKKING EN COLLO.....	26
6.1	DE PRIMAIRE VERPAKKING	26
6.2	HET PRIMAIRE COLLO.....	27
6.2.1	Fysische en chemische criteria voor het primaire collo	27
6.2.2	Operationele radiologische veiligheid	28
6.2.3	Opschriften en pictogrammen.....	28
7	BIOLOGISCHE ZIEKTEVERWEKKERS	29
8	ADMINISTRATIEVE BEPALINGEN.....	30
8.1	NON-CONFORMITEITEN	30
8.2	AFWIJINGEN	30
9	REFERENTIES	30

BIJLAGE 1.	VERANTWOORDING VAN DE CONTRACTUELE OVERDRACHTSCRITERIA	34
BIJLAGE 2.	REFERENTIEBEHEERTRAJECT	49
BIJLAGE 3.	TOEPASSELIJKE CONFIGURATIES VAN HET COLLO GA	50
BIJLAGE 4.	OVERZICHT VAN DE GEVAARZINNEN VAN DE UITGESLOTEN GEVAARLIJKE STOFFEN EN MENGESELS	56
BIJLAGE 5.	HET C-FORMULIER: VOORBLAD EN BIJLAGE	58
BIJLAGE 6.	LIJST MET ELEKTROPOSITIEVE METALEN	62
BIJLAGE 7.	LIJST MET AFKORTINGEN	63

1 INLEIDENDE BEPALINGEN

1.1 Omschrijving van het radioactieve afval

1.1.1 Algemene omschrijving

Deze contractuele overdrachtscriteria hebben betrekking op heterogeen afval geconditioneerd in een cementmatrix (HEC). Het gaat om de OF- en P-producties.

Het referentiebeheertraject van het radioactieve afval waarop deze contractuele overdrachtscriteria betrekking hebben, wordt beschreven in 9Bijlage 2.

Verder beperkt het toepassingsdomein van dit document zich tot het geconditioneerde afval (GA) met de configuraties die hieronder (zie § 1.1.2) zijn beschreven.

1.1.2 Toepasselijke configuraties van het collo GA

De configuraties waarop dit document van toepassing is, zijn bepaald aan de hand van de illustraties in Bijlage 3.

Samengevat is dit document van toepassing op de volgende configuraties van het collo GA:

1. gecementeerde persschijven, zonder interne afscherming
2. gecementeerde persschijven, met interne afscherming
3. gecementeerde filters, zonder interne afscherming
4. gecementeerde filters, met interne afscherming
5. gecementeerd bulkafval, zonder interne afscherming
6. gecementeerd bulkafval, met interne afscherming

1.2 Instructies voor de gebruiker van dit document

1.2.1 Codering van de contractuele overdrachtscriteria

De contractuele overdrachtscriteria bevinden zich in de Hoofdstukken 2 tot en met 7.

Een contractueel **overdrachts criterium** is herkenbaar aan een tussen haakjes geplaatste lettercode in de linkermarge van de pagina. Deze lettercode wordt voorafgegaan door een nummer, waarmee het betrokken overdrachts criterium geïdentificeerd kan worden.

De **lettercodes** hebben de volgende betekenis:

- lettercode O geeft een operationeel criterium aan. Een dergelijk criterium betreft de veiligheid van het beheer van het radioactieve afval tijdens de exploitatie van een installatie uit het referentiebeheertraject. In dit document is dat in eerste instantie opslaggebouw 151 of 127;
- lettercode L geeft een langetermijncriterium aan. Een dergelijk criterium betreft de passieve veiligheid na de sluiting van de referentie-eindbestemming van het radioactieve afval.
 - Lettercode Lc geeft een kritisch criterium aan. Een dergelijk criterium is een langetermijncriterium waarvan NIRAS aanneemt dat het zal evolueren.

Het **symbool**  in de linkermarge van de pagina verduidelijkt de context van bepaalde overdrachtscriteria. Deze informatie is toegevoegd om de correcte interpretatie van de overdrachtscriteria te bevorderen, maar is zelf geen overdrachts criterium.

1.2.2 Verantwoording van de contractuele overdrachtscriteria

De verantwoordingen van de contractuele overdrachtscriteria zijn verzameld in Bijlage 1 van dit document. De nummers van de verantwoordingen zijn dezelfde als die van de contractuele overdrachtscriteria.

Een verantwoording verklaart de bestaansreden van het overdrachts criterium en geeft de manier aan waarop eventuele limietwaarden zijn afgeleid. Een verantwoording kan ook extra informatie en verduidelijkingen geven. Het uiteindelijke doel van de verantwoordingen is het bevorderen van de correcte interpretatie van de contractuele overdrachtscriteria. Een verantwoording is van informatieve aard en maakt geen deel uit van het criterium.

1.2.3 Referentiedocumenten

De lijst met referentiedocumenten bevindt zich in Hoofdstuk 9 van dit document. In deze lijst zijn technische nota's als dusdanig geïdentificeerd. Ook koninklijke besluiten en wetten (Belgische federale wetgeving), alsook verordeningen (Europese wetgeving) zijn er als dusdanig in geïdentificeerd.

Van al de referentiedocumenten vermeld in hoofdstuk 9 moet de versie gebruikt worden die van kracht was, of die toegelaten was, op de datum van de ondertekening van de transactiedocumenten. Dit geldt evenzeer voor de in deze lijst vermelde wetgeving.

Van alle technische nota's wordt de van kracht zijnde versie gegeven in de Overzichtslijst van Goedgekeurde Documenten (OGD) [5]. Van alle vermelde normen is de meest recente versie beperkt tot de datum van de ondertekening van de transactiedocumenten.

1.2.4 Terminologie

De terminologie die in de documenten met betrekking tot de contractuele overdrachtscriteria wordt gebruikt, wordt verklaard in de technische nota GLOSS [6]. De volgende definitie is evenwel een correctie:

- Heterogene conditionering: wijze van conditionering die een immobilisatie omvat op basis van inbedding.

In deze contractuele overdrachtscriteria:

- heeft 'het radioactieve afval' betrekking op de partij radioactief afval ('lot') die wordt getoetst aan de onderstaande overdrachtscriteria.
- wordt er met de termen 'primair collo' en 'collo GA' hetzelfde bedoeld, namelijk het eindproduct dat verkregen wordt na het immobiliseren en conditioneren van het radioactieve afval.
- wordt er in hoofdstuk 4 met 'cementpasta' een mengeling van cement en aanmaakwater bedoeld, zonder dat er granulaten worden aan toegevoegd.

Een overzicht van de in dit document gebruikte afkortingen wordt gegeven in Bijlage 7.

2 GOEDKEURING VOOR TRANSFER

- 201 (L,O) De **verwerking en conditionering** van elk primair collo moet het eindproduct zijn van een **procedé** met bijbehorende **installatie** dat voor overdracht goedgekeurd is door NIRAS. Daartoe moet de producent een goedkeuringsdossier voor overdracht opstellen volgens de voorschriften van de technische nota NTC-4 [7], die vóór conditionering moet worden goedgekeurd. Hierin moet gedocumenteerd zijn hoe bij de appreciatie van meetwaarden ten opzichte van limietwaarden in de contractuele overdrachtsriteria, de onzekerheden in rekening worden gebracht. Numerieke limietwaarden in de contractuele overdrachtsriteria zijn telkens uitgedrukt met het aantal significante cijfers dat in overeenstemming is met de vereiste nauwkeurigheid van de te meten grootheid.
- 202 (L,O) De **radiologische karakterisering** van elk primair collo moet gebaseerd zijn op een meetinstallatie en/of methode dat voor overdracht goedgekeurd is door NIRAS. Daartoe moet de producent een goedkeuringsdossier voor overdracht opstellen volgens de voorschriften van de technische nota NTC-6 [8]. Hierin moet gedocumenteerd zijn hoe bij de appreciatie van meetwaarden ten opzichte van limietwaarden in de contractuele overdrachtsriteria, de onzekerheden in rekening worden gebracht. Numerieke limietwaarden in de contractuele overdrachtsriteria zijn telkens uitgedrukt met het aantal significante cijfers dat in overeenstemming is met de vereiste nauwkeurigheid van de te meten grootheid.
- 203 (L,O) De **kwantitatieve radiologische gegevens** moeten gemeten zijn met een door NIRAS voor overdracht goedgekeurde methode. Daartoe moet de producent een goedkeuringsdossier voor overdracht opstellen volgens de voorschriften van de technische nota NTC-6/A [9], NTC-6/B [10] of NTC-6/C [11]. Het goedkeuringsdossier voor transfer moet melding maken van de toegepaste normen.
- 204 (L,O) De **primaire verpakking**, gebruikt door de producent om er het ruwe en/of verwerkte afval in te verpakken, moet goedgekeurd zijn voor overdracht door NIRAS. Daartoe moet de producent een goedkeuringsdossier voor overdracht opstellen volgens de voorschriften van de technische nota NTC-9 [12].

3 DOCUMENTATIE VAN HET RADIOACTIEVE AFVAL

-  Dit hoofdstuk bevat een opsomming van de gegevens over de primaire colli en de inhoud ervan. Ze moet gedocumenteerd zijn om het radioactieve afval te kunnen overdragen. Er wordt van uitgegaan dat al deze gegevens zich bevinden in het productiedocumentatiedossier (PDD) en op het C-formulier (voorblad en bijlage, zie Bijlage 5).

3.1 C-formulier

- 301 (L,O) De volgende **algemene gegevens** over de partij moeten vermeld zijn op het voorblad van het C-formulier:
- nummer van het C-formulier
 - datum waarop het formulier is opgesteld
 - aantal bijlagen bij het C-formulier
 - contactgegevens van de producent
 - ophalingsplaats
 - conditioneringsvariant (volgens NTC-3 [13])
 - referentie van de overeenkomstige campagne
 - lijst met de op te halen primaire colli

- opmerkingen
- handtekening en naam van een erkend deskundige van de dienst voor fysieke controle van de producent, om de radiologische kenmerken van de primaire colli te certificeren

302 (L,O) De volgende **fysische en chemische gegevens** van elk collo GA moeten beschikbaar zijn in de bijlage bij het C-formulier (identificatiefiche):

- collonummer
- nummer van het bijbehorende C-formulier en de bijbehorende campagne
- productiedatum van het collo GA (datum van de immobilisatie van het collo GA)
- referentie van het lot van de primaire verpakking
- conditioneerder
- massa van het collo GA
- afvalomschrijving (volgens NTC-3 [13]). Hierbij geldt bovendien:
 - Indien de code DO is gebruikt, moet voor elk collo de samenstelling van het ruwe en/of verwerkte afval worden gespecificeerd per afvalfractie aan de hand van een AO-code (volgens TNT-2 [14]) en een massa (inschatting). Hierbij gelden volgende regels:
 - De AO-code van elke afvalfractie moet zo goed mogelijk overeenstemmen met de omschrijving van het afval waaruit deze fractie bestaat. In dat kader moet een specifieke AO-code worden gebruikt, behalve in de volgende gevallen:
 1. Als de afvalfractie kan worden beschreven met een AO-code die in de richtlijn 'AO-codes' [15] wordt aangeduid als 'bergingsconform' (BC), kan ook een generieke AO-code worden gebruikt.
 2. De AO-code mag worden gebruikt voor een afvalfractie ('restfractie') op voorwaarde dat de massa van deze restfractie in aanmerking is genomen in het goedkeuringsdossier voor overdracht van het procedé (vermeld in criterium **201**)
 - De som van de massa's van alle afvalfracties moet gelijk zijn aan de massa van het ruwe en/of verwerkte afval in het collo GA.
 - Van een afvalfractie die bestaat uit de AO-codes: H0, H4 of H5, moet de merknaam van het hars worden opgegeven in het opmerkingenveld.
 - Indien de code FE is gebruikt, moet voor elk collo de fiche met de productinformatie over de filters toegevoegd worden aan het productiedocumentatiedossier (zie **307**).
- type gebruikte primaire verpakking, gebruikte sluiting, gebruikte interne afscherming en gebruikte immobilisatiematrix (volgens NTC-3 [13])
- indien het collo GA een gevaarlijke stof of mengsel bevat (wat wil zeggen dat er een H-zin of EUH-zin op van toepassing is, op basis van de massa van de afvalvorm¹ en rekening houdend met de contractuele overdrachtscriteria en limietwaarden voor gevaarlijke stoffen in de CLP-Verordening [16] en in de technische richtsnoeren voor de indeling van afvalstoffen [17]), per veroorzakende gevaarlijke stof:
 - naam van de veroorzakende gevaarlijke stof
 - toepasselijke H-zinnen (inclusief EUH-zinnen)
- referentie van het goedkeuringsdossier 'Procedé', met versienummer
- referentie van het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking', met versienummer

¹ De massa van de afvalvorm is gelijk aan de massa van het collo verminderd met de massa van zijn primaire verpakking.

303 (L,O) De bijlage bij het C-formulier moet de activiteiten bevatten van de **radionucliden** die aanwezig zijn in het radiologisch spectrum van elk collo GA en die vermeld zijn in Tabel 1.

Alles onder de 1 Bq mag als nul aanschouwd worden en mag als nul gedeclareerd worden op de bijlage bij het C-formulier. Deze waarde wordt opgelegd, om te vermijden dat mogelijk fictieve, zeer lage activiteiten worden opgegeven die uitsluitend het resultaat zijn van berekeningen.

Tabel 1: Standaardlijst van verplicht op te geven radionucliden

H-3	Ni-63	Ag-108m	Cs-137	Th-229	Pu-238	Cm-243
C-14	Se-79	Ag-110m	Ce-144	Th-230	Pu-239	Cm-244
S-35	Kr-85	Sn-121m	Pm-147	Th-232	Pu-240	Cm-245
Cl-36	Sr-90	I-125	Sm-151	Pa-231	Pu-241	Cm-246
Ar-39	Mo-93	I-129	Eu-152	U-233	Pu-242	Cm-247
Ca-41	Zr-93	I-131	Eu-154	U-234	Pu-244	Cm-248
Mn-54	Nb-94	Sb-125	Eu-155	U-235	Am-241	
Co-58	Tc-99	Sn-126	Ho-166m	U-236	Am-242m	
Co-60	Ru-106	Cs-134	Hf-178n	U-238	Am-243	
Ni-59	Pd-107	Cs-135	Ra-226	Np-237	Cm-242	

Opmerkingen:

- Voor de radionucliden die op korte termijn ($T_{1/2} < 30$ dagen) in seculair evenwicht verkeren met hun moedernuclide (Cs-137/Ba-137m, Sr-90/Y-90, Ru-106/Rh-106 en Ce-144/Pr-144), wordt enkel de activiteit van de moedernuclide vermeld.
- Natuurlijk thorium wordt verondersteld in seculair evenwicht te zijn met zijn dochters. Het volstaat dus om enkel de moedernuclide Th-232 op te geven.

304 (L,O) De volgende **radiologische gegevens** moeten voor de aanwezige radionucliden van criterium **303** voor elk primair collo vermeld zijn in de bijlage bij het C-formulier:

- datum van bepaling van de aanwezige activiteit
- totale alfa-activiteit
- totale bèta/gamma-activiteit
- maximaal dosistempo bij contact en op 1 m van het primair collo, met de datum van de metingen (zie ook **610**)
- bevestiging (ja/nee) dat de gemeten afneembare oppervlaktebesmetting onder de limietwaarde ligt (zie ook **611**) met de datum van de meting
- de massa's van de splijtstoffen U-235, Pu-239 en Pu-241
- bevestiging (ja/nee) dat het radioactieve afval hoogverrijkt ($\geq 20\%$) uranium bevat (met inachtneming van een drempelwaarde van 1 mg)
- gebruikte methodologie voor de radiologische karakterisering
- referentie van het goedkeuringsdossier 'Radiologisch' voor het bepalen van de aanwezige activiteit met versienummer
- eventuele referentie van het goedkeuringsdossier 'Meetinstallatie' met versienummer

305 (L,O) De bijlage bij het C-formulier van elk collo GA moet de bevestiging bevatten dat het radioactieve afval niet besmet of mogelijk besmet is met **biologische ziekteverwekkers**. Zie Hoofdstuk 7 voor de precieze omschrijving van 'biologische ziekteverwekkers'.

3.2 Het productiedocumentatiedossier (PDD)

306 (L,O) De producent moet het geconditioneerde radioactieve afval verder documenteren door middel van een **productiedocumentatiedossier** (PDD). Het originele PDD wordt bijgehouden en gearhiveerd door de producent gedurende een periode die overeengekomen wordt met NIRAS. Tevens moet een kopie naar NIRAS gestuurd worden.

307 (L,O) **Per campagne** moet een PDD opgesteld worden, waarvan de exacte inhoud afhankelijk is van het conditioneringsprocedé en de conditioneringsvariant. In het PDD moeten **minimaal** volgende gegevens gedocumenteerd worden:

- Algemene informatie over de campagne:
 - aantal aangemaakte colli
 - conditioneringsperiode
 - gebruikte immobilisatiematrix (volgens NTC-3 [13])
 - conditioneringsprocedé en conditioneringsvariant
 - referentie van: de goedkeuring 'Procedé', de goedkeuring 'Radiologisch', de goedkeuring 'Meetinstallatie' en de goedkeuring 'Primaire verpakking' met versienummers
- Verpakkingen: keuringsrapporten voor de gebruikte primaire verpakkingen.
- Verslagen en rapporten over de productiecontroles door de producent die de kwaliteit van het eindproduct en de conformiteit met dit document aantonen. Deze verslagen en rapporten hebben minstens betrekking op de volgende controles:
 - controles bij de ontvangst van de primaire verpakkingen
 - controles bij de cementering
 - controles bij de sluiting
- Immobilisatiematrix:
 - grondstoffen van de immobilisatiematrix:
 - herkomst van de gebruikte grondstoffen
 - analyse- en/of kwaliteitscertificaten van de grondstoffen die aantonen dat ze voldoen aan de contractuele overdrachtscriteria beschreven in 412, 413, 415, 417 en 419 van dit document
 - nominale samenstelling zoals beschreven in criterium 422
 - samenstelling van de immobilisatiematrix per collo
 - resultaten van de volgende testen op representatieve stalen, waarvan de frequentie in het goedkeuringsdossier wordt bepaald:
 - consistentie (zie ook 424)
 - krimp (zie ook 426)
 - watertoegankelijke porositeit (zie ook 433)
 - druksterkte (zie ook 434)
 - buigsterkte (zie ook 435)
 - bestandheid tegen water (zie ook 436)
 - bestandheid tegen de afwisseling van vorst en dooi (zie ook 438)
- Radiologische afscherming:
 - indien de fabrikant van de radiologische afscherming over een BENOR-keurmerk of een gelijkwaardig keurmerk² beschikt:

² Met een aan BENOR gelijkwaardig keurmerk wordt bedoeld: een equivalent (of beter) keurmerk van een ander land zoals AFNOR van Frankrijk of KOMO (KIWA) van Nederland. De gelijkwaardigheid wordt nagegaan via het erkenningstraject.

- resultaten van de test 'bestandheid tegen water' (zie ook 436) en
 - BENOR-certificaat van de fabrikant van de afscherming
 - zo niet, moeten dezelfde gegevens als in de contractuele overdrachtscriteria 412 tot en met 438 worden opgegeven, waarbij 'immobilisatiematrix' vervangen wordt door 'radiologische afscherming'
 - Herkomst en omschrijving van het ruwe en/of verwerkte afval (volgens NTC-3 [13]).
 - indien de code FE is gebruikt, moet voor elk collo de fiche met de productinformatie over de filters toegevoegd worden.
 - Documenten met de radiologische resultaten (de activiteiten van de radionucliden, zoals gevraagd in criterium 303) van metingen die op het eindproduct en/of halfproduct zijn uitgevoerd.
 - Referentie van het C-formulier inclusief bijlagen, wanneer het C-formulier eerder werd ontvangen door NIRAS, of een exemplaar ingevuld volgens de contractuele overdrachtscriteria 301 tot en met 305, indien NIRAS het nog niet eerder ontvangen heeft.
 - Volgende fysische en chemische gegevens per collo:
 - bevestiging (ja/nee) dat er naast cellulosehoudende stoffen nog biologisch afbreekbare stoffen aanwezig zijn (zie 405)
 - totale massa van de aanwezige cellulosehoudende stoffen (zie 406)
 - massa aan minerale chloride-ionen in de afvalvorm (zie 404)
 - massa van de aanwezige wateroplosbare sulfaationen SO_4^{2-} in de afvalvorm (alle anorganische sulfaten met uitzondering van bariumsulfaat, zie 409):
 - van elk aanwezig complex- of chelaatvormend agens:
 - naam van het agens
 - massa
 - Van elk aanwezig elektropositief metaal (zie exhaustieve lijst in Bijlage 6 en zie 410):
 - naam van het metaal
 - massa
 - Van elk aanwezig organisch of anorganisch absorbeermiddel (met inbegrip van silicagel en vermiculiet):
 - naam van het absorbeermiddel
 - massa
 - Documenten over incidentmeldingen
-  De colli kunnen als volgt onderverdeeld worden in campagnes:
- Colli geconditioneerd volgens een bepaald conditioneringsprocedé worden in eenzelfde campagne samengebracht.
 - Colli geconditioneerd in éénzelfde productieperiode worden in één campagne samengebracht. Bij een continue productie mag een campagne de colli van een productieperiode van maximaal zes maanden omvatten.
 - Eventueel op basis van andere voorwaarden, na overleg met NIRAS (zoals type afval volgens NTC-3 [13]).

4 FYSISCH EN CHEMISCH AFVALKENMERKEN

4.1 De afvalvorm

4.1.1 Fysieke verschijningsvorm

- 401 (L,O) De afvalvorm moet een **vast, compact en niet-verspreidbaar geheel** vormen dat fysisch en chemisch **stabiel** is in de omstandigheden die verwacht worden tijdens het transport en de opslag.

4.1.2 Fysische en chemische stabiliteit

- 402 (L,O) Mogelijke gasontwikkeling ten gevolge van corrosie, radiolyse en/of ontbinding van organische stoffen mag geen afbreuk doen aan **de integriteit van de afvalvorm** en mag niet tot onaanvaardbare vervorming van de primaire verpakking leiden. De evolutie van de gasontwikkeling in de afvalvorm moet dan ook in het goedkeuringsdossier gedocumenteerd worden.
- 403 (L,O) De **temperatuur** mag op geen enkel punt van de afvalvorm groter dan of gelijk aan 100 °C geweest zijn.

4.1.3 Chloriden

- 404A (Lc) In geen enkel primair collo mag de hoeveelheid minerale **chloride-ionen** in de afvalvorm groter zijn dan 0,4 m% van de cementmassa in de immobilisatiematrix. Alle anorganische chloriden moeten hierbij in rekening gebracht worden. Alle organische chloriden worden als niet in water oplosbaar beschouwd. Hiervoor geldt het criterium dus niet.
- 404B (Lc) **Versoepeling ten opzichte van criterium 404A voor bepaalde afvalstromen:** In geen enkel primair collo mag de hoeveelheid minerale **chloride-ionen** in de afvalvorm groter zijn dan 2,0 m% van de cementmassa in de immobilisatiematrix. Alle anorganische chloriden moeten hierbij in rekening gebracht worden. Alle organische chloriden worden als niet in water oplosbaar beschouwd. Hiervoor geldt het criterium dus niet.
- 404C (Lc) **Versoepeling ten opzichte van criterium 404A voor bepaalde afvalstromen:** In geen enkel primair collo mag de hoeveelheid minerale **chloride-ionen** in de afvalvorm groter zijn dan 5,0 m% van de cementmassa in de immobilisatiematrix. Alle anorganische chloriden moeten hierbij in rekening gebracht worden. Alle organische chloriden worden als niet in water oplosbaar beschouwd. Hiervoor geldt het criterium dus niet.
- 404D (Lc) **Versoepeling ten opzichte van criterium 404A voor bepaalde afvalstromen:** In geen enkel primair collo mag de hoeveelheid minerale **chloride-ionen** in de afvalvorm groter zijn dan 0,4 m% van de cementmassa in de immobilisatiematrix en in betonpuin. Alle anorganische chloriden moeten hierbij in rekening gebracht worden. Alle organische chloriden worden als niet in water oplosbaar beschouwd. Hiervoor geldt het criterium dus niet.

4.1.4 Biologisch afbreekbare stoffen

- 405 (L,O) **Biologisch afbreekbare stoffen**, met uitzondering van cellulosehoudende stoffen, mogen niet in de afvalvorm aanwezig zijn.



Organische absorbeermiddelen (zie ook verantwoording 307) worden niet beschouwd als 'biologisch afbreekbare stoffen' en zijn bijgevolg niet expliciet verboden in de afvalvorm.

NIRAS raadt echter aan om deze stoffen zoveel mogelijk te beperken voor de oppervlakteberging. Er wordt best voor anorganische alternatieven gekozen.

- 406A** (Lc) In geen enkel primair collo mag de totale massa aan cellulosehoudende stoffen in de afvalvorm groter zijn dan 0,1 kg.
- 406B** (Lc) **Versoepeling ten opzichte van criterium 406A voor bepaalde afvalstromen:** In geen enkel primair collo mag de totale massa aan **cellulosehoudende stoffen** in de afvalvorm groter zijn dan 0,2 kg.
- 406C** (Lc) **Versoepeling ten opzichte van criterium 406A voor bepaalde afvalstromen:** In geen enkel primair collo mag de totale massa aan **cellulosehoudende stoffen** in de afvalvorm groter zijn dan 15 kg.

4.1.5 Gevaarlijke stoffen

- 407** (L,O) De afvalvorm mag geen gevaarlijke **stoffen of mengsels** bevatten die door de CLP-Verordening [16] worden ingedeeld bij de **fysische gevaren** én:
- ofwel volgens Bijlage I ervan worden aangeduid door een specifieke H-zin;
 - ofwel volgens Bijlage II ervan worden aangeduid door een specifieke EUH-zin met betrekking tot **materiële eigenschappen**.
-  Bijlage 4 bevat een overzicht van de gevaarzinnen van de stoffen en mengsels die uitgesloten zijn door dit criterium, op basis van de CLP-Verordening die van kracht is op het moment waarop dit document goedgekeurd werd. Deze bijlage is daarom louter illustratief en bedoeld als hulpmiddel voor de gebruiker van dit document.

4.2 Het ruwe en/of verwerkte afval

-  Tabel 15-3 van § 15.4.2.7 van het veiligheidsrapport voor de oppervlaktebergingsinrichting weergeeft een minimumlijst van stoffen die uitgesloten worden als ze in zulke hoeveelheden aanwezig zijn dat ze interageren met de hydratatiereactie tijdens het uitharden van de mortel en kunnen leiden tot een onaanvaardbare daling van de kwaliteit van de mortel wat betreft de chemische retentie ervan of de beperking van de waterdoorstroming. Deze stoffen zijn echter al behandeld in verschillende contractuele overdrachtscriteria in dit document (biologisch afbreekbare stoffen (zie **405**), gevaarlijke stoffen of mengsels (zie **407**) ...), zodat bijgevolg tabel 15-3 in § 15.4.2.7 van het veiligheidsrapport voor de oppervlaktebergingsinrichting louter illustratief is.

4.2.1 Processen die kunnen leiden tot expansie van het geconditioneerde afval

- 408A**(Lc,O) Betonpuin of mortelpuin in het ruwe en/of verwerkte afval moet **ongevoelig zijn voor ASR³ en DEF⁴**. Deze ongevoeligheid moet in het goedkeuringsdossier aangetoond zijn op basis van de gekende eigenschappen van het beton⁵ of de mortel. Indien dit niet mogelijk is, moet de ongevoeligheid worden aangetoond op representatieve proefstukken en aan de hand van geschikte testmethodes (bijvoorbeeld de methode beschreven in [18]).
- 408B**(Lc,O) **Versoepeling ten opzichte van criterium 408A voor bepaalde afvalstromen:** Betonpuin in het ruwe en/of verwerkte afval hoeft niet noodzakelijk ongevoelig te zijn voor ASR en DEF. Voor elk primair collo waarvan het ruwe en/of verwerkte afval betonpuin

³ Alkali-silica reactie

⁴ Delayed ettringite formation.

⁵ Bij een maximale nominale grootste korrelafmeting van het granulaat (D_{max}) groter dan 4 mm wordt de term 'beton' gebruikt. Bij een D_{max} kleiner dan of gelijk aan 4 mm wordt de term 'mortel' gebruikt.

bevat, moet de gevoeligheid of ongevoeligheid van dit betonpuin voor ASR en SFD echter worden aangetoond op basis van de bekende eigenschappen van het beton in kwestie, of op basis van representatieve monsters met behulp van geschikte testmethodes.

- 408C(Lc,O) **Versoepeling ten opzichte van criterium 408A voor bepaalde afvalstromen:** Betonpuin in het ruwe en/of verwerkte afval hoeft niet noodzakelijk ongevoelig te zijn voor ASR en DEF. Het is ook niet nodig om de gevoeligheid van dit betonbeton voor ASR en DEF te beoordelen.

4.2.2 Sulfaten

- 409A (Lc) In geen enkel primair collo mag de massa aan sulfaationen (SO_4^{-2}) in **wateroplosbare sulfaten** afkomstig van het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval groter zijn dan 12 g per kilogram van de afvalvorm.
Alle anorganische sulfaten, met uitzondering van bariumsulfaat ($BaSO_4$), worden beschouwd als wateroplosbare sulfaten. Alle organische sulfaten worden beschouwd als niet in water oplosbaar. Hiervoor geldt het criterium dus niet.
- 409B (Lc) **Versoepeling ten opzichte van criterium 409A voor bepaalde afvalstromen:** In geen enkel primair collo mag de massa aan sulfaationen (SO_4^{-2}) in **wateroplosbare sulfaten** afkomstig van het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval groter zijn dan 24 g per kilogram van de afvalvorm.
Alle anorganische sulfaten, met uitzondering van bariumsulfaat ($BaSO_4$), worden beschouwd als wateroplosbare sulfaten. Alle organische sulfaten worden beschouwd als niet in water oplosbaar. Hiervoor geldt het criterium dus niet.
- 409C (Lc) **Versoepeling ten opzichte van criterium 409A voor bepaalde afvalstromen:** De massa aan sulfaationen (SO_4^{-2}) in **wateroplosbare sulfaten** afkomstig van het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval wordt aangegeven in g per kilogram van de afvalvorm.
Alle anorganische sulfaten, met uitzondering van bariumsulfaat ($BaSO_4$), worden beschouwd als wateroplosbare sulfaten. Alle organische sulfaten worden beschouwd als niet in water oplosbaar. Hiervoor geldt het criterium dus niet.

4.2.3 Elektropositieve metalen

- 410 (L) **Elektropositieve metalen** (zie Bijlage 6) mogen niet in het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval aanwezig zijn, tenzij de producent in zijn goedkeuringsdossier kan aantonen dat de corrosiekinetiek traag genoeg is om de binding en uitharding van de immobilisatiematrix niet te verstoren.

4.2.4 Ingekapselde bronnen

- 411 (L) **Ingekapselde bronnen** mogen niet in het radioactieve afval aanwezig zijn.

4.3 De immobilisatiematrix

4.3.1 Grondstoffen voor de immobilisatiematrix

-  De hieronder beschreven contractuele overdrachtscriteria zijn specifiek voor de bestanddelen die bij de productie van de immobilisatiematrix worden gebruikt en moeten niet noodzakelijk allemaal voorkomen in de samenstelling van de immobilisatiematrix. De bestanddelen van de immobilisatiematrix behoren uitsluitend tot de volgende vijf

categorieën: cement, granulaat, water, hulpstof of toevoegstof. Ze zijn gedefinieerd in de hieronder vermelde normen.

Ter herinnering: een hulpstof is een product dat bij het aanmaken van beton of mortel wordt toegevoegd in kleine hoeveelheden in verhouding tot de cementmassa om de eigenschappen van het beton of de mortel in verse en/of uitgeharde toestand aan te passen.

Een toevoegstof is een fijn verdeeld materiaal dat in beton of mortel wordt gebruikt om specifieke eigenschappen te verbeteren of om er bijzondere eigenschappen aan te verlenen. De norm NBN EN 206: 2013+A1: 2016 [19] verklaart het verschil tussen nagenoeg inerte toevoegstoffen (type I) en puzzolaan- of latent hydraulische toevoegstoffen (type II). De verschillende toegelaten toevoegstoffen zijn beschreven in de hieronder vermelde normen. De kwaliteitscontrole en kwaliteitsborging van de grondstoffen worden beschreven in het goedkeuringsdossier (zie criterium 421).

- 412 (L,O) Het **cement** dat gebruikt wordt voor de immobilisatiematrix moet voldoen aan de eisen van NBN EN 197-1 [20].
- 413 (L,O) De **granulaten** die gebruikt worden voor de immobilisatiematrix moeten voldoen aan de eisen van NBN EN 12620 [21] of NBN EN 13139 [22].
- 414 (L,O) De granulaten die gebruikt worden voor de immobilisatiematrix moeten ongevoelig zijn voor **ASR**. ASR moet worden uitgesloten voor alle granulaten volgens de methode beschreven in ASTM C1260 (2014). Als het resultaat van deze test onbeslist is, moeten de granulaten of de immobilisatiematrix beproefd worden volgens de methode beschreven in ASTM C1293 (2015).
- 415 (L,O) Het **aanmaakwater** dat gebruikt wordt voor de immobilisatiematrix moet voldoen aan de eisen van NBN EN 1008 [23].
- 416 (L) **Organische hulpstoffen** zijn niet toegelaten, met uitzondering van superplastificeers op basis van (in volgorde van voorkeur):
 - naftaleensulfonaat
 - polycarboxylaat
 - melaminesulfonaatDe producent moet in het goedkeuringsdossier de eventuele keuze van een van bovenstaande organische hulpstoffen beargumenteren.
- 417 (L,O) De **hulpstoffen** die gebruikt worden voor de immobilisatiematrix moeten voldoen aan de eisen van NBN EN 934-1 [24], NBN EN 934-2 [25], NBN EN 934-3 [26], NBN EN 934-4 [27], NBN EN 934-5 [28] of NBN EN 934-6 [29].
- 418 (L) De **toevoegstoffen** moeten **anorganisch** zijn.
- 419 (L,O) De **toevoegstoffen** die aan het mengsel worden toegevoegd tijdens de productie van de colli GA moeten voldoen aan NBN EN 197-1 [20] en aan de eisen van de hieronder vermelde norm voor dat type toevoegstof:
 - Hoogovenslak (S) moet voldoen aan NBN EN 15167-1 [30].
 - Silica fume (D) moet voldoen aan NBN EN 13263-1 [31].
 - Siliciumhoudende (V) of calciumhoudende (W) vliegashout moet voldoen aan NBN EN 450-1 [32].
 - Kalksteenmeel (L of LL) moet voldoen aan de definitie in NBN EN 12620 [21].

 Dit criterium heeft geen betrekking op cement conform NBN EN 197-1 dat reeds toevoegstoffen bevat.

- 420 (L,O) Het **kalksteenmeel (L of LL)** (zie criterium 419) moet ongevoelig zijn voor ASR. De producent moet dit aantonen:
- ofwel door het moedergesteente van het kalksteenmeel te testen volgens de methode beschreven in ASTM C1260 (2014);
 - ofwel door de immobilisatiematrix te testen volgens de methode beschreven in ASTM C1293 (2015).

4.3.2 De verse immobilisatiematrix

 De hieronder beschreven contractuele overdrachtscriteria hebben betrekking op de samenstelling van de matrix, de eigenschappen van het verse materiaal en het gebruik ervan. De naleving van deze contractuele overdrachtscriteria garandeert een efficiënte, gecontroleerde en reproduceerbare inkapseling van het radioactieve afval.

- 421 (L,O) De samenstelling (zie criterium 422 en criterium 423) en de eigenschappen van de immobilisatiematrix moeten worden gewaarborgd door het **kwaliteitssysteem van het verwerkings- en conditioneringsprocedé** (zie criterium 201). Dit kwaliteitssysteem moet in het goedkeuringsdossier beschreven worden en moet:
- alle stappen in het procedé omschrijven die te maken hebben met de immobilisatiematrix, dus vanaf de ontvangst van de grondstoffen van de immobilisatiematrix tot en met het eindproduct van het procedé, zijnde het collo geconditioneerd afval;
 - bepalen met welke frequentie de testen vastgelegd in de contractuele overdrachtscriteria (414, 420, 424, 426, 431, 433, 434, 435, 436, 437 en 438) uitgevoerd worden;
 - omschrijven welke kwaliteitscontroles, naast de hierboven vermelde testen, uitgevoerd worden en in welke stap van het procedé, en bepalen met welke frequentie deze kwaliteitscontroles worden uitgevoerd;
 - bepalen onder welke voorwaarden de hierboven vermelde testen zullen worden herhaald in het kader van de eerder vermelde kwaliteitscontroles.

- 422 (L,O) De **nominale samenstelling** van de immobilisatiematrix moet vastgelegd zijn in het goedkeuringsdossier.

 De nominale samenstelling houdt geen rekening met de doseernauwkeurigheid (zie hiervoor criterium 423), maar omvat de identificatie van de bestanddelen van de immobilisatiematrix en de doseringen.

- 423 (L,O) De **doseernauwkeurigheid** van de bestanddelen van de immobilisatiematrix moet in overeenstemming zijn met de norm NBN EN 206:2013+A1: 2016 [19]. Als de producent de toleranties in de norm niet kan garanderen, moet hij een eigen tolerantie opgeven in het goedkeuringsdossier en garanderen dat de contractuele overdrachtscriteria 412 tot en met 438 altijd gerespecteerd zullen worden binnen de marges van deze tolerantie.

- 424 (L,O) De immobilisatiematrix moet het ruwe en/of verwerkte afval volledig omhullen en de lege ruimtes opvullen. Concreet moet de producent:
- voor de start van de productie van de colli GA een niet-actief primair collo produceren. Na uitharding van de immobilisatiematrix wordt nagegaan of de immobilisatiematrix de lege ruimtes opgevuld heeft en het afval volledig omgeeft, door een visuele controle op een verticale doorsnede van dit collo. De resultaten van deze test moeten opgenomen zijn in het goedkeuringsdossier;

- de **consistentie** van de verse immobilisatiematrix van het niet-actieve primaire collo opgeven in het goedkeuringsdossier. Deze consistentie moet gemeten zijn op representatieve stalen volgens de volgende normen:
 - voor beton: de norm NBN EN 12350-2 [33];
 - voor mortel en cementpasta: de norm NBN EN 1015-3 [34]⁶;
- tijdens de productie van de colli GA de consistentie van de immobilisatiematrix van de actieve primaire colli garanderen en dit aantonen door metingen op representatieve stalen volgens de toepasselijk norm (zie hierboven). Voor beton moet de gemeten consistentie steeds in dezelfde consistentieklasse vallen als die welke opgegeven is in het goedkeuringsdossier. Voor mortel en cementpasta mag de gemeten consistentie niet meer dan 10 % afwijken van de waarde van de consistentie opgegeven in het goedkeuringsdossier.

Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt om na te gaan of de lege ruimtes opgevuld zijn en het afval volledig omgeven is bij het niet-actief primair collo, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:

- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
- In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.

 De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

- 425 (L,O) Wanneer de immobilisatiematrix in meerdere stappen gegoten wordt maar de tijd tussen twee opeenvolgende stappen groter is dan de tijd tot aan de binding⁷ van de eerste stap, moet de producent, om de **continuïteit** van de immobilisatiematrix te garanderen:
- in zijn goedkeuringsdossier verantwoorden waarom de immobilisatiematrix niet in één stap gegoten kan worden;
 - het oppervlak bevochtigen voor de start van een volgende stap.
- 426 (L,O) Bij het binden en uitharden van de immobilisatiematrix mag er geen excessieve **krimp** opgetreden zijn. Om dit aan te tonen, moet de producent de krimpvastheid gemeten hebben op representatieve proefstukken volgens de normen NBN B15-216 [35] voor beton en NBN B14-217 [36] voor mortel en cementpasta. De krimp van elk proefstuk moet kleiner zijn dan of gelijk aan:
- 1 mm/m voor beton
 - 2 mm/m voor mortel en cementpasta
- 427 (L,O) De verse immobilisatiematrix moet tijdens de bindingstijd beschermd zijn tegen overmatig waterverlies door verdamping. De producent moet in het goedkeuringsdossier verantwoorden hoe dit criterium gegarandeerd wordt.
- 428 (L,O) Bij de sluiting van het collo mag er geen **vrijstaand water aan het bovenoppervlak** van de afvalvorm aanwezig zijn. Dit wordt visueel gecontroleerd voor het definitief sluiten van het collo. Water dat tijdens de binding op het oppervlak staat, mag dus niet manueel verwijderd worden.
- 429 (L,O) De immobilisatiematrix en de mortel of het beton van de eventuele radiologische afscherming moeten de ruimte bestaande uit het interne volume van de primaire verpakking minus het externe volume van het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval,

⁶ Met inbegrip van de herzieningen A1/2004 en A2/2006

⁷ Dit is de tijd tussen het gieten van de immobilisatiematrix in het vat en het begin van de binding.

voor minstens 85 vol% **opvullen**. Hierbij moet de immobilisatiematrix de bovenkant van het afval bedekken, zodat het niet meer zichtbaar is. Dit mag het plaatsen van het deksel van de primaire verpakking niet verhinderen. De afstand die daartoe gelaten moet worden tussen de bovenkant van de kuip van de primaire verpakking en de immobilisatiematrix is afhankelijk van het ontwerp van de primaire verpakking en moet bepaald zijn in het goedkeuringsdossier.

- 430 (L,O) Tijdens de binding van de immobilisatiematrix moet het primaire collo **onbeweeglijk** gehouden zijn. Het begin en einde van de binding moet bepaald zijn in het goedkeuringsdossier.

4.3.3 De verharde immobilisatiematrix

-  De hieronder beschreven contractuele overdrachtscriteria hebben betrekking op de eigenschappen van het uitgeharde materiaal. Ze bestaan uit twee categorieën: de mechanische en structurele eigenschappen van de matrix en de eigenschappen met betrekking tot het gedrag ervan op langere termijn.

- 431 (L,O) De immobilisatiematrix moet **homogeen** zijn. Dit betekent dat er een goede menging moet geweest zijn en er geen ontmenging (segregatie) plaatsgevonden mag hebben tijdens de binding. Dit moet aangetoond worden door middel van dezelfde test als voor criterium 424 (verticaal doorsnijden van een niet-actief primair collo), waarbij er visueel nagegaan wordt of de immobilisatiematrix homogeen is. De resultaten van deze test moeten opgenomen zijn in het goedkeuringsdossier. Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:

- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
- In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.

-  De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

- 432 (L,O) De immobilisatiematrix mag geen **doorgaande scheuren** bevatten. Dit zijn scheuren die lopen van de binnenkant van de primaire verpakking tot aan het ruwe en/of verwerkte afval en die een breedte hebben van 0,1 mm of meer. Dit moet worden aangetoond door middel van dezelfde test als voor criterium 424 (verticaal doorsnijden van een niet-actief primair collo), waarbij er visueel wordt nagegaan of er geen doorgaande scheuren aanwezig zijn in de immobilisatiematrix. De resultaten van deze test moeten opgenomen zijn in het goedkeuringsdossier.

Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:

- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
- In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.

-  De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

- 433 (L,O) De **watertoeegankelijke porositeit** van de immobilisatiematrix moet kleiner zijn dan of gelijk aan:
- 14 vol% in het geval van beton
 - 21 vol% in het geval van mortel of cementpasta

De watertoeegankelijke porositeit van proefstukken van de immobilisatiematrix wordt bij voorkeur bepaald overeenkomstig de testmethode beschreven in GranDuBé [37] (hoofdstuk I.2, paragraaf 3).

Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:

- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een afwijking van de testmethode beschreven in GranDuBé gewenst is.
- In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de methode beschreven in GranDuBé.



De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

- 434 (L,O) De **druksterkte** op 28 dagen van de verharde immobilisatiematrix, moet:
- groter dan of gelijk aan 30 MPa zijn;
 - voldoen aan één van de onderstaande criteria:
 - ofwel ligt de gemeten druksterkte binnen het 95%-betrouwbaarheidsinterval, waarbij dat interval kleiner dan of gelijk aan 20 MPa [38] moet zijn;
 - ofwel ligt de gemeten druksterkte buiten het 95%-betrouwbaarheidsinterval, maar voldoet de geteste mortel of het geteste beton aan een reeks bijkomende controles verschillend van de courante kwaliteitscontroles (zie criterium 421) die vastgelegd zijn in het goedkeuringsdossier.

Deze druksterkte moet bepaald zijn op genormaliseerde proefstukken bewaard in afgesloten vormen (die geen vochtuitwisseling toelaten) en/of in een vochtkamer overeenkomstig de van toepassing zijnde normen. Daarnaast moet de producent het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de druksterkte op 28 dagen in zijn goedkeuringsdossier opnemen. Tabel 2 geeft per type immobilisatiematrix de toepasbare norm en de dimensies van het proefstuk weer.

Tabel 2: Toepasbare normen voor de bepaling van de druksterkte

Immobilisatiematrix	Toepasbare norm	Dimensies van het proefstuk
Beton	NBN EN 12390-3 [39]	150 x 150 x 150 mm of Ø 150 mm x 300 mm
Mortel, cementpasta	NBN EN 1015-11 [40]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-3 [39]	150 x 150 x 150 mm

- 435 (L,O) De **buigsterkte** op 28 dagen van de immobilisatiematrix moet groter dan of gelijk aan 1 MPa zijn. Deze buigsterkte moet bepaald zijn op genormaliseerde proefstukken, bewaard in afgesloten vormen (die geen vochtuitwisseling toelaten) en/of in een vochtkamer, overeenkomstig de van toepassing zijnde normen. Tabel 3 geeft per type

immobilisatiematrix de toepasbare norm en de dimensies van het proefstuk voor de bepaling van de buigsterkte weer.

Tabel 3: Toepasbare normen voor de bepaling van de buigsterkte

Immobilisatiematrix	Toepasbare norm	Dimensies van het proefstuk
Beton	NBN EN 12390-5 [41]	Prisma, met dimensies volgens norm
Mortel, cementpasta	NBN EN 1015-11 [40]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-5 [41]	Prisma, met dimensies volgens norm

436 (L) De immobilisatiematrix moet **bestand zijn tegen water**. Dit betekent dat uitgeharde proefstukken van de immobilisatiematrix met dimensies uit Tabel 3 ondergedompeld moeten zijn in water gedurende een periode van minstens 90 dagen. De testcondities en de inspectieprocedure voor de proefstukken na de test moeten met voldoende details beschreven zijn in het goedkeuringsdossier, om de proef eenduidig te kunnen reproduceren. Met testcondities wordt minstens bedoeld:

- het volume van het water ten opzichte van het proefstuk
- de samenstelling van het water en de verversingsfrequentie
- de ouderdom van het proefstuk bij aanvang van de proef
- de geometrie van de opstelling
- de temperatuur van het water

Elk proefstuk moet na de test:

- vrij zijn van enige structurele verandering (bijvoorbeeld scheuren, afbrokkeling, vervorming ...);
- een buigsterkte hebben die groter dan of gelijk aan 1 MPa is, bepaald volgens de overeenkomstige norm in Tabel 3.

Eventuele volume- en massaveranderingen moeten opgegeven zijn in het goedkeuringsdossier. De proeven moeten altijd met verschillende proefstukken uitgevoerd worden en de proefstukkenset moet als geheel beoordeeld worden.



De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

437 (L,O) De immobilisatiematrix moet:

- ofwel tijdens en na de binding een evolutie van haar interne temperatuur hebben gekend, waarbij deze op ieder punt kleiner dan of gelijk aan 60 °C is gebleven;
- ofwel ongevoelig zijn voor **DEF**, waarbij deze ongevoeligheid moet worden aangetoond op representatieve proefstukken aan de hand van geschikte testmethodes.

Deze ongevoeligheid voor DEF moet worden aangetoond aan de hand van de testmethode beschreven in de nota 2014-3049 [42]. Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:

- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
- In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.

 De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

- 438 (L,O) De uitgeharde immobilisatiematrix moet bestand zijn tegen de afwisseling van **vorst en dooi**. Dit criterium moet gecontroleerd zijn op representatieve proefstukken in een vries-dooicyclustest volgens de Technische Fiche TFT 2 [43] van NIRAS. Elk proefstuk moet na de test:
- vrij zijn van enige structurele verandering (scheuren, afbrokkeling, vervorming ...);
 - een druksterkte hebben die groter dan of gelijk aan 80% van haar initiële waarde is.

4.4 Radiologische afscherming

- 439 (L) De **radiologische afscherming** moet vervaardigd zijn uit beton (bijvoorbeeld hematietbeton, barietbeton ...), mortel (bijvoorbeeld hematietmortel, barietmortel ...), cementpasta, staal of lood.
- 440 (L,O) Indien de fabrikant van de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta **beschikt over een BENOR-keurmerk of een gelijkwaardig keurmerk**⁸ voor het beton, de mortel of de cementpasta dat hiervoor gebruikt wordt, moet deze radiologische afscherming voldoen aan de volgende criteria die al beschreven werden in § 4.3 (waarbij 'immobilisatiematrix' vervangen moet worden door 'radiologische afscherming'):
- ongevoeligheid voor RAS (zie criterium 414)
 - anorganische hulpstoffen (zie criterium 416)
 - nominale samenstelling van de immobilisatiematrix (zie criterium 422)
 - bestandheid tegen water (zie criterium 436)
 - ongevoeligheid voor DEF (zie criterium 437)

Indien de fabrikant van de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta **niet beschikt over een BENOR keurmerk** voor het beton, de mortel of de cementpasta van de radiologische afscherming of een gelijkwaardig keurmerk, moet deze radiologische afscherming voldoen aan dezelfde criteria als die voor de immobilisatiematrix (dus alle contractuele overdrachtcriteria vanaf 412 tot en met 438) behalve 'opvullen' (zie criterium 429), 'doorgaande scheuren' (zie criterium 432), 'watertogankelijke porositeit' (zie criterium 433) en 'bestandheid tegen vorst' (zie criterium 438). Hierbij moet 'immobilisatiematrix' vervangen worden door 'radiologische afscherming'.

⁸ Met een aan BENOR gelijkwaardig keurmerk wordt bedoeld: een equivalent (of beter) keurmerk van een ander land zoals AFNOR in Frankrijk of KOMO (KIWA) in Nederland. De gelijkwaardigheid wordt nagegaan via het erkenningstraject.

5 RADIOLOGISCHE AFVALKENMERKEN

5.1 Maximale activiteitsconcentraties

5.1.1 Specifieke concentratielimieten (CLI's)

- 501 (L) In elk primair collo moet de activiteitsconcentratie van elk van de kritieke radionucliden kleiner dan of gelijk aan de **specifieke concentratielimiet (CLI)** in Tabel 4 zijn. Hierbij wordt de activiteitsconcentratie berekend op het nominale volume van het collo (dit is 0,4 m³ voor een 400-litervat).

Tabel 4: CLI-waarden

Nuclide	CLI-waarde [Bq/m ³]
Ag-108m	1×10^8
Am-241	2×10^9
Am-243	1×10^8
C-14	1×10^{11}
Ca-41	1×10^9
Cl-36	1×10^8
Cm-244	1×10^9
Cs-135	1×10^8
Cs-137	1×10^{12}
I-129	1×10^8
Mo-93	1×10^8
Nb-94	7×10^8
Ni-59	1×10^{11}
Ni-63	1×10^{13}
Np-237	1×10^8
Pu-238	1×10^9
Pu-239	5×10^8
Pu-240	1×10^9
Pu-241	8×10^{10}
Se-79	1×10^9
Sn-126	1×10^8
Sr-90	1×10^{11}
Tc-99	1×10^{10}
U-234	1×10^9
U-235	1×10^7
U-236	1×10^8
U-238	1×10^8
Zr-93	1×10^9

5.1.2 X-criterium

502 (L,O) Van elk primair collo moet de **X-factor** kleiner dan of gelijk aan 1 zijn, waarbij deze X-factor wordt gedefinieerd als:

$$X = \sum_{i=1}^N \frac{C_i}{C_{i,max}}$$

- N : het aantal kritieke radionucliden in Tabel 5;
 C_i : de activiteitsconcentratie [Bq/m³], berekend op het nominale volume, van een bepaalde nuclide (i) in een primair collo
 C_{i, max} : de waarde overeenkomstig een bepaalde nuclide (i) in Tabel 5.

Tabel 5: C_{i, max}-waarden

Nuclide	C _{i,max} -waarde [Bq/m ³]
Ag-108m	1,12 × 10 ⁹
Am-241	2,92 × 10 ⁹
Am-243	1,39 × 10 ⁹
C-14	1,40 × 10 ¹³
Ca-41	2,52 × 10 ¹²
Cl-36	2,83 × 10 ¹²
Cm-244	5,93 × 10 ¹¹
Cs-135	9,72 × 10 ¹²
Cs-137	1,99 × 10 ¹²
I-129	4,10 × 10 ¹⁰
Mo-93	9,30 × 10 ¹⁰
Nb-94	7,13 × 10 ⁸
Ni-59	4,36 × 10 ¹¹
Ni-63	4,20 × 10 ¹⁴
Np-237	1,93 × 10 ⁹
Pu-238	1,84 × 10 ¹⁰
Pu-239	1,60 × 10 ⁹
Pu-240	1,63 × 10 ⁹
Pu-241	8,51 × 10 ¹⁰
Se-79	8,81 × 10 ¹²
Sn-126	5,49 × 10 ⁸
Sr-90	9,24 × 10 ¹⁴
Tc-99	5,63 × 10 ¹²
U-234	2,09 × 10 ¹⁰
U-235	3,78 × 10 ⁹
U-236	2,38 × 10 ¹⁰
U-238	1,50 × 10 ¹⁰
Zr-93	5,31 × 10 ¹¹

5.1.3 Heterogeniteitsfactor

- 503 (L) Van elk primair collo moet de heterogeniteitsfactor kleiner zijn dan of gelijk aan 340, waarbij deze heterogeniteitsfactor (Z_{collo}) als volgt wordt gedefinieerd:

$$Z_{\text{collo}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{4 \times A_{i,\text{collo}}}{\text{OLI}_{i,\text{tumulus oost}} / 17\,240} \leq 340$$

N: het aantal radionucliden in Tabel 6

$A_{i,\text{collo}}$: de totale activiteit (Bq) van een bepaalde radionuclide (i) in een primair collo.

$\text{OLI}_{i,\text{tumulus oost}}$: de waarde overeenkomstig een bepaalde radionuclide (i) in Tabel 6.

Tabel 6: OLI-waarden (oostelijke tumulus)

Nuclide	OLI-waarde [Bq]
Ag-108m	$1,59 \times 10^{10}$
Am-241	$3,75 \times 10^{11}$
Am-243	$1,13 \times 10^{10}$
C-14	$5,03 \times 10^{12}$
Ca-41	$1,59 \times 10^{12}$
Cl-36	$1,39 \times 10^{10}$
Cm-244	$1,31 \times 10^{11}$
Cs-135	$2,57 \times 10^8$
Cs-137	$5,57 \times 10^{13}$
I-129	$9,72 \times 10^8$
Mo-93	$1,40 \times 10^{10}$
Nb-94	$2,75 \times 10^{11}$
Ni-59	$3,44 \times 10^{12}$
Ni-63	$3,75 \times 10^{14}$
Np-237	$5,87 \times 10^8$
Pu-238	$2,20 \times 10^{11}$
Pu-239	$6,46 \times 10^{10}$
Pu-240	$6,81 \times 10^{10}$
Pu-241	$7,31 \times 10^{12}$
Se-79	$6,20 \times 10^8$
Sn-126	$8,62 \times 10^8$
Sr-90	$2,20 \times 10^{12}$
Tc-99	$5,15 \times 10^{10}$
U-234	$5,32 \times 10^{10}$
U-235	$2,59 \times 10^9$
U-236	$4,00 \times 10^{10}$
U-238	$1,52 \times 10^{10}$
Zr-93	$1,12 \times 10^9$

5.1.4 Radium-/thoriumactiviteit per massa-eenheid

- 504 (L,O) In elk primair collo moet de som van de activiteiten van **Ra-226** en **Th-232** per massa-eenheid kleiner dan of gelijk aan 1000 Bq/kg zijn. Hierbij wordt de activiteit per massa-eenheid berekend op de massa van de afvalvorm.

5.2 Kritikaliteit



Deze contractuele overdrachtscriteria bevatten enkel beperkingen op de aanwezigheid van splijtbare nucliden in het afval om het risico op kritikaliteit uit te sluiten. Deze contractuele overdrachtscriteria doen geen afbreuk aan de contractuele overdrachtscriteria 501 tot en met 504.

- 505 (L,O) In geen enkel primair collo mag de hoeveelheid splijtbare nucliden groter zijn dan:
- 50 g voor de som van de massa's **U-235** en **Pu-239**
 - 86 g voor de massa **Pu-241**
- 506 (L) In geen enkel primair collo dat hoogverrijkt uranium (dit is uranium met een verrijkingsgraad van 20% of meer) bevat, mag de massa **U-235** groter dan 15 g zijn.

6 PRIMAIRE VERPAKKING EN COLLO

6.1 De primaire verpakking

- 601 (O) De primaire verpakking moet zodanig zijn dat het primaire collo voldoet aan de vereisten voor een transportcollo **type IP-2**, zoals bepaald in de 'IAEA Safety Standards' [44]. Naast de resultaten van de valtest en de stapeltest moet de producent ook het IP-2-certificaat van het transportcollo opnemen in het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking'.
- 602 (L,O) Van elk collo geconditioneerd afval moet de primaire verpakking behoren tot de lijst in Tabel 7 (de codes zijn in overeenstemming met de technische nota NTC-3 [13]).

Tabel 7: Lijst van toegelaten verpakkingen voor de colli geconditioneerd afval

Code	Omschrijving van de verpakking	Inhoud
FS04D	Vernieuwd standaardvat 400-l	400 liter
FS04F	Vernieuwd standaardvat 400-l, centrering galetten	400 liter

- 603 (L,O) De verschillende materialen waaruit de primaire verpakking is vervaardigd, moeten **fysisch en chemisch compatibel** zijn met elkaar en met:
- de materialen en uitrustingen gebruikt bij het transport en in de opslaginfrastructuur;
 - de gebruikte bestanddelen voor de immobilisatiematrix en het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval;
 - de eventueel aanwezige interne afscherming.

 Typische voorbeelden van materialen, toegepast in het productieproces van een primaire verpakking, waarvan de fysische en chemische compatibiliteit geëvalueerd en gedocumenteerd wordt in het goedkeuringsdossier zijn:

- het basismateriaal waaruit de primaire verpakking is opgebouwd (inclusief het deksel)
- het basismateriaal waaruit de toegevoegde onderdelen (zie Bijlage 3) vervaardigd worden
- het lasmateriaal
- de gebruikte galvanische bescherming
- de gebruikte coating (bijvoorbeeld epoxyverf)
- de gebruikte (radiologische) afscherming
- de gebruikte interne beschermingsmantel

- 604 (O) De **integriteit, mechanische weerstand, vorm en afmetingen** van de primaire verpakking moeten, onder de normale statische en dynamische belastingen, behouden blijven voor een minimale periode van 75 jaar. Dit geldt voor alle normale handelingen tijdens de opslag van de lege primaire verpakking, het vullen van de primaire verpakking met afval en immobilisatiematrix, de laad- en losoperaties en de opslag van het primaire collo in het daartoe bestemde opslaggebouw.

- 605 (O) De primaire verpakking moet bestand zijn tegen **corrosie en chemische aantasting** gedurende een opslagperiode van minimaal 75 jaar onder normale omstandigheden in het daartoe bestemde opslaggebouw. Deze weerstand moet aangetoond zijn in het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking'.

 Het voldoen aan de contractuele overdrachtscriteria 603, 604 en 605 wordt in belangrijke mate beïnvloed door de randvoorwaarden van de fabricage van de verpakking, de opslag

van de lege verpakking in een magazijn, het vullen van de verpakking met ruw en/of verwerkt afval en immobilisatiematrix, alsook de betrokken mechanische handelingen.

6.2 Het primaire collo

6.2.1 Fysische en chemische criteria voor het primaire collo

606 (L) Van geen enkel primair collo mag het totaal aan macroscopische **lege ruimtes** groter zijn dan 20% van het nominale volume van het primaire collo (dit is 0,4 m³ voor een 400-liter vat). Dit volumepercentage aan lege ruimtes moet vermeld zijn in het goedkeuringsdossier 'Procedé', waarbij ook de methode om dit volumepercentage te bepalen gepreciseerd moet zijn.

 Om aan dit criterium te voldoen, kan het in sommige gevallen nodig zijn om de lege ruimtes verder op te vullen. In dat geval moeten er materialen gebruikt worden die voldoen aan criterium **440**.

607 (L,O) Van geen enkel primair collo mag de **totale massa** groter dan 1,5 x 10³ kg zijn.

608 (L) In elk primair collo moet de **massa uitgeharde cementpasta** groter dan of gelijk aan 10 m% zijn van de totale massa van het primaire collo.

 Hieronder staat een methode beschreven voor de berekening van de massa uitgeharde cementpasta in beton of mortel. Deze methode wordt geacht voldoende benaderend te zijn voor zowel portlandcement als samengestelde cementen (zoals CEM III) en veronderstelt een stoichiometrische verhouding van 0,4 massa-eenheden aanmaakwater per massa-eenheid portlandcement:

Indien $W/C > 0,4$, dan:

$$HCP = C \times 1,4$$

Zo niet:

$$HCP = W \times 3,5$$

Waarbij:

- C: het aandeel cement (kg/m³)
- W: het aandeel aanmaakwater (kg/m³)
- HCP: het aandeel uitgeharde cementpasta (kg/m³)

609 (L,O) Geen enkel primair collo mag **vrije vloeistoffen** bevatten.

 Interstitieel water (bijvoorbeeld in de poriën van betonpuin) wordt niet als een vrije vloeistof beschouwd.

6.2.2 Operationele radiologische veiligheid

- 610 (O) Van geen enkel primair collo mag het bij contact met de primaire verpakking gemeten **maximale dosistempo** groter zijn dan:
- 5 mSv/h voor het geconditioneerde afval bestemd voor opslaggebouw 151;
 - 200 mSv/h, voor het geconditioneerde afval bestemd voor opslaggebouw 127.
- Zo niet, mag het op 1 meter afstand gemeten maximale dosistempo niet groter zijn dan:
- 0,5 mSv/h voor het geconditioneerde afval bestemd voor opslaggebouw 151;
 - 20 m Sv/h, voor het geconditioneerde afval bestemd voor opslaggebouw 127.
- 611 (O) Van geen enkel primair collo mag de **afneembare oppervlaktebesmetting** groter zijn dan:
- 0,4 Bq/cm² voor het totaal van bèta/gammastralers;
 - 0,04 Bq/cm² voor het totaal van alfastralers.
- 612 (O) Van geen enkel primair collo waarvan het geconditioneerde afval bestemd is voor opslaggebouw 151, mag de totale **activiteit van de alfastralers per massa-eenheid** groter zijn dan 4 MBq/kg. Hierbij wordt de totale activiteit berekend op de massa van het primaire collo.
- 613(O) Van geen enkel primair collo waarvan het geconditioneerde afval bestemd is voor opslaggebouw 127, mag de totale **activiteitsconcentratie** groter zijn dan:
- 20 GBq/m³ voor de alfastralers;
 - 800 GBq/m³ voor de bèta/gammastralers (behalve H-3).
- Hierbij wordt de totale activiteitsconcentratie berekend op het nominale volume van het primaire collo.
- 614 (O) Van geen enkel primair collo mag de totale activiteitsconcentratie voor H-3 groter zijn dan 25 GBq/m³. Hierbij wordt de totale activiteitsconcentratie berekend op het nominale volume van het primaire collo.

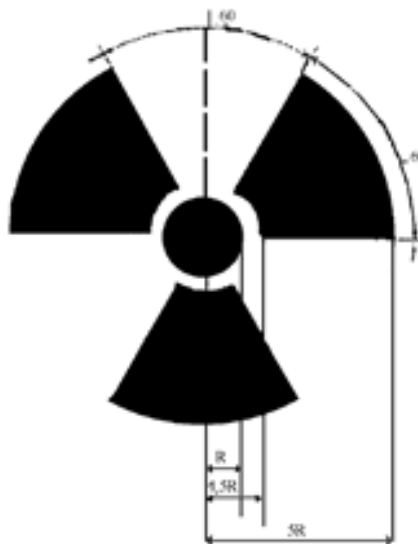
6.2.3 Opschriften en pictogrammen

- 615 (L,O) Elk primair collo moet een **unieke identificatiecode** dragen die het radioactieve afval eenduidig verbindt met zijn documentatie (zie hoofdstuk 3).
- 616 (L,O) De **aangebrachte identificatiecode** moet voldoen aan alle onderstaande voorwaarden:
- De code moet bestaan uit een combinatie van achtereenvolgens een letter (L), een getal van twee cijfers (C), een koppelteken en een getal van vier cijfers (C) (zie Figuur 1). Hierbij gelden de volgende regels:
 - De letter stemt overeen met de producent (zie NTC-3 [13]).
 - Het getal van twee cijfers voor het koppelteken bestaat uit de laatste twee cijfers van het jaar waarin de primaire verpakking werd gefabriceerd.
 - Het getal van vier cijfers na het koppelteken is het volgnummer dat aan het collo is toegekend.
 - De code moet bestaan uit letters en cijfers met een grootte van 75 mm of meer.
 - De code moet zijn aangebracht voordat de primaire verpakking gevuld wordt met afval.
 - De code moet zijn aangebracht op het zijvlak van het metalen vat en op het deksel of de bodem.
 - De code moet minimaal 75 jaar (periode van de opslag) leesbaar blijven.

L	C	C	-	C	C	C	C
---	---	---	---	---	---	---	---

Figuur 1: theoretische identificatiecode voor een collo GA

- 617 (O) Elk primair collo moet een **waarschuwingsteken voor ioniserende straling** dragen, dat gekenmerkt wordt door het symbool afgebeeld in Figuur 2. Het waarschuwingsteken moet voldoen aan alle onderstaande voorwaarden:
- Het teken moet een hoogte hebben van 200 mm of meer en moet voldoen aan de verhoudingen vermeld in Figuur 2.
 - Het teken moet duidelijk zichtbaar en goed herkenbaar zijn.
 - Het teken moet zijn aangebracht op het zijvlak van het metalen vat, op een plaats onder de identificatiecode.



Figuur 2: Symbool in het waarschuwingsteken voor ioniserende straling op een collo GA

7 BIOLOGISCHE ZIEKTEVERWEKKERS

- 701 (L,O) Het radioactieve afval mag niet besmet of mogelijk besmet zijn met **biologische ziekteverwekkers**.
Met biologische ziekteverwekkers wordt bedoeld:
- infectueuze stoffen (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 6.2)
 - biotoxines (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 6.1-code T1, T2)
 - medisch afval (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 6.2-UN 3291)
 - genetisch gemodificeerde organismen (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 9-code M8)
- 702 (L,O) **Biologisch geïnactiveerd** radioactief afval moet worden beschouwd als mogelijk besmet met biologische ziekteverwekkers.

8 ADMINISTRATIEVE BEPALINGEN

8.1 Non-conformiteiten

Het is niet mogelijk om af te wijken van de contractuele overdrachtscriteria.

8.2 Afwijkingen

Het is niet mogelijk om af te wijken van de contractuele overdrachtscriteria.

9 REFERENTIES

- [1] NIRAS-nota 2000-3267nl (herziening 2): 'ACRIA-DC-LAGA-HEC-151', auteur: M. Demarche, R. Gens en J. Lenssens;
- [2] NIRAS-nota 2000-4220nl: 'ACRIA-DC-LAGAT-HEC-151', auteur: M. Demarche, R. Gens en J. Lenssens;
- [3] NIRAS-nota 2011-0492nl (herziening 3): 'ACRIA-GA-MAGA-HEC-127', auteur: C. De Bock;
- [4] NIRAS-nota 2010-1078nl (herziening 1): 'ACRIA-GA-MAGAT-HEC-127', auteur: C. De Bock;
- [5] NIRAS-nota 98-1446, 'Overzichtslijst van goedgekeurde documenten met betrekking tot de acceptatiecriteria voor radioactief afval / Liste récapitulative des documents approuvés relatifs aux critères d'acceptation de déchets radioactifs';
- [6] NIRAS-nota 2012-0982, technische nota: 'GLOS: Glossarium met betrekking tot de acceptatiecriteria van NIRAS';
- [7] NIRAS-nota 400-89/623, technische nota NTC-4: 'Kwalifikatie van een procédé en een installatie voor de verwerking/konditionering van radioactief afval-richtlijnen voor het opstellen van een technisch dossier.', auteur: A. De Goeyse;
- [8] NIRAS-nota 97-3497N: 'Technische nota NTC-6: Meetmethoden en meetinstallaties voor de bepaling van de activiteit van geconditioneerd afval.', auteur: A. De Goeyse;
- [9] NIRAS-nota 97-4696N: 'Technische nota NTC-6/A: Type-inhoud van een technisch dossier voor methodes gebaseerd op de analyse van primaire colli via gamma-spectrometrie', auteur: A. De Goeyse;
- [10] NIRAS-nota 97-4700N: 'Technische nota NTC-6/B: Type-inhoud van een technisch dossier voor methodes gebaseerd op de analyse van primaire colli via neutronenmetingen', auteur: A. De Goeyse;
- [11] NIRAS-nota 2020-2682: 'Technische nota NTC-6/C: Type-inhoud van een erkenningsdossier voor de meetinstallatie en methodes gebaseerd op de analyse van primaire colli via dosistempometingen. ', auteur J. Becker;
- [12] NIRAS-nota 2000-1049: 'Technische nota NTC-9: Type-inhoud van de goedkeuringsdossiers van de primaire verpakkingen voor geconditioneerd afval.', auteur: M. Voet;
- [13] NIRAS-nota 2021-0334, technische nota: 'Technische nota NTC-3', auteur: N. Van Houtven;
- [14] NIRAS-nota 2020-0827, technische nota: 'TNT-2: codering van het NGA', auteur: C. De Bock;

-
- [15] NIRAS-nota 2022-1407, technische nota, 'Productie van bergingsconform niet-geconditioneerd afval op basis van de afvalomschrijvingen (AO-codes)';
 - [16] 'CLP-verordening', zijnde Verordening (EG) nr. 1272/2008 van het Europees Parlement en de Raad van 16 december 2008 (en latere wijzigingen) betreffende de indeling, etikettering en verpakking van stoffen en mengsels tot wijziging en intrekking van de Richtlijnen 67/548/EEG en 1999/45/EG en tot wijziging van Verordening (EG) nr. 1907/2006;
 - [17] 'Technische richtsnoeren voor de indeling van afvalstoffen', Mededeling (EG) nr. 2018/C124/01 van de Europese Commissie van 9 april 2018;
 - [18] NIRAS-nota 2018-2897: 'Assessment van ASR en/of DEF in betonpuin voor de oppervlakteberging te Dessel – conform het veiligheidsdossier Versie 3', auteur: E. Coppens;
 - [19] NBN EN 206+A2: 'Beton – Specificatie, prestatie, productie en conformiteit', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2021 of een recentere versie;
 - [20] NBN EN 197-1, 'Cement – Deel 1 : Samenstelling, specificatie en overeenkomstigheidscriteria voor gewone cementsoorten', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2011 of een recentere versie;
 - [21] NBN EN 12620, 'Toeslagmateriaal voor beton', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2013 of een recentere versie;
 - [22] NBN EN 13139, 'Toeslagmateriaal voor mortel', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2013 of een recentere versie;
 - [23] NBN EN 1008, 'Aanmaakwater voor beton: Specificatie voor monsterneming, beproeving en beoordeling van de geschiktheid van water, inclusief spoelwater van reinigingsinstallaties in de betonindustrie, als aanmaakwater voor beton', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2002 of een recentere versie;
 - [24] NBN EN 934-1, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 1: Algemene eisen.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2008 of een recentere versie;
 - [25] NBN EN 934-2+A1, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 2: Hulpstoffen voor beton – Definities, eisen, conformiteit, markering en etikettering.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2012 of een recentere versie;
 - [26] NBN EN 934-3+A1, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 3: Hulpstoffen voor metselmortel – Definities, eisen, overeenkomstigheid, markering en etikettering.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2012 of een recentere versie;
 - [27] NBN EN 934-4, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 4: Hulpstoffen voor injectiemortel voor voorspankabels – Definities, eisen, conformiteit, markering en etikettering.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2009 of een recentere versie;
 - [28] NBN EN 934-5, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 5: Hulpstoffen voor spuitbeton – Definities, eisen, conformiteit, merken en labels.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2008 of een recentere versie;
 - [29] NBN EN 934-6, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 6: Monsterneming, beoordeling en verificatie van prestatiebestendigheid', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2019 of een recentere versie;
 - [30] NBN EN 15167-1, 'Gemalen gegraneerde hoogovenslak voor gebruik in beton, mortel en injectiemortel – Deel 1 : Definities, specificaties en conformiteitscriteria.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2007 of een recentere versie;

-
- [31] NBN EN 13263-1+A1, 'Silica fume voor beton – Deel 1: Definitie, eisen en overeenkomstigheidscriteria.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2009 of een recentere versie;
 - [32] NBN EN 450-1, 'Vliegashoudend beton – Deel 1: Definitie, specificaties en overeenkomstigheidscriteria', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2012 of een recentere versie;
 - [33] NBN EN 12350-2, 'Testen van vers beton – Deel 2: Inzakkingstest.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2009 of een recentere versie;
 - [34] NBN EN 1015-3, "Proeven voor metselmortel – Deel 3: Bepalen van consistentie van verse mortel (met de schoktafel).", Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2007 of een recentere versie;
 - [35] NBN B15-216, 'Testen op beton – Krimpen en zwellen', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 1974 of een recentere versie;
 - [36] NBN B14-217, 'Testen op mortel – Krimpen en zwellen', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 1983 of een recentere versie;
 - [37] G. Arliguie et H. Hornain, GrandDuBé: Grandeurs associées à la Durabilité des Bétons, Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (2007) ISBN: 978-2-85978-425-6;
 - [38] NIRAS-nota 2018-0265, 'Het betrouwbaarheidsinterval voor de individuele waarde, toegepast op betonproductie', auteur: E. Coppens;
 - [39] NBN EN 12390-3, 'Testen op gehard beton – Deel 3: Druksterkte van proefstukken', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2019 of een recentere versie;
 - [40] NBN EN 1015-11, "Testmethoden voor mortel voor metselwerk – Deel 11: Bepaling van de buig- en druksterkte van geharde mortel.", Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2019 of een recentere versie;
 - [41] NBN EN 12390-5, "Testen op gehard beton – Deel 5: Buigsterkte van proefstukken", Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2019 of een recentere versie;
 - [42] NIRAS-nota 2014-3049, 'Beproeving van een matrix tot interne sulfiet aantasting (DEF)', auteur: E. Coppens;
 - [43] NIRAS-nota 1997-2207: 'TFT 2: Détermination de la résistance aux effets thermiques des colis enrobés de déchets solides';
 - [44] IAEA Safety Standards – Specific Safety Requirements no. SSR-6 (Rev. 1): 'Regulations for the safe transport of radioactive material (edition 2018)', Vienna: International Atomic Energy Agency, uitgave 2018 of een recentere versie, ISBN 978-92-0-107917-6;
 - [45] NIRAS-nota 2011-0860, technische nota: "*NTC-14 : Contenu type d'une AA ou d'une RANC par rapport à un critère à long terme applicable aux déchets conditionnés*" – auteur: C. De Bock
 - [46] Koninklijk besluit van 18 november 2002 (en latere wijzigingen) houdende regeling van de erkenning van uitrustingen bestemd voor de opslag, verwerking en conditionering van radioactieve afval houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen;
 - [47] NBN EN 1744-1+A1, 'Testen voor chemische eigenschappen van granulaten – Deel 1: Chemische analyse', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2013 of een recentere versie;
 - [48] V. Baroghel-Bouny, Durability indicators: 'relevant tools for performance based evaluation and multi-level prediction of RC durability', International RILEM Workshop

on Performance Based Evaluation and Indicators for Concrete Durability, 19-21 March 2006, Madrid, Spain, Proceedings PRO 47, Edited by V. Baroghel-Bouny, C. Andrade, R. Torrent, K. Scrivener, 2007;

- [49] NIRAS-nota 2018-2873, 'Studie: Eigenschappen van eenvoudige heterogene conditioneringsmortels.', auteur: E. Coppens ;
- [50] NIRAS-nota 2019-0624, 'Bepaling van $C_{i, \max}$ -waarden voor gebruik in de ACRIA's voor bergingsafval", auteur: E. Vermariën;
- [51] NIRAS-nota 2005-1858, 'Synthesenota bepaling onderlimiet Ra-226/Th-232 in RAGAL.', auteur: Auteur: J. Lenssens;
- [52] NIRAS-nota 98-1002, "Bedenkingen omtrent de toelaatbare hoeveelheid holle ruimtes in het afval.', auteur: L. Van Cauteren;
- [53] 'ARBIS', zijnde het koninklijke besluit van 20 juli 2001 (en latere wijzigingen) houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen;
- [54] 'ADR' in voege op 1 januari 2021 (en latere wijzigingen), zijnde het Europees Verdrag betreffende het internationaal vervoer van gevaarlijke goederen over de weg, gepubliceerd in het Belgisch Staatsblad op 23 december 2020;

Bijlage 1. Verantwoording van de contractuele overdrachtscriteria

- 201 De goedkeuring van de uitrustingen, geregeld door het koninklijk besluit van 18 november 2002 [46], vormen een essentieel element bij het verzekeren van de conformiteit van het geconditioneerde afval met de contractuele overdrachtscriteria. De goedkeuring voor overdracht impliceert immers:
- dat de afvalproducent met de gebruikte methode, uitrusting, installatie of het gebruikte procedé in staat is om radioactief afval te verwerken en te conditioneren dat beantwoordt aan de van toepassing zijnde contractuele overdrachtscriteria;
 - dat het gaat om een uitrusting waarbij voorrang wordt gegeven aan de toepassing van technologieën voor de verwerking, conditionering en radiologische karakterisering van de primaire colli GA, waarvan de uitvoerbaarheid voldoende beproefd is en waarbij het principe van optimalisering van de stralingsbescherming (ALARA) wordt toegepast.
- De goedkeuring voor overdracht houdt in:
- dat het ruwe en/of verwerkte afval geconditioneerd is volgens een goedgekeurd procedé;
 - dat het GA radiologisch gekarakteriseerd is volgens een goedgekeurde methode en/of meetinstallatie;
 - dat het GA verpakt is in een goedgekeurde primaire verpakking.
- 202 Idem verantwoording 201.
- 203 NIRAS legde de meetmethodes die het onontbeerlijk vindt voor het verkrijgen van correcte kwalitatieve radiologische gegevens over GA vast in deze technische nota's. Voor de goedkeuring van methodes en meetinstallaties voor de radiologische karakterisering van GA gebruikt NIRAS deze technische nota's dan ook alsof het normen zijn.
- 204 Idem verantwoording 201.
- 301 Het C-formulier is gestructureerd in twee grote delen: (1) het voorblad met de gegevens die van toepassing zijn op alle colli en (2) de bijlage met specifieke gegevens per collo. Dit contractueel overdrachts criterium somt de gegevens op die de producent opgeeft op het voorblad.
- 302 De specifieke gegevens per collo zijn gestructureerd in twee grote delen: (a) fysische en chemische gegevens en (b) radiologische gegevens. Dit contractueel overdrachts criterium somt de fysische en chemische gegevens op die de producent opgeeft in de bijlage bij het C-formulier.
- Wat betreft 'gevaarlijke stoffen' of 'gevaarlijke mengsels':
- Het 'gevaarlijk' zijn van een stof of een mengsel in het afval van elk primair collo is niet alleen een kwestie van de aanwezigheid van een bepaalde 'gevaarlijke' stof, maar ook van de concentratie waarin deze stof in het afval aanwezig is. Hieronder staat een rekenvoorbeeld van de beoordeling van het 'gevaarlijk' zijn van een stof of een mengsel, alsook welke gegevens op de bijlage van het C-formulier opgegeven worden.
- Veronderstel een primair collo met 100 kg aan afvalvorm, waarvan 5 kg asbest:
- De concentratie aan asbest in de afvalvorm is dus 5%.
 - Volgens de CLP-Verordening [16] is asbest een gevaarlijke stof, aangeduid met de H-zin H350 (carcinogeen, categorie IA/B).
 - Volgens § 3.6.3 van Bijlage I van de CLP-Verordening is dit gevaar van toepassing indien de concentratie aan asbest groter is dan 0,1%.
→ Bijgevolg is H350 van toepassing.
 - Volgens de CLP-Verordening is asbest ook een gevaarlijke stof aangeduid met de H-zin H372 (schadelijk voor bepaalde organen, categorie 2).
 - Volgens § 3.9.3 van Bijlage I van de CLP-Verordening is dit gevaar van toepassing indien de concentratie aan asbest groter is dan 10%.
→ Bijgevolg is H372 niet van toepassing.
 - De gegevens voor de bijlage bij het C-formulier zijn: De afvalvorm bevat de gevaarlijke stof 'asbest' met de toepasselijke H-zin: H350.

- 303 De activiteit van de radionucliden wordt opgevraagd wegens het belang van deze nucliden voor de operationele veiligheid, de langetermijnveiligheid in de referentie-eindbestemming of beide. De selectie van de radionucliden werd uitgebreid om de geologische berging waar mogelijk te vrijwaren als terugvaloptie voor het betrokken afval. Bovendien wordt op deze manier de traceerbaarheid van het radioactieve afval gevrijwaard.
- 304 De specifieke gegevens per collo zijn gestructureerd in twee grote delen: (a) fysische en chemische gegevens en (b) radiologische gegevens. Dit contractueel overdrachts criterium somt de radiologische gegevens op die de producent opgeeft in de bijlage bij het C-formulier.
- 305 Dit gegeven is nodig voor de contractuele overdrachts criteria in Hoofdstuk 7.
- 306 Het productiedocumentatiedossier (PDD) bevat alle relevante informatie over de colli GA. Met dit dossier kan NIRAS nagaan of er voldaan is aan de van toepassing zijnde contractuele overdrachts criteria. Daarnaast bevat dit dossier ook gegevens over het radioactieve afval die een betere traceerbaarheid van het afval garanderen.
- 307 Een PDD bevat alle gegevens die, aan de ene kant, vereist worden in de van toepassing zijnde ACRIA-GA (het aantonen van de naleving van de contractuele overdrachts criteria) en, aan de andere kant, gedocumenteerd worden volgens het goedkeuringsdossier (bijvoorbeeld procesparameters, grondstofcertificaten ...). Het PDD kadert tevens in de NIRAS-vereisten inzake kwaliteitsborging en is nodig om de aangeboden primaire colli GA te accepteren.

Bij de productiecontroles tijdens de ontvangst van de primaire verpakkingen wordt nagegaan of er scheuren, blutsen, krassen ..., aanwezig zijn. Bij controles tijdens de cementering kijkt de producent naar het tijdstip (begin en einde) waarop het collo onbeweeglijk gehouden werd, de vulhoogte van het collo ..., terwijl de controles bij de sluiting vooral focussen op: de kwaliteit van het felswerk, de afwezigheid van vrijstaand water op het bovenoppervlak ...

Voor segregatie (zie criterium 431), ASR (zie criterium 414) en DEF (zie criterium 437), is het voldoende om de resultaten van de testen op representatieve stalen van de immobilisatiematrix in het goedkeuringsdossier op te nemen. Deze hoeven niet in het PDD opgenomen te worden.

Wat betreft 'cellulosehoudende stoffen':

Cellulosehoudende stoffen bestaan hoofdzakelijk of geheel uit cellulose. Cellulose is opgebouwd als een aaneenschakeling van glucose-eenheden en wordt dus beschouwd als 'putrifieerbare' of vergankelijke organische stof. ISA, een afbraakproduct van cellulose, is een complex- of chelaatvormend agens (zie verder), waarvan het versturende effect op de cementhoudende barrières in de berging gekend is.

Voorbeelden van cellulosehoudende stoffen zijn papier, karton, hout en katoen. In de praktijk kunnen cellulosehoudende stoffen ook voorkomen in bouwmaterialen, zoals houtvezelcementplaten, gyproc (gipsplaat) of linoleum. Ook in grond komen ze typisch voor (vanwege takjes en bladeren). Leder (schoenen) daarentegen is geen cellulosehoudende stof.

Wat betreft 'minerale chloriden':

In het algemeen zijn chloriden verbindingen waarin chloor in de oxidatietoestand '-1' voorkomt. Een chloride-ion is het negatief geladen ion Cl^- . Chloride-ionen in een waterige oplossing kunnen op twee manieren de langetermijnveiligheid in het gedrang brengen:

- Chloride-ionen kunnen een versturend effect hebben op de stalen wapening van de caisson.
- Chloride-ionen kunnen, net zoals cellulosehoudende stoffen, een versturend effect hebben op de chemische retentie van op cement gebaseerde barrières. In geval van een hoge concentratie aan opgeloste chloride-ionen kan de cementmatrix zelf worden aangetast.

De kennis van de massa chloride-ionen die door oplossing van chloriden in water kan vrijkomen, is daarom belangrijk voor de documentatie van het radioactieve afval.

Voor de toepassing van dit document worden alle anorganische chloriden in rekening gebracht. Minerale chloriden zijn zouten waarin het negatief geladen ion ('anion') een chloride-ion is. Een zout is een elektrostatische (dus niet-covalente) binding tussen positieve en negatieve ionen. Een voorbeeld van een mineraal chloride is NaCl (keukenzout). In de praktijk kunnen minerale

chloriden typisch voorkomen in radioactief afval afkomstig van verdampingsresiduen, absorbeermaterialen, sedimentaire gesteenten of bouwmaterialen afgeleid van sedimentaire gesteenten (zoals zand, baksteen en betonpuin) of in afval afkomstig van het gebruik van decontaminatie- en schoonmaakmiddelen.

Organische chloriden komen enkel voor in covalente verbindingen. Voor deze types afval wordt er in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 5.3.2.10.4 van het veiligheidsrapport) aangetoond dat ze geen aanleiding geven tot het vrijkomen van meer dan 0,4 m% chloride-ionen ten opzichte van de cementmassa in de immobilisatiematrix. Voorbeelden van chemische verbindingen waarin het element chloor covalent gebonden is, zijn polyvinylchloride (PVC) of andere chloorhoudende plastics.

Hieronder volgt een rekenvoorbeeld om de afleiding van de gegevens voor het PDD te illustreren.

Veronderstel een primair collo met daarin ruw en/of verwerkt afval dat 2 kg AgCl, 1 kg NaCl, en 20 kg PVC bevat en 350 kg immobilisatiematrix (schattingen):

- Alleen de minerale zouten AgCl en NaCl in het ingebrachte ruwe en/of verwerkte afval worden als wateroplosbaar beschouwd.
- De massa chloride-ionen in elk chloride kan worden afgeleid van de massa van het chloride en de atoommassa's van de elementen (35,45 voor Cl, 107,87 voor Ag, 22,99 voor Na).
- Zo is de massa chloride-ionen in NaCl gelijk aan $1 \text{ kg} \times (35,45 / (35,45 + 22,99)) = 0,6 \text{ kg}$.
- De gebruikte bestanddelen voor de immobilisatiematrix in dit voorbeeld staan vermeld in Tabel 8.

Tabel 8: bestanddelen fictieve immobilisatiematrix

Bestanddeel	Massa [kg]	% Cl ⁻	Massa Cl ⁻ [kg]
Granulaat 1	135	0,001	0,00135
Granulaat 2	51	0,001	0,00051
Water	62,5	0,025	0,0156
Cement (type CEM I)	100	0,1	0,1
Hulpstof	1,5	0,1	0,0015

- De percentages aan chloride-ionen van de gebruikte granulaten moeten getest worden volgens de norm NBN EN 1744-1 [47]. Voor dit voorbeeld is er een conservatieve waarde van 0,001 m% genomen. De Belgische norm voor drinkwater legt een maximum aan chloride-ionen op van 250 mg/l, ofwel 0,025 m%. Volgens de respectievelijke normen NBN EN 197-1 [20] en NBN EN 934-1 [24] mogen cement en hulpstoffen gebruikt in de immobilisatiematrix niet meer dan 0,1 m% chloride-ionen bevatten. Merk op dat het cement de belangrijkste bijdrage levert tot de massa chloride-ionen in de immobilisatiematrix.
- De gegevens voor het PDD zijn dus: AgCl (2 kg AgCl, 0,5 kg chloride-ionen), NaCl (1 kg NaCl, 0,6 kg chloride-ionen) en immobilisatiematrix (350 kg, 0,1 kg chloride-ionen).

Wat betreft 'wateroplosbare sulfaten':

Met sulfaten worden chemische verbindingen met het sulfaation bedoeld. Een sulfaation is een polyatomisch oxoanion van zwavel met als brutoformule SO_4^{-2} . Sulfaationen in een waterige oplossing kunnen de langetermijnveiligheid in het gedrang brengen, doordat ze de cementmatrix aantasten en zo de integriteit kunnen aantasten van de cementgebonden barrières van de oppervlaktebergingsinrichting.

Voor de toepassing van dit document worden alle anorganische sulfaten, met uitzondering van BaSO_4 (bariumsulfaat), beschouwd als wateroplosbare sulfaten. Anorganische sulfaten zijn zouten waarin het negatief geladen ion ('anion') een sulfaation (SO_4^{-2}) is. Een zout is een elektrostatische (dus niet-covalente) binding tussen positieve en negatieve ionen. Een voorbeeld van een anorganisch sulfaat is NaSO_4 . In de praktijk kunnen anorganische sulfaten typisch voorkomen in radioactief afval afkomstig van verdampingsresiduen, kunstmeststoffen (bv. ammonsulfaat), sedimentaire gesteenten of bouwmaterialen afgeleid van sedimentaire

gesteenten (bijvoorbeeld gips in gipsplaat of gyproc) of in afval afkomstig van het gebruik van decontaminatie- en schoonmaakmiddelen.

Organische sulfaten komen enkel voor in homogeen geconditioneerde harsen en kleine heterogeen geconditioneerde harsenkolommen. Voor deze types afval wordt er in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 5.3.2.10.5 van het veiligheidsrapport) aangetoond dat ze geen aanleiding geven tot het vrijkomen van meer dan 12 g sulfaationen per kilogram van de afvalvorm. Een voorbeeld van organische sulfaten zijn sulfaatesters (zoals dimethylsulfaat).

Wat betreft 'complex- of chelaatvormende agentia':

Complexen en chelaten zijn op elektrostatische aantrekkingskracht gebaseerde verbindingen tussen een centraal metaalion en omgevende organische liganden. Het complex of chelaat kan aanzienlijk andere migratie-eigenschappen hebben dan het afzonderlijke metaalion. Op deze wijze kunnen complex- of chelaatvormende agentia een verstorend effect hebben op de chemische retentie van op cement gebaseerde barrières. Daarom worden complex- en chelaatvormende agentia in het afval beperkt. Het gamma van complex- of chelaatvormende agentia is echter heel uitgebreid en de eigenschappen ervan zijn heel divers. Om die reden kan NIRAS geen specifieke vereisten of limietwaarden opleggen, maar vraagt ze enkel dat de aanwezigheid van complex- of chelaatvormende agentia in het afval gedocumenteerd wordt. Dit zal toelaten specifieke veiligheidsstudies uit te voeren, die, al dan niet, aantonen dat het afval veilig geborgen kan worden in de oppervlaktebergingsinrichting mits eventuele maatregelen zoals een aanpassing van de radiologische criteria en/of opvulstrategie.

Voorbeelden van complex- of chelaatvormende agentia zijn EDTA, DPTA, NTA, wijnsteenzuur, citroenzuur, oxaalzuur, alkylsulfonzuur, gesubstitueerde fenolen ... In de praktijk kunnen complex- of chelaatvormende agentia typisch voorkomen in radioactief afval afkomstig van het gebruik van decontaminatie- en schoonmaakmiddelen in ziekenhuizen, onderzoeksinstellingen, chemiebedrijven en bij de ontmanteling van nucleaire installaties.

Wat betreft 'absorbeermiddelen':

Anorganische absorbeermiddelen (bijvoorbeeld silicagel en vermiculiet) kunnen uitzetten in contact met water. Organische absorbeermiddelen kunnen complex- of chelaatvormende agentia bevatten of hun afbraakproducten kunnen dat zijn. Zo zouden absorbeermiddelen hypothetisch afbreuk kunnen doen aan de veiligheid van het langetermijnbeheer van het radioactief afval. NIRAS beschikt niet over een voldoende gefundeerde argumentatie om bepaalde limietwaarden op te leggen. Absorbeermiddelen komen echter slechts in beperkte hoeveelheden per collo voor. NIRAS zal daarom de aanwezigheid van organische of anorganische absorbeermiddelen in het afval tolereren, maar niettemin vereisen dat deze stoffen worden geïdentificeerd en hun massa opgegeven.

- 401 In vergelijking met vloeistoffen, gassen, poeders ..., heeft een vaste en niet-verspreidbare afvalvorm betere fysische, mechanische en chemische eigenschappen voor een veilig beheer. Vloeistoffen, gassen, poeders ..., houden een groter risico in op mogelijke lekken van radioactiviteit naar de omgeving.
Een compacte afvalvorm vormt één aaneengesloten niet-verspreidbaar geheel.
Een stabiele afvalvorm zorgt ervoor dat de evolutie van de afvalvorm beperkt blijft en hij niet zal degraderen onder invloed van de omgeving, zijn eigen inhoud of ten gevolge van de normale handelingen in de verschillende stappen van het beheer.
- 402 Dit criterium is een operationeel criterium omdat gas zich kan ontwikkelen door reacties tussen het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval en de immobilisatiematrix, ten gevolge van corrosie, radiolyse of ontbinding van organische stoffen. Dit gas kan de integriteit van de afvalvorm aantasten door scheuren, barsten, gaten en/of vervormingen te veroorzaken. Ook de integriteit van de primaire verpakking kan erdoor worden aangetast. Aldus kunnen de operationele veiligheidsfuncties van de primaire colli GA (insluiting, afscherming en afzondering) worden verstoord.
Tegelijkertijd beoogt dit contractueel overdrachtscriterium ook de geologische berging waar mogelijk te vrijwaren als terugvaloptie. In de geologische berging is gasgeneratie een belangrijk fenomeen. Daarom kan dit contractueel overdrachtscriterium ook beschouwd worden als een langtermijncriterium.

-
- 403 Dit contractueel overdrachts criterium zorgt ervoor dat excessieve verdamping van het water in de afvalvorm vermeden wordt. Excessieve verdamping van water kan leiden tot scheuren, barsten ..., van de afvalvorm, waardoor de duurzaamheid van de immobilisatiematrix negatief beïnvloed kan worden.
- 404 A:
Minerale chloride-ionen kunnen de veiligheid op twee manieren negatief beïnvloeden: aan de ene kant kunnen zij een verstoring effect hebben op de stalen wapeningsstaven van de caisson; aan de andere kant kunnen zij, net zoals cellulosehoudende stoffen, stabiele complexen vormen met bepaalde radionucliden, waardoor de retentiefuncties van de kunstmatige barrières worden verstoord. Indien er veel chloride-ionen aanwezig zijn, kunnen ze de cementmatrix zelf aantasten. De limietwaarde in dit criterium komt voort uit de conformiteitscriteria voor afval bestemd voor oppervlakteberging (zie § 15.4.2.2 van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting). In het veiligheidsrapport wordt de hoeveelheid minerale chloride-ionen in de afvalvorm beperkt tot 0,4 m% van de massa cement in de immobilisatiematrix. De afvalvorm omvat het ingebrachte ruwe en/of verwerkte afval, de interne onderdelen, de immobilisatiematrix en de eventuele interne afscherming (zie ook Bijlage 3), zodat de som van alle minerale chloride-ionen van elk van deze componenten de totale hoeveelheid aan minerale chloride-ionen vormt die in dit criterium in beschouwing genomen wordt. In het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 5.3.2.10.4 van het veiligheidsrapport) is aangetoond dat organische chloriden geen aanleiding geven tot het vrijkomen van meer dan 0,4 m% chloride-ionen ten opzichte van de cementmassa in de immobilisatiematrix (zie ook verantwoording 307).
- B:
Versoepeling uitsluitend in het kader van het akkoord tussen ENGIE en de Belgische Staat voor de financiële overdracht van radioactief afval van categorie A voor bepaalde stromen/families van radioactief afval.
- C:
Versoepeling uitsluitend in het kader van het akkoord tussen ENGIE en de Belgische Staat voor de financiële overdracht van radioactief afval van categorie A voor bepaalde stromen/families van radioactief afval.
- D:
Versoepeling uitsluitend in het kader van het akkoord tussen ENGIE en de Belgische Staat voor de financiële overdracht van radioactief afval van categorie A voor bepaalde stromen/families van radioactief afval.
- 405 Dit contractuele overdrachts criterium berust op een beslissing van NIRAS, die daarmee het courante beheer met betrekking tot 'putrifieerbare stoffen' in het afval wil handhaven. Met 'putrifieerbare stoffen' worden organische stoffen bedoeld die een gepast substraat (= voedingsbodem voor micro-organismen) kunnen vormen voor een biologisch afbraakproces en/of gemakkelijk kunnen afbreken door basische hydrolyse. Putrifieerbare stoffen zijn daarom eigenlijk biologisch afbreekbare stoffen en vetten. Biologisch afbreekbare stoffen zijn immers stoffen die een gepast substraat kunnen vormen voor een biologisch afbraakproces. Vetten zijn stoffen die door basische hydrolyse uiteenvallen in een zeep (= zout van een vetzuur) en glycerol. De hierboven vermelde reacties resulteren in producten die de operationele- en langetermijnveiligheidsfuncties kunnen verstoren (bijvoorbeeld door corrosie van de metalen verpakking of aantasting van de cementmatrix), afhankelijk van de hoeveelheid waarmee ze in het afval aanwezig zijn. Het criterium maakt een uitzondering voor het geval van de cellulosehoudende stoffen, omdat hiervoor een specifieke maximumlimiet bestaat (zie § 15.4.2.1 van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting). Het criterium maakt tevens de abstractie dat vetten in de praktijk ofwel tot de biologisch afbreekbare stoffen behoren, ofwel slechts in verwaarloosbaar kleine hoeveelheden in het afval voorkomen. Het contractuele overdrachts criterium is niet van toepassing op de primaire verpakking, aangezien hierbij geen biologisch afbreekbare stoffen aanwezig zijn. Dit criterium is niet kwantitatief. Het is niet uitgedrukt in numerieke limietwaarden. Het verbod op de aanwezigheid van biologisch afbreekbare stoffen mag dus niet worden gelijkgesteld met de nullimietwaarde. Het criterium is kwalitatief. Verwaarloosbare hoeveelheden van de stoffen in kwestie, die de performantie van de veiligheidsfuncties niet verstoren, kunnen dus worden getolereerd.
- 406 A:
Isosaccharinezuur (ISA), het belangrijkste degradatieproduct van cellulose in bergingsomstandigheden, kan stabiele complexen vormen met bepaalde radionucliden. Dit

verstoort de retentie-eigenschappen van de cementbarrières en kan dus leiden tot een hogere radiologische impact door uitloging van de oppervlaktebergingsinstallatie. De aanwezigheid van cellulosehoudende stoffen in de afvalvorm moet daarom worden beperkt. Het verband tussen de aanwezigheid van ISA en de invloed ervan op de retentie-eigenschappen van de cementbarrières is echter niet evenredig. Er bestaat een maximumwaarde voor de concentratie van ISA waaronder er geen invloed is op deze retentie-eigenschappen.

De limiet van 0,1 kg voor een 400-litercollo is rechtstreeks overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.4.2.1 van het veiligheidsrapport).

Het contractuele overdrachtcriterium is niet van toepassing op de primaire verpakking, aangezien hierbij geen cellulosehoudende stoffen aanwezig zijn. Enkele voorbeelden van cellulosehoudende stoffen worden gegeven in verantwoording 307.

B:

Versoepeling uitsluitend in het kader van het akkoord tussen ENGIE en de Belgische Staat voor de financiële overdracht van radioactief afval van categorie A voor bepaalde stromen/families van radioactief afval.

C:

Versoepeling uitsluitend in het kader van het akkoord tussen ENGIE en de Belgische Staat voor de financiële overdracht van radioactief afval van categorie A voor bepaalde stromen/families van radioactief afval.

407 Dit criterium komt voort uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.4.2.5 van het veiligheidsrapport). Hierin staat dat stoffen of mengsels die geklasseerd zijn onder de 'fysische gevaren' uitgesloten worden in het bergingsafval. Het is een beslissing van NIRAS om een aanvulling met betrekking tot de EUH-zinnen toe te voegen. Deze EUH-zinnen leveren extra informatie over specifieke gevaren voor stoffen die als fysisch gevaarlijk ingedeeld worden.

Bij de beoordeling van het gevaarlijk zijn van bepaalde stoffen, speelt de concentratie ook een rol. NIRAS heeft ervoor gekozen het individuele collo GA als eenheid te nemen voor deze beoordeling en als dusdanig de concentraties van potentieel gevaarlijke stoffen te berekenen op de massa van de afvalvorm van het collo GA. Het contractuele overdrachtcriterium is niet van toepassing op de primaire verpakking, aangezien hierbij geen gevaarlijke stoffen of mengsels aanwezig zijn.

Dit criterium is niet kwantitatief. Het is niet uitgedrukt in numerieke limietwaarden. Het verbod op de aanwezigheid van gevaarlijke stoffen of mengsels mag daarom niet worden gelijkgesteld met de nullimietwaarde. Het criterium is kwalitatief. Verwaarloosbare hoeveelheden van de stoffen in kwestie, die de performantie van de veiligheidsfuncties niet verstoren, kunnen dus worden getolereerd.

408 A:

In het afval dat bestemd is voor oppervlakteberging mogen volgens het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.3.4 van het veiligheidsrapport) geen processen optreden die door expansie van het bergingsafval (zoals gelvorming) zouden kunnen leiden tot scheurvorming en dus aantasting van de fysische integriteit van de cementgebonden barrières (*in casu* de caisson, de opvulmortel of het bergingsafval zelf). Dit zou een verstoring van de veiligheidsfuncties met zich kunnen meebrengen.

Voor betonpuin zijn ASR en DEF geïdentificeerd als de enige processen waarvoor bijkomende criteria en vereisten gedefinieerd moeten worden om dergelijke verstoringen te vermijden.

B:

Versoepeling uitsluitend in het kader van het akkoord tussen ENGIE en de Belgische Staat voor de financiële overdracht van radioactief afval van categorie A voor bepaalde stromen/families van radioactief afval.

C:

Versoepeling uitsluitend in het kader van het akkoord tussen ENGIE en de Belgische Staat voor de financiële overdracht van radioactief afval van categorie A voor bepaalde stromen/families van radioactief afval. NIRAS is van mening dat het moeilijk zal zijn om de gevoeligheid van het afval in kwestie voor ASR en DEF te bepalen.

409 A:

Deze limietwaarde in het contractuele overdrachtcriterium is overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.4.2.3 van het veiligheidsrapport). Hierin wordt voor elk collo geconditioneerd afval het massa-aandeel aan sulfaationen (massa SO_4^{2-})

van wateroplosbare sulfaten beperkt tot 12 g per kilogram van de afvalvorm. Tot aan de limiet van 12 g per kilogram van de afvalvorm heeft het vrijkomen van sulfaationen uit het geconditioneerde radioactieve afval geen invloed op de aantasting van de cementmatrix van de betonbarrières uit de veiligheidsevaluatie. Ter herinnering: de massa van de afvalvorm is gelijk aan de massa van het collo verminderd met de massa van zijn primaire verpakking.

In het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 5.3.2.10.5 van het veiligheidsrapport) is aangetoond dat organische sulfaten geen aanleiding geven tot het vrijkomen van meer dan 12 g sulfaationen per kilogram van de afvalvorm (zie ook verantwoording 307).

B:

Versoepeling uitsluitend in het kader van het akkoord tussen ENGIE en de Belgische Staat voor de financiële overdracht van radioactief afval van categorie A voor bepaalde stromen/families van radioactief afval.

C:

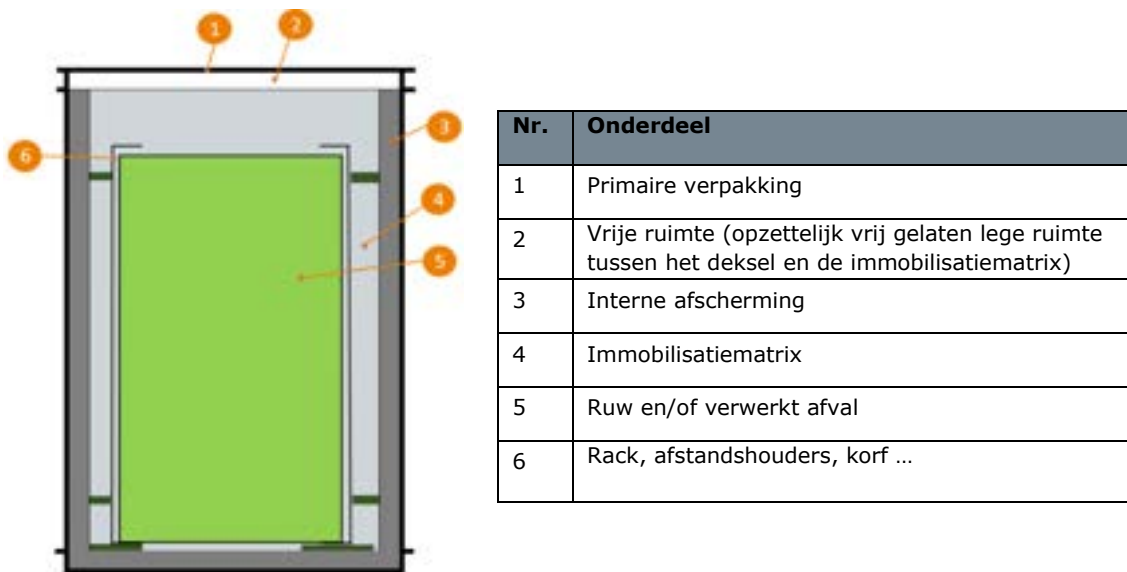
Versoepeling uitsluitend in het kader van het akkoord tussen ENGIE en de Belgische Staat voor de financiële overdracht van radioactief afval van categorie A voor bepaalde stromen/families van radioactief afval.

- 410 Elektropositieve metalen (zoals aluminium, beryllium en magnesium) kunnen normaliter niet geïmmobiliseerd worden in een matrix op basis van cement als hydraulisch bindmiddel. Deze vormen een redoxkoppel, waarbij een niet-verwaarloosbare hoeveelheid H_2 vrijkomt tijdens de binding en uitharding van de matrix (merk op dat een bindingsreactie in een cementmatrix lang kan duren). Het immobiliseren van dergelijke metalen in een matrix op basis van cement als hydraulisch bindmiddel is enkel mogelijk als de producent kan aantonen dat de kinetiek van de reactie traag genoeg is, zodat ze de binding en uitharding van de matrix niet verstoort. Dit kan ofwel door direct contact te vermijden tussen het metaal en de matrix tijdens de binding en harding van de matrix, ofwel door een matrixsamenstelling te gebruiken die een toevoegstof bevat (bijvoorbeeld lithiumnitraat) die de corrosiereactie inhibeert. Om direct contact tussen het metaal en de matrix te vermijden, kan het metaal gecoat of hermetisch verpakt worden met/in inert materiaal (plastic of dergelijke) hoewel een persschijf in de meeste gevallen al voldoende afscherming geeft.
- Dit criterium is niet kwantitatief. Het is niet uitgedrukt in numerieke limietwaarden. Het verbod op de aanwezigheid van elektropositieve metalen mag daarom niet worden gelijkgesteld met de nullimietwaarde. Het criterium is kwalitatief. Verwaarloosbare hoeveelheden van de stoffen in kwestie, die de performantie van de veiligheidsfuncties niet verstoren, kunnen dus worden getolereerd.
- 411 Het uitsluiten van ingekapselde bronnen uit het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval berust op een beslissing van NIRAS, die daarmee het courante beheer voor ingekapselde bronnen in het afval tot nader order wil handhaven. Bronnen zijn bovendien niet compatibel met de aannames voor de veiligheidsevaluaties in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting. NIRAS rekent momenteel de ingekapselde bronnen tot het afval dat geologische berging als eindbestemming heeft.
- 412 Wanneer het gebruikte cement in de immobilisatiematrix voldoet aan de norm vermeld in het criterium, kan de kwaliteit van het cement gegarandeerd worden. Een kwaliteitsvol cement is noodzakelijk, echter toch niet voldoende voor een kwaliteitsvolle immobilisatiematrix.
- 413 Idem verantwoording 412.
- 414 De alkali-silica reactie (ASR) is een chemische reactie tussen aggregaten met reactieve silica en alkaliën die aanwezig zijn in de immobilisatiematrix. Deze reactie kan leiden tot expansie van de afvalvorm (zie verantwoording 408), die op haar beurt kan leiden tot barsten en scheurvorming in de immobilisatiematrix.
- De methode beschreven in ASTM C1260 is een oriënterende test met één van de volgende resultaten:
- het aggregaat is gevoelig voor ASR;
 - het aggregaat is ongevoelig voor ASR;
 - het aggregaat is potentieel gevoelig voor ASR.
- In het laatste geval zal het uitvoeren van de test ASTM C1293 leiden tot een classificatie van het aggregaat als 'gevoelig voor ASR' of 'ongevoelig voor ASR'. Het is belangrijk om alle gebruikte granulaten te onderzoeken, ongeacht of ze silicium- of kalkhoudend zijn. Lage gehalten aan reactief silicium, dolomiet en/of klei kunnen immers al leiden tot een expansieve reactie in een alkalisch midden.

-
- 415 Idem verantwoording 412.
- 416 De degradatie van organische verbindingen kan leiden tot de vorming van complex- of chelaatvormende agentia. Deze agentia kunnen de speciatie van de radionucliden in oplossing veranderen door de oplosbaarheid van de radionucliden te verhogen en/of door de sorptie te verminderen op de kunstmatige barrières (immobilisatiematrix en/of radiologische afscherming) of sedimentaire gesteenten in het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval. De producent kan best gebruik maken van anorganische hulpstoffen om de vorming van complex- en chelaatvormende agentia in de immobilisatiematrix zoveel mogelijk te vermijden. Indien gebruikt gemaakt wordt van organische hulpstoffen zal de producent deze keuze beargumenteren in het goedkeuringsdossier. Op basis van internationaal onderzoek naar de complex- en chelaatvormende capaciteit van superplastificeerders laat NIRAS de volgende superplasten toe mits ze correct gedoseerd⁹ zijn: superplastificeerders gebaseerd op naftaleensulfonaat, polycarboxylaat of melaminesulfonaat. Het gebruik van naftaleensulfonaat, polycarboxylaat en melaminesulfonaat wordt ondersteund door het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (voor naftaleensulfonaat en polycarboxylaat zie § 5.3.4 van het veiligheidsrapport, voor melaminesulfonaat zie § 5.3.1.2.9 van het veiligheidsrapport). Voor melaminesulfonaat wordt er geen sorptieverlaging verwacht op de kunstmatige barrières.
- 417 Idem verantwoording 412.
- 418 Enkel minerale toevoegstoffen aan de immobilisatiematrix zijn toegelaten, om de hoeveelheid organische stoffen in het geconditioneerde afval te beperken. De degradatie van deze stoffen kan immers leiden tot de vorming van complex- of chelaatvormende agentia (zie ook verantwoording 416).
- 419 De normen garanderen een minimale kwaliteit en een nauwkeurige en ondubbelzinnige identificatie van de toevoegstoffen. Zo worden bepaalde siliciumhoudende granulaten geclassificeerd als silica fume wegens hun korrelgrootte en worden ze gecertificeerd en gecodificeerd volgens de opgegeven norm. Kwaliteitsvolle toevoegstoffen zijn noodzakelijk, echter toch niet voldoende voor een kwaliteitsvolle immobilisatiematrix.
- 420 Gezien het eerder kleine risico op ASR-gevoeligheid van kalksteenmeel, kan de producent deze ongevoeligheid aantonen op basis van de chemische samenstelling ervan. Omdat voor fijne componenten van de immobilisatiematrix zoals kalksteenmeel (L of LL) de korte test ASTM-C1260 niet van toepassing is, kan het moedergesteente van het kalksteenmeel, indien beschikbaar met een voldoende grote korrelverdeling, getest worden volgens de kortere testmethode beschreven in ASTM C1260.
De producent kan de ASR-ongevoeligheid ook aantonen door het uitvoeren van de gestandaardiseerde test ASTM C1293 op de volledige mortel, cementpasta of het volledige beton.
- 421 Het kwaliteitssysteem moet de kwaliteit van de immobilisatiematrix garanderen, zodat altijd aan alle contractuele overdrachtscriteria voor de immobilisatiematrix voldaan is. Aangezien de meeste samenstellende delen van de immobilisatiematrix natuurproducten zijn, kan elke wijziging van de herkomst van deze samenstellende delen (inclusief een wijziging van de leverancier, steengroeve, cementoven ...) een invloed hebben op de eigenschappen van de immobilisatiematrix.
- 422 Het gebruik van cement als hydraulisch bindmiddel in de samenstelling van een matrix is cruciaal voor haar chemische, fysische en mechanische eigenschappen (en dus de kwaliteit). Daarom eist NIRAS van de producent dat de nodige procedures geïmplementeerd zijn. Hierdoor wordt een constante samenstelling van de immobilisatiematrix, binnen de gedefinieerde en aanvaarde tolerantie marges, gewaarborgd en wordt deze samenstelling correct gedocumenteerd in het bijbehorende goedkeuringsdossier.
- 423 De nominale samenstelling wordt gecontroleerd en gegarandeerd op basis van doseernauwkeurigheden van de gebruikte bestanddelen van de immobilisatiematrix conform de opgegeven norm. Als de producent niet kan voldoen aan deze norm, mag er in het goedkeuringsdossier een eigen doseernauwkeurigheid opgegeven worden, op voorwaarde dat er door deze variaties geen andere contractuele overdrachtscriteria geschonden worden.

⁹ Met 'correcte dosering' wordt bedoeld een normale dosering zoals gebruikelijk in de klassieke betontechnologie (maximaal enkele percenten ten opzichte van de massa van het cement), waarbij de hulpstof(fen) bovendien geen negatieve effecten hebben op de eigenschappen van het verse beton, de verse mortel of cementpasta (zoals segregatie, overmatig zweten ...).

-
- 424 NIRAS vereist dat de verse immobilisatiematrix een voldoende vloeibaarheid heeft, om zodoende lege ruimtes in het primaire collo tot een minimum te beperken en het afval volledig te omvatten. De producent kan bijvoorbeeld op regelmatige tijdstippen, bepaald volgens criterium 421, testen uitvoeren om de consistentie te garanderen. Wanneer de vereiste consistentie gebruikt wordt om zo van boven tot beneden aaneengesloten lege ruimtes te vermijden, wordt het mogelijke transport van radionucliden doorheen het collo of het vrijkomen van radionucliden uit het collo tot een minimum beperkt (zie § 15.3.2.2 van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting).
- 425 Wanneer de binding van de matrix gegoten in de eerste stap begint vooraleer de tweede stap aangevangen wordt, kunnen er zich discontinuïteiten vormen tussen opeenvolgende stappen. Deze problemen worden vermeden wanneer de tijd tussen twee opeenvolgende stappen voldoende klein is zodat de binding van de eerste stap nog niet begonnen is, of door het oppervlak te bevochtigen voor de start van een volgende stap. NIRAS beschouwt de overschot aan immobilisatiematrix op het einde van een campagne die gebruikt wordt om korven vast te cementeren als 'immobilisatiematrix' en niet als 'radiologische afscherming'. Al de contractuele overdrachtscriteria beschreven in § 4.3 zijn hierop dus van toepassing.
- 426 Dit criterium beperkt scheurvorming en draagt bij tot het garanderen van de duurzaamheid van de immobilisatiematrix, wat onder meer inhoudt dat het GA de gewenste fysische en chemische eigenschappen bezit om het vrijkomen van radionucliden uit het ruwe en/of verwerkte afval te beperken (zie § 15.3.2.1 van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting). In de klassieke bouw wordt een krimp van 1 mm/m beschouwd als een hoge waarde voor een 'standaard beton'. Om een equivalente waarde te bekomen voor een mortel of cementpasta, wordt de waarde van een 'standaardbeton' verdubbeld. Niets belet de producent om een immobilisatiematrix zonder granulaten te gebruiken, maar het criterium met betrekking tot de waarde van de krimp is hetzelfde voor mortels en voor cementpasta's bij gebrek aan een bevredigende norm voor cementpasta.
- 427 Overmatig waterverlies door verdamping tijdens de bindingsfase kan leiden tot een tekort aan water voor de binding en uitharding, waardoor de duurzaamheid van de immobilisatiematrix negatief beïnvloed kan worden. Een mogelijke manier om aan dit criterium te voldoen, is het deksel op het primaire collo GA te plaatsen zonder het definitief te sluiten.
- 428 Tijdens de binding en uitharding van een cementshoudende immobilisatiematrix zal de matrix in een eerste fase 'zweten' (er wordt dus water vrijgezet). Dit water wordt nadien opnieuw opgenomen in de matrix en gebonden, zodat er op het oppervlak geen vrijstaand water achterblijft. De aanwezigheid van vrijstaand water na de binding en uitharding van de matrix is een indicatie dat er segregatie heeft plaatsgevonden of dat er initieel te veel water werd toegevoegd (bijvoorbeeld verkeerde bepaling van de watervraag, fout bij de dosering van het water ...). Beide gevallen kunnen nadelig zijn voor de kwaliteit van de immobilisatiematrix. Daarnaast kan het vrijstaande water preferentiële wegen voor migratie van radionucliden bevorderen, waardoor het risico op besmetting binnen en buiten het primaire collo GA toeneemt. Dit brengt de integriteit van het primaire collo met betrekking tot de insluiting van de radionucliden in gedrang.
- 429 De conformiteitscriteria uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.3.2.2 van het veiligheidsrapport) leggen deze beperking op, om zo van boven tot beneden aaneengesloten lege ruimtes te vermijden. Wanneer de vereiste hoeveelheid conditioneringsmortel gebruikt wordt, zodat de bovenkant van het afval niet meer zichtbaar is, wordt het mogelijke transport van radionucliden doorheen het collo of het vrijkomen van radionucliden uit het collo tot een minimum beperkt. De ruimte tussen het deksel en de matrix is bedoeld om het plaatsen of verwijderen van het deksel tijdens en na de binding van de immobilisatiematrix niet te hinderen. Concreet wordt er in dit criterium aan de producent gevraagd dat het volume gevormd door de ruimte aangeduid door nummer 2 van Figuur 3 niet meer dan 15 vol% bedraagt van het volume gevormd door de nummers 2 tot en met 4.



Figuur 3: Verduidelijking van de lege ruimtes in een colli GA.

- 430 NIRAS vraagt om het primaire collo gedurende een bepaalde tijd onbeweeglijk te houden om er zeker van te zijn dat de zetting voldoende gevorderd is (vermindering van de plasticiteit tijdens de zetting), zodat er geen verlies van cohesie tussen de immobilisatiematrix en het ruwe en/of verwerkte afval (ten gevolge van manipulaties) optreedt. Dit kan nadelige effecten hebben op de kwaliteit van het primaire collo GA. Tussen de start en het einde van de binding mag het collo niet verplaatst worden, omdat de immobilisatiematrix op dat moment in een semi-plastische toestand verkeert met zeer zwakke mechanische eigenschappen. Eventuele schade (zoals scheuren) is blijvend.
- 431 Dit criterium is vereist om het fenomeen van segregatie te vermijden, wat een negatieve invloed heeft op de kwaliteit en de homogeniteit van de immobilisatiematrix. Segregatie vormt mogelijke preferentiële wegen van uitloging, die de migratie van radionucliden kan bevorderen en de insluiting van radionucliden in het gedrang kan brengen.
- 432 Doorgaande scheuren kunnen preferentiële wegen vormen voor het transport van radionucliden doorheen de immobilisatiematrix. Dit kan de veiligheidsfuncties (insluiting van de radionucliden) van de oppervlakteberging verstoren. Met dit criterium wordt een mogelijke verstoring van de veiligheidsfuncties niet tegengegaan, echter toch enigszins beperkt. Enkel visueel waarneembare doorgaande scheuren of met andere woorden doorgaande scheuren die een breedte hebben van 0,1 mm of meer, worden beschouwd wegens praktische uitvoerbaarheid.
- 433 Dit criterium is gecorreleerd met de microstructuur en dus de duurzaamheid en kwaliteit van de matrix. De duurzaamheid van de immobilisatiematrix is van belang op lange termijn, aangezien een hogere duurzaamheid van de immobilisatiematrix en een hogere bestandheid tegen agressieve stoffen in combinatie met water zal helpen de compatibiliteit met het kunstmatige barrièresysteem in de bergingsinstallatie gedurende langere tijd te verzekeren. Zo wordt een betere verenigbaarheid met de bergingsinstallatie verkregen.
Er bestaat geen Belgische of Europese norm voor de bepaling van de watertoegankelijke porositeit. Daarom wordt in het document een testmethode voorgesteld. De producent kan ook zelf een andere testmethode gebruiken als voldaan is aan de voorwaarden opgegeven in het criterium en NIRAS deze methode goedkeurt.
Beton met een watertoegankelijke porositeit van minder dan of gelijk aan 14 vol% wordt beschouwd als 'gemiddeld beton' [48]. De equivalente waarde voor mortel en cementpasta werd bepaald in [49].
- 434 De druksterkte is gecorreleerd met de porositeit en de microstructuur van de immobilisatiematrix en is dus één van de parameters die een indicatie van de kwaliteit van de immobilisatiematrix geven. Desondanks is de druksterkte op zichzelf geen goede parameter voor de kwaliteit van een beton, mortel of cementpasta. De druksterkte kan echter wel een indicator zijn voor veranderingen in de samenstelling en dus voor de kwaliteit van een beton, mortel of cementpasta. Zodra de beton-

, mortel- of cementpastasamenstelling bepaald is, zal de druksterkte slechts variëren binnen beperkte marges. Een afwijkende druksterkte wijst op een afwijkende samenstelling en dus een mogelijk slechtere kwaliteit van een beton, mortel of cementpasta.

Het kwaliteitssysteem van de producent (zie criterium 421) laat toe om een 95%-betrouwbaarheidsinterval van de druksterkte op 28 dagen op te stellen. Hij baseert zich hiervoor op de druksterktes gemeten bij eerdere producties met deze matrixsamenstelling, gebruikmakend van dezelfde materialen met dezelfde herkomst of, indien het een recent ontwikkelde samenstelling betreft, op metingen uitgevoerd bij deze ontwikkeling. Voor een goede matrix en cementeer- en doseerinstallatie is het verschil tussen de minimale en maximale waarde van dit bereik kleiner dan of gelijk aan 20 MPa (zie [38]).

In de klassieke bouw wordt een druksterkte op 28 dagen van 30 MPa beschouwd als de ondergrens voor een standaard beton, mortel of cementpasta. Om in accidentele omstandigheden nog steeds een goede omsluiting en veiligheid voor het personeel ten opzichte van het radioactieve afval te garanderen, is de druksterkte ook van belang voor de operationele veiligheid.

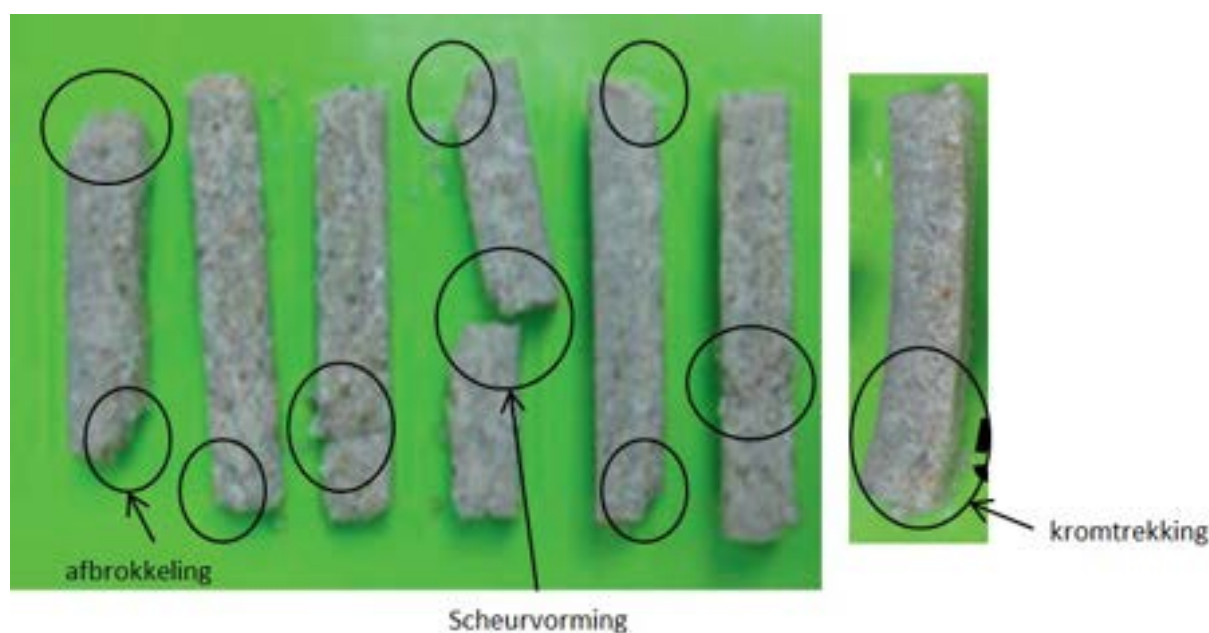
435 De buigsterkte geeft een indicatie van het al dan niet aanwezig zijn van scheuren in de immobilisatiematrix. Indien er scheuren zijn in de matrix, zal de buigsterkte nagenoeg nihil zijn. Scheuren kunnen het transport van radionucliden uit het collo bevorderen en zo de integriteit van het primaire collo in gedrang brengen. NIRAS heeft beslist om 1 MPa als onderlimiet te gebruiken om praktische redenen.

436 Dit criterium geeft een indicatie van de duurzaamheid van de immobilisatiematrix en het gedrag van de matrix bij onderdompeling in water.

Aantastingsmechanismen van cementshoudende materialen vereisen meestal de aanwezigheid van water en/of worden versneld in vochtige omstandigheden. Bovendien evolueert zowel een oppervlaktebergingsinrichting als een geologischebergingsinrichting op lange termijn naar een systeem met hoge relatieve vochtigheid. Een test uitvoeren bij een relatieve vochtigheid van 100% is, met andere woorden, conservatief (of op zijn minst representatief) ten opzichte van de te verwachten relatieve vochtigheden in een bergingsinstallatie.

Een zekere duurzaamheid van de immobilisatiematrix is tijdens de operationele fase van het beheer, als op lange termijn belangrijk. In de bergingsinstallatie zal een hogere duurzaamheid van de immobilisatiematrix en een hogere bestandheid tegen agressieve stoffen, in combinatie met water, helpen de compatibiliteit met het kunstmatige barrièresysteem gedurende langere tijd te verzekeren en de verenigbaarheid met de bergingsinstallatie te verbeteren.

Het is onmogelijk om in het criterium alle mogelijke structurele veranderingen op zo'n manier te beschrijven dat geen enkele kwalitatieve beoordeling meer nodig zou zijn. Om de producenten meer duiding te geven bij het contractuele overdrachts criterium worden enkele voorbeelden gegeven van onaanvaardbare structurele veranderingen (zie Figuur 4).



Figuur 4: Voorbeelden van onaanvaardbare structurele veranderingen (afbrokkeling, scheurvorming en kromtrekking) van proefstukken (omcirkeld).

-
- 437 Indien de temperatuur in beton, mortel of cementpasta tijdens of na de binding oploopt tot boven 60 °C, bestaat de kans op interne sulfaataantasting via vertraagde ettringietvorming (DEF) en bijgevolg zwellen, scheuren of barsten van de afvalvorm. Dit zou een verstoring van de veiligheidsfuncties voor de oppervlakteberging met zich kunnen meebrengen.
- 438 De vries-dooi test is gecorreleerd met de microstructuur en bijgevolg de duurzaamheid en kwaliteit van de matrix. De te volgen testmethode staat beschreven in de technische fiche TFT-2 [43] van NIRAS. Enkele voorbeelden van onaanvaardbare structurele veranderingen worden gegeven in Figuur 4. NIRAS vereist minimaal dat de druksterkte na de test nog 80% van haar initiële waarde is.
- 439 De materialen die de producent kan gebruiken voor een eventuele radiologische afscherming worden beperkt, om geen bijkomende moeilijkheden te creëren bij het aantonen van de compatibiliteit tussen de componenten van het primaire collo en de compatibiliteit met de bergingsinstallatie (zie criterium 603). Het gebruik van deze materialen voor de radiologische afscherming houdt onder meer in dat het GA de gewenste fysische en chemische eigenschappen bezit om het vrijkomen van radionucliden uit het ruwe en/of verwerkte afval te beperken (zie § 15.3.2.1 van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting). De keuze aan te gebruiken materialen is ook beperkt wegens de beperkte scope van de toegelaten configuraties van de colli GA in dit document.
- 440 Omdat een radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta geen direct contact heeft met het ruwe en/of verwerkte afval, volstaat een beperktere set van contractuele overdrachtscriteria dan die voor de immobilisatiematrix. Deze contractuele overdrachtscriteria vermijden een potentiële verstoring van de veiligheidsfuncties van de oppervlakteberging. Bovendien is het voldoende dat de fabrikant van deze componenten over een BENOR-keurmerk (of een gelijkwaardig keurmerk) beschikt om NIRAS te tonen dat de kwaliteit gegarandeerd blijft tijdens de productie. Het werken volgens een dergelijk keurmerk betekent dat automatisch is voldaan aan een aantal criteria die betrekking hebben op de kwaliteitscontrole en -garantie en ze dus niet meer expliciet moeten worden aangetoond. De fabrikant kan een onderaannemer van de afvalproducent zijn of de afvalproducent zelf.
Wanneer de producent niet beschikt over een BENOR-keurmerk (of een gelijkwaardig keurmerk), gelden er bijkomende contractuele overdrachtscriteria voor de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta om NIRAS te tonen dat de kwaliteit gegarandeerd blijft tijdens de productie.
- 501 De maximale radionuclideconcentraties per primair collo en per monoliet mogen binnen redelijke grenzen afwijken van de aanvaardbare gemiddelde concentratie in de berging (zie § 6.4.5.4 van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting). Dit houdt onder meer in dat de absolute activiteitsconcentraties van de kritieke radionucliden in elk collo GA moeten worden beperkt tot bepaalde limietwaarden. De hiervoor gebruikte CLI-waarden in het contractueel overdrachts criterium zijn rechtstreeks overgenomen uit het veiligheidsrapport voor de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.6.1.1 van het veiligheidsrapport).
- 502 Conform de hypothesen van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.6.1.1 van het veiligheidsrapport) moet de radiologische impact van een collo GA in het scenario van onopzettelijke menselijke intrusie 'analyse van een boorkern' kleiner dan of gelijk zijn aan 3 mSv. Dit wordt verzekerd door het respecteren van dit 'X-criterium'. De overeenkomstige $C_{i,max}$ -waarden zijn bepaald in NIRAS-nota 2019-0624 [50].
Belgoprocess gebruikt de waarde van het X-criterium voor de bepaling van de klasse waartoe het GA behoort. Met de klasse GA is er een specifiek opslaggebouw verbonden, zodat bijgevolg dit contractuele overdrachts criterium relevant is voor de operationele veiligheid van dit opslaggebouw.
- 503 Opdat de hypothesen van de veiligheidsevaluatie geldig zouden zijn, moet de activiteit van de kritieke radionucliden een voldoende homogene spreiding hebben. De OLI-waarden voor de oostelijke tumulus zijn rechtstreeks overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.6.1.1 van het veiligheidsrapport). De limietwaarde in het contractuele overdrachts criterium is afgeleid uit de limiet op de monoliet in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.6.1.1 van het veiligheidsrapport). Hierin wordt voor elke monoliet de heterogeniteitsfactor beperkt tot 85. De gebruikte basishypothese om de limietwaarde in dit document te bepalen, is dat een monoliet van type I elk vier GA-colli bevat, zodat een GA-collo met een heterogeniteitsfactor van 340 gecompenseerd kan worden door de overige drie colli GA.

-
- 504 Radium/thoriumhoudend afval wordt geweerd uit de oppervlaktebergingsinrichting, om te vermijden dat radonemanatie uit het afval de radiologische metingen zou verstoren. Door de toegelaten som van de concentraties aan Ra-226 en Th-232 in het ruwe en/of verwerkte afval te beperken tot 1000 Bq/kg, wordt verzekerd dat een eventuele emanatie en/of uitloging geen significante effecten veroorzaakt ten opzichte van de achtergrondconcentraties of concentraties in constructiematerialen zoals het beton van de berging (zie § 14.3.1.5 van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting). NIRAS hanteert de waarde van 1000 Bq/kg als algemene limietwaarde voor het van *nature* aanwezige radium en thorium [51]. Deze limietwaarde is ook gebruikt in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.6.1.2 van het veiligheidsrapport).
- Het contractueel overdrachts criterium is geformuleerd in de vorm van een gebod, in overeenstemming met de Algemene Regels voor het opstellen van contractuele overdrachts criteria (voorlopige versie 30 augustus 2018). Het respecteren van bepaalde maximale activiteitsconcentraties moet gezien worden als een vereiste en niet als een manier om een verstoring van de veiligheidsfuncties te voorkomen. Zo is het respecteren van de maximumactiviteit van Ra-226 en Th-232 per massa-eenheid een vereiste die gebaseerd is op de strategische keuze van NIRAS om radium/thoriumhoudend afval af te leiden naar een specifiek beheertraject. Deze vereiste is trouwens weerspiegeld in de classificatie van het radioactieve afval. Om deze reden is het contractueel overdrachts criterium ook gerelateerd aan de operationele veiligheid.
- 505 Omwille van zowel de operationele als de langetermijnveiligheid, moet het risico op kritikaliteit in de bergingsinrichting onbestaande zijn. De limietwaarden in het contractuele overdrachts criterium zijn rechtstreeks overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.7.1.4 van het veiligheidsrapport). De limietwaarden zijn gebaseerd op een scenario waarbij splijtbare nucliden op lange termijn worden uitgelooqd en zich verzamelen onderaan de stapel monolieten. Deze limietwaarden zijn conservatief voor de operationele veiligheid.
- 506 Deze limiet is afgeleid uit de bepaling in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.7.2 van het veiligheidsrapport) dat het ruwe en/of verwerkte afval dat nucleaire brandstof bevat in niet verwaarloosbare hoeveelheden, niet mag worden aanvaard voor oppervlakteberging. Vervolgens beperkt dit veiligheidsrapport de massa U-235 in een 400-litercollo tot 15 g, indien er in het collo hoogverrijkt uranium aanwezig is. Dit contractuele overdrachts criterium betreft een aspect dat gericht is op de veiligheid na de sluiting van de bergingsinstallatie.
- 601 NIRAS eist dat de primaire verpakking voldoet aan de internationale criteria voor een transportcollo van het type IP-2, zodat de primaire verpakking over zodanige mechanisch-fysische eigenschappen beschikt dat het in alle veiligheid gebruikt kan worden tijdens de opslagperiode.
- De valtest houdt rekening met de mogelijke ongevallen die zich kunnen voordoen tijdens het transport, terwijl de stapeltest rekening houdt met de belastingen waaraan het primaire collo GA onderworpen kan worden tijdens het transport.
- 602 Wanneer gebruikgemaakt wordt van een primaire verpakking uit Tabel 7, waarvan de code in overeenstemming is met de technische nota NTC-3 [13], voldoet het collo GA automatisch aan de afmetingen en massa's die toegelaten zijn in de oppervlaktebergingsinrichting (zie tabel 6 van het document ONDRAF/4NT/0573726/000/01 getiteld 'All - Structural Design Caissons/Monoliths'. Dit document kan gevonden worden in Annex I van NIROND TR-2011-63 E V3).
- 603 De fysische en chemische compatibiliteit houdt in dat er, zowel op korte als op lange termijn, geen nadelige consequenties mogen zijn voor de integriteit van het primaire collo, onder meer ten gevolge van:
- de incompatibiliteit tussen het contactoppervlak van een primaire verpakking en de verschillende andere uitrustingen;
 - de afstotingsverschijnselen en/of een slechte aanhechting van de immobilisatiematrix met de (binnen)wand van de primaire verpakking;
 - interne corrosie door contact tussen de matrix en de wand;
 - het inbrengen van het ruwe en/of verwerkte afval en de immobilisatiematrix tijdens de conditionering.
- Dit contractueel tranfertcriterium impliceert bijgevolg dat er geen fysische en chemische aantastingen van de primaire verpakking met inwendige oorsprong kunnen optreden in het collo GA.
- 604 Dit contractueel transfer criterium impliceert dat er geen fysische beschadigingen van de primaire verpakking van uitwendige afkomst kunnen optreden in het collo GA voor een minimale periode

van 75 jaar. NIRAS heeft beslist om deze periode te laten beginnen vanaf het jaar waarin de primaire verpakking geproduceerd wordt.

Het contractueel overdrachts criterium zorgt ervoor dat de primaire verpakking kan weerstaan aan alle mechanische belastingen die kunnen optreden onder normale bedrijfsomstandigheden en er dus geen doorboringen, scheuren of barsten, diepe krassen, deuken, bulten en chemische en thermische aantastingen optreden. Het criterium beantwoordt ook aan de eis dat het onderste collo de belasting kan weerstaan, wanneer colli vier rijen hoog (voor opslaggebouw G127) of zes rijen hoog (voor opslaggebouw G155) gestapeld worden tijdens de tijdelijke opslag.

- 605 Dit contractueel overdrachts criterium impliceert dat er geen chemische aantastingen van de primaire verpakking van uitwendige oorsprong kunnen optreden in het collo GA. Hiervoor eist NIRAS onder andere dat de primaire verpakking van het GA corrosiebestendig is tijdens alle fases van zijn beheer voorafgaand aan de eindconditionering. Corrosiebestendigheid heeft betrekking op corrosieverschijnselen van zowel interne als externe oorsprong, waarbij de voorziene periode wordt vastgelegd op 75 jaar.
De integriteit van de primaire verpakking is van cruciaal belang voor de veiligheid tijdens de volledige opslagperiode en heeft rechtstreeks invloed op het latere ontladen van de primaire colli uit het opslaggebouw.
- 606 De beperking van de lege ruimtes tot 20% van het nominale volume van het collo heeft te maken met de compatibiliteit met de geologische berging. NIRAS wenst hiermee rekening te houden voor het geval dat de eindbestemming van het collo toch niet de oppervlakteberging zou zijn. Hoe men tot de waarde van 20% is gekomen, staat uitgelegd in nota 98-1002 [51]. Specifiek in dit contractueel overdrachts criterium wordt er aan de producent gevraagd om de lege ruimtes in het gebied gevormd door de nummers 2 tot en met 6 van Figuur 3 te beperken tot 20 % van het nominaal volume van het collo.
- 607 NIRAS en Belgoprocess gaan voorzichtigheidshalve uit van een maximale massa van $1,5 \times 10^3$ kg voor het primaire collo. Deze limietwaarde is afkomstig van de grijper in de opslaggebouwen, maar omvat tegelijkertijd op een conservatieve manier de maximale massa voor colli GA die volgens het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting toegelaten zijn in een monoliet van Type I.
- 608 Omwille van de langetermijnveiligheid moet het GA de fysische en chemische eigenschappen hebben die het vrijkomen van radionucliden uit het ruwe en/of verwerkte afval beperken. Dit houdt onder meer in dat het GA een voldoende grote hoeveelheid uitgeharde cementpasta moet bevatten. De radionucliden worden immers in essentie vastgehouden in de uitgeharde cementpasta. De limietwaarde is rechtstreeks overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.3.2.1 van het veiligheidsrapport).
De formules voor de berekening van de HCP (massa-aandeel uitgeharde cementpasta) zijn als volgt te verklaren (zie ook § 5.3.1.2.10 en § 5.4.1.2.6 van het veiligheidsrapport):
- In het geval $W/C \geq 0,4$ reageert al het cement en bedraagt de massa water die reageert 0,4 maal de massa cement. Dus $HCP = C \times (1 + 0,4)$.
 - In het geval $W/C \leq 0,4$ reageert al het water en bedraagt de massa cement die reageert 2,5 (=1/0,4) maal de massa water. Dus $HCP = W \times (1 + 2,5)$.
- 609 Om de monoliet te behoeden voor verstoring van de operationele- en langetermijnveiligheidsfuncties beschreven in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.3.3 van het veiligheidsrapport), mag er geen radioactief besmette vloeistof uit de monoliet lopen. Bovendien kunnen vrije vloeistoffen, in het bijzonder water, dienen als medium voor versturende chemische reacties zoals corrosie en daarom worden ze zoveel mogelijk vermeden. Enkel vrije macroscopische vloeistoffen zijn uitgesloten. Interstitieel water wordt dus niet als een vrije vloeistof beschouwd. Interstitieel water wordt ter plaatse gehouden door capillaire krachten en draagt daarom niet bij aan processen die een stroming van vloeistof in het bergingscollo veronderstellen.
- 610 De limietwaarden van 5 mSv/h en 200 Sv/h zijn afkomstig uit het veiligheidsrapport van respectievelijk het opslaggebouw G151 en de IPM. De limietwaarde van 5mSv/h wordt gebruikt om het GA te karakteriseren en naar een geschikt opslaggebouw te sturen (G151). Om het dosistempo bij contact van de monoliet tot 20 mSv/h te beperken (zie § 15.6.2.1 van het veiligheidsrapport), is het dosistempo bij contact van de GA-colli voor geïntegreerde bestrijding van ziekten en plagen beperkt tot 200 mSv/h. Dit betekent dat GA-colli die tot middelactief GA behoren (colli met een dosistempo van meer dan 5 mSv/h tot en met 2 Sv/h) en met een dosistempo van meer dan

200 mSv/h in opslaggebouw B127 kunnen worden geplaatst, maar niet naar de volgende stap van het beheerproces kunnen overgaan zolang het dosistempo niet voldoende gedaald is.

- 611 Het contractueel overdrachts criterium voor afneembare oppervlaktebesmetting is een operationele parameter die van belang is voor de bescherming van mens en omgeving tijdens de verschillende fasen van het verdere beheer (transport en opslag in de respectievelijke opslaggebouwen). Bovendien is dit criterium opgenomen in het veiligheidsrapport van de betrokken opslaggebouwen.
- 612 De totale alfa- of bèta/gamma-activiteit is een parameter die van belang is voor de veiligheid van het opslaggebouw. In accidentele omstandigheden moet de impact naar mens en milieu binnen de wettelijke beperkingen blijven. Deze parameter is afhankelijk van het type gebouw en wordt vermeld in het bijbehorende veiligheidsrapport.
- 613 De totale alfa- of bèta/gamma-activiteit is een parameter die van belang is voor de veiligheid van het opslaggebouw. Bij accidentele omstandigheden moet de impact naar mens en milieu binnen de wettelijke beperkingen blijven. Deze parameter is afhankelijk van het type gebouw en wordt vermeld in het bijbehorende veiligheidsrapport. De limietwaarden van 20 GBq/m³ voor alfastralers en 800 GBq/m³ voor bèta/gammastralers zijn overgenomen uit het veiligheidsrapport van de IPM.
- 614 De bèta/gamma-activiteit van tritium is een belangrijke parameter voor de operationele veiligheid van het personeel tijdens het hele beheerproces. Bij accidentele omstandigheden moet de impact op mens en milieu binnen de wettelijke limieten blijven. Deze limietwaarde is overgenomen uit het veiligheidsrapport van de IPM.
- 615 Een unieke identificatiecode op een collo zorgt voor een eenduidige verbinding met zijn radiologische en chemische inhoud, zodat men steeds weet hoe de operationele veiligheid gegarandeerd kan worden. Naast een operationeel criterium is dit ook een langetermijncriterium, omdat het de traceerbaarheid en (radiologische en chemische) inhoud van het afval omvat die van belang is voor de berging van het collo en voor het garanderen van de langetermijnveiligheid van de oppervlaktebergingsinrichting.
- 616 Om het identificatienummer vanop afstand en onder verschillende invalshoeken leesbaar te maken, zal het identificatienummer voldoende groot aangebracht worden op meerdere plaatsen op het vat. Om de uniformiteit te verzekeren, wordt er een bepaalde structuur gehanteerd voor het identificatienummer, zoals vermeld is in het contractueel overdrachts criterium.
- 617 Het ARBIS [53] legt het volgende op:
- Elk collo GA moet een waarschuwingsteken voor ioniserende straling dragen. Dit volgt uit artikel 31.2 c van het ARBIS, dat bepaalt dat het waarschuwingsteken moet voorkomen op elk recipiënt waarin zich radioactieve stoffen bevinden. De afmetingen van het etiket en de plaats(en) op het collo waar het wordt aangebracht, staan in functie van de duidelijke zichtbaarheid en de goede herkenbaarheid van het waarschuwingsteken.
 - Het waarschuwingsteken moet gelijken op het waarschuwingsteken voor radioactieve stoffen, dat wordt omschreven in het koninklijk besluit van 17 juni 1997 betreffende de veiligheids- en gezondheidssignalering op het werk (waar ook de Codex over het welzijn op het werk naar verwijst). Dit volgt uit artikel 31.1 van het ARBIS, dat zich verder focust op het symbool dat het belangrijkste kenmerk is van dit waarschuwingsteken. Hierbij wordt opgemerkt dat het koninklijk besluit van 17 juni 1997 niet oplegt dat het waarschuwingsteken voor radioactieve stoffen moet voorkomen op recipiënten.
- 701 Dit contractueel overdrachts criterium is een langetermijncriterium omdat het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting de aanwezigheid van infectueuze stoffen in het bergingsafval verbiedt (zie § 15.5 van het veiligheidsrapport). Dit contractueel overdrachts criterium is ook een operationeel criterium omdat het de veiligheid van de operatoren van het betrokken opslaggebouw, de IPM-installatie en de oppervlaktebergingsinrichting betreft. Het contractuele overdrachts criterium is (lichtjes) meer beperkend dan het overeenkomstig conformiteitscriterium van de oppervlaktebergingsinrichting; het verbod geldt voor alle 'biologische ziekteverwekkers' en niet alleen voor 'infectueuze stoffen', dit om operationele redenen. Voor de omschrijving van 'biologische ziekteverwekkers' wordt een beroep gedaan op definities uit het ADR [54], wegens de nauwkeurigheid van deze definities en de algemene bekendheid van deze wetgeving.
- 702 Dit contractueel overdrachts criterium is gebaseerd op het voorzichtigheidsprincipe. Biologische inactivatietechnieken zijn doorgaans niet voor 100% effectief in het vernietigen van de aanwezige biologische ziekteverwekkers.

Bijlage 2. Referentiebeheertraject

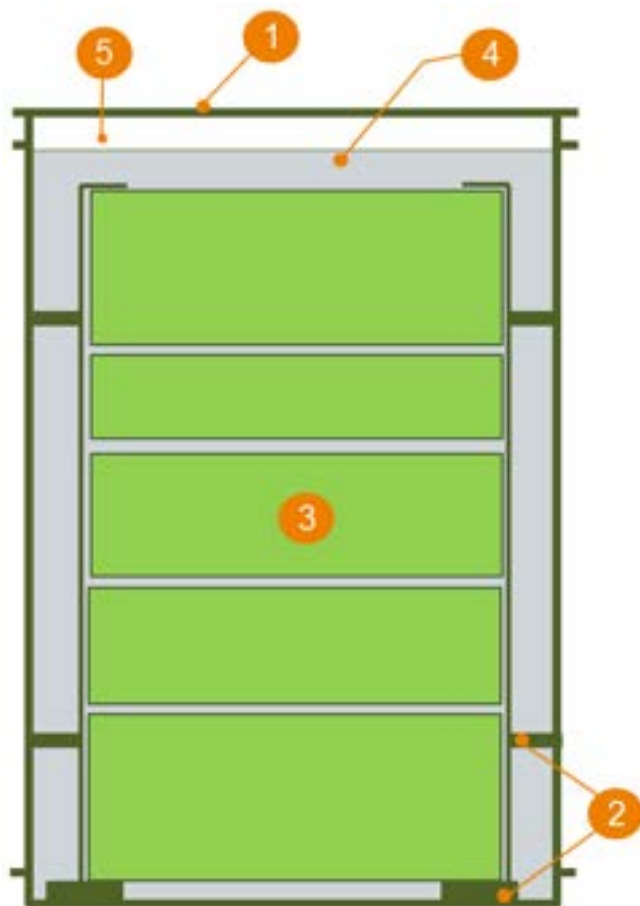
Een referentiebeheertraject is de opeenvolging van beheeractiviteiten, dat door NIRAS gepland is in overeenstemming met het Nationale Programma, zoals bedoeld in de wet van 3 juni 2014 houdende wijziging van artikel 179 van de wet van 8 augustus 1980.

Het referentiebeheertraject van het radioactieve afval waarop deze contractuele overdrachtsriteria betrekking hebben, bestaat uit de volgende stappen:

1. Acceptatie van de colli geconditioneerd afval (GA) door NIRAS en transport naar site 1 van Belgoprocess (in geval de colli niet geproduceerd zijn op deze site).
2. Opslag van de colli in gebouw 151 of 127, afhankelijk van het dosistempo van het collo.
3. Acceptatie en overbrenging van de colli GA vanuit de opslaggebouwen naar de (toekomstige) IPM-installatie, eveneens op site 1 van Belgoprocess.
4. Eindconditionering in IPM.
De eindconditionering bestaat uit de samenbundeling van een selectie van vier 400-litercolli GA in een specifiek type betoncontainer ('caisson'), gevolgd door de cementering van deze colli met 'opvulmortel'. Het product van de eindconditionering zijn bergingscolli ('monolieten') Type I.
5. Acceptatie en overbrenging van de monolieten vanuit IPM naar de (geplande) oppervlaktebergingsinstallatie, gelegen naast de site van Belgoprocess en geëxploiteerd door NIRAS.
6. Berging van de monolieten.
7. Beheer van het radioactieve afval na berging.

Bijlage 3. Toepasselijke configuraties van het collo GA

Configuratie 1: gecementeerde persschijven, zonder interne afscherming



Nr.	Onderdeel	Basiscomponent
1	Metalen vat: <ul style="list-style-type: none">▪ kuip (inclusief eventuele beschermingsmantel)▪ deksel	Primaire verpakking
2	Interne onderdelen (*): <ul style="list-style-type: none">▪ rack▪ afstandshouders▪ ...	Afvalvorm
3	Persschijven (ruw en/of verwerkt afval)	
4	Immobilisatiematrix (conditioneringsmortel of -beton)	
5	Vrije ruimte	(Opzettelijk vrij gelaten lege ruimte)

(*) De interne onderdelen mogen tot het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking' horen.

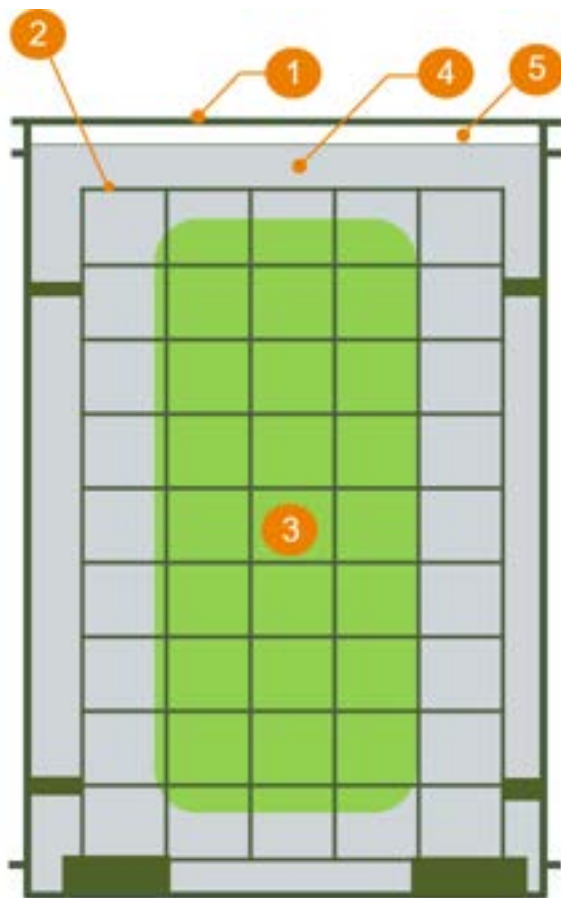
Configuratie 2: gecementeerde persschijven, met interne afscherming



Nr.	Onderdeel	Basiscomponent
1	Metalen vat: <ul style="list-style-type: none"> kuip (inclusief eventuele beschermingsmantel) deksel 	Primaire verpakking
2	Interne onderdelen (*): <ul style="list-style-type: none"> rack afstandshouders ... 	Afvalvorm
3	Persschijven (ruw en/of verwerkt afval)	
4	Immobilisatiematrix (conditioneringsmortel of -beton)	
5	Interne afscherming (bijvoorbeeld uit hematiet- of barietbeton/mortel, cementpasta, staal of lood)	
6	Vrije ruimte	(Opzettelijk vrij gelaten lege ruimte)

(*) De interne onderdelen mogen tot het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking' horen.

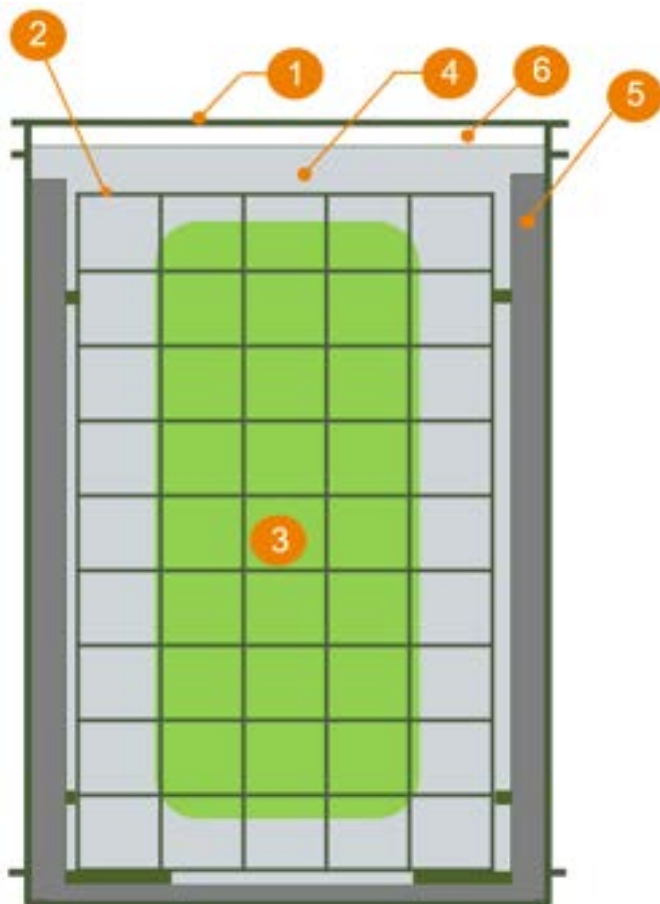
Configuratie 3: gecementeerde filters, zonder interne afscherming



Nr.	Onderdeel	Basiscomponent
1	Metalen vat: <ul style="list-style-type: none">▪ kuip (inclusief eventuele beschermingsmantel)▪ deksel	Primaire verpakking
2	Interne onderdelen (*): <ul style="list-style-type: none">▪ rack▪ afstandshouders▪ ...	Afvalvorm
3	Bulkafval (ruw en/of verwerkt afval)	
4	Immobilisatiematrix (conditioneringsmortel of -beton)	
5	Vrije ruimte	(Opzettelijk vrij gelaten lege ruimte)

(*) De interne onderdelen mogen tot het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking' horen.

Configuratie 4: gecementeerde filters, met interne afscherming

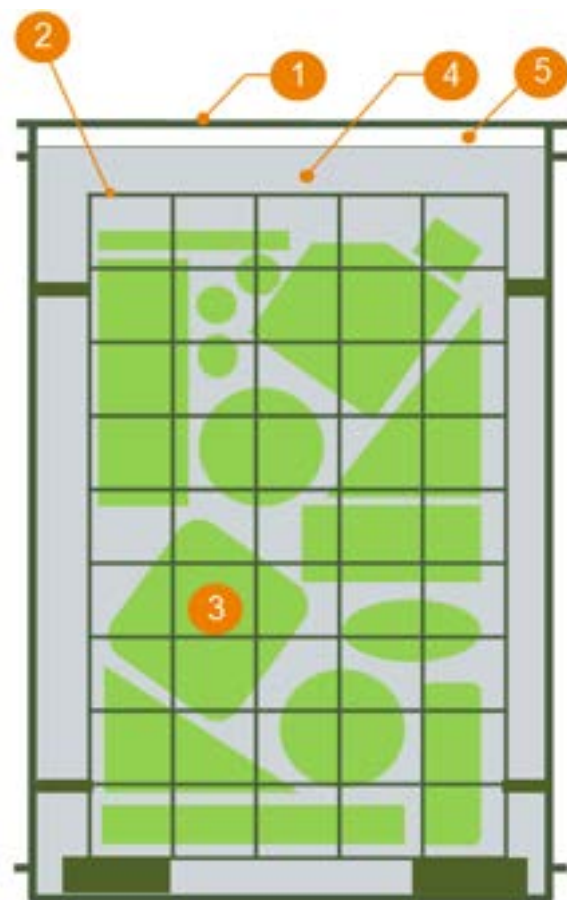


Nr.	Onderdeel	Basiscomponent
1	Metalen vat: <ul style="list-style-type: none"> kuip (inclusief eventuele beschermingsmantel) deksel 	Primaire verpakking
2	Interne onderdelen (*): <ul style="list-style-type: none"> rack afstandshouders ... 	Afvalvorm
3	Bulkafval (ruw en/of verwerkt afval)	
4	Immobilisatiematrix (conditioneringsmortel of -beton)	
5	Interne afscherming (bijvoorbeeld uit hematiet- of barietbeton/mortel, cementpasta, staal of lood)	
6	Vrije ruimte	(Opzettelijk vrij gelaten lege ruimte)

(*)

De interne onderdelen mogen tot het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking' horen.

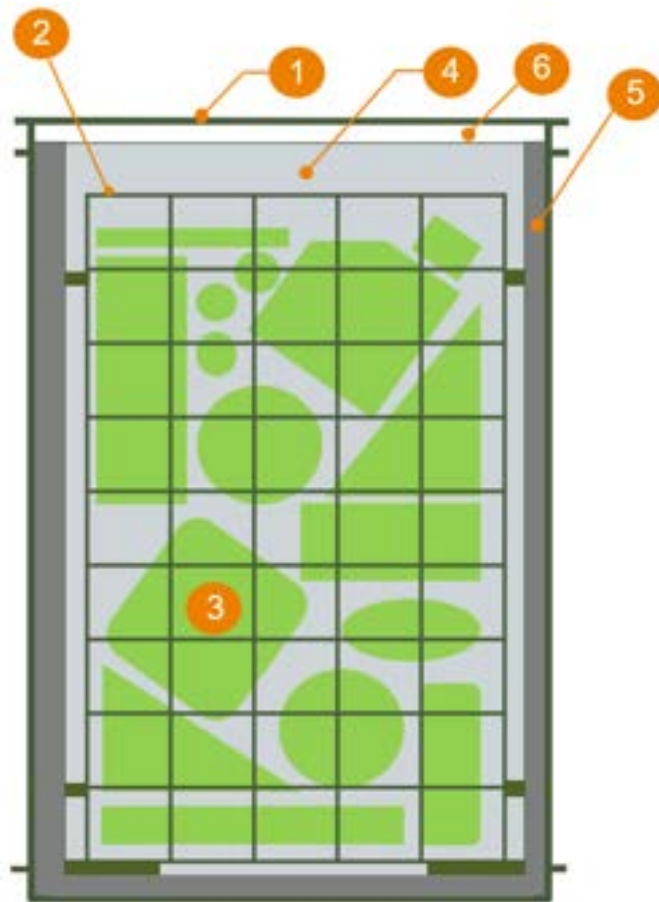
Configuratie 5: gecementeerd bulkafval, zonder interne afscherming



Nr.	Onderdeel	Basiscomponent
1	Metalen vat: <ul style="list-style-type: none">▪ kuip (inclusief eventuele beschermingsmantel)▪ deksel	Primaire verpakking
2	Interne onderdelen (*): <ul style="list-style-type: none">▪ rack▪ afstandshouders▪ ...	Afvalvorm
3	Bulkafval (ruw en/of verwerkt afval)	
4	Immobilisatiematrix (conditioneringsmortel of -beton)	
5	Vrije ruimte	(Opzettelijk vrij gelaten lege ruimte)

(*) De interne onderdelen mogen tot het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking' horen.

Configuratie 6: gecementeerd bulkafval, met interne afscherming



Nr.	Onderdeel	Basiscomponent
1	Metalen vat: <ul style="list-style-type: none">▪ kuip (inclusief eventuele beschermingsmantel)▪ deksel	Primaire verpakking
2	Interne onderdelen (*): <ul style="list-style-type: none">▪ rack▪ afstandshouders▪ ...	Afvalvorm
3	Bulkafval (ruw en/of verwerkt afval)	
4	Immobilisatiematrix (conditioneringsmortel of -beton)	
5	Interne afscherming (bijvoorbeeld uit hematiet- of barietbeton/mortel, cementpasta, staal of lood)	(Opzettelijk vrij gelaten lege ruimte)
6	Vrije ruimte	

(*) De interne onderdelen mogen tot het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking' horen.

Bijlage 4. Overzicht van de gevaarzinnen van de uitgesloten gevaarlijke stoffen en mengsels

H-zin	begeleidend pictogram	GHS-	Beschrijving
ontploffbare stoffen			
H200			instabiele ontploffbare stof
H201			ontploffbaar; gevaar voor massaexplosie
H202			ontploffbaar; ernstig gevaar voor scherfwerking
H203			ontploffbaar; gevaar voor brandluchtdrukwerking of scherfwerking
H204			gevaar voor brand of scherfwerking
H205	geen		gevaar voor massa-explosie bij brand
ontvlambare gasen of aerosolen			
H221	geen		ontvlambaar gas
H220			zeer licht ontvlambaar gas
H222			zeer licht ontvlambare aerosol
H223			ontvlambare aerosol
ontvlambare vloeistoffen of vaste stoffen			
H224			zeer licht ontvlambare vloeistof en damp
H225			licht ontvlambare vloeistof en damp
H226			ontvlambare vloeistof en damp
H228			ontvlambare vaste stof
self ontledende stoffen en mengsels, alsook organische peroxiden			
H240	 of 		ontploffingsgevaar bij verwarming
H241			brand of ontploffingsgevaar bij verwarming
H242			Brandgevaar bij verwarming
pyrofore stoffen en stoffen en mengsels die voor zelfverhitting vatbaar zijn			
H250			vat spontaan vlam bij blootstelling aan lucht
H251			vatbaar voor zelfverhitting; kan vlam vatten
H252			in grote hoeveelheden vatbaar voor zelfverhitting; kan vlam vatten
stoffen en mengsels die in contact met water ontvlambare gasen ontwikkelen			
H260			in contact met water komen ontvlambare gasen vrij die spontaan kunnen ontbranden
H261			in contact met water komen ontvlambare gasen vrij

H-zin	begeleidend pictogram	GHS-	Beschrijving
oxiderende vaste stoffen en vloeistoffen en gassen			
H270			Gas dat kan brand of ontploffingen veroorzaken; sterk oxiderend
H271			kan brand of ontploffingen veroorzaken; sterk oxiderend
H272			kan brand bevorderen; oxiderend
gassen onder druk			
H280			bevat gas onder druk; kan ontploffen bij verwarming
H281			bevat sterk gekoeld gas; kan cryogene brandwonden of letsel veroorzaken
stoffen en mengsels die bijtend zijn voor metalen			
H290			kan bijtend zijn voor metalen
EUH-zin	begeleidend pictogram	GHS-	Beschrijving
materiële eigenschappen			
EUH001	geen		in droge toestand ontplofbaar
EUH014			reageert heftig met water
EUH018			kan bij gebruik een ontvlambaar/ontplofbaar damp-luchtmengsel vormen
EUH019			kan ontplofbare peroxiden vormen
EUH044			ontploffingsgevaar bij verwarming in afgesloten toestand

Opmerking: EUH006, "Ontplofbaar met en zonder lucht.", is geschrapt door de Europese Verordening (EU) nr. 487/2013 van 8 mei 2013.

C-Formulier

 <p>NIRAS (Dienst Acceptatie) Kunstlaan 14 1210 BRUSSEL</p>	<p><i>Veld voorbehouden aan NIRAS</i></p>
---	---

Aantal bijlagen:

2.4	Telefoonnummer:
-----	-----------------

3.1

4.1 Code (volgens NTC-3):

5.1

6.1

[illegible]

7. Opmerkingen

7.1

--

8. Validering radiologische gegevens

Ondergetekende, erkend deskundige bevoegd in de fysische controle, verklaart dat de opgegeven radiologische gegevens correct en conform de goedgekeurde methode voor radiologische karakterisering zijn.

8.1

Naam:

8.2

Datum:

8.3

Handtekening:

--

Identificatiefiche van het collo GA

A1 Identificatie

A1.1	Collonummer:	A1.2	Nummer C-formulier (idem pagina 1):
A1.3	Productiedatum collo:	A1.4	Referentie van het lot van de primaire verpakking:
A1.5	Conditioneerder:	A1.6	Campagne (idem pagina 1):

A2 Fysische en chemische gegevens

A2.1	Massa (kg):											
A2.2	Afvalomschrijving (volgens NTC-3):											
A2.3	Indien 'DO' in A2.2 gebruikt is, geef dan voor elke afvalfractie de overeenstemmende AO-code en de massa (inschatting):											
	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)
A2.4	Type primaire verpakking (volgens NTC-3):						A2.5	Type sluiting (volgens NTC-3):				
A2.6	Type interne afscherming (volgens NTC-3):						A2.7	Type immobilisatiematrix (volgens NTC-3):				
A2.8	Bevat het collo GA een gevaarlijke stof of een gevaarlijk mengsel ? ☐ ja ☐ nee											
A2.9	Indien ja, specificeer de veroorzakende gevaarlijke stoffen en de toepasselijke H-zinnen (en/of EUH-zinnen):											
A2.10	Referentienummer van het erkenningsdossier 'Procedé':											
A2.11	Referentienummer van het erkenningsdossier 'Primaire verpakking':											

A3 Radiologische gegevens

Radiologische inhoud

A3.1	Specificeer de activiteit (Bq*) per radionuclide:					
	H-3:	Se-79:	I-125:	Sm-151:	U-233:	Pu-244:
	C-14:	Kr-85:	I-129:	Eu-152:	U-234:	Am-241:
	S-35:	Sr-90:	I-131:	Eu-154:	U-235:	Am-242m:
	Cl-36:	Mo-93:	Sb-125:	Eu-155:	U-236:	Am-243:
	Ar-39:	Zr-93:	Sn-121m:	Ho-166m:	U-238:	Cm-242:
	Ca-41:	Nb-94:	Sn-126:	Hf-178n:	Np-237:	Cm-243:
	Mn-54:	Tc-99:	Cs-134:	Ra-226:	Pu-238:	Cm-244:
	Co-58:	Ru-106:	Cs-135:	Th-229:	Pu-239:	Cm-245:
	Co-60:	Pd-107:	Cs-137:	Th-230:	Pu-240:	Cm-246:
	Ni-59:	Ag-108m:	Ce-144:	Th-232:	Pu-241:	Cm-247:
	Ni-63:	Ag-110m:	Pm-147:	Pa-231:	Pu-242:	Cm-248:
A3.2	Datum bepaling activiteiten:					

Activiteitsconcentraties

A3.3	Totale α -activiteit (Bq*):	A3.4	Totale β/γ -activiteit (Bq*):
------	------------------------------------	------	--

Radiologische operationele veiligheid

A3.5	Maximaal dosistempo bij contact (mSv/h):	A3.6	Datum meting dosistempo:
A3.7	Maximaal dosistempo op 1 m (mSv/h):		
A3.8	Is de afneembare oppervlaktebesmetting voor het totaal aan β/γ -stralers $\leq 0,4$ Bq/cm ² ? ☐ ja ☐ nee		
A3.9	Is de afneembare oppervlaktebesmetting voor het totaal aan α -stralers $\leq 0,04$ Bq/cm ² ? ☐ ja ☐ nee		

Splijststoffen

A3.10	Massa U-235 (g):	Massa Pu-239 (g):	Massa Pu-241 (g):
A3.11	Is er hoogverrijkt ($\geq 20\%$) uranium aanwezig in het afval ? ☐ ja ☐ nee		

Radiologische karakterisering

A3.12	Gebruikte methodologie voor de radiologische karakterisering:
A3.13	Referentie naar het erkenningsdossier 'Radiologisch':
A3.14	Referentie naar het erkenningsdossier 'Meetinstallatie':

A4 Gegevens i.v.m. biologische ziekteverwekkers

A4.1 Is het geconditioneerde radioactieve afval besmet of mogelijk besmet met biologische ziekteverwekkers? ☐ ja ☐ nee

A5 Opmerkingen

A5.1

Bijlage 6. Lijst met elektropositieve metalen

Elektropositieve metalen zijn elementen in metaalvorm, waarvan de standaardelektrodepotentiaal (E^0) in een waterige oplossing ten opzichte van de standaard-waterstofelektrode lager is dan -0.84 V, zijnde de E^0 van het koppel waterstof/waterstofhydroxide (H_2/OH).

De onderstaande tabel bevat een exhaustieve lijst van de elektropositieve metalen met hun standaardelektrodepotentiaal.

Zink en titanium zijn niet in deze lijst opgenomen, omdat deze metalen zeer snel een uiterst weinig oplosbare oxidelaag vormen die stabiel is over een breed spectrum van pH-waarden.

	Element (zuiver metaal)	E^0 (Volt)
ELEKTROPOSITIEVE METALEN	Li	-3.04
	Rb	-2.98
	K	-2.93
	Cs	-2.92
	Ba	-2.91
	Sr	-2.89
	Ca	-2.76
	Na	-2.71
	Mg	-2.38
	Be	-1.85
	Al	-1.66
	Mn	-1.19
Ref.	$2H_2O \leftrightarrow H_2 + 2OH^-$	-0.83

Bron: CRC Handbook of Chemistry and Physics 64th Ed (1983)

Bijlage 7. Lijst met afkortingen

ASR	Alkali-silica reactie.
ARBIS	Algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen, koninklijk besluit van 20 juli 2001 en wijzigingen.
CLI	Absolute radiologische concentratielimiet per kritieke radionuclide.
DEF	Vertraagde ettringietvorming (<i>delayed ettringite formation</i>).
DFC	Dienst voor fysische controle
GA	Geconditioneerd afval.
HEC	Heterogene conditionering in een cementmatrix.
IPM	Installatie voor de productie van monolieten.
ISA	Isosaccharinezuur.
PDD	Productiedocumentatiedossier: noodzakelijk voor de documentatie van de colli GA.

Bijlage 8

Voorbeelden van karakteriseringsprincipes voor bepaald afval van Electrabel, die industrieel toepasbaar zijn met het oog op de transfer ervan

1	Inleiding	3
2	Voorbeelden van industriële KARAKTERISERING van radioactief afval met het oog op de transfer ervan.....	4
2.1	Door NIRAS erkende karakteriseringsmethodes.....	4
2.2	RADIOLOGISCHE KARAKTERISERING – aangifte van onzekerheden voor criterium CTC-202	4
2.2.1	Toepasselijke CTC's	4
2.2.2	Voorbeeld van een aangifte van onzekerheden over de radiologische metingen van radioactief afval vóór de productie van Nuclear Waste Packages door of voor rekening van Electrabel met het oog op de transfer ervan	4
2.3	fysisch-chemische karakterisering – aangifte van inhoud en onzekerheden	6
2.3.1	Toepasselijke CTC's	6
2.3.2	Voorbeeld van een aangifte voor toekomstig A0-afval, inclusief ontmantelingsafval	6
2.4	chemische karakterisering – aangifte van massa's en onzekerheden	7
2.4.1	Toepasselijke CTC's	7
2.4.2	Kleppen	8
2.4.2.1	In water oplosbaar chloor.....	8
2.4.2.2	In water oplosbaar sulfaat.....	8
2.4.2.3	Cellulose.....	9
2.4.2.4	Elektropositieve metalen.....	9
2.4.2.5	ASR – DEF	10
2.4.3	Betonpuin	10
2.4.3.1	ASR/DEF	10
2.4.3.2	Chloor en sulfaat.....	11
2.4.3.3	Cellulose.....	11
2.4.4	Betonblokken afkomstig van de ontmanteling van de biologische afscherming 12	
2.5	Toepassingsvoorbeeld van een uitlogingstest voor CTC– HOC – CTC437	12
2.5.1	Toepasselijke CTC's	12
2.6	Referenties	14

1 INLEIDING

De voorbeelden van afvalkarakterisering in deze bijlage lopen geenszins vooruit op de latere goedkeuring van hun goedkeuringsdossiers voor de transfer van de Nuclear Waste Packages door de Belgische Staat of zijn afgevaardigde. Dit document houdt geen verplichting voor Electrabel in om deze algemene principes toe te passen. In dat geval moet Electrabel alternatieve methodes ontwikkelen en ter goedkeuring voorstellen aan de Belgische Staat. Er dient opgemerkt dat deze bijlage niet limitatief wil zijn voor alle CTC's of alle afvaltypes die door ENGIE worden geproduceerd.

Niettemin zou de toepassing van deze illustratieve principes voor de ontwikkeling van toekomstige industrialiseerbare afvalkarakteriseringsmethodes beide partijen een hoge mate van vertrouwen moeten geven in de slaagkansen van de latere goedkeuringsdossiers voor transfer. De toepassing van de resulterende methodes zou de transfer van het afval binnen de best mogelijke termijnen vergemakkelijken.

De elementen met betrekking tot de latere fases, zoals de opstelling van een goedkeuringsdossier voor transfer door Electrabel, onafhankelijke controles, de transfer van afval en de bijbehorende modaliteiten ... zijn niet gedekt door deze bijlage.

2 VOORBEELDEN VAN INDUSTRIËLE KARAKTERISERING VAN RADIOACTIEF AFVAL MET HET OOG OP DE TRANSFER ERVAN

2.1 DOOR NIRAS ERKENDE KARAKTERISERINGSMETHODES

De door NIRAS erkende karakteriseringsmethodes in het kader van de tenuitvoerlegging van haar afvalacceptatiesysteem en de verificatie van de bijbehorende acceptatiecriteria blijven van toepassing. Deze methodes kunnen dus worden toegepast op de industriële karakterisering van radioactief afval vóór transfer.

2.2 RADIOLOGISCHE KARAKTERISERING – AANGIFTE VAN ONZEKERHEDEN VOOR CRITERIUM CTC-202

2.2.1 Toepasselijke CTC's

De CTC's die radiologische onzekerheden behandelen zijn: HEC-CTC-202¹, HEC-B-CTC-202, HOC-CTC-202, HOC-B-CTC-202 en CT3-CTC-202.

2.2.2 Voorbeeld van een aangifte van onzekerheden over de radiologische metingen van radioactief afval vóór de productie van Nuclear Waste Packages door of voor rekening van Electrabel met het oog op de transfer ervan

Electrabel kan de exploitant kiezen die zijn afval zal verwerken en conditioneren, alsook de vorm en inhoud van zijn aangifte.

De exploitant van deze dienst baseert zijn aangifte van onzekerheden over de radiologische inventaris echter minimaal op de eisen van de nota NIRAS-nota NTC-6/A [1] voor geconditioneerd afval en de nota NIRAS-nota TNT6.1/A [14] voor niet-geconditioneerd afval.

De bepaling van de onzekerheden in de AMANDE-geometrieën voor het afval dat geconditioneerd wordt door Electrabel [2], vermeld in de nota Electrabel 10000735463 [3] over de onzekerheden, zijn bijvoorbeeld reeds gebaseerd op de nota NIRAS NTC-6/A.

Deze onzekerheidsaangifte is beperkt tot de radionucliden die als kritiek worden beschouwd voor de bergingsinstallatie voor categorie A-afval en die in de onderstaande tabel zijn opgenomen.

¹ De volgende codering wordt gebruikt om een CTC te identificeren: XXX-CTC-NNN, waarbij XXX het afvaltype is en NNN het nummer van het transfercriterium.

Ag-108m	Cs-137	Pu-239	U-235
Am-241	I-129	Pu-240	U-236
Am-243	Mo-93	Pu-241	U-238
C-14	Nb-94	Se-79	Zr-93
Ca-41	Ni-59	Sn-126	
Cl-36	Ni-63	Sr-90	
Cm-244	Np-237	Tc-99	
Cs-135	Pu-238	U-234	

Electrabel zal in zijn goedkeuringsdossier voor transfer bevestigen dat het radioactieve afval van de centrales geen radium- of thoriumhoudend afval is ($Ra-226 + Th-232 < 1Bq/g$). De onzekerheden over de aangifte van deze nucliden moeten daarom niet worden aangegeven.

De volgende onzekerheden moeten in aanmerking worden genomen:

- de statistische telonzekerheid,
- de onzekerheid over de efficiëntie,
- de onzekerheid in verband met de waarschijnlijkheid van een gamma-emissiepiek,
- de onzekerheid in verband met de activiteit van de standaardbronnen die worden gebruikt om de telefficiëntie te bepalen,
- de onzekerheid in verband met de meetgeometrie en de ruimtelijke verdeling van de activiteit in het collo,
- de onzekerheid ten gevolge van de afvalmatrix, die aan de ene kant te maken heeft met het verschil tussen de soortelijke massa van het afval in de gemeten colli en die van de referentiecolli (of de berekeningsaannames) en, aan de andere kant, met de heterogeniteit van de soortelijke massa in de afvalmatrix.

Daarnaast moeten de onzekerheid in verband met de isotopensamenstelling van radioactief afval en de onzekerheid in verband met de verhouding tussen de activiteit van sleutelisotopen en de totale activiteit op empirische basis worden geëvalueerd of, als dat niet mogelijk is, op basis van een studie van de documentatie.

Deze onzekerheden komen niet bovenop de opgegeven activiteitswaarden van de 28 radionucliden die als kritiek worden beschouwd bij het beoordelen van de meetwaarden vergeleken met de grenswaarden van de transfercriteria. Er moet worden opgemerkt dat deze onzekerheden alleen dienen om de erkenning van de meetinstallatie en/of -methode op te volgen.

Voor de aangifte van deze onzekerheden met betrekking tot de isotopensamenstelling:

1. houden de onzekerheden over de empirische correlatiefactoren minimaal rekening met de volgende onzekerheden:
 - de onzekerheden over de gemeten radiologische waarden verkregen tijdens de radiologische analyse van monsters in het kader van de validatie van numerieke modellen, zoals LLWAA;
 - de onzekerheden die het resultaat zijn van een statistische analyse van de gemeten waarden die worden gebruikt om empirische correlatiefactoren vast te stellen.
2. De onzekerheden over de correlatiefactoren van de niet-meetbare isotopen worden bepaald op basis van internationale literatuur, zoals bijvoorbeeld de informatie in het document IAEA-TECDOC-1672 [4].

2.3 FYSISCH-CHEMISCHE KARAKTERISERING – AANGIFTE VAN INHOUD EN ONZEKERHEDEN

2.3.1 Toepasselijke CTC's

De volgende CTC's zijn van toepassing op de hieronder beschreven methodes:

- HEC-CTC-201 (aangifte van onzekerheden); HEC-CTC-302 (beschrijving van het afval); HEC-CTC-307 (fysische en chemische gegevens);
- HOC-CTC-201; HOC-CTC-302; HOC-CTC-307;
- HEC-B-CTC-201; HEC-B-CTC-302; HEC-B-CTC-307;
- HOC-B-CTC-201; HOC-B-CTC-302; HOC-B-CTC-307;
- CT3-CTC-201; CT3-CTC-304.

2.3.2 Voorbeeld van een aangifte voor toekomstig A0-afval, inclusief ontmantelingsafval

Om dit afvaltype te karakteriseren, moet Electrabel chemische analyses uitvoeren om het chloor-, sulfaat- en cellulosegehalte te bepalen.

Electrabel is verantwoordelijk voor de monsternemingsoperaties en het nemen van monsters.

Voor de monsternemingsmethodes zal Electrabel bij voorkeur bestaande erkende of gestandaardiseerde methodes toepassen. Electrabel mag echter zijn eigen monsternemingsmethodes ontwikkelen en ze ter goedkeuring voorleggen aan de Staat of zijn afgevaardigde, voordat ze op industriële schaal worden gebruikt.

De gebruikte monsternemingsprocedure, die willekeurig is (zodat er geen statistische vertekening optreedt), moet ervoor zorgen dat het afvalmonster dat voor analyse wordt genomen, representatief is voor de volledige afvalpartij. De rechtvaardiging van de representativiteit zal gebaseerd zijn op een beschrijving van de afvalproducties en een analyse van de gelijkaardige afvalproducties. Een beperkt aantal overeen te komen monsters kan gebruikt worden om deze gelijkenis te bevestigen. Alle informatie met betrekking tot de toegepaste monsterneming wordt bewaard en ter beschikking gesteld van de Staat of zijn afgevaardigde om de traceerbaarheid en kwaliteitscontrole van de toegepaste procedures te garanderen.

De methode voor de karakterisering van A0-afval vóór conditionering kan bijvoorbeeld het gebruik van een vermaalmachine in een laboratorium inhouden, waarbij representatieve monsters worden genomen uit een partij colli. Deze monsters worden gehomogeniseerd en

geprepareerd in een vorm die Electrabel in staat stelt fysisch-chemische analyses uit te voeren op het chloor-, sulfaat- en cellulosegehalte, waarvan de resultaten zullen dienen om de aangifte te doen en een raming te maken van de onzekerheden die met deze aangifte gepaard gaan. De opgegeven waarden zullen gebaseerd zijn op gemiddelden van de verschillende monsters in de partij. De standaardafwijkingen berekend op de beschouwde populatie van monsters (uit een partij of een cumulatie) zullen worden gebruikt om de onzekerheden aan te geven.

In het specifieke geval van A0-afval met contactdosistempi hoger dan 2 mSv/h (dat verwerkt en geconditioneerd zal worden met heterogene conditioneringsprocessen, momenteel WB03 – TC/01), kan dit afval vrijgesteld worden van monsterneming op voorwaarde dat Electrabel het bewijs levert dat dit afval > 2 mSv/h gelijkaardig is en vergelijkbaar met afval < 2 mSv/h. Deze gelijkenis kan worden gerechtvaardigd op basis van andere monsters van niet-geconditioneerd afval dat in identieke omstandigheden is geproduceerd.

Voor het ASR/DEF-criterium kan HEC-CTC-408C worden gebruikt.

Nadat alles in het werk is gesteld om het radioactieve afval te sorteren, kan er een restfractie overblijven met een zeer heterogene inhoud (fractie A0). Dit radioactieve afval bevat voornamelijk zeer kleine bestanddelen, stof en substanties die niet of niet meer op industriële schaal gesorteerd kunnen worden.

Minimalisering van de A0-fractie – op basis van HEC-CTC-302 (deze algemene principes gelden ook voor CT3): *“De AO-code mag worden gebruikt voor een afvalfractie (‘restfractie’) op voorwaarde dat de massa van deze restfractie in aanmerking is genomen in het ‘goedkeuringsdossier voor transfer’ van het procédé (vermeld in criterium 201)”*

In de Nuclear Waste Packages kan de aanwezigheid van een restfractie A0-afval worden toegestaan op voorwaarde dat Electrabel aantoont dat redelijke industriële inspanningen zijn geleverd om de A0-fractie te minimaliseren en te isoleren van andere welomschreven afvalstromen (bijvoorbeeld zuiver metaalafval) door de toepassing en/of invoering van kwaliteitsprocedures, waaronder sorteerprocedures, opleidingsprogramma's voor operatoren enzovoort. Electrabel zal deze aspecten documenteren in het goedkeuringsdossier voor transfer.

2.4 CHEMISCHE KARAKTERISERING – AANGIFTE VAN MASSA'S EN ONZEKERHEDEN

2.4.1 Toepasselijke CTC's

De volgende CTC's zijn van toepassing op de hieronder beschreven methodes:

- HEC-CTC-201; HEC-CTC-302; HEC-CTC-307; HEC-CTC-404 A/B/C/D; HEC-CTC-409 A/B/C; HEC-CTC-406 A/B/C; HEC-CTC-408 A/B/C;
- HOC-CTC-201; HOC-CTC-302; HOC-CTC-307; HOC-CTC-404 A/B/C; HOC-CTC-409; HOC-CTC-406; HOC-CTC-408;
- HEC-B-CTC-201; HEC-B-CTC-302; HEC-B-CTC-307; HEC-B-CTC-404; HEC-B-CTC-409; HEC-B-CTC-406; HEC-B-CTC-408;
- HOC-B-CTC-201; HOC-B-CTC-302; HOC-B-CTC-307; HOC-B-CTC-404; HOC-B-CTC-409; HOC-B-CTC-406; HOC-B-CTC-408;

- CT3-CTC-201; CT3-CTC-304; CT3-CTC-404 A/B; CT3-CTC-405 A/B; CT3-CTC-407; CTE-CTC A/B/C; CT3-CTC-408; CT3-CTC-409.

2.4.2 Kleppen

Kleppen zijn zeer heterogene materialen die niet individueel gekarakteriseerd kunnen worden op industriële schaal. Er moet een pragmatische maar conservatieve aanpak worden gedefinieerd en aangenomen om een efficiënte karakterisering mogelijk te maken.

Dit soort metaalafval kan worden aangegeven met AO-code C7 ('niet gespecificeerde metaalstructuur') of M0 ('niet gespecificeerd metaal'). De aangifte en rechtvaardiging zijn beschrijvend en documentair van aard (technische fiche).

2.4.2.1 Wateroplosbare chloriden

a) Massa-aangifte

De kleppen van de primaire kring bevatten geen chloor omdat dit product strikt beperkt is door de technische specificaties van het primaire systeem (zie werkprocedure CHEM/02). Toch kunnen er sporen van chloor aanwezig zijn, maar deze worden verondersteld kleiner te zijn dan de onzekerheden (zie hierboven). Bijgevolg worden daarom massa's van 0 gram aangegeven.

b) Aangifte van onzekerheden

Er kunnen sporen van chloor aanwezig zijn, voornamelijk afkomstig van gedroogde chemische residu's van primaire systemen (zie ook werkprocedure CHEM/02 [13]). Op basis daarvan zal Electrabel het maximumresidu conservatief berekenen, rekening houdend met de maximaal toelaatbare concentratie in het primaire systeem. Deze waarde zal worden gebruikt om de onzekerheid aan te geven.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van massa en onzekerheden zal als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als 1) nul gram de aangegeven waarde is; 2) een onzekerheidsaangifte wordt gedaan; 3) het gebruik van de AO-codes M0 of C7 in de aangifte geldig is gemotiveerd.

2.4.2.2 Wateroplosbare sulfaten

a) Massa-aangifte

Kleppen bevatten geen in wateroplosbare sulfaten. De generieke waarde die moet worden aangegeven is 0 gram. In uitzonderlijke gevallen kunnen kleponderdelen echter sporen van sulfaat bevatten. Deze worden verondersteld kleiner te zijn dan de onzekerheden (zie hierboven). Massa's van 0 gram worden daarom aangegeven.

b) Aangifte van onzekerheden

De maximale hoeveelheid sulfaat zal door Electrabel worden geëvalueerd en gedocumenteerd (bijvoorbeeld door middel van argumenten op basis van de technische specificaties van representatieve kleppen). Deze waarde zal worden gebruikt om de onzekerheid aan te geven.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden zullen als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als 1) nul gram de aangegeven waarde is; 2) een onzekerheidsaangifte wordt gedaan; 3) het gebruik van de AO-codes M0 of C7 in de aangifte geldig is gemotiveerd.

2.4.2.3 Cellulose

a) Massa-aangifte

Kleppen bevatten geen cellulose. De aangifte zal 0 gram zijn. Er kan echter een beperkte, lokale aanwezigheid worden waargenomen. Dit punt is gedekt door de onzekerheden.

b) Aangifte van onzekerheden

In uitzonderlijke situaties mogen kleppen stickers of afdichtingen hebben die cellulose bevatten (dit moet bijvoorbeeld worden bevestigd op basis van de technische specificaties van representatieve kleppen). De maximale hoeveelheid cellulose zal door Electrabel worden geëvalueerd en gedocumenteerd (bijvoorbeeld door middel van argumenten op basis van de technische specificaties van representatieve kleppen). Deze waarde zal worden gebruikt om de onzekerheid aan te geven.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden zullen als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als 1) nul gram de aangegeven waarde is; 2) een onzekerheidsaangifte wordt gedaan; 3) het gebruik van de AO-codes M0 of C7 in de aangifte geldig is gemotiveerd.

2.4.2.4 Elektropositieve metalen

a) Massa-aangifte

Sommige kleppen kunnen een beperkt aantal aluminiumonderdelen bevatten (zoals afdichtingen). De massa die overeenkomt met deze onderdelen wordt conservatief aangegeven. Dit punt zal worden gemotiveerd door een gedocumenteerde argumentatie.

b) Aangifte van onzekerheden

De maximale hoeveelheid aluminium zal door Electrabel worden geëvalueerd en gedocumenteerd (bijvoorbeeld door middel van argumenten op basis van de technische specificaties van representatieve kleppen). Deze waarde zal worden gebruikt om de onzekerheid aan te geven.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden zullen als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als deze informatie wordt verstrekt door middel van een argumentatie op basis van de technische specificaties van de kleppen.

2.4.2.5 ASR – DEF

Niet van toepassing voor kleppen.

2.4.3 Betonpuin

Betonpuin is van diverse oorsprong:

- beton geproduceerd bij het verwijderen van grote onderdelen;
- beton geproduceerd bij de ontmanteling van lokalen in een gecontroleerde zone;
- betonafval geproduceerd bij de ontsmetting van gebouwen.

De mogelijk toepasbare karakteriseringsregels zijn opgenomen in de nota NIRAS 2023-0904. Deze moeten worden toegepast op al het betonafval voor de ASR/DEF-criteria. In bepaalde uitzonderlijke situaties, bijvoorbeeld voor een deel van het betonpuin waarover onvoldoende informatie beschikbaar is, is tratering en karakterisering voor elke afzonderlijke partij niet mogelijk op industriële schaal, waardoor de toepassing van de nota NIRAS 2023-0904 potentieel onmogelijk is.

In deze uitzonderlijke situaties kan Electrabel een statistische benadering voorstellen op basis van representatieve monsters van dit betonpuin. Deze aanpak zal ervoor zorgen dat monsters willekeurig worden geselecteerd (om statistische vertekening te vermijden – statistische vertekening kan bijvoorbeeld worden geïntroduceerd door bepaalde minder toegankelijke zones van het gebouw uit te sluiten of door radioactief beton uit te sluiten van de analyses).

Electrabel kan voor elke centrale een ASR/DEF-, chloor- en sulfaatkaart opstellen op basis van enkele tientallen monsters, waarvan het uiteindelijke aantal moet worden overeengekomen om een realistisch beeld te krijgen van de ASR/DEF-, chloor- en sulfaatrisico's voor al het betonafval van de centrale. Deze kaarten zullen deel uitmaken van het goedkeuringsdossier voor transfer.

2.4.3.1 ASR/DEF

Er zijn drie mogelijke gevallen:

- Geen enkel monster is gevoelig voor ASR/DEF → betonafval wordt a priori beschouwd als niet gevoelig voor ASR/DEF en wordt aangegeven overeenkomstig de criteria CT3-CTC-407A of HEC-CTC-408A (niet bewezen ASR).
- Een door Electrabel gerechtvaardigde opsplitsing tussen zones die gevoelig en niet gevoelig zijn voor ASR kan worden voorgesteld → Het afval kan door Electrabel worden gesorteerd en gedeeltelijk worden aangegeven onder de criteria CT3-CTC-407A of HEC-CTC-408A (niet bewezen ASR) en CT3-CTC-407B of HEC-CTC-408B (bewezen ASR).
- Er kan geen enkele statistische conclusie worden getrokken → puin zal worden aangegeven in het kader van criterium CT3-CTC-407C of HEC-CTC-408C (risico op ASR).

2.4.3.2 Chloor en sulfaat

a) Massa-aangifte

De chloor- en sulfaatmassa's in een statistisch representatief aantal monsters worden aangegeven op basis van metingen volgens de Belgische norm NBN-B15-250:1991 [9]. De aangegeven waarden zullen gebaseerd zijn op de gemiddelden van verschillende monsters ter uitvoering van deze norm.

b) Aangifte van onzekerheden

De aangifte van onzekerheden voor betonpuin zal gebaseerd zijn op de berekening van de standaardafwijking van de individuele massametingen van chloor en sulfaat van elk monster dat in de cartografie vermeld staat.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden zullen als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als deze informatie wordt verstrekt door middel van een argumentatie op basis van de resultaten van deze metingen.

2.4.3.3 Cellulose

a) Massa-aangifte

Bij de bouw van de centrales werd er geen cellulose vrijwillig aan het beton toegevoegd. De aangifte zal dan ook nul gram vertonen. Er zou echter een beperkte en lokale aanwezigheid kunnen worden waargenomen (bijvoorbeeld etiketten, organische verontreiniging). Deze worden door Electrabel verondersteld kleiner te zijn dan de onzekerheden (zie hieronder).

Gezien de grootte van het betonpuin zoals geproduceerd met klassieke industriële middelen (drilboor, insnijdingen enzovoort) kan de aanwezigheid van cellulose ook visueel worden uitgesloten.

b) Aangifte van onzekerheden

De eventuele aanwezigheid van cellulose zal worden geëvalueerd en gedocumenteerd door Electrabel, dat daarvan een maximumhoeveelheid zal berekenen. Deze maximumhoeveelheid zal worden beschouwd als een onzekerheid.

c) Geldigheidsvoorwaarde van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden worden als geldig beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als 1) nul gram de aangegeven waarde is; 2) in de onzekerheden rekening is gehouden met bepaalde potentiële residu's; 3) visuele controles door Electrabel de aanwezigheid van cellulose uitsluiten; 4) de aangifte geldig is gemotiveerd zoals gedefinieerd in de paragrafen a) en b).

2.4.4 Betonblokken afkomstig van de ontmanteling van de biologische afscherming

De toepasbare karakteriseringsregels zijn opgenomen in de nota NIRAS 2023-0904. Deze moeten worden toegepast op al het betonafval voor de ASR/DEF-criteria, voor zover ze toepasbaar zijn vanuit industrieel oogpunt (beschikbaarheid van specifieke informatie en traceerbaarheid).

Uitzonderlijk, in gevallen waarin de opsplitsing in 'structurelementen' zoals voorzien in de nota NIRAS 2023-0904 niet kan worden gerechtvaardigd (met name door een gebrek aan informatie), kan Electrabel een statistische benadering gebruiken zoals beschreven in deel 2.4.3. In dat geval kan Electrabel NIRAS een cartografie voorstellen met de locatie van de monsters die willekeurig zijn genomen, om de representativiteit te garanderen en de voorgestelde aanpak te rechtvaardigen.

2.5 TOEPASSINGSVOORBEELD VAN EEN UITLOGINGSTEST VOOR CTC– HOC – CTC437

2.5.1 Toepasselijke CTC's

HOC-CTC-307 beschrijft de inhoud van het Productiedocumentatiedossier Dit dossier verwijst in het bijzonder naar de methode die moet worden gebruikt om de uitlogingstest uit te voeren. Deze test is beschreven in HOC-CTC-437.

437 (L)

De producent moet een **uitlogingstest** uitvoeren zoals beschreven in de NIRAS technische fiches TFT-3 [37] en TFT-4 [38], om een indicatie te geven van de insluitingscapaciteit van het immobilisatieproduct. Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:

- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
- In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.

Electrabel mag een andere methode voor uitlogingstests voorstellen dan de methodes die in CTC- HOC - CTC437 vermeld zijn.

Een alternatieve methode voor uitlogingstests voor homogeen afval zou bijvoorbeeld gebaseerd kunnen zijn op het gebruik van de norm ANSI/ANS-16.1-2003 (R2017) [12].

2.6 REFERENTIES

- [1] NIRAS-nota 40097/-3497, Technische nota NTC-6: Meetmethoden en meetinstallaties voor de bepaling van de activiteit van geconditioneerd afval
 - [2] 10000303141/000/00, Note de methodologie CNT - sit. act.
 - [3] 10000735463/000/00 Afvalkarakterisatie - Amande-meetsysteem
 - [4] IAEA-TECDOC-1672, Modelling of Transport of Radioactive Substances in the Primary Circuit of Water Cooled Reactors
 - [5] NIRAS-nota 2020-0827, technische nota: 'TNT-2: codering van het NGA'
 - [6] Niet gebruikte referentie
 - [7] NIRAS-nota 2023-0839, Productie van bergingsconform niet-geconditioneerd afval op basis van de afvalomschrijvingen (AO-codes)
 - [8] NIRAS-nota 2023-0904, Guidance concernant l'insensibilité à la dégradation due à la réaction ASR et à la réaction DEF
 - [9] NBN-B15-250 :1991, Analyse chimique des mortiers et bétons durcis
 - [10] NIRAS-nota 1988-1185: 'TFT-3: Résistance à la lixiviation'
 - [11] NIRAS-nota 1998-1196: 'TFT-4: Expression et présentation des résultats des essais de lixiviation'
 - [12] ANSI/ANS-16.1-2003 (R2017)
 - [13] CHEM/02 'Chemische specificaties en analysefrequentie der primaire kringen en hulpkringen Doel 4' (= voorbeeld ZST.10000734283.000.00 voor Doel 4)
 - [14] NIRAS-nota 2023-1185: Technische nota TNT6.1A: Standaardinhoud van een erkenningsdossier voor methoden en voorzieningen op basis van een analyse van niet-geconditioneerd radioactief afval door gammaspectrometrie
-

Gezien om gevoegd te worden bij Ons besluit van [DATUM] inzake de indeling van het radioactief afval en de verbruikte kernbrandstof, de meeteenheden en de wijze van verbruik van de volumekredieten, en de contractuele overdrachtscriteria.

Van Koningswege,

De Minister van Energie

Tinne Van der Straeten

Contractual Transfer Criteria – HOC

Datum: 20 juni 2023

Korte inhoud

Dit document bevat de Contractual Transfer Criteria (i.e. contractuele overdrachtscriteria) voor homogeen afval geconditioneerd in een cementmatrix.

Dit document is van toepassing op afval van het type OF (toekomstig afval) en P (POP-afval).

De criteria in dit document respecteren de conformiteitscriteria voor bergingscolli in hoofdstuk 15 van het veiligheidsrapport voor de oppervlakteberging in Dessel (versie 3 van 30 januari 2019).

De contractuele overdrachtscriteria zijn voornamelijk gebaseerd op het NIRAS-ontwerpdokument: ACRIA-DC-LAGA/MAGA-HOC-151/127 versie 6R 17 dec 2021, nota 2021-2796F

Daarnaast bevat dit document een aantal bijkomende en/of versoepelde criteria in het kader van de overeenkomst tussen ENGIE en de Belgische Staat voor de financiële overdracht van radioactief afval van categorie A voor bepaalde stromen/-families van radioactief afval.

Bijlage 8 geeft voorbeelden van de principes voor de karakterisering van bepaald Electrabel-afval, die industrieel toepasbaar zijn met het oog op de overdracht.

1	INLEIDENDE BEPALINGEN	4
1.1	OMSCHRIJVING VAN HET RADIOACTIEVE AFVAL	4
1.1.1	Algemene omschrijving	4
1.1.2	Toepasselijke configuraties van het collo GA	4
1.2	INSTRUCTIES VOOR DE GEBRUIKER VAN DIT DOCUMENT	4
1.2.1	Codering van de overdrachtscriteria	4
1.2.2	Verantwoording van de overdrachtscriteria	5
1.2.3	Referentiedocumenten.....	5
1.2.4	Terminologie.....	5
2	GOEDKEURING VOOR TRANSFER	6
3	DOCUMENTATIE VAN HET RADIOACTIEVE AFVAL	6
3.1	C-FORMULIER.....	6
3.2	HET PRODUCTIEDOCUMENTATIEDOSSIER (PDD).....	8
4	FYSISCHE EN CHEMISCHE AFVALKENMERKEN	11
4.1	DE AFVALVORM	11
4.1.1	Fysieke verschijningsvorm.....	11
4.1.2	Fysische en chemische stabiliteit.....	11
4.1.3	Chloriden	11
4.1.4	Biologisch afbreekbare stoffen	11
4.1.5	Gevaarlijke stoffen	12
4.2	HET RUWE EN/OF VERWERKTE AFVAL	12
4.2.1	Processen die kunnen leiden tot expansie van het geconditioneerde afval	12
4.2.2	Sulfaten	12
4.2.3	Elektropositieve metalen	12
4.2.4	Chemische samenstelling en eigenschappen	13
4.3	DE IMMOBILISATIEMATRIX	13
4.3.1	Grondstoffen voor de immobilisatiematrix.....	13
4.4	HET IMMOBILISATIEPRODUCT	14
4.4.1	Overdraagbaarheid en opschaalbaarheid.....	14
4.3.2	Het verse immobilisatieproduct	14
4.3.3	Het verharde immobilisatieproduct.....	15
4.5	TOEGEVOEGDE ONDERDELEN	19
4.5.1	Radiologische afscherming	19
4.5.2	Betonstop	21
5	RADIOLOGISCHE AFVALKENMERKEN	23
5.1	MAXIMALE ACTIVITEITSCONCENTRATIES	23
5.1.1	Specifieke concentratielimieten (CLI's)	23
5.1.2	X-criterium	24
5.1.3	Heterogeniteitsfactor.....	25
5.1.4	Radium-/thoriumactiviteit per massa-eenheid	26
5.2	KRIKALITEIT.....	26
6	PRIMAIRE VERPAKKING EN COLLO.....	27
6.1	DE PRIMAIRE VERPAKKING	27
6.2	HET PRIMAIRE COLLO.....	28
6.2.1	Fysische en chemische criteria voor het primaire collo	28
6.2.2	Operationele radiologische veiligheid	28
6.2.3	Opschriften en pictogrammen.....	29
7	BIOLOGISCHE ZIEKTEVERWEKKERS	30
8	ADMINISTRATIEVE BEPALINGEN.....	31
8.1	NON-CONFORMITEITEN	31

8.2	AFWIJKINGEN	31
9	REFERENTIES	31
BIJLAGE 1	VERANTWOORDING VAN DE CONTRACTUELE OVERDRACHTSCRITERIA	35
BIJLAGE 2	REFERENTIEBEHEERTRAJECT	51
BIJLAGE 3	TOEPASSELIJKE CONFIGURATIES VAN HET COLLO GA	52
BIJLAGE 4	OVERZICHT VAN DE GEVAARZINNEN VAN DE UITGESLOTEN GEVAARLIJKE STOFFEN EN MENGSELS	55
BIJLAGE 5	HET C-FORMULIER: VOORBLAD EN BIJLAGE	57
BIJLAGE 6	LIJST MET ELEKTROPOSITIEVE METALEN	61
BIJLAGE 7	LIJST MET AFKORTINGEN	62

1 INLEIDENDE BEPALINGEN

1.1 Omschrijving van het radioactieve afval

1.1.1 Algemene omschrijving

Deze contractuele overdrachtscriteria hebben betrekking op homogeen afval geconditioneerd in een cementmatrix (HOC). Het gaat om de OF- en P-producties.

Het referentiebeheertraject van het radioactieve afval waarop deze contractuele overdrachtscriteria betrekking hebben, wordt beschreven in Bijlage 2.

Verder beperkt het toepassingsdomein van dit document zich tot het geconditioneerde afval (GA) met de configuraties die hieronder (zie § 1.1.2) zijn beschreven.

1.1.2 Toepasselijke configuraties van het collo GA

De configuraties waarop dit document van toepassing is, zijn bepaald aan de hand van de illustraties in Bijlage 3.

Samengevat is dit document van toepassing op de volgende configuraties van het collo GA:

1. gecementeerd zeer fijn bulkafval zoals: assen, shaverstof¹, concentraten, harsen of slib;
2. gecementeerd zeer fijn bulkafval zoals: assen, shaverstof, concentraten, harsen of slib met interne afscherming;
3. gecementeerd zeer fijn bulkafval zoals: assen, shaverstof, concentraten, harsen of slib met betonstop.

1.2 Instructies voor de gebruiker van dit document

1.2.1 Codering van de contractuele overdrachtscriteria

De contractuele overdrachtscriteria bevinden zich in de Hoofdstukken 2 tot en met 7.

Een contractueel **overdrachtscriterium** is herkenbaar aan een tussen haakjes geplaatste lettercode in de linkermarge van de pagina. Deze lettercode wordt voorafgegaan door een nummer, waarmee het betrokken contractueel overdrachtscriterium geïdentificeerd kan worden.

De **lettercodes** hebben de volgende betekenis:

- lettercode O geeft een operationeel criterium aan. Een dergelijk criterium betreft de veiligheid van het beheer van het radioactieve afval tijdens de exploitatie van een installatie uit het referentiebeheertraject. In dit document is dat in eerste instantie opslaggebouw 151 of 127;
- lettercode L geeft een langetermijncriterium aan. Een dergelijk criterium betreft de passieve veiligheid na de sluiting van de referentie-eindbestemming van het radioactieve afval.
 - Lettercode Lc geeft een kritisch criterium aan. Een dergelijk criterium is een langetermijncriterium waarvan NIRAS aanneemt dat het zal evolueren.

¹ Hiermee wordt bedoeld: betonstof afkomstig van ontmantelingsactiviteiten.

Het **symbool**  in de linkermarge van de pagina verduidelijkt de context van bepaalde contractuele overdrachtscriteria. Deze informatie is toegevoegd om de correcte interpretatie van de contractuele overdrachtscriteria te bevorderen, maar is zelf geen contractueel overdrachts criterium.

1.2.2 Verantwoording van de contractuele overdrachtscriteria

De verantwoordingen van de contractuele overdrachtscriteria zijn verzameld in Bijlage 1 van dit document. De nummers van de verantwoordingen zijn dezelfde als die van de contractuele overdrachtscriteria.

Een verantwoording verklaart de bestaansreden van het contractueel overdrachts criterium en geeft de manier aan waarop eventuele limietwaarden zijn afgeleid. Een verantwoording kan ook extra informatie en verduidelijkingen geven. Het uiteindelijke doel van de verantwoordingen is het bevorderen van de correcte interpretatie van de contractuele overdrachtscriteria. Een verantwoording is van informatieve aard en maakt geen deel uit van het criterium.

1.2.3 Referentiedocumenten

De lijst met referentiedocumenten bevindt zich in Hoofdstuk 9 van dit document. In deze lijst zijn technische nota's als dusdanig geïdentificeerd. Ook koninklijke besluiten en wetten (Belgische federale wetgeving), alsook verordeningen (Europese wetgeving) zijn er als dusdanig in geïdentificeerd.

Van al de referentiedocumenten vermeld in hoofdstuk 9 moet de versie gebruikt worden die van kracht was, of die toegelaten was, op datum van de ondertekening van de transactiedocumenten. Dit geldt evenzeer voor de in deze lijst vermelde wetgeving.

Van alle technische nota's wordt de van kracht zijnde versie gegeven in de Overzichtslijst van Goedgekeurde Documenten (OGD)[5]. Van alle vermelde normen is de meest recente versie beperkt tot de datum van de ondertekening van de transactiedocumenten.

1.2.4 Terminologie

De terminologie die in de documenten met betrekking tot de contractuele overdrachtscriteria wordt gebruikt, wordt verklaard in de technische nota GLOSS [6].

In deze contractuele overdrachtscriteria:

- heeft 'het radioactieve afval' betrekking op de partij radioactief afval ('lot') die wordt getoetst aan de onderstaande overdrachtscriteria.
- wordt er met de termen 'primaire collo' en 'collo GA' hetzelfde bedoeld, namelijk het eindproduct dat verkregen wordt na het immobiliseren en conditioneren van het radioactieve afval.
- wordt er in hoofdstuk 4 met 'cementpasta' een mengeling van cement en aanmaakwater bedoeld, zonder dat er granulaten worden aan toegevoegd.
- wordt er in hoofdstuk 4 met het 'immobilisatieproduct' de combinatie van het ruwe en/of verwerkte afval en de immobilisatiematrix bedoeld. Eventuele radiologische afscherming of betonstop en de lege ruimtes behoren hier dus niet bij.
- wordt er met de 'afvalvorm' het primaire collo bedoeld zonder zijn primaire verpakking.

Een overzicht van de in dit document gebruikte afkortingen wordt gegeven in Bijlage 7.

2 GOEDKEURING VOOR TRANSFER

- 201 (L,O) De **verwerking en conditionering** van elk primair collo moet het eindproduct zijn van een **procedé** met bijbehorende **installatie** dat voor overdracht goedgekeurd is door NIRAS. Daartoe moet de producent een goedkeuringsdossier voor overdracht opstellen volgens de voorschriften van de technische nota NTC-4 [7]. Hierin moet gedocumenteerd zijn hoe bij de appreciatie van meetwaarden ten opzichte van limietwaarden in de contractuele overdrachtsriteria, de onzekerheden in rekening worden gebracht. Numerieke limietwaarden in de contractuele overdrachtsriteria zijn telkens uitgedrukt met het aantal significante cijfers dat in overeenstemming is met de vereiste nauwkeurigheid van de te meten grootte.
- 202 (L,O) De **radiologische karakterisering** van elk primair collo moet gebaseerd zijn op een meetinstallatie en/of methode dat voor overdracht goedgekeurd is door NIRAS. Daartoe moet de producent een goedkeuringsdossier voor overdracht opstellen volgens de voorschriften van de technische nota NTC-6 [8]. Hierin moet gedocumenteerd zijn hoe bij de appreciatie van meetwaarden ten opzichte van limietwaarden in de contractuele overdrachtsriteria, de onzekerheden in rekening worden gebracht. Numerieke limietwaarden in de contractuele overdrachtsriteria zijn telkens uitgedrukt met het aantal significante cijfers dat in overeenstemming is met de vereiste nauwkeurigheid van de te meten grootte.
- 203 (L,O) De **kwantitatieve radiologische gegevens** moeten gemeten zijn met een door NIRAS voor overdracht goedgekeurde methode. Daartoe moet de producent een goedkeuringsdossier voor overdracht opstellen volgens de voorschriften van de technische nota NTC-6/A [9], NTC-6/B [10] of NTC-6/C [11]. Het goedkeuringsdossier voor overdracht moet melding maken van de toegepaste normen.
- 204 (L,O) De **primaire verpakking**, gebruikt door de producent om er het ruwe en/of verwerkte afval in te verpakken, moet voor overdracht goedgekeurd zijn door NIRAS. Daartoe moet de producent een goedkeuringsdossier voor overdracht opstellen volgens de voorschriften van de technische nota NTC-9 [12].

3 DOCUMENTATIE VAN HET RADIOACTIEVE AFVAL

-  Dit hoofdstuk bevat een opsomming van de gegevens over de primaire colli en de inhoud ervan. Ze moet gedocumenteerd zijn om het radioactieve afval te kunnen overdragen. Er wordt van uitgegaan dat al deze gegevens zich bevinden in het productiedocumentatiedossier (PDD) en op het C-formulier (voorblad en bijlage, zie Bijlage 5).

3.1 C-Formulier

- 301 (L,O) De volgende **algemene gegevens** over de partij moeten vermeld zijn op het voorblad van het C-formulier:
- nummer van het C-formulier
 - datum waarop het formulier is opgesteld
 - aantal bijlagen bij het C-formulier
 - contactgegevens van de producent
 - ophalingsplaats
 - conditioneringsvariant (volgens NTC-3 [13])
 - referentie van de overeenkomstige campagne
 - lijst met de op te halen primaire colli
 - opmerkingen

- handtekening en naam van een erkend deskundige van de dienst voor fysische controle van de producent, om de radiologische kenmerken van de primaire colli te certificeren

302 (L,O) De volgende **fysische en chemische gegevens** van elk collo GA moeten beschikbaar zijn in de bijlage bij het C-formulier (identificatiefiche):

- collonummer
- nummer van het bijbehorende C-formulier en de bijbehorende campagne
- productiedatum van het collo GA (datum van de immobilisatie van het collo GA)
- referentie van het lot van de primaire verpakking
- conditioneerder
- massa van het collo GA
- afvalomschrijving (volgens NTC-3 [13]).
- type gebruikte primaire verpakking, gebruikte sluiting, gebruikte interne afscherming en gebruikte immobilisatiematrix (volgens NTC-3 [13])
- indien het collo GA een gevaarlijke stof of mengsel bevat (wat wil zeggen dat er een H-zin of EUH-zin op van toepassing is, op basis van de massa van de afvalvorm² en rekening houdend met de criteria en limietwaarden voor gevaarlijke stoffen in de CLP-Verordening [14] en in de technische richtsnoeren voor de indeling van afvalstoffen [15]), per veroorzakende gevaarlijke stof:
 - naam van de veroorzakende gevaarlijke stof
 - toepasselijke H-zinnen (inclusief EUH-zinnen)
- referentie van het goedkeuringsdossier 'Procedé', met versienummer
- referentie van het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking', met versienummer

303 (L,O) De bijlage bij het C-formulier moet de activiteiten bevatten van de **radionucliden** die aanwezig zijn in het radiologisch spectrum van elk collo GA en die vermeld zijn in Tabel 1.

 Alles onder de 1 Bq mag als nul aanschouwd worden en mag als nul gedeclareerd worden op de bijlage bij het C-formulier. Deze waarde wordt opgelegd, om te vermijden dat mogelijk fictieve zeer lage activiteiten worden opgegeven die uitsluitend het resultaat zijn van berekeningen.

Tabel 1: Standaardlijst van verplicht op te geven radionucliden

H-3	Ni-63	Ag-108m	Cs-137	Th-229	Pu-238	Cm-243
C-14	Se-79	Ag-110m	Ce-144	Th-230	Pu-239	Cm-244
S-35	Kr-85	Sn-121m	Pm-147	Th-232	Pu-240	Cm-245
Cl-36	Sr-90	I-125	Sm-151	Pa-231	Pu-241	Cm-246
Ar-39	Mo-93	I-129	Eu-152	U-233	Pu-242	Cm-247
Ca-41	Zr-93	I-131	Eu-154	U-234	Pu-244	Cm-248
Mn-54	Nb-94	Sb-125	Eu-155	U-235	Am-241	
Co-58	Tc-99	Sn-126	Ho-166m	U-236	Am-242m	
Co-60	Ru-106	Cs-134	Hf-178n	U-238	Am-243	
Ni-59	Pd-107	Cs-135	Ra-226	Np-237	Cm-242	

² De massa van de afvalvorm is gelijk aan de massa van het collo verminderd met de massa van zijn primaire verpakking.

 Opmerkingen:

- Voor de radionucliden die op korte termijn ($T_{1/2} < 30$ dagen) in seculair evenwicht verkeren met hun moedernuclide (Cs-137/Ba-137m, Sr-90/Y-90, Ru-106/Rh-106 en Ce-144/Pr-144), wordt enkel de activiteit van de moedernuclide vermeld.
- Natuurlijk thorium wordt verondersteld in seculair evenwicht te zijn met zijn dochters. Het volstaat dus om enkel de moedernuclide Th-232 op te geven.

304 (L,O) De volgende **radiologische gegevens** moeten voor de aanwezige radionucliden van criterium **303** voor elk primair collo vermeld zijn in de bijlage bij het C-formulier:

- datum van bepaling van de aanwezige activiteit
- totale alfa-activiteit
- totale bèta/gamma-activiteit
- maximaal dosistempo bij contact en op 1 m van het primair collo, met de datum van de metingen (zie ook **610**)
- bevestiging (ja/nee) dat de gemeten afneembare oppervlaktebesmetting onder de limietwaarde ligt (zie ook **611**) met de datum van de meting
- de massa's van de splijtstoffen U-235, Pu-239 en Pu-241
- bevestiging (ja/nee) dat het radioactieve afval hoogverrijkt ($\geq 20\%$) uranium bevat (met inachtneming van een drempelwaarde van 1 mg)
- gebruikte methodologie voor de radiologische karakterisering
- referentie van het goedkeuringsdossier 'Radiologisch' voor het bepalen van de aanwezige activiteit met versienummer
- eventuele referentie van het goedkeuringsdossier 'Meetinstallatie' met versienummer

305 (L,O) De bijlage bij het C-formulier van elk collo GA moet de bevestiging bevatten dat het radioactieve afval niet besmet of mogelijk besmet is met **biologische ziekteverwekkers**. Zie Hoofdstuk 7 voor de precieze omschrijving van 'biologische ziekteverwekkers'.

3.2 Het productiedocumentatiedossier (PDD)

306 (L,O) De producent moet het geconditioneerde radioactieve afval verder documenteren door middel van een **productiedocumentatiedossier** (PDD). Het originele PDD wordt bijgehouden en gearchiveerd door de producent gedurende een periode die overeengekomen wordt met NIRAS. Tevens moet een kopie naar NIRAS gestuurd worden.

307 (L,O) **Per campagne** moet een PDD opgesteld worden, waarvan de exacte inhoud afhankelijk is van het conditioneringsprocedé en de conditioneringsvariant. In het PDD moeten **minimaal** volgende gegevens gedocumenteerd worden:

- Algemene informatie over de campagne:
 - aantal aangemaakte colli
 - conditioneringsperiode
 - gebruikte immobilisatiematrix (volgens NTC-3 [13])
 - conditioneringsprocedé en conditioneringsvariant
 - referentie van: de goedkeuring 'Procedé', de goedkeuring 'Radiologisch', de goedkeuring 'Meetinstallatie' (indien van toepassing) en de goedkeuring 'Primaire verpakking' met versienummers
- Verpakkingen: keuringsrapporten voor de gebruikte primaire verpakkingen.
- Verslagen en rapporten over de productiecontroles door de producent die de kwaliteit van het eindproduct en de conformiteit met dit document aantonen. Deze verslagen en rapporten hebben minstens betrekking op de volgende controles:

-
- controles bij de ontvangst van de primaire verpakkingen
 - controles bij de cementering
 - controles bij de sluiting
 - Immobilisatiematrix en immobilisatieproduct:
 - grondstoffen van de immobilisatiematrix:
 - herkomst van de gebruikte grondstoffen
 - analyse- en/of kwaliteitscertificaten van de grondstoffen die aantonen dat ze voldoen aan de criteria beschreven in 412, 413, 415, 417 en 419 van dit document
 - nominale chemische samenstelling van het ruwe en/of verwerkte afval, zoals beschreven in criterium 411.
 - Indien het ruwe en/of verwerkte afval harsen zijn: de merknamen van de harsen (indien beschikbaar).
 - nominale samenstelling van het immobilisatieproduct zoals beschreven in criterium 424.
 - samenstelling van het immobilisatieproduct per collo.
 - resultaten van de volgende testen op representatieve stalen, waarvan de frequentie in het goedkeuringsdossier wordt bepaald:
 - druksterkte (zie ook 432)
 - buigsterkte (zie ook 433)
 - bestandheid tegen water (zie ook 434)
 - bestandheid tegen koude (zie ook 436)
 - uitlogingtest (zie ook 437)
 - duurzaamheid (zie ook 438)
 - robuustheid (zie ook 439)
 - Radiologische afscherming:
 - indien de fabrikant van de radiologische afscherming over een BENOR-keurmerk of een gelijkwaardig keurmerk³ beschikt:
 - resultaten van de test 'bestandheid tegen water' (zie ook 434) van representatieve stalen, waarvan de frequentie in het goedkeuringsdossier wordt bepaald:
 - BENOR-certificaat van de fabrikant van de afscherming
 - zo niet, moeten de gegevens van de uit te voeren testen (zie criterium 442) worden opgegeven, waarbij 'immobilisatiematrix' en 'immobilisatieproduct' vervangen wordt door 'radiologische afscherming'.
 - Betonstop:
 - gegevens van de uit te voeren testen (zie criterium 446), waarbij 'immobilisatiematrix' en 'immobilisatieproduct' vervangen wordt door 'betonstop'.
 - Herkomst en omschrijving van het ruwe en/of verwerkte afval (volgens NTC-3 [13]).
 - Het type en de chemische samenstelling van de chemicaliën gebruikt bij een eventuele voorbehandeling van het ruwe en/of verwerkte afval.
 - Documenten met de radiologische resultaten (de activiteiten van de radionucliden, zoals gevraagd in criterium 303) van metingen die op het eindproduct en/of halfproduct zijn uitgevoerd.

³ Met een aan BENOR gelijkwaardig keurmerk wordt bedoeld: een equivalent (of beter) keurmerk van een ander land zoals AFNOR van Frankrijk of KOMO (KIWA) van Nederland. De gelijkwaardigheid wordt nagegaan via het goedkeuringstraject.

-
- Referentie van het C-formulier inclusief bijlagen, wanneer het C-formulier eerder werd ontvangen door NIRAS, of een exemplaar ingevuld volgens de criteria 301 tot en met 305, indien NIRAS het nog niet eerder ontvangen heeft.
 - Volgende fysische en chemische gegevens per collo:
 - bevestiging (ja/nee) dat er naast cellulosehoudende stoffen nog biologisch afbreekbare stoffen aanwezig zijn (zie 405)
 - totale massa van de aanwezige cellulosehoudende stoffen (zie 406)
 - massa aan minerale chloride-ionen in de afvalvorm (zie 404)
 - massa van de aanwezige wateroplosbare sulfaat-ionen SO_4^{2-} in de afvalvorm (alle anorganische sulfaten met uitzondering van bariumsulfaat, zie 409):
 - van elk aanwezig complex- of chelaatvormend agens:
 - naam van het agens
 - massa
 - Van elk aanwezig elektropositief metaal (zie exhaustieve lijst in Bijlage 6 en zie 410):
 - naam van het metaal
 - massa
 - Van elk aanwezig organisch of anorganisch absorbeermiddel (met inbegrip van silicagel en vermiculiet):
 - naam van het absorbeermiddel
 - massa
 - Documenten over incidentmeldingen
-  De colli kunnen als volgt onderverdeeld worden in campagnes:
- Colli geconditioneerd volgens een bepaald conditioneringsprocedé worden in eenzelfde campagne samengebracht.
 - Colli geconditioneerd in éénzelfde productieperiode worden in één campagne samengebracht. Bij een continue productie mag een campagne de colli van een productieperiode van maximaal zes maanden omvatten.
 - Eventueel op basis van andere voorwaarden, na overleg met NIRAS (zoals type afval volgens NTC-3 [13]).

4 FYSISCH EN CHEMISCH AFVALKENMERKEN

4.1 De afvalvorm

4.1.1 Fysieke verschijningsvorm

- 401 (L,O) De afvalvorm moet een **vast, compact en niet-verspreidbaar geheel** vormen dat fysisch en chemisch **stabiel** is in de omstandigheden die verwacht worden tijdens het transport en de opslag.

4.1.2 Fysische en chemische stabiliteit

- 402 (L,O) Mogelijke gasontwikkeling ten gevolge van corrosie, radiolyse en/of ontbinding van organische stoffen mag geen afbreuk doen aan **de integriteit van de afvalvorm** en mag niet tot onaanvaardbare vervorming van de primaire verpakking leiden. De evolutie van de gasontwikkeling in de afvalvorm moet dan ook in het goedkeuringsdossier gedocumenteerd worden.
- 403 (L,O) De **temperatuur** mag op geen enkel punt van de afvalvorm groter dan of gelijk aan 100 °C geweest zijn.

4.1.3 Chloriden

- 404A (Lc) In geen enkel primair collo mag de hoeveelheid minerale **chloride-ionen** in de afvalvorm groter zijn dan 0,4 m% van de bindmiddelmassa in de afvalvorm. Alle anorganische chloriden moeten hierbij in rekening gebracht worden. Alle organische chloriden worden als niet in water oplosbaar beschouwd. Hiervoor geldt het criterium dus niet.
- 404B (Lc) **Versoepeling ten opzichte van criterium 404A voor bepaalde afvalstromen:** In geen enkel primair collo mag de hoeveelheid minerale **chloride-ionen** in de afvalvorm groter zijn dan 2,0 m% van de bindmiddelmassa in de afvalvorm. Alle anorganische chloriden moeten hierbij in rekening gebracht worden. Alle organische chloriden worden als niet in water oplosbaar beschouwd. Hiervoor geldt het criterium dus niet.
- 404C (Lc) **Versoepeling ten opzichte van criterium 404A voor bepaalde afvalstromen:** In geen enkel primair collo mag de hoeveelheid minerale **chloride-ionen** in de afvalvorm groter zijn dan 4,0 m% van de bindmiddelmassa in de afvalvorm. Alle anorganische chloriden moeten hierbij in rekening gebracht worden. Alle organische chloriden worden als niet in water oplosbaar beschouwd. Hiervoor geldt het criterium dus niet.

4.1.4 Biologisch afbreekbare stoffen

- 405 (L,O) **Biologisch afbreekbare stoffen**, met uitzondering van cellulosehoudende stoffen, mogen niet in de afvalvorm aanwezig zijn.
-  Organische absorbeermiddelen (zie ook verantwoording 307) worden niet beschouwd als 'biologisch afbreekbare stoffen' en zijn bijgevolg niet expliciet verboden in de afvalvorm. NIRAS raadt echter aan om deze stoffen zoveel mogelijk te beperken voor de oppervlakteberging. Er wordt best voor anorganische alternatieven gekozen.
- 406 (Lc) In geen enkel primair collo mag de totale massa aan **cellulosehoudende stoffen** in de afvalvorm groter zijn dan 0,1 kg.

4.1.5 Gevaarlijke stoffen

- 407 (L,O) De afvalvorm mag geen gevaarlijke **stoffen of mengsels** bevatten die door de CLP-Verordening [14] worden ingedeeld bij de **fysische gevaren** én:
- ofwel volgens Bijlage I ervan worden aangeduid door een specifieke H-zin;
 - ofwel volgens Bijlage II ervan worden aangeduid door een specifieke EUH-zin met betrekking tot **materiële eigenschappen**.

 Bijlage 4 bevat een overzicht van de gevaarzinnen van de stoffen en mengsels die uitgesloten zijn door dit criterium, op basis van de CLP-Verordening die van kracht is op het moment waarop dit document goedgekeurd werd. Deze bijlage is daarom louter illustratief en bedoeld als hulpmiddel voor de gebruiker van dit document.

4.2 Het ruwe en/of verwerkte afval

-  Tabel 15-3 van § 15.4.2.7 van het veiligheidsrapport voor de oppervlaktebergingsinrichting weergeeft een minimumlijst van stoffen die uitgesloten worden als ze in zulke hoeveelheden aanwezig zijn dat ze interageren met de hydratatiereactie tijdens het uitharden van de mortel en kunnen leiden tot een onaanvaardbare daling van de kwaliteit van de mortel wat betreft de chemische retentie ervan of de beperking van de waterdoorstroming. Deze stoffen zijn echter al behandeld in verschillende contractuele overdrachtscriteria in dit document (biologisch afbreekbare stoffen (zie 405), gevaarlijke stoffen of mengsels (zie 407) ...), zodat bijgevolg tabel 15-3 in § 15.4.2.7 van het veiligheidsrapport voor de oppervlaktebergingsinrichting louter illustratief is.

4.2.1 Processen die kunnen leiden tot expansie van het geconditioneerde afval

- 408 (Lc,O) Betonpuin of mortelpuin (zoals shaverstof) in het ruwe en/of verwerkte afval moet **ongevoelig zijn voor ASR⁴ en DEF⁵**. Deze ongevoeligheid moet in het goedkeuringsdossier aangetoond zijn op basis van de gekende eigenschappen van het beton⁶ of de mortel. Indien dit niet mogelijk is, moet de ongevoeligheid worden aangetoond op representatieve proefstukken en aan de hand van geschikte testmethodes (bijvoorbeeld de methode beschreven in [16]).

4.2.2 Sulfaten

- 409 (Lc) In geen enkel primair collo mag de massa aan sulfaationen (SO_4^{-2}) in **wateroplosbare sulfaten** afkomstig van het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval groter zijn dan 12 g per kilogram van de afvalvorm.
Alle anorganische sulfaten, met uitzondering van bariumsulfaat ($BaSO_4$), worden beschouwd als wateroplosbare sulfaten. Alle organische sulfaten worden beschouwd als niet in water oplosbaar. Hiervoor geldt het criterium dus niet.

4.2.3 Elektropositieve metalen

- 410(L) **Elektropositieve metalen** (zie Bijlage 6) mogen niet in het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval aanwezig zijn, tenzij de producent in zijn goedkeuringsdossier kan aantonen dat de corrosiekinetiek traag genoeg is om de binding en uitharding van het immobilisatieproduct niet te verstoren.

⁴ Alkali-silica reactie

⁵ Delayed ettringite formation.

⁶ Bij een maximale nominale grootste korrelafmeting van het granulaat (D_{max}) groter dan 4 mm wordt de term 'beton' gebruikt. Bij een D_{max} kleiner dan of gelijk aan 4 mm wordt de term 'mortel' gebruikt.

4.2.4 Chemische samenstelling en eigenschappen

- 411 (L,O) De **nominale chemische samenstelling** en **eigenschappen** van het ruwe en/of verwerkte afval en de bijhorende maximale **variaties** moeten vastgelegd zijn in het goedkeuringsdossier.

4.3 De immobilisatiematrix

4.3.1 Grondstoffen voor de immobilisatiematrix

-  De hieronder beschreven contractuele overdrachtscriteria zijn specifiek voor de bestanddelen die bij de productie van de immobilisatiematrix worden gebruikt en moeten niet noodzakelijk allemaal voorkomen in de samenstelling van de immobilisatiematrix. De bestanddelen van de immobilisatiematrix behoren uitsluitend tot de volgende vijf categorieën: bindmiddel, granulaat, water, hulpstof of toevoegstof. Ze zijn gedefinieerd in de hieronder vermelde normen.

Ter herinnering: een hulpstof is een product dat bij het aanmaken van beton of mortel wordt toegevoegd in kleine hoeveelheden in verhouding tot de bindmiddelmassa om de eigenschappen van het beton of de mortel in verse en/of uitgeharde toestand aan te passen.

Een toevoegstof is een fijn verdeeld materiaal dat in beton of mortel wordt gebruikt om specifieke eigenschappen te verbeteren of om er bijzondere eigenschappen aan te verlenen. De norm NBN EN 206: 2013+A1: 2016 [17] verklaart het verschil tussen nagenoeg inerte toevoegstoffen (type I) en puzzolaan- of latent hydraulische toevoegstoffen (type II). De verschillende toegelaten toevoegstoffen zijn beschreven in de hieronder vermelde normen. De kwaliteitscontrole en kwaliteitsborging van de grondstoffen worden beschreven in het goedkeuringsdossier (zie criterium 423).

- 412 (L,O) Het **bindmiddel** dat gebruikt wordt voor de immobilisatiematrix moet:
- Ofwel een klassiek bindmiddel zijn en dus voldoen aan de eisen van NBN EN 197-1 [18].
 - Ofwel het alternatief hydraulische bindmiddel 'alkali-geactiveerde slakken' zijn.
- 413 (L,O) De **granulaten** die gebruikt worden voor de immobilisatiematrix moeten voldoen aan de eisen van NBN EN 12620 [19] of NBN EN 13139 [20].
- 414 (L,O) De granulaten die gebruikt worden voor de immobilisatiematrix moeten ongevoelig zijn voor **ASR**. ASR moet worden uitgesloten voor alle granulaten volgens de methode beschreven in ASTM C1260 (2014). Als het resultaat van deze test onbeslist is, moeten de granulaten beproefd worden volgens de methode beschreven in ASTM C1293 (2015).
- 415 (L,O) Het **aanmaakwater** dat gebruikt wordt voor de immobilisatiematrix moet voldoen aan de eisen van NBN EN 1008 [21].
- 416 (L) **Organische hulpstoffen** zijn niet toegelaten, met uitzondering van superplastificeerders op basis van (in volgorde van voorkeur):
- naftaleensulfonaat
 - polycarboxylaat
 - melaminesulfonaat
- De producent moet in het goedkeuringsdossier de eventuele keuze van een van bovenstaande organische hulpstoffen beargumenteren.

- Dit criterium heeft geen betrekking op cement conform NBN EN 197-1 dat reeds toevoegstoffen bevat.

4.4.1 Overdraagbaarheid en opschaalbaarheid

- ### 4.3.2 Het verse immobilisatieproduct

-  De hieronder beschreven contractuele overdrachtscriteria hebben betrekking op de samenstelling van het immobilisatieproduct, de eigenschappen van het verse materiaal en het gebruik ervan. De naleving van deze contractuele overdrachtscriteria garandeert een efficiënte, gecontroleerde en reproduceerbare solidificatie van het radioactieve afval.
- 423 (L,O)** De samenstelling (zie criterium **424** en **425**) en de eigenschappen van het immobilisatieproduct moeten worden gewaarborgd door het **kwaliteitssysteem van het verwerkings- en conditioneringsprocedé** (zie criterium **201**). Dit kwaliteitssysteem moet in het goedkeuringsdossier beschreven worden en moet:

- alle stappen in het procedé omschrijven die te maken hebben met het immobilisatieproduct, dus vanaf de ontvangst van de grondstoffen van het immobilisatieproduct tot en met het eindproduct van het procedé, zijnde het collo geconditioneerd afval;
- bepalen met welke frequentie de testen vastgelegd in de contractuele overdrachtscriteria (414, 420, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 438 en 439) uitgevoerd worden;
- omschrijven welke kwaliteitscontroles, naast de hierboven vermelde testen, uitgevoerd worden en in welke stap van het procedé, en bepalen met welke frequentie deze kwaliteitscontroles worden uitgevoerd;
- Bepalen onder welke voorwaarden de hierboven vermelde testen zullen worden herhaald in het kader van de eerder vermelde kwaliteitscontroles.

424 (L,O) De **nominale samenstelling** van het immobilisatieproduct moet vastgelegd zijn in het goedkeuringsdossier.

 De nominale samenstelling houdt geen rekening met de doseernauwkeurigheid (zie hiervoor criterium 425), maar omvat de identificatie van de bestanddelen van het immobilisatieproduct en de doseringen.

425 (L,O) De **doseernauwkeurigheid** van de bestanddelen van het immobilisatieproduct moet:

- voor het ruwe en/of verwerkte afval een tolerantie van ± 3 m% hebben.
- voor de overige bestanddelen van het immobilisatieproduct voldoen aan de vereisten van de norm NBN EN 206: 2013+A1: 2016 [17].

Als de producent bovenstaande toleranties niet kan garanderen, moet hij eigen toleranties opgeven in het goedkeuringsdossier en garanderen dat de criteria 412 tot en met 439 altijd gerespecteerd zullen worden binnen de marges van deze tolerantie.

426 (L,O) Het immobilisatieproduct moet in één stap gegoten worden om de **continuïteit** van de immobilisatiematrix te garanderen, tenzij de tijd tussen twee opeenvolgende stappen kleiner is dan de tijd tot aan de binding⁷ van de eerste stap.

427 (L,O) Het verse immobilisatieproduct moet tijdens de bindingstijd beschermd zijn tegen overmatig **waterverlies door verdamping**. De producent moet in het goedkeuringsdossier verantwoorden hoe dit criterium gegarandeerd wordt.

428 (L,O) Bij de sluiting van het collo mag er geen **vrijstaand water aan het bovenoppervlak** van de afvalvorm aanwezig zijn. Dit wordt visueel gecontroleerd voor het definitief sluiten van het collo. Water dat tijdens de binding op het oppervlak staat, mag dus niet manueel verwijderd worden.

429 (L,O) Tijdens de binding van het immobilisatieproduct moet het primaire collo **onbeweeglijk** gehouden zijn. Het begin en einde van de binding moet bepaald zijn in het goedkeuringsdossier.

4.3.3 Het verharde immobilisatieproduct

 De hieronder beschreven criteria hebben betrekking op de eigenschappen van het uitgeharte materiaal. Ze bestaan uit twee categorieën: de mechanische en structurele eigenschappen van het immobilisatieproduct en de eigenschappen met betrekking tot het gedrag ervan op langere termijn.

⁷ Dit is de tijd tussen het gieten van het immobilisatieproduct in het vat en het begin van de binding.

430 (L,O) Het geheel aan **scheuren** in het immobilisatieproduct moet beperkt zijn. De producent moet dit aantonen door een visuele controle uit te voeren op een verticale doorsnede van een (niet-)actief collo op ware grootte, dat werd geproduceerd in omstandigheden die representatief zijn voor de werkelijke productie. Deze controle verloopt als volgt:

- Op het snijoppervlak van een van de twee helften verkregen na de verticale doorsnede van het collo wordt een verticale lijn getrokken die het bovenvlak van het immobilisatieproduct met het ondervlak verbindt.
- De gecumuleerde opening van alle scheuren die deze lijn kruisen, wordt gemeten. Enkel scheuren die een opening hebben groter dan of gelijk aan 0,1 mm worden in aanmerking genomen.
- De getrokken verticale lijn en de beschouwde doorsnede zijn zo gekozen dat de gecumuleerde opening zo groot mogelijk is.
- De gecumuleerde opening mag niet groter zijn dan 4 mm/m, tenzij de producent in zijn goedkeuringsdossier kan aantonen dat de gecumuleerde opening niet groter is dan de krimpwaarde. De krimpwaarde wordt bepaald op representatieve proefstukken volgens de normen NBN B15-216 [31] voor beton en NBN B14-217 [32] voor mortel en cementpasta.

De resultaten van deze test moeten opgenomen zijn in het goedkeuringsdossier.

Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:

- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
- In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.

 De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

 Het (niet-)radioactieve collo dat voor de verificatie van dit criterium in aanmerking zou komen, kan ook worden gebruikt voor de meting van de inwendige temperaturen tijdens de hydratatie en de binding van het materiaal (zie criterium **435**).

431 (L,O) Het immobilisatieproduct moet **homogeen** zijn. Dit betekent dat er een goede menging moet geweest zijn en er geen ontmenging (segregatie) plaatsgevonden mag hebben tijdens de binding. Dit moet worden aangetoond door middel van het verticaal doorsnijden van een (niet-)actief collo (de test in criterium **430** kan hierbij helpen), waarbij er visueel wordt nagegaan of er geen ontmenging plaatsgevonden heeft. De resultaten van deze test moeten opgenomen zijn in het goedkeuringsdossier.

Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:

- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
- In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.

 De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

432 (O) De finale **druksterkte** van het immobilisatieproduct moet groter dan of gelijk aan 8 MPa zijn.

Deze druksterkte moet bepaald zijn op genormaliseerde proefstukken bewaard in afgesloten vormen (die geen vochtuitwisseling toelaten) en/of in een vochtkamer

overeenkomstig de van toepassing zijnde normen. In Tabel 2 worden de toepasbare normen en de dimensies van het proefstuk weergegeven. De evolutie van de druksterkte tot het bereiken van een plateau moet worden aangetoond in het goedkeuringsdossier.

Tabel 2: Toepasbare norm voor de bepaling van de druksterkte

Immobilisatieproduct	Toepasbare norm	Dimensies van het proefstuk
Beton	NBN EN 12390-3 [33]	150 x 150 x 150 mm of Ø 150 mm x 300 mm
Mortel, cementpasta	NBN EN 1015-11 [34]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-3 [33]	150 x 150 x 150 mm

- 433 (L,O) De finale **buigsterkte** van het immobilisatieproduct moet groter dan of gelijk aan 1 MPa zijn. Deze buigsterkte moet bepaald zijn op genormaliseerde proefstukken, bewaard in afgesloten vormen (die geen vochtuitwisseling toelaten) en/of in een vochtkamer, overeenkomstig de van toepassing zijnde normen. In Tabel 3 worden de toepasbare normen en dimensies van het proefstuk voor de bepaling van de buigsterkte weergegeven. De evolutie van de buigsterkte tot het bereiken van een plateau moet worden aangetoond in het goedkeuringsdossier.

Tabel 3: Toepasbare norm voor de bepaling van de buigsterkte

Immobilisatieproduct	Toepasbare norm	Dimensies van het proefstuk
Beton	NBN EN 12390-5 [35]	Prisma, met dimensies volgens norm
Mortel, cementpasta	NBN EN 1015-11 [34]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-5 [35]	Prisma, met dimensies volgens norm

- 434 (L) Het immobilisatieproduct moet **bestand zijn tegen water**. Dit betekent dat uitgeharde proefstukken van de immobilisatiematrix met dimensies uit **Error! Reference source not found.** ondergedompeld moeten zijn in water gedurende een periode van minstens 90 dagen. De testcondities en de inspectieprocedure voor de proefstukken na de test moeten met voldoende details beschreven zijn in het goedkeuringsdossier, om de proef eenduidig te kunnen reproduceren. Met testcondities wordt minstens bedoeld:

- het volume van het water ten opzichte van het proefstuk
- de samenstelling van het water en de verversingsfrequentie
- de ouderdom van het proefstuk bij aanvang van de proef
- de geometrie van de opstelling
- de temperatuur van het water

Elk proefstuk moet na de test:

- vrij zijn van enige structurele verandering (bijvoorbeeld scheuren, afbrokkeling, vervorming ...);
- een buigsterkte hebben die groter dan of gelijk aan 1 MPa is, bepaald volgens de overeenkomstige norm in Tabel 3.

Eventuele volume- en massaveranderingen moeten opgegeven zijn in het goedkeuringsdossier. De proeven moeten altijd met verschillende proefstukken uitgevoerd worden en de proefstukken set moet als geheel beoordeeld worden.



De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

435 (L,O) De immobilisatiematrix moet:

- ofwel tijdens en na de binding een evolutie van haar interne temperatuur hebben gekend, waarbij deze op ieder punt kleiner dan of gelijk aan 60 °C is gebleven;
- ofwel ongevoelig zijn voor **DEF**, waarbij deze ongevoeligheid moet worden aangetoond op representatieve proefstukken aan de hand van geschikte testmethodes.

Deze ongevoeligheid voor DEF moet worden aangetoond aan de hand van de testmethode beschreven in de nota 2014-3049 [36]. Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:

- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
- In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.



De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

436 (L,O) Het immobilisatieproduct moet **bestand zijn tegen koude**. De producent controleert dit in een koudetest op representatieve proefstukken met dimensies uit Tabel 3.

De koudetest bestaat uit het bewaren van de proefstukken in een hermetisch gesloten zak gedurende 120 dagen bij temperaturen tussen 0°C en 10°C. De dimensionale vervorming moet op regelmatige tijdstippen opgemeten worden, alsook moeten de proefstukken op regelmatige tijdstippen geïnspecteerd worden op scheurvorming, afbrokkelingen en andere anomalieën.

Elk proefstuk moet na de test:

- vrij zijn van enige structurele verandering (bijvoorbeeld scheuren, afbrokkeling, vervorming);
- een buigsterkte hebben die groter of gelijk is aan 1 MPa, bepaald volgens de overeenkomstige norm in Tabel 3.

Eventuele volume- en massaveranderingen moeten opgeven zijn in het goedkeuringsdossier. De proeven moeten steeds met verschillende proefstukken uitgevoerd worden en de proefstukken set moet als geheel beoordeeld worden.

437 (L) De producent moet een **uitlogingstest** uitvoeren zoals beschreven in de NIRAS technische fiches TFT-3 [37] en TFT-4 [38], om een indicatie te geven van de insluitingscapaciteit van het immobilisatieproduct. Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:

- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
- In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.



De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

- 438 (L)** Het verharde immobilisatieproduct moet **duurzaam** zijn. Dit moet worden aangetoond aan de hand van een versnelde verouderingstest in overeenstemming met de methode beschreven in ANDRA : ACO SP ASRE 00-064 – partie B [39]. De uitvoering en de resultaten van deze verouderingstest moeten opgenomen zijn in het goedkeuringsdossier.

Hierbij moet:

- elk proefstuk vrij zijn van enige structurele verandering (bijvoorbeeld scheuren, afbrokkeling, vervorming). De producent moet duidelijke foto's toevoegen aan het goedkeuringsdossier om dit te verantwoorden.
- een uitgebreide microscopische analyse (bijvoorbeeld EDX gekoppeld aan een SEM) van snijplaatjes of breukvlakken ontnomen van de verschillende proefstukken de afwezigheid van waarnemingen bevestigen, die de integriteit van het immobilisatieproduct kunnen aantasten.

De randvoorwaarden voor het uitvoeren van deze verouderingstest zijn:

- De verouderingstest moet volgehouden worden tot wanneer de toestand van de proefstukken zich heeft gestabiliseerd. De verouderingstest mag niet eerder stopgezet worden dan 12 maanden na zijn aanvang.
- De dimensies en massa's van de proefstukken moeten regelmatig gemeten worden.
- De proefstukken moeten regelmatig geïnspecteerd worden op scheurvorming, afbrokkelingen en andere anomalieën.
- De waarnemingen en de tijdstippen wanneer deze zijn waargenomen, moeten gerapporteerd worden in het goedkeuringsdossier.

Na het stopzetten van de verouderingstest moeten de volume- en massaveranderingen alsook de buigsterkte van de proefstukken worden gemeten. Deze buigsterkte moet worden bepaald volgens de toepasselijke norm in Tabel 3.

- 439 (L)** Het immobilisatieproduct moet **robuust** zijn ten opzichte van de variaties op de chemische eigenschappen van het ruwe en/of verwerkte afval (zie criterium **411**) en de variaties als gevolg van de doseernauwkeurigheid (zie criterium **425**). De producent moet dit aantonen tijdens de ontwikkeling van het immobilisatieproces in twee fases, die beide beschreven moeten worden in het goedkeuringsdossier:

- In de, eerste, demonstratiefase wordt een referentieproces ontwikkeld, waarbij er rekening gehouden wordt met de nominale chemische samenstelling en eigenschappen van het ruwe en/of verwerkte afval (zoals gedefinieerd in het goedkeuringsdossier, zie criterium **411**).
- In de hierop volgende robuustheidsbeproeving wordt de invloed van de variaties van de chemische samenstelling en eigenschappen van het ruwe en/of verwerkte afval (zoals gedefinieerd in het goedkeuringsdossier, zie criterium **411**) en de variaties als gevolg van de doseernauwkeurigheid (zoals gedefinieerd in het goedkeuringsdossier, zie criterium **425**) op het immobilisatieproduct onderzocht.

Ongeacht deze variaties, moet het immobilisatieproduct steeds aan alle overdrachtscriteria voldoen, behalve 'duurzaam' (zie criterium **438**).

4.5 Toegevoegde onderdelen

- 440 (L,O)** De verschillende materialen waaruit de radiologische afscherming, betonstop of menger vervaardigd is, moeten **fysisch en chemisch** compatibel zijn met elkaar en met het immobilisatieproduct.

4.5.1 Radiologische afscherming

- 441 (L)** De **radiologische afscherming** moet vervaardigd zijn uit beton (bijvoorbeeld hematietbeton, barietbeton ...), mortel (bijvoorbeeld hematietmortel, barietmortel ...), cementpasta, staal of lood.

442 (L,O) Indien de fabrikant van de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta **beschikt over een BENOR-keurmerk of een gelijkwaardig keurmerk**⁸ voor het beton, de mortel of de cementpasta dat hiervoor gebruikt wordt, moet deze radiologische afscherming voldoen aan de volgende contractuele overdrachtcriteria die al beschreven werden in § 4.3 en §4.4 (waarbij 'immobilisatiematrix' en 'immobilisatieproduct' vervangen moeten worden door 'radiologische afscherming'):

- ongevoeligheid voor ASR (zie criterium 414)
- anorganische hulpstoffen (zie criterium 416)
- nominale samenstelling van het immobilisatieproduct (zie criterium 424)
- bestandheid tegen water (zie criterium 434)
- ongevoeligheid voor DEF (zie criterium 435)

Indien de fabrikant van de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta **niet beschikt over een BENOR keurmerk** voor het beton, de mortel of de cementpasta van de radiologische afscherming **of een gelijkwaardig keurmerk**, moet deze radiologische afscherming voldoen aan dezelfde contractuele overdrachtcriteria als die voor de immobilisatiematrix en het immobilisatieproduct (met andere woorden de criteria vanaf 412 tot en met 435) behalve 'overdraagbaar' (zie criterium 421), 'opschaalbaar' (zie criterium 422), 'scheuren' (zie criterium 430), 'druksterkte' (zie criterium 432) en 'buigsterkte' (zie criterium 433).

Hierbij moet "immobilisatiematrix" en "immobilisatieproduct" vervangen worden door "radiologische afscherming".

443 (L,O) Indien de fabrikant van de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta niet beschikt over een BENOR keurmerk voor het beton, de mortel of de cementpasta van de radiologische afscherming of een gelijkwaardig keurmerk, moet de **druksterkte** op 28 dagen van de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta:

- groter dan of gelijk aan 30 MPa zijn;
- voldoen aan een van de onderstaande criteria:
 - ofwel ligt de gemeten druksterkte binnen het 95%-betrouwbaarheidsinterval, waarbij dat interval kleiner dan of gelijk aan 20 MPa [40] moet zijn;
 - ofwel ligt de gemeten druksterkte buiten het 95%-betrouwbaarheidsinterval, maar voldoet de geteste mortel of het geteste beton aan een reeks bijkomende controles verschillend van de courante kwaliteitscontroles (zie criterium 423) die vastgelegd zijn in het goedkeuringsdossier.

Deze druksterkte moet bepaald zijn op genormaliseerde proefstukken bewaard in afgesloten vormen (die geen vochtuitwisseling toelaten) en/of in een vochtkamer overeenkomstig de van toepassing zijnde normen. Daarnaast moet de producent het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de druksterkte op 28 dagen in zijn goedkeuringsdossier opnemen. Tabel 4 geeft de toepasbare norm en de dimensies van het proefstuk weer.

⁸ Met een aan BENOR gelijkwaardig keurmerk wordt bedoeld: een equivalent (of beter) keurmerk van een ander land zoals AFNOR in Frankrijk of KOMO (KIWA) in Nederland. De gelijkwaardigheid wordt nagegaan via het goedkeuringstraject.

Tabel 4: Toepasbare norm voor de bepaling van de druksterkte

Radiologische afscherming	Toepasbare norm	Dimensies van het proefstuk
Beton	NBN EN 12390-3 [33]	150 x 150 x 150 mm of Ø 150 mm x 300 mm
Mortel, cementpasta	NBN EN 1015-11 [34]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-3 [33]	150 x 150 x 150 mm

- 444 (L,O) Indien de fabrikant van de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta niet beschikt over een BENOR keurmerk voor het beton, de mortel of de cementpasta van de radiologische afscherming of een gelijkwaardig keurmerk, moet de **buigsterkte** op 28 dagen van de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta groter dan of gelijk aan 1 MPa zijn. Deze buigsterkte moet bepaald zijn op genormaliseerde proefstukken, bewaard in afgesloten vormen (die geen vochtuitwisseling toelaten) en/of in een vochtkamer, overeenkomstig de van toepassing zijnde normen. Tabel 5 geeft de toepasbare norm en de dimensies van het proefstuk voor de bepaling van de buigsterkte weer.

Tabel 5: Toepasbare norm voor de bepaling van de buigsterkte

Radiologische afscherming	Toepasbare norm	Dimensies van het proefstuk
Beton	NBN EN 12390-5 [35]	Prisma, met dimensies volgens norm
Mortel, cementpasta	NBN EN 1015-11 [34]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-5 [35]	Prisma, met dimensies volgens norm

4.5.2 Betonstop

- 445 (L) De **betonstop** moet vervaardigd zijn uit beton (bijvoorbeeld hematietbeton, barietbeton ...), mortel (bijvoorbeeld hematietmortel, barietmortel ...) of cementpasta.
- 446 (L,O) De **betonstop** moet voldoen aan dezelfde contractuele overdrachtscriteria als die voor de immobilisatiematrix en het immobilisatieproduct (met andere woorden de criteria vanaf 412 tot en met 435) behalve 'overdraagbaar' (zie criterium 421), 'opschaalbaar' (zie criterium 422), 'scheuren' (zie criterium 430), 'druksterkte' (zie criterium 432) en 'buigsterkte' (zie criterium 433). Hierbij moet "immobilisatiematrix" en "immobilisatieproduct" vervangen worden door "betonstop".
- 447 (L,O) De **druksterkte** op 28 dagen van de verharde betonstop, moet:
- groter dan of gelijk aan 30 MPa zijn;
 - voldoen aan één van de onderstaande criteria:
 - ofwel ligt de gemeten druksterkte binnen het 95%-betrouwbaarheidsinterval, waarbij dat interval kleiner dan of gelijk aan 20 MPa [40] moet zijn;
 - ofwel ligt de gemeten druksterkte buiten het 95%-betrouwbaarheidsinterval, maar voldoet de geteste mortel of het geteste beton aan een reeks bijkomende

controles verschillend van de courante kwaliteitscontroles (zie criterium 423) die vastgelegd zijn in het goedkeuringsdossier.

Deze druksterkte moet bepaald zijn op genormaliseerde proefstukken bewaard in afgesloten vormen (die geen vochtuitwisseling toelaten) en/of in een vochtkamer overeenkomstig de van toepassing zijnde normen. Daarnaast moet de producent het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de druksterkte op 28 dagen in zijn goedkeuringsdossier opnemen. Tabel 6 geeft de toepasbare norm en de dimensies van het proefstuk weer.

Tabel 6: Toepasbare norm voor de bepaling van de druksterkte

Betonstop	Toepasbare norm	Dimensies van het proefstuk
Beton	NBN EN 12390-3 [33]	150 x 150 x 150 mm of Ø 150 mm x 300 mm
Mortel, cementpasta	NBN EN 1015-11 [34]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-3 [33]	150 x 150 x 150 mm

448 (L,O) De **buigsterkte** op 28 dagen van de betonstop moet groter dan of gelijk aan 1 MPa zijn. Deze buigsterkte moet bepaald zijn op genormaliseerde proefstukken, bewaard in afgesloten vormen (die geen vochtuitwisseling toelaten) en/of in een vochtkamer, overeenkomstig de van toepassing zijnde normen. Tabel 7 geeft de toepasbare norm en de dimensies van het proefstuk voor de bepaling van de buigsterkte weer.

Tabel 7: Toepasbare normen voor de bepaling van de buigsterkte

Betonstop	Toepasbare norm	Dimensies van het proefstuk
Beton	NBN EN 12390-5 [35]	Prisma, met dimensies volgens norm
Mortel, cementpasta	NBN EN 1015-11 [34]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-5 [35]	Prisma, met dimensies volgens norm

5 RADIOLOGISCHE AFVALKENMERKEN

5.1 Maximale activiteitsconcentraties

5.1.1 Specifieke concentratielimieten (CLI's)

- 501 (L) In elk primair collo moet de activiteitsconcentratie van elk van de kritieke radionucliden kleiner dan of gelijk aan de **specifieke concentratielimiet (CLI)** in Tabel 8 zijn. Hierbij wordt de activiteitsconcentratie berekend op het nominale volume van het collo (dit is 0,4 m³ voor een 400-litervat).

Tabel 8: CLI-waarden

Nuclide	CLI-waarde [Bq/m ³]
Ag-108m	1 × 10 ⁸
Am-241	2 × 10 ⁹
Am-243	1 × 10 ⁸
C-14	1 × 10 ¹¹
Ca-41	1 × 10 ⁹
Cl-36	1 × 10 ⁸
Cm-244	1 × 10 ⁹
Cs-135	1 × 10 ⁸
Cs-137	1 × 10 ¹²
I-129	1 × 10 ⁸
Mo-93	1 × 10 ⁸
Nb-94	7 × 10 ⁸
Ni-59	1 × 10 ¹¹
Ni-63	1 × 10 ¹³
Np-237	1 × 10 ⁸
Pu-238	1 × 10 ⁹
Pu-239	5 × 10 ⁸
Pu-240	1 × 10 ⁹
Pu-241	8 × 10 ¹⁰
Se-79	1 × 10 ⁹
Sn-126	1 × 10 ⁸
Sr-90	1 × 10 ¹¹
Tc-99	1 × 10 ¹⁰
U-234	1 × 10 ⁹
U-235	1 × 10 ⁷
U-236	1 × 10 ⁸
U-238	1 × 10 ⁸
Zr-93	1 × 10 ⁹

5.1.2 X-criterium

502 (L,O) Van elk primair collo moet de **X-factor** kleiner dan of gelijk aan 1 zijn, waarbij deze X-factor wordt gedefinieerd als:

$$X = \sum_{i=1}^N \frac{C_i}{C_{i,max}}$$

N: het aantal kritieke radionucliden in Tabel 9;

C_i: de activiteitsconcentratie [Bq/m³], berekend op het nominale volume, van een bepaalde nuclide (i) in een primair collo;

C_{i, max}: de waarde overeenkomstig een bepaalde nuclide (i) in Tabel 9.

Tabel 9: C_{i, max}-waarden

Nuclide	C _{i,max} -waarde [Bq/m ³]
Ag-108m	1,12 × 10 ⁹
Am-241	2,92 × 10 ⁹
Am-243	1,39 × 10 ⁹
C-14	1,40 × 10 ¹³
Ca-41	2,52 × 10 ¹²
Cl-36	2,83 × 10 ¹²
Cm-244	5,93 × 10 ¹¹
Cs-135	9,72 × 10 ¹²
Cs-137	1,99 × 10 ¹²
I-129	4,10 × 10 ¹⁰
Mo-93	9,30 × 10 ¹⁰
Nb-94	7,13 × 10 ⁸
Ni-59	4,36 × 10 ¹¹
Ni-63	4,20 × 10 ¹⁴
Np-237	1,93 × 10 ⁹
Pu-238	1,84 × 10 ¹⁰
Pu-239	1,60 × 10 ⁹
Pu-240	1,63 × 10 ⁹
Pu-241	8,51 × 10 ¹⁰
Se-79	8,81 × 10 ¹²
Sn-126	5,49 × 10 ⁸
Sr-90	9,24 × 10 ¹⁴
Tc-99	5,63 × 10 ¹²
U-234	2,09 × 10 ¹⁰
U-235	3,78 × 10 ⁹
U-236	2,38 × 10 ¹⁰
U-238	1,50 × 10 ¹⁰
Zr-93	5,31 × 10 ¹¹

5.1.3 Heterogeniteitsfactor

- 503 (L) Van elk primair collo moet de heterogeniteitsfactor kleiner zijn dan of gelijk aan 340, waarbij deze heterogeniteitsfactor (Z_{collo}) wordt gedefinieerd als:

$$Z_{\text{collo}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{4 \times A_{i,\text{collo}}}{\text{OLI}_{i,\text{tumulus oost}} / 17\,240} \leq 340$$

N: het aantal radionucliden in Tabel 10

$A_{i,\text{collo}}$: de totale activiteit (Bq) van een bepaalde radionuclide (i) in een primair collo.

$\text{OLI}_{i,\text{tumulus oost}}$: de waarde overeenkomstig een bepaald radionuclide (i) in Tabel 10.

Tabel 10: OLI-waarden (oostelijke tumulus)

Nuclide	OLI-waarde [Bq]
Ag-108m	$1,59 \times 10^{10}$
Am-241	$3,75 \times 10^{11}$
Am-243	$1,13 \times 10^{10}$
C-14	$5,03 \times 10^{12}$
Ca-41	$1,59 \times 10^{12}$
Cl-36	$1,39 \times 10^{10}$
Cm-244	$1,31 \times 10^{11}$
Cs-135	$2,57 \times 10^8$
Cs-137	$5,57 \times 10^{13}$
I-129	$9,72 \times 10^8$
Mo-93	$1,40 \times 10^{10}$
Nb-94	$2,75 \times 10^{11}$
Ni-59	$3,44 \times 10^{12}$
Ni-63	$3,75 \times 10^{14}$
Np-237	$5,87 \times 10^8$
Pu-238	$2,20 \times 10^{11}$
Pu-239	$6,46 \times 10^{10}$
Pu-240	$6,81 \times 10^{10}$
Pu-241	$7,31 \times 10^{12}$
Se-79	$6,20 \times 10^8$
Sn-126	$8,62 \times 10^8$
Sr-90	$2,20 \times 10^{12}$
Tc-99	$5,15 \times 10^{10}$
U-234	$5,32 \times 10^{10}$
U-235	$2,59 \times 10^9$
U-236	$4,00 \times 10^{10}$
U-238	$1,52 \times 10^{10}$
Zr-93	$1,12 \times 10^9$

5.1.4 Radium-/thoriumactiviteit per massa-eenheid

- 504 (L,O) In elk primair collo moet de som van de activiteiten van **Ra-226** en **Th-232** per massa-eenheid kleiner dan of gelijk aan 1000 Bq/kg zijn. Hierbij wordt de activiteit per massa-eenheid berekend op de massa van de afvalvorm.

5.2 Kritikaliteit



Deze contractuele overdrachtscriteria bevatten enkel beperkingen op de aanwezigheid van splijtbare nucliden in het afval om het risico op kritikaliteit uit te sluiten. Deze contractuele overdrachtscriteria doen geen afbreuk aan de contractuele overdrachtscriteria 501 tot en met 504.

- 505 (L,O) In geen enkel primair collo mag de hoeveelheid splijtbare nucliden groter zijn dan:
- 50 g voor de som van de massa's **U-235** en **Pu-239**
 - 86 g voor de massa **Pu-241**
- 506 (L) In geen enkel primair collo dat hoogverrijkt uranium (dit is uranium met een verrijkingsgraad van 20% of meer) bevat, mag de massa **U-235** groter dan 15 g zijn.

6 PRIMAIRE VERPAKKING EN COLLO

6.1 De primaire verpakking

- 601 (O) De primaire verpakking moet zodanig zijn dat het primaire collo voldoet aan de vereisten voor een transportcollo **type IP-2**, zoals bepaald in de 'IAEA Safety Standards' [41]. Naast de resultaten van de valtest en de stapeltest moet de producent ook het IP-2-certificaat van het transportcollo opnemen in het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking'.
- 602 (L,O) Van elk collo geconditioneerd afval moet de primaire verpakking behoren tot de lijst in Tabel 11 (de codes zijn in overeenstemming met de technische nota NTC-3 [13]).

Tabel 11: Lijst van toegelaten verpakkingen voor de colli geconditioneerd afval

Code	Omschrijving van de verpakking	Inhoud
FS04D	Vernieuwd standaardvat 400-l	400 liter
FS04F	Vernieuwd standaardvat 400-l, centrering galetten	400 liter

- 603 (L,O) De verschillende materialen waaruit de primaire verpakking is vervaardigd, moeten **fysisch en chemisch compatibel** zijn met elkaar en met:
- de materialen en uitrustingen gebruikt bij het transport en in de opslaginfratructuur;
 - de gebruikte bestanddelen voor de immobilisatiematrix en het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval;
 - de eventueel aanwezige radiologische afscherming of betonstop.
-  Typische voorbeelden van materialen, toegepast in het productieproces van een primaire verpakking, waarvan de fysische en chemische compatibiliteit geëvalueerd en gedocumenteerd wordt in het goedkeuringsdossier zijn:
- het basismateriaal waaruit de primaire verpakking is opgebouwd (inclusief het deksel)
 - het basismateriaal waaruit de toegevoegde onderdelen (zie Bijlage 3) vervaardigd worden
 - het lasmateriaal
 - de gebruikte galvanische bescherming
 - de gebruikte coating (bijvoorbeeld epoxyverf)
 - de gebruikte (radiologische) afscherming
 - de gebruikte interne beschermingsmantel
- 604 (O) De **integriteit, mechanische weerstand, vorm en afmetingen** van de primaire verpakking moeten, onder de normale statische en dynamische belastingen, behouden blijven voor een minimale periode van 75 jaar. Dit geldt voor alle normale handelingen tijdens de opslag van de lege primaire verpakking, het vullen van de primaire verpakking met afval en immobilisatiematrix, de laad- en losoperaties en de opslag van het primaire collo in het daartoe bestemde opslaggebouw.
- 605 (O) De primaire verpakking moet bestand zijn tegen **corrosie en chemische aantasting** gedurende een opslagperiode van minimaal 75 jaar onder normale omstandigheden in het daartoe bestemde opslaggebouw. Deze weerstand moet aangetoond zijn in het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking'.
-  Het voldoen aan de criteria 603, 604 en 605 wordt in belangrijke mate beïnvloed door de randvoorwaarden van de fabricage van de verpakking, de opslag van de lege verpakking in een magazijn, het vullen van de verpakking met ruw en/of verwerkt afval en immobilisatiematrix, alsook de betrokken mechanische handelingen.

6.2 Het primaire collo

6.2.1 Fysische en chemische criteria voor het primaire collo

- 606 (L,O) Van geen enkel primair collo mag het totaal aan macroscopische **lege ruimtes** groter zijn dan 15% van het nominale volume van het primaire collo (dit is 0,4 m³ voor een 400-liter vat). Dit volumepercentage aan lege ruimtes moet vermeld zijn in het goedkeuringsdossier 'Procedé', waarbij ook de methode om dit volumepercentage te bepalen gepreciseerd moet zijn.
-  Om aan dit criterium te voldoen, kan het in sommige gevallen nodig zijn om de lege ruimtes verder op te vullen. In dat geval moeten er materialen gebruikt worden die voldoen aan criterium 442.
- 607 (L,O) Van geen enkel primair collo mag de **totale massa** groter dan 1,5 x 10³ kg zijn.
- 608 (L) In elk primair collo moet de bindmiddelmassa groter dan of gelijk aan 10 m% zijn van de totale massa van het primaire collo.
- 609 (L,O) Geen enkel primair collo mag **vrije vloeistoffen** bevatten.
-  Interstitieel water (bijvoorbeeld in de poriën van betonpuin) wordt niet als een vrije vloeistof beschouwd.

6.2.2 Operationele radiologische veiligheid

- 610 (O) Van geen enkel primair collo mag het bij contact met de primaire verpakking gemeten **maximale dosistempo** groter zijn dan:
- 5 mSv/h voor het geconditioneerde afval bestemd voor opslaggebouw 151;
 - 200 mSv/h, voor het geconditioneerde afval bestemd voor opslaggebouw 127.
- Zo niet, mag het op 1 meter afstand gemeten maximale dosistempo niet groter zijn dan:
- 0,5 mSv/h voor het geconditioneerde afval bestemd voor opslaggebouw 151;
 - 20 m Sv/h, voor het geconditioneerde afval bestemd voor opslaggebouw 127.
- 611 (O) Van geen enkel primair collo mag de **afneembare oppervlaktebesmetting** groter zijn dan:
- 0,4 Bq/cm² voor het totaal van bèta/gammastralers;
 - 0,04 Bq/cm² voor het totaal van alfastralers.
- 612 (O) Van geen enkel primair collo waarvan het geconditioneerde afval bestemd is voor opslaggebouw 151, mag de totale **activiteit van de alfastralers per massa-eenheid** groter zijn dan 4 MBq/kg. Hierbij wordt de totale activiteit berekend op de massa van het primaire collo.
- 613(O) Van geen enkel primair collo waarvan het geconditioneerde afval bestemd is voor opslaggebouw 127, mag de totale **activiteitsconcentratie** groter zijn dan:
- 20 GBq/m³ voor de alfastralers;
 - 800 GBq/m³ voor de bèta/gammastralers (behalve H-3).
- Hierbij wordt de totale activiteitsconcentratie berekend op het nominale volume van het primaire collo.

- 614 (O) Van geen enkel primair collo mag de totale **activiteitsconcentratie voor H-3** groter zijn dan 25 GBq/m³. Hierbij wordt de totale activiteitsconcentratie berekend op het nominale volume van het primaire collo.

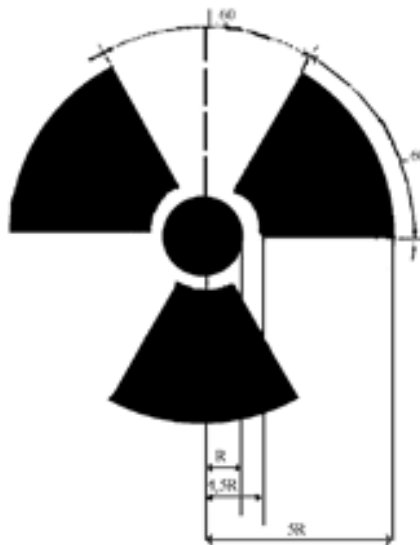
6.2.3 Opschriften en pictogrammen

- 615 (L,O) Elk primair collo moet een **unieke identificatiecode** dragen die het radioactieve afval eenduidig verbindt met zijn documentatie (zie hoofdstuk 3).
- 616 (L,O) De **aangebrachte identificatiecode** moet voldoen aan alle onderstaande voorwaarden:
- De code moet bestaan uit een combinatie van achtereenvolgens een letter (L), een getal van twee cijfers (C), een koppelteken en een getal van vier cijfers (C) (zie Figuur 1: theoretische identificatiecode voor een collo GA
 -). Hierbij gelden de volgende regels:
 - De letter stemt overeen met de producent (zie NTC-3 [13]).
 - Het getal van twee cijfers voor het koppelteken bestaat uit de laatste twee cijfers van het jaar waarin de primaire verpakking werd gefabriceerd.
 - Het getal van vier cijfers na het koppelteken is het volgnummer dat aan het collo is toegekend.
 - De code moet bestaan uit letters en cijfers met een grootte van 75 mm of meer.
 - De code moet zijn aangebracht voordat de primaire verpakking gevuld wordt met afval.
 - De code moet zijn aangebracht op het zijvlak van het metalen vat en op het deksel of de bodem.
 - De code moet minimaal 75 jaar (periode van de opslag) leesbaar blijven.

L	C	C	-	C	C	C	C
---	---	---	---	---	---	---	---

Figuur 1: theoretische identificatiecode voor een collo GA

- 617 (O) Elk primair collo moet een **waarschuwingsteken voor ioniserende straling** dragen, dat gekenmerkt wordt door het symbool afgebeeld in **Error! Reference source not found..** Het waarschuwingsteken moet voldoen aan alle onderstaande voorwaarden:
- Het teken moet een hoogte hebben van 200 mm of meer en moet voldoen aan de verhoudingen vermeld in **Error! Reference source not found..**
 - Het teken moet duidelijk zichtbaar en goed herkenbaar zijn.
 - Het teken moet zijn aangebracht op het zijvlak van het metalen vat, op een plaats onder de identificatiecode.



Figuur 2: Symbool in het waarschuwingsteken voor ioniserende straling op een collo GA

7 BIOLOGISCHE ZIEKTEVERWEKKERS

701 (L,O) Het radioactieve afval mag niet besmet of mogelijk besmet zijn met **biologische ziekteverwekkers**.

Met biologische ziekteverwekkers wordt bedoeld:

- infectieuze stoffen (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 6.2)
- biotoxines (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 6.1-code T1, T2)
- medisch afval (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 6.2-UN 3291)
- genetisch gemodificeerde organismen (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 9-code M8)

702 (L,O) **Biologisch geïnactiveerd** radioactief afval moet worden beschouwd als mogelijk besmet met biologische ziekteverwekkers.

8 ADMINISTRATIEVE BEPALINGEN

8.1 Non-conformiteiten

Het is niet mogelijk om af te wijken van de contractuele overdrachtscriteria.

8.2 Afwijkingen

Het is niet mogelijk om af te wijken van de contractuele overdrachtscriteria.

9 REFERENTIES

- [1] NIRAS-nota 2000-3264 (herziening 2): 'ACRIA-DC-LAGA-HOC-151', auteur: M. Demarche, R. Gens en J. Lenssens;
- [2] NIRAS-nota 2000-4221: 'ACRIA-DC-LAGAT-HOC-151', auteur: M. Demarche, R. Gens en J. Lenssens;
- [3] NIRAS-nota 2010-1067 (herziening 1): 'ACRIA-DC-MAGA-HOC-127', auteur: C. De Bock;
- [4] NIRAS-nota 2010-1077 (herziening 1): 'ACRIA-DC-MAGAT-HOC-127', auteur: C. De Bock;
- [5] NIRAS-nota 98-1446, 'Overzichtslijst van goedgekeurde documenten met betrekking tot de acceptatiecriteria voor radioactief afval / Liste récapitulative des documents approuvés relatifs aux critères d'acceptation de déchets radioactifs';
- [6] NIRAS-nota 2012-0982, technische nota: 'GLOS: Glossarium met betrekking tot de acceptatiecriteria van NIRAS';
- [7] NIRAS-nota 400-89/623, technische nota NTC-4: 'Kwalifikatie van een procédé en een installatie voor de verwerking/konditionering van radioactief afval-richtlijnen voor het opstellen van een technisch dossier.', auteur: A. De Goeyse;
- [8] NIRAS-nota 97-3497N: 'Technische nota NTC-6: Meetmethoden en meetinstallaties voor de bepaling van de activiteit van geconditioneerd afval.', auteur: A. De Goeyse;
- [9] NIRAS-nota 97-4696N: 'Technische nota NTC-6/A: Type-inhoud van een technisch dossier voor methodes gebaseerd op de analyse van primaire colli via gamma-spectrometrie', auteur: A. De Goeyse;
- [10] NIRAS-nota 97-4700N: 'Technische nota NTC-6/B: Type-inhoud van een technisch dossier voor methodes gebaseerd op de analyse van primaire colli via neutronenmetingen', auteur: A. De Goeyse;
- [11] NIRAS-nota 2020-2682: 'Technische nota NTC-6/C: Type-inhoud van een erkenningsdossier voor de meetinstallatie en methodes gebaseerd op de analyse van primaire colli via dosistempometingen.', auteur: J. Becker;
- [12] NIRAS-nota 2000-1049: 'Technische nota NTC-9: Type-inhoud van de goedkeuringsdossiers van de primaire verpakkingen voor geconditioneerd afval.', auteur: M. Voet;
- [13] NIRAS-nota 2021-0334, technische nota: 'Technische nota NTC-3', auteur: N. Van Houtven;
- [14] 'CLP-verordening', zijnde Verordening (EG) nr. 1272/2008 van het Europees Parlement en de Raad van 16 december 2008 (en latere wijzigingen) betreffende de indeling, etikettering en verpakking van stoffen en mengsels tot wijziging en intrekking

van de Richtlijnen 67/548/EEG en 1999/45/EG en tot wijziging van Verordening (EG) nr. 1907/2006;

- [15] 'Technische richtsnoeren voor de indeling van afvalstoffen', Mededeling (EG) nr. 2018/C124/01 van de Europese Commissie van 9 april 2018;
- [16] NIRAS-nota 2018-2897: 'Assessment van ASR en/of DEF in betonpuin voor de oppervlakteberging te Dessel – conform het veiligheidsdossier Versie 3', auteur: E. Coppens;
- [17] NBN EN 206+A2: 'Beton – Specificatie, prestatie, productie en conformiteit', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2021 of een recentere versie;
- [18] NBN EN 197-1, 'Cement – Deel 1 : Samenstelling, specificatie en overeenkomstigheidscriteria voor gewone cementsoorten', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2011 of een recentere versie;
- [19] NBN EN 12620, 'Toeslagmateriaal voor beton, Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2013 of een recentere versie;
- [20] NBN EN 13139, 'Toeslagmateriaal voor mortel', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2013 of een recentere versie;
- [21] NBN EN 1008, 'Aanmaakwater voor beton: Specificatie voor monsterneming, beproeving en beoordeling van de geschiktheid van water, inclusief spoelwater van reinigingsinstallaties in de betonindustrie, als aanmaakwater voor beton.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2002 of een recentere versie;
- [22] NBN EN 934-1, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 1: Algemene eisen.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2008 of een recentere versie;
- [23] NBN EN 934-2+A1, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 2: Hulpstoffen voor beton – Definities, eisen, conformiteit, markering en etikettering.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2012 of een recentere versie;
- [24] NBN EN 934-3+A1, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 3: Hulpstoffen voor metselmortel – Definities, eisen, conformiteit, markering en etikettering.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2012 of een recentere versie;
- [25] NBN EN 934-4, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 4: Hulpstoffen voor injectiemortel voor voorspankabels – Definities, eisen, conformiteit, markering en etikettering.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2009 of een recentere versie;
- [26] NBN EN 934-5, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 5: Hulpstoffen voor spuitbeton – Definities, eisen, conformiteit, merken en labels.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2008 of een recentere versie;
- [27] NBN EN 934-6, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 6: Monsterneming, beoordeling en verificatie van prestatiebestendigheid', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2019 of een recentere versie;
- [28] NBN EN 15167-1, 'Gemalen gegraneerde hoogovenslak voor gebruik in beton, mortel en injectiemortel – Deel 1 : Definities, specificaties en conformiteitscriteria.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2007 of een recentere versie;
- [29] NBN EN 13263-1+A1, 'Silicafume voor beton – Deel 1: Definitie, eisen en overeenkomstigheidscriteria.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2009 of een recentere versie;
- [30] NBN EN 450-1, 'Vliegask voor beton – Deel 1: Definitie, specificaties en overeenkomstigheidscriteria', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2012 of een recentere versie;

-
- [31] NBN B15-216, 'Proeven op beton – Krimpen en zwellen', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 1974 of een recentere versie;
 - [32] NBN B14-217, 'Testen op mortel – Krimpen en zwellen', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 1983 of een recentere versie;
 - [33] NBN EN 12390-3, 'Testen op gehard beton – Deel 3: Druksterkte van proefstukken', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2019 of een recentere versie;
 - [34] NBN EN 1015-11, 'Testmethodes voor mortel voor metselwerk – Deel 11: Bepaling van de buig- en druksterkte van de geharde mortel.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2019 of een recentere versie;
 - [35] NBN EN 12390-5, 'Testen op gehard beton – Deel 5: Buigsterkte van proefstukken', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2019 of een recentere versie;
 - [36] NIRAS-nota 2014-3049, 'Beproeving van een matrix tot interne sulfiet aantasting (DEF)', auteur: E. Coppens;
 - [37] NIRAS-nota 1998-1185: 'TFT 3: Résistance à la lixiviation', auteur: R. Gens;
 - [38] NIRAS-nota 1998-1196: 'TFT 4: Expression et présentation des résultats des essais de lixiviation', auteur: R. Gens;
 - [39] ANDRA specificatie: 'ACO.SP.ASRE.00-064 : Evaluation de la stabilité mécanique d'un bloc de déchets dont la matrice est un liant hydraulique alcalin.', uitgave juni 2006 of een recentere versie;
 - [40] NIRAS-nota 2018-0265, 'Het betrouwbaarheidsinterval voor de individuele waarde, toegepast op betonproductie', auteur: E. Coppens ;
 - [41] IAEA Safety Standards – Specific Safety Requirements no. SSR-6 (Rev. 1): 'Regulations for the safe transport of radioactive material (edition 2018)', Vienna: International Atomic Energy Agency, uitgave 2018 of een recentere versie, ISBN 978-92-0-107917-6;
 - [42] NIRAS-nota 2011-0860, technische nota: "*NTC-14 : Contenu type d'une AA ou d'une RANC par rapport à un critère à long terme applicable aux déchets conditionnés*" – auteur: C. De Bock
 - [43] Koninklijk besluit van 18 november 2002 (en latere wijzigingen) houdende regeling van de erkenning van uitrustingen bestemd voor de opslag, verwerking en conditionering van radioactieve afval houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen;
 - [44] NBN EN 1744-1+A1, 'Beproevingsmethoden voor de chemische eigenschappen van toeslagmaterialen – Deel 1: Chemische analyse', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2013 of een recentere versie;
 - [45] Tractebel-nota BP400L/4NT.0346002/000/00, technische nota: 'BP 400L drum impact analysis (additional calculations)', Tractebel engineering;
 - [46] NIRAS-nota 1997-2207: 'TFT 2: Détermination de la résistance aux effets thermiques des colis enrobés de déchets solides';
 - [47] NBN B05-203, 'Proeven op bouwmaterialen – Vorstbestendigheid - Vorstdooicyclussen', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 1977
 - [48] NBN B15-231, 'Proeven op beton – Vorstbestandheid', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 1987;
 - [49] NIRAS-nota 2019-0624, 'Bepaling van $C_{i, \max}$ -waarden voor gebruik in de ACRIA's voor bergingsafval", auteur: E. Vermariën;

- [50] NIRAS-nota 2005-1858, 'Synthesenota bepaling onderlimiet Ra-226/Th-232 in RAGAL.', auteur: Auteur: J. Lenssens;
- [51] 'ARBIS', zijnde het koninklijke besluit van 20 juli 2001 (en latere wijzigingen) houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen;
- [52] 'ADR' in voege op 1 januari 2021 (en latere wijzigingen), zijnde het Europees Verdrag betreffende het internationaal vervoer van gevaarlijke goederen over de weg, gepubliceerd in het Belgisch Staatsblad op 23 december 2020;

Bijlage 1 Verantwoording van de contractuele overdrachtscriteria

- 201 De goedkeuring van de uitrustingen, geregeld door het koninklijk besluit van 18 november 2002 [42], vormen een essentieel element bij het verzekeren van de conformiteit van het geconditioneerde afval met de contractuele overdrachtscriteria. De goedkeuring voor overdracht impliceert immers:
- dat de afvalproducent met de gebruikte methode, uitrusting, installatie of het gebruikte procedé in staat is om radioactief afval te verwerken en te conditioneren dat beantwoordt aan de van toepassing zijnde contractuele overdrachtscriteria;
 - dat het gaat om een uitrusting waarbij voorrang wordt gegeven aan de toepassing van technologieën voor de verwerking, conditionering en radiologische karakterisering van de primaire colli GA, waarvan de uitvoerbaarheid voldoende beproefd is en waarbij het principe van optimalisering van de stralingsbescherming (ALARA) wordt toegepast.
- De goedkeuring voor overdracht houdt in:
- dat het ruwe en/of verwerkte afval geconditioneerd is volgens een goedgekeurd procedé;
 - dat het GA radiologisch gekarakteriseerd is volgens een goedgekeurde methode en/of meetinstallatie;
 - dat het GA verpakt is in een goedgekeurde primaire verpakking.
- 202 Idem verantwoording 201.
- 203 NIRAS legde de meetmethodes die het onontbeerlijk vindt voor het verkrijgen van correcte kwalitatieve radiologische gegevens over GA vast in deze technische nota's. Voor de goedkeuring van methodes en meetinstallaties voor de radiologische karakterisering van GA gebruikt NIRAS deze technische nota's dan ook alsof het normen zijn.
- 204 Idem verantwoording 201.
- 301 Het C-formulier is gestructureerd in twee grote delen: (1) het voorblad met de gegevens die van toepassing zijn op alle colli en (2) de bijlage met specifieke gegevens per collo. Dit overdrachts criterium somt de gegevens op die de producent opgeeft op het voorblad.
- 302 De specifieke gegevens per collo zijn gestructureerd in twee grote delen: (a) fysische en chemische gegevens en (b) radiologische gegevens. Dit contractueel overdrachts criterium somt de fysische en chemische gegevens op die de producent opgeeft in de bijlage bij het C-formulier.
- Wat betreft 'gevaarlijke stoffen' of 'gevaarlijke mengsels':
- Het 'gevaarlijk' zijn van een stof of een mengsel in het afval van elk primair collo is niet alleen een kwestie van de aanwezigheid van een bepaalde 'gevaarlijke' stof, maar ook van de concentratie waarin deze stof in het afval aanwezig is. Hieronder staat een rekenvoorbeeld van de beoordeling van het 'gevaarlijk' zijn van een stof of een mengsel, alsook welke gegevens op de bijlage van het C-formulier opgegeven worden.
- Veronderstel een primair collo met 100 kg aan afvalvorm, waarvan 5 kg asbest:
- De concentratie aan asbest in de afvalvorm is dus 5%.
 - Volgens de CLP-Verordening [14] is asbest een gevaarlijke stof, aangeduid met de H-zin H350 (carcinogeen, categorie IA/B).
 - Volgens § 3.6.3 van Bijlage I van de CLP-Verordening is dit gevaar van toepassing indien de concentratie aan asbest groter is dan 0,1%.
→ Bijgevolg is H350 van toepassing.
 - Volgens de CLP-Verordening is asbest ook een gevaarlijke stof aangeduid met de H-zin H372 (schadelijk voor bepaalde organen, categorie 2).
 - Volgens § 3.9.3 van Bijlage I van de CLP-Verordening is dit gevaar van toepassing indien de concentratie aan asbest groter is dan 10%.
→ Bijgevolg is H372 niet van toepassing.
 - De gegevens voor de bijlage bij het C-formulier zijn: De afvalvorm bevat de gevaarlijke stof 'asbest' met de toepasselijke H-zin: H350.
- 303 De activiteit van de radionucliden wordt opgevraagd wegens het belang van deze nucliden voor de operationele veiligheid, de langetermijnveiligheid in de referentie-eindbestemming of beide. De selectie van de radionucliden werd uitgebreid om de geologische berging waar mogelijk te vrijwaren

als terugvaloptie voor het betrokken afval. Bovendien wordt op deze manier de traceerbaarheid van het radioactieve afval gevrijwaard.

- 304 De specifieke gegevens per collo zijn gestructureerd in twee grote delen: (a) fysische en chemische gegevens en (b) radiologische gegevens. Dit overdrachts criterium somt de radiologische gegevens op die de producent opgeeft in de bijlage bij het C-formulier.
- 305 Dit gegeven is nodig voor de contractuele overdrachts criteria in Hoofdstuk 7.
- 306 Het productiedocumentatiedossier (PDD) bevat alle relevante informatie over de colli GA. Met dit dossier kan NIRAS nagaan of er voldaan is aan de van toepassing zijnde contractuele overdrachts criteria. Daarnaast bevat dit dossier ook gegevens over het radioactieve afval die een betere traceerbaarheid van het afval garanderen.
- 307 Een PDD bevat alle gegevens die, aan de ene kant, vereist worden in dit document (het aantonen van de naleving van de contractuele overdrachts criteria) en, aan de andere kant, gedocumenteerd worden volgens het goedkeuringsdossier (bijvoorbeeld procesparameters, grondstofcertificaten ...). Het PDD kadert tevens in de NIRAS-vereisten inzake kwaliteitsborging en is nodig om de aangeboden primaire colli GA te accepteren.

Bij de productiecontroles tijdens de ontvangst van de primaire verpakkingen wordt nagegaan of er scheuren, blutsen, krassen ..., aanwezig zijn. Bij controles tijdens de cementering kijkt de producent naar het tijdstip (begin en einde) waarop het collo onbeweeglijk gehouden werd, de vulhoogte van het collo ..., terwijl de controles bij de sluiting vooral focussen op: de kwaliteit van het felswerk, de afwezigheid van vrijstaand water op het bovenoppervlak ...

Voor segregatie (zie criterium 431), ASR (zie criterium 414) en DEF (zie criterium 435), is het voldoende om de resultaten van de testen op representatieve stalen van de immobilisatiematrix of het immobilisatieproduct in het goedkeuringsdossier op te nemen. Deze hoeven niet in het PDD opgenomen te worden.

Wat betreft 'cellulosehoudende stoffen':

Cellulosehoudende stoffen bestaan hoofdzakelijk of geheel uit cellulose. Cellulose is opgebouwd als een aaneenschakeling van glucose-eenheden en wordt dus beschouwd als 'putrifieerbare' of vergankelijke organische stof. ISA, een afbraakproduct van cellulose, is een complex- of chelaatvormend agens (zie verder), waarvan het versturende effect op de cementshoudende barrières in de berging gekend is.

Voorbeelden van cellulosehoudende stoffen zijn papier, karton, hout en katoen. In de praktijk kunnen cellulosehoudende stoffen ook voorkomen in bouwmaterialen, zoals houtvezelcementplaten, gyproc (gipsplaat) of linoleum. Ook in grond komen ze typisch voor (vanwege takjes en bladeren). Leder (schoenen) daarentegen is geen cellulosehoudende stof.

Wat betreft 'minerale chloriden':

In het algemeen zijn chloriden verbindingen waarin chloor in de oxidatietoestand '-1' voorkomt. Een chloride-ion is het negatief geladen ion Cl^- . Chloride-ionen in een waterige oplossing kunnen op twee manieren de langetermijnveiligheid in het gedrag brengen:

- Chloride-ionen kunnen een verstrend effect hebben op de stalen wapening van de caisson.
- Chloride-ionen kunnen, net zoals cellulosehoudende stoffen, een verstrend effect hebben op de chemische retentie van op cement gebaseerde barrières. In geval van een hoge concentratie aan opgeloste chloride-ionen kan de cementmatrix zelf worden aangetast.

De kennis van de massa chloride-ionen die door oplossing van chloriden in water kan vrijkomen, is daarom belangrijk voor de documentatie van het radioactieve afval.

Voor de toepassing van dit document worden alle anorganische chloriden in rekening gebracht. Minerale chloriden zijn zouten waarin het negatief geladen ion ('anion') een chloride-ion is. Een zout is een elektrostatische (dus niet-covalente) binding tussen positieve en negatieve ionen. Een voorbeeld van een mineraal chloride is NaCl (keukenzout). In de praktijk kunnen minerale chloriden typisch voorkomen in radioactief afval afkomstig van verdampingsresiduen, absorbeermaterialen, sedimentaire gesteenten of bouwmaterialen afgeleid van sedimentaire

gesteenten (zoals zand, baksteen en betonpuin) of in afval afkomstig van het gebruik van decontaminatie- en schoonmaakmiddelen.

Organische chloriden komen enkel voor in covalente verbindingen. Voor deze types afval wordt er in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 5.3.2.10.4 van het veiligheidsrapport) aangetoond dat ze geen aanleiding geven tot het vrijkomen van meer dan 0,4 m% chloride-ionen ten opzichte van de bindmiddelmasa in de immobilisatiematrix. Voorbeelden van chemische verbindingen waarin het element chloor covalent gebonden is, zijn polyvinylchloride (PVC) of andere chloorhoudende plastics.

Hieronder volgt een rekenvoorbeeld om de afleiding van de gegevens voor het PDD te illustreren.

Veronderstel een primair collo met daarin ruw en/of verwerkt afval dat 2 kg AgCl, 1 kg NaCl, en 20 kg PVC bevat en 350 kg immobilisatiematrix (schattingen):

- Alleen de minerale zouten AgCl en NaCl in het ingebrachte ruwe en/of verwerkte afval worden als wateroplosbaar beschouwd.
- De massa chloride-ionen in elk chloride kan worden afgeleid van de massa van het chloride en de atoommassa's van de elementen (35,45 voor Cl, 107,87 voor Ag, 22,99 voor Na).
- Zo is de massa chloride-ionen in NaCl gelijk aan $1 \text{ kg} \times (35,45 / (35,45 + 22,99)) = 0,6 \text{ kg}$.
- De gebruikte bestanddelen voor de immobilisatiematrix in dit voorbeeld staan vermeld in Tabel 12.

Tabel 12: bestanddelen fictieve immobilisatiematrix

Bestanddeel	Massa [kg]	% Cl ⁻	Massa Cl ⁻ [kg]
Granulaat 1	135	0,001	0,00135
Granulaat 2	51	0,001	0,00051
Water	62,5	0,025	0,0156
Cement (type CEM I)	100	0,1	0,1
Hulpstof	1,5	0,1	0,0015

- De percentages aan chloride-ionen van de gebruikte granulaten moeten getest worden volgens de norm NBN EN 1744-1 [44]. Voor dit voorbeeld is er een conservatieve waarde van 0,001 m% genomen. De Belgische norm voor drinkwater legt een maximum aan chloride-ionen op van 250 mg/l, ofwel 0,025 m%. Volgens de respectievelijke normen NBN EN 197-1 [18] en NBN EN 934-1 [22] mogen cement en hulpstoffen gebruikt in de immobilisatiematrix niet meer dan 0,1 m% chloride-ionen bevatten. Merk op dat het cement de belangrijkste bijdrage levert tot de massa chloride-ionen in de immobilisatiematrix.
- De gegevens voor het PDD zijn dus: AgCl (2 kg AgCl, 0,5 kg chloride-ionen), NaCl (1 kg NaCl, 0,6 kg chloride-ionen) en immobilisatiematrix (350 kg, 0,1 kg chloride-ionen).

Wat betreft 'wateroplosbare sulfaten':

Met sulfaten worden chemische verbindingen met het sulfaation bedoeld. Een sulfaation is een polyatomisch oxoanion van zwavel met als brutoformule SO_4^{-2} . Sulfaationen in een waterige oplossing kunnen de langetermijnveiligheid in het gedrang brengen, doordat ze de cementmatrix aantasten en zo de integriteit kunnen aantasten van de cementgebonden barrières van de oppervlaktebergingsinrichting.

Voor de toepassing van dit document worden alle anorganische sulfaten, met uitzondering van BaSO_4 (bariumsulfaat), beschouwd als wateroplosbare sulfaten. Anorganische sulfaten zijn zouten waarin het negatief geladen ion ('anion') een sulfaation (SO_4^{-2}) is. Een zout is een elektrostatistische (dus niet-covalente) binding tussen positieve en negatieve ionen. Een voorbeeld van een anorganisch sulfaat is NaSO_4 . In de praktijk kunnen anorganische sulfaten typisch voorkomen in radioactief afval afkomstig van verdampingsresiduen, kunstmeststoffen (bv. ammoniumsulfaat), sedimentaire gesteenten of bouwmaterialen afgeleid van sedimentaire gesteenten (bijvoorbeeld gips in gipsplaat of gyproc) of in afval afkomstig van het gebruik van decontaminatie- en schoonmaakmiddelen.

Organische sulfaten komen enkel voor in homogeen geconditioneerde harsen en kleine heterogeen geconditioneerde harsenkolommen. Voor deze types afval wordt er in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 5.3.2.10.5 van het veiligheidsrapport) aangetoond dat ze geen aanleiding geven tot het vrijkomen van meer dan 12 g sulfaationen per kilogram van de afvalvorm. Een voorbeeld van organische sulfaten zijn sulfaatesters (zoals dimethylsulfaat).

Wat betreft 'complex- of chelaatvormende agentia':

Complexen en chelaten zijn op elektrostatische aantrekkingskracht gebaseerde verbindingen tussen een centraal metaalion en omgevende organische liganden. Het complex of chelaat kan aanzienlijk andere migratie-eigenschappen hebben dan het afzonderlijke metaalion. Op deze wijze kunnen complex- of chelaatvormende agentia een verstoring effect hebben op de chemische retentie van op cement gebaseerde barrières. Daarom worden complex- en chelaatvormende agentia in het afval beperkt. Het gamma van complex- of chelaatvormende agentia is echter heel uitgebreid en de eigenschappen ervan zijn heel divers. Om die reden kan NIRAS geen specifieke vereisten of limietwaarden opleggen, maar vraagt ze enkel dat de aanwezigheid van complex- of chelaatvormende agentia in het afval gedocumenteerd wordt. Dit zal toelaten specifieke veiligheidsstudies uit te voeren, die, al dan niet, aantonen dat het afval veilig geborgen kan worden in de oppervlaktebergingsinrichting mits eventuele maatregelen zoals een aanpassing van de radiologische criteria en/of opvulstrategie.

Voorbeelden van complex- of chelaatvormende agentia zijn EDTA, DPTA, NTA, wijnsteenzuur, citroenzuur, oxaalzuur, alkylsulfonzuur, gesubstitueerde fenolen ... In de praktijk kunnen complex- of chelaatvormende agentia typisch voorkomen in radioactief afval afkomstig van het gebruik van decontaminatie- en schoonmaakmiddelen in ziekenhuizen, onderzoeksinstellingen, chemiebedrijven en bij de ontmanteling van nucleaire installaties.

Wat betreft 'absorbeermiddelen':

Anorganische absorbeermiddelen (bijvoorbeeld silicagel en vermiculiet) kunnen uitzetten in contact met water. Organische absorbeermiddelen kunnen complex- of chelaatvormende agentia bevatten of hun afbraakproducten kunnen dat zijn. Zo zouden absorbeermiddelen hypothetisch afbreuk kunnen doen aan de veiligheid van het langetermijnbeheer van het radioactief afval. NIRAS beschikt niet over een voldoende gefundeerde argumentatie om bepaalde limietwaarden op te leggen. Absorbeermiddelen komen echter slechts in beperkte hoeveelheden per collo voor. NIRAS zal daarom de aanwezigheid van organische of anorganische absorbeermiddelen in het afval tolereren, maar niettemin vereisen dat deze stoffen worden geïdentificeerd en hun massa opgegeven.

- 401 In vergelijking met vloeistoffen, gassen, poeders ..., heeft een vaste en niet-verspreidbare afvalvorm betere fysische, mechanische en chemische eigenschappen voor een veilig beheer. Vloeistoffen, gassen, poeders ..., houden een groter risico in op mogelijke lekken van radioactiviteit naar de omgeving.
Een compacte afvalvorm vormt één aaneengesloten niet-verspreidbaar geheel.
Een stabiele afvalvorm zorgt ervoor dat de evolutie van de afvalvorm beperkt blijft en hij niet zal degraderen onder invloed van de omgeving, zijn eigen inhoud of ten gevolge van de normale handelingen in de verschillende stappen van het beheer.
- 402 Dit criterium is een operationeel criterium omdat gas zich kan ontwikkelen door reacties tussen het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval en de immobilisatiematrix, ten gevolge van corrosie, radiolyse of ontbinding van organische stoffen. Dit gas kan de integriteit van de afvalvorm aantasten door scheuren, barsten, gaten en/of vervormingen te veroorzaken. Ook de integriteit van de primaire verpakking kan erdoor worden aangetast. Aldus kunnen de operationele veiligheidsfuncties van de primaire colli GA (insluiting, afscherming en afzondering) worden verstoord.
Tegelijkertijd beoogt dit overdrachts criterium ook de geologische berging waar mogelijk te vrijwaren als terugvaloptie. In de geologische berging is gasgeneratie een belangrijk fenomeen. Daarom kan dit contractueel overdrachts criterium ook beschouwd worden als een langtermijncriterium.
- 403 Dit contractueel overdrachts criterium zorgt ervoor dat excessieve verdamping van het water in de afvalvorm vermeden wordt. Excessieve verdamping van water kan leiden tot scheuren, barsten ..., van de afvalvorm, waardoor de duurzaamheid van het immobilisatieproduct negatief beïnvloed kan worden.

- 404 **A:**
Minerale chloride-ionen kunnen de veiligheid op twee manieren negatief beïnvloeden: aan de ene kant kunnen zij een verstorend effect hebben op de stalen wapeningsstaven van de caisson; aan de andere kant kunnen zij, net zoals cellulosehoudende stoffen, stabiele complexen vormen met bepaalde radionucliden, waardoor de retentiefuncties van de kunstmatige barrières worden verstoord. Indien er veel chloride-ionen aanwezig zijn, kunnen ze de cementmatrix zelf aantasten. De limietwaarde in dit contractueel overdrachts criterium komt voort uit de conformiteitscriteria voor afval bestemd voor oppervlakteberging (zie § 15.4.2.2 van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting). In het veiligheidsrapport wordt de hoeveelheid minerale chloride-ionen in de afvalvorm beperkt tot 0,4 m% van de massa cement in de immobilisatiematrix. Het gebruik van alternatieve hydraulische bindmiddelen sluit NIRAS a priori niet uit, zie hiervoor criterium 412. Daarom is in het contractueel overdrachts criterium "cementmassa" vervangen door "bindmiddelmassa". De afvalvorm omvat het ingebrachte ruwe en/of verwerkte afval, de interne onderdelen, de immobilisatiematrix en de eventuele interne afscherming of betonstop (zie Bijlage 3), zodat de som van alle minerale chloride-ionen van elk van deze componenten de totale hoeveelheid aan minerale chloride-ionen vormt die in dit criterium in beschouwing genomen wordt. In het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 5.3.2.10.4 van het veiligheidsrapport) is aangetoond dat organische chloriden geen aanleiding geven tot het vrijkomen van meer dan 0,4 m% chloride-ionen ten opzichte van de bindmiddelmassa in de immobilisatiematrix (zie ook verantwoording 307).
- B:**
Versoepeling van contractueel overdrachts criterium 404A is uitsluitend in het kader van het akkoord tussen ENGIE en de Belgische Staat voor de financiële overdracht van radioactief afval van categorie A voor bepaalde stromen/-families van radioactief afval.
- C:**
Versoepeling van contractueel overdrachts criterium 404A is uitsluitend in het kader van het akkoord tussen ENGIE en de Belgische Staat voor de financiële overdracht van radioactief afval van categorie A voor bepaalde stromen/-families van radioactief afval.
- 405 Dit overdrachts criterium berust op een beslissing van NIRAS, die daarmee het courante beheer met betrekking tot 'putrifieerbare stoffen' in het afval wil handhaven. Met 'putrifieerbare stoffen' worden organische stoffen bedoeld die een gepast substraat (= voedingsbodem voor micro-organismen) kunnen vormen voor een biologisch afbraakproces en/of gemakkelijk kunnen afbreken door basische hydrolyse. Putrifieerbare stoffen zijn daarom eigenlijk biologisch afbreekbare stoffen en vetten. Biologisch afbreekbare stoffen zijn immers stoffen die een gepast substraat kunnen vormen voor een biologisch afbraakproces. Vetten zijn stoffen die door basische hydrolyse uiteenvallen in een zeep (= zout van een vetzuur) en glycerol.
De hierboven vermelde reacties resulteren in producten die de operationele- en langetermijnveiligheidsfuncties kunnen verstoren (bijvoorbeeld door corrosie van de metalen verpakking of aantasting van de cementmatrix), afhankelijk van de hoeveelheid waarmee ze in het afval aanwezig zijn. Het criterium maakt een uitzondering voor het geval van de cellulosehoudende stoffen, omdat hiervoor een specifieke maximumlimiet bestaat (zie § 15.4.2.1 van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting). Het contractueel overdrachts criterium maakt tevens de abstractie dat vetten in de praktijk ofwel tot de biologisch afbreekbare stoffen behoren, ofwel slechts in verwaarloosbaar kleine hoeveelheden in het afval voorkomen. Het contractueel overdrachts criterium is niet van toepassing op de primaire verpakking, aangezien hierbij geen biologisch afbreekbare stoffen aanwezig zijn.
Dit contractueel overdrachts criterium is niet kwantitatief. Het is niet uitgedrukt in numerieke limietwaarden. Het verbod op de aanwezigheid van biologisch afbreekbare stoffen mag dus niet worden gelijkgesteld met de nullimietwaarde. Het contractueel overdrachts criterium is kwalitatief. Verwaarloosbare hoeveelheden van de stoffen in kwestie, die de performantie van de veiligheidsfuncties niet verstoren, kunnen dus worden getolereerd.
- 406 Isosaccharinezuur (ISA), het belangrijkste degradatieproduct van cellulose in bergingsomstandigheden, kan stabiele complexen vormen met bepaalde radionucliden. Dit verstoort de retentie-eigenschappen van de cementbarrières en kan dus leiden tot een hogere radiologische impact door uitloging van de oppervlaktebergingsinstallatie. De aanwezigheid van cellulosehoudende stoffen in de afvalvorm moet daarom worden beperkt. Het verband tussen de aanwezigheid van ISA en de invloed ervan op de retentie-eigenschappen van de cementbarrières is echter niet evenredig. Er bestaat een maximumwaarde voor de concentratie van ISA waaronder er geen invloed is op deze retentie-eigenschappen.

De limiet van 0,1 kg voor een 400-litercollo is rechtstreeks overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.4.2.1 van het veiligheidsrapport).

Het contractueel overdrachtscriterium is niet van toepassing op de primaire verpakking, aangezien hierbij geen cellulosehoudende stoffen aanwezig zijn. Enkele voorbeelden van cellulosehoudende stoffen worden gegeven in verantwoording 307.

- 407 Dit contractueel overdrachtscriterium komt voort uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.4.2.5 van het veiligheidsrapport). Hierin staat dat stoffen of mengsels die geklasseerd zijn onder de 'fysische gevaren' uitgesloten worden in het bergingsafval. Het is een beslissing van NIRAS om een aanvulling met betrekking tot de EUH-zinnen toe te voegen. Deze EUH-zinnen leveren extra informatie over specifieke gevaren voor stoffen die als fysisch gevaarlijk ingedeeld worden.
Bij de beoordeling van het gevaarlijk zijn van bepaalde stoffen, speelt de concentratie ook een rol. NIRAS heeft ervoor gekozen het individuele collo GA als eenheid te nemen voor deze beoordeling en als dusdanig de concentraties van potentieel gevaarlijke stoffen te berekenen op de massa van de afvalvorm van het collo GA. Het contractueel overdrachtscriterium is niet van toepassing op de primaire verpakking, aangezien hierbij geen gevaarlijke stoffen of mengsels aanwezig zijn.
Dit criterium is niet kwantitatief. Het is niet uitgedrukt in numerieke limietwaarden. Het verbod op de aanwezigheid van gevaarlijke stoffen of mengsels mag daarom niet worden gelijkgesteld met de nullimietwaarde. Het contractueel overdrachtscriterium is kwalitatief. Verwaarloosbare hoeveelheden van de stoffen in kwestie, die de performantie van de veiligheidsfuncties niet verstoren, kunnen dus worden getolereerd.
- 408 In het afval dat bestemd is voor oppervlakteberging mogen volgens het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.3.4 van het veiligheidsrapport) geen processen optreden die door expansie van het bergingsafval (zoals gelvorming) zouden kunnen leiden tot scheurvorming en dus aantasting van de fysische integriteit van de cementgebonden barrières (*in casu* de caisson, de opvulmortel of het bergingsafval zelf). Dit zou een verstoring van de veiligheidsfuncties met zich kunnen meebrengen.
Voor betonpuin (zoals shaverstof) zijn ASR en DEF geïdentificeerd als de enige processen waarvoor bijkomende criteria en vereisten gedefinieerd moeten worden om dergelijke verstoringen te vermijden.
- 409 Deze limietwaarde in het contractueel overdrachtscriterium is overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.4.2.3 van het veiligheidsrapport). Hierin wordt voor elk collo geconditioneerd afval het massa-aandeel aan sulfaationen (massa SO_4^{2-}) van wateroplosbare sulfaten beperkt tot 12 g per kilogram van de afvalvorm. Tot aan de limiet van 12 g per kilogram van de afvalvorm heeft het vrijkomen van sulfaationen uit het geconditioneerde radioactieve afval geen invloed op de aantasting van de cementmatrix van de betonbarrières uit de veiligheidsevaluatie. Ter herinnering: de massa van de afvalvorm is gelijk aan de massa van het collo verminderd met de massa van zijn primaire verpakking.
In het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 5.3.2.10.5 van het veiligheidsrapport) is aangetoond dat organische sulfaten geen aanleiding geven tot het vrijkomen van meer dan 12 g sulfaationen per kilogram van de afvalvorm (zie ook verantwoording 307).
- 410 Elektropositieve metalen (zoals aluminium, beryllium en magnesium) kunnen normaliter niet geïmmobiliseerd worden in een matrix op basis van cement als hydraulisch bindmiddel. Deze vormen een redoxkoppel, waarbij een niet-verwaarloosbare hoeveelheid H_2 vrijkomt tijdens de binding en uitharding van de matrix (merk op dat een bindingsreactie in een cementmatrix lang kan duren). Het immobiliseren van dergelijke metalen in een matrix op basis van cement als hydraulisch bindmiddel is enkel mogelijk als de producent kan aantonen dat de kinetiek van de reactie traag genoeg is, zodat ze de binding en uitharding van de matrix niet verstoort. Dit kan door een matrixsamenstelling te gebruiken die een toevoegstof bevat (bijvoorbeeld lithiumnitraat) die de corrosiereactie inhibeert.
Dit contractueel overdrachtscriterium is niet kwantitatief. Het is niet uitgedrukt in numerieke limietwaarden. Het verbod op de aanwezigheid van elektropositieve metalen mag daarom niet worden gelijkgesteld met de nullimietwaarde. Het contractueel overdrachtscriterium is kwalitatief. Verwaarloosbare hoeveelheden van de stoffen in kwestie, die de performantie van de veiligheidsfuncties niet verstoren, kunnen dus worden getolereerd.
- 411 De chemische samenstelling en eigenschappen van het ruwe en/of verwerkte afval kunnen een grote invloed hebben op de kwaliteit en de eigenschappen van het immobilisatieproduct. Daarom wordt er aan de producent gevraagd om de nominale en extreme samenstelling van het afval en zijn corresponderende eigenschappen op te geven, zodat deze gekend zijn bij het ontwikkelen van de matrixsamenstelling. De lijst van de eigenschappen van het ruwe en/of verwerkte afval die opgenomen wordt in het goedkeuringsdossier is afhankelijk van: de conditioneringsvariant, de

producent, de eventuele aanwezige radiologische afscherming of betonstop ..., en wordt tijdens het goedkeuringstraject overeengekomen met NIRAS.

Dit contractueel overdrachts criterium is gekoppeld met het contractueel overdrachts criterium 439, waarin vereist wordt dat de immobilisatiematrix compatibel is met alle mogelijke (chemische) samenstellingen van het ingebrachte ruwe en/of verwerkte afval.

- 412 Wanneer het gebruikte bindmiddel in de immobilisatiematrix voldoet aan de norm vermeld in het contractueel overdrachts criterium, kan de kwaliteit van het cement gegarandeerd worden. Een kwaliteitsvol bindmiddel is noodzakelijk, echter toch niet voldoende voor een kwaliteitsvolle immobilisatiematrix. Alkali-geactiveerde slakken zijn hoogovenslakken welke geactiveerd worden door een base zoals NaOH of KOH na menging. De eigenschappen van dit alternatief hydraulisch bindmiddel zijn gelijkaardig aan die van een CEM III/C cement, welke geactiveerd worden door Ca(OH)_2 , zodat dit alternatief hydraulisch bindmiddel het vrijkomen van de radionucliden uit het ruwe en/of verwerkte afval beperkt.
NIRAS sluit het gebruik van andere alternatieve hydraulische bindmiddelen (zoals geopolymere, fosformagnesiumcement, sulfoalumineuscement ...) à priori niet uit. Echter er zijn bijkomende vereisten indien de producent bij de aanmaak van zijn immobilisatiematrix gebruik wil maken van deze andere alternatieve bindmiddelen, welke NIRAS later zal definiëren en ontwikkelen.
- 413 Wanneer de gebruikte granulaten in de immobilisatiematrix voldoen aan de norm vermeld in het contractueel overdrachts criterium, kan de kwaliteit van de granulaten gegarandeerd worden. Kwaliteitsvolle granulaten zijn noodzakelijk, echter toch niet voldoende om een kwaliteitsvolle immobilisatiematrix te verkrijgen.
- 414 De alkali-silica reactie (ASR) is een chemische reactie tussen aggregaten met reactieve silica en alkaliën die aanwezig zijn in de immobilisatiematrix. Deze reactie kan leiden tot expansie van de afvalvorm (zie verantwoording 408), die op haar beurt kan leiden tot barsten en scheurvorming in het immobilisatieproduct.
De methode beschreven in ASTM C1260 is een oriënterende test met één van de volgende resultaten:
- het aggregaat is gevoelig voor ASR;
 - het aggregaat is ongevoelig voor ASR;
 - het aggregaat is potentieel gevoelig voor ASR.
- In het laatste geval zal het uitvoeren van de test ASTM C1293 leiden tot een classificatie van het aggregaat als 'gevoelig voor ASR' of 'ongevoelig voor ASR'. Het is belangrijk om alle gebruikte granulaten te onderzoeken, ongeacht of ze silicium- of kalkhoudend zijn. Lage gehalten aan reactief silicium, dolomiet en/of klei kunnen immers al leiden tot een expansieve reactie in een alkalisch midden.
- 415 Idem verantwoording 413
- 416 De degradatie van organische verbindingen kan leiden tot de vorming van complex- of chelaatvormende agentia. Deze agentia kunnen de speciatie van de radionucliden in oplossing veranderen door de oplosbaarheid van de radionucliden te verhogen en/of door de sorptie te verminderen op de kunstmatige barrières (immobilisatiematrix en/of radiologische afscherming) of sedimentaire gesteenten in het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval. De producent kan best gebruik maken van anorganische hulpstoffen om de vorming van complex- en chelaatvormende agentia in de immobilisatiematrix zoveel mogelijk te vermijden. Indien gebruikt gemaakt wordt van organische hulpstoffen zal de producent deze keuze beargumenteren in het goedkeuringsdossier.
Op basis van internationaal onderzoek naar de complex- en chelaatvormende capaciteit van superplastificeers laat NIRAS de volgende superplasten toe mits ze correct gedoseerd⁹ zijn: superplastificeers gebaseerd op naftaleensulfonaat, polycarboxylaat of melaminesulfonaat. Het gebruik van naftaleensulfonaat, polycarboxylaat en melaminesulfonaat wordt ondersteund door het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (voor naftaleensulfonaat en polycarboxylaat zie § 5.3.4 van het veiligheidsrapport, voor melaminesulfonaat zie § 5.3.1.2.9 van het veiligheidsrapport). Voor melaminesulfonaat wordt er geen sorptieverlaging verwacht op de kunstmatige barrières.
- 417 Idem verantwoording 413
- 418 Enkel minerale toevoegstoffen aan de immobilisatiematrix zijn toegelaten, om de hoeveelheid organische stoffen in het geconditioneerde afval te beperken. De degradatie van deze stoffen kan

⁹ Met 'correcte dosering' wordt bedoeld een normale dosering zoals gebruikelijk in de klassieke betontechnologie (maximaal enkele percenten ten opzichte van de massa van het cement), waarbij de hulpstof(fen) bovendien geen negatieve effecten hebben op de eigenschappen van het verse beton, de verse mortel of cementpasta (zoals segregatie, overmatig zweten ...).

immers leiden tot de vorming van complex- of chelaatvormende agentia (zie ook verantwoording 416).

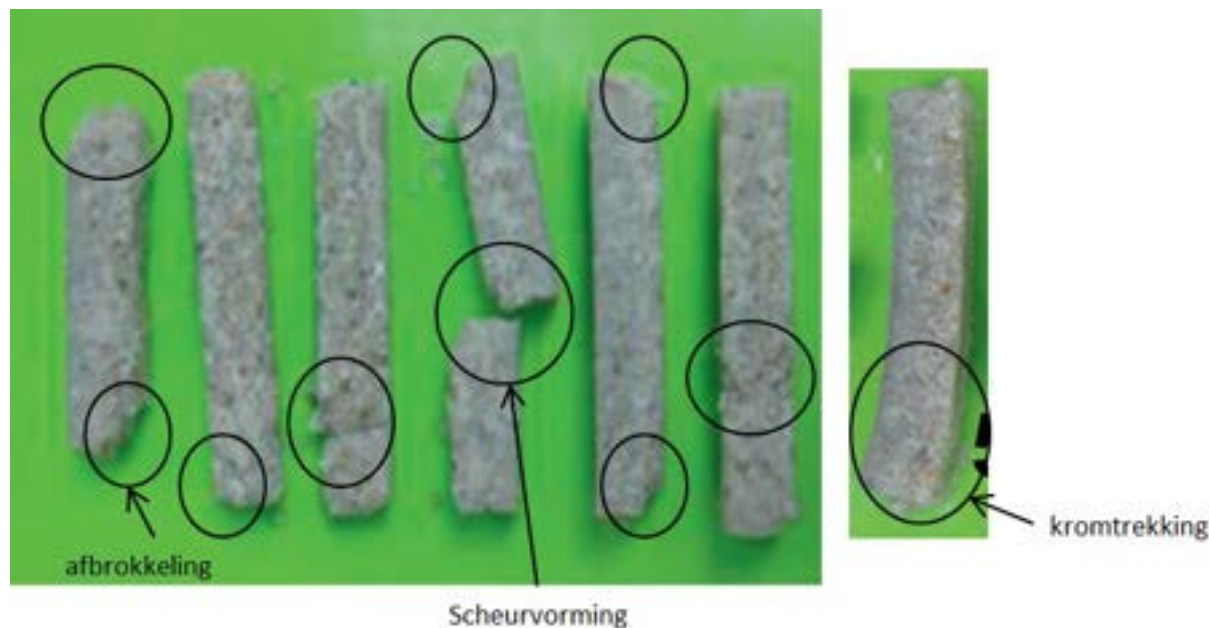
- 419 De normen garanderen een minimale kwaliteit en een nauwkeurige en ondubbelzinnige identificatie van de toevoegstoffen. Zo worden bepaalde siliciumhoudende granulaten geclassificeerd als silica fume wegens hun korrelgrootte en worden ze gecertificeerd en gecodificeerd volgens de opgegeven norm. Kwaliteitsvolle toevoegstoffen zijn noodzakelijk, echter toch niet voldoende voor een kwaliteitsvolle immobilisatiematrix.
- 420 Gezien het eerder kleine risico op ASR-gevoeligheid van kalksteenmeel, kan de producent deze ongevoeligheid aantonen op basis van de chemische samenstelling ervan. Omdat voor fijne componenten van de immobilisatiematrix zoals kalksteenmeel (L of LL) de korte test ASTM C1260 niet van toepassing is, kan het moedergesteente van het kalksteenmeel, indien beschikbaar met een voldoende grote korrelverdeling, getest worden volgens de kortere testmethode beschreven in ASTM C1260.
De producent kan de ASR-ongevoeligheid ook aantonen door het uitvoeren van de gestandaardiseerde test ASTM C1293 op de volledige mortel, cementpasta of het volledige beton.
- 421 De producent mag de testen in criteria 421 tot en met 431 uitvoeren op inactieve proefstukken, waarbij gebruik gemaakt wordt van een surrogaat van het reële afval (dat wil zeggen een niet-radioactief immobilisatieproduct met dezelfde chemische eigenschappen). Dit kan gebeuren om redenen van stralingsbescherming en gezien de industriële en economische beperkingen om testen uit te voeren op actieve proefstukken van het immobilisatieproduct. Het is zeer belangrijk dat deze testen op niet-actieve proefstukken representatief zijn voor de reële productie van het GA. Deze representativiteit toont de producent aan door een complementair testprogramma uit te voeren op actieve proefstukken (hierin worden vaak testen gebruikt die gemakkelijker uitvoerbaar zijn op actieve proefstukken dan de testen van de overdrachtscriteria).
- 422 De representativiteit houdt in dat de proefstukken tijdens hun binding en uitharding, in verhouding, minstens dezelfde condities (zoals belastingen, krachten, temperatuursevolutie ...) hebben ervaren als het immobilisatieproduct in een reëel collo. Immers bij de homogene cementering van een reëel collo zullen er veranderingen optreden door aanpassing (vergroting) van de schaal waarmee rekening gehouden moet worden, omdat deze anders kunnen zorgen voor nadelige gevolgen. Zo zijn:
- de fysische en chemische eigenschappen van het immobilisatieproduct tijdens het mengen afhankelijk van het volume en de hoeveelheden van de gebruikte bestanddelen. Bijvoorbeeld de hydratatiereacties van cement zijn exothermisch, wat een niet-verwaarloosbare en niet-uniforme toename van de temperatuur induceert. Zowel de temperatuurstijging als de temperatuurgradiënt zijn hoger bij een groter volume immobilisatieproduct.
 - de kwaliteitseigenschappen van het verse en uitgeharde immobilisatieproduct afhankelijk van het goed mengen van het immobilisatieproduct. Het mengen van een grote hoeveelheid immobilisatieproduct in een industriële installatie brengt bijkomende moeilijkheden met zich mee ten opzichte van het mengen van een kleine hoeveelheid in een laboratorium.
 - de reproduceerbaarheid en de robuustheid voor een reëel collo zowel afhankelijk van de foutenmarges die gedefinieerd zijn bij het mengen van het immobilisatieproduct (bijvoorbeeld mengtijd en mengvermogen), als de foutenmarges die gedefinieerd zijn bij de hoeveelheden van de gebruikte bestanddelen.
- Deze representativiteit toont de producent aan door een complementair testprogramma uit te voeren op proefstukken op reële schaal (hierin worden vaak testen gebruikt die gemakkelijker uitvoerbaar zijn op proefstukken op reële schaal dan de testen van de contractuele overdrachtscriteria).
- 423 Het kwaliteitssysteem moet de kwaliteit van het immobilisatieproduct garanderen, zodat altijd aan alle contractuele overdrachtscriteria voor het immobilisatieproduct voldaan is. Aangezien de meeste samenstellende delen van het immobilisatieproduct natuurproducten zijn, kan elke wijziging van de herkomst van deze samenstellende delen (inclusief een wijziging van de leverancier, steengroeve, cementoven, ...) een impact hebben op de eigenschappen van het immobilisatieproduct.
- 424 Het gebruik van een hydraulisch bindmiddel in de samenstelling van een immobilisatieproduct is cruciaal voor haar chemische, fysische en mechanische eigenschappen (en dus de kwaliteit). Daarom eist NIRAS van de producent dat de nodige procedures geïmplementeerd zijn. Hierdoor

wordt een constante samenstelling van het immobilisatieproduct, binnen de gedefinieerde en aanvaarde tolerantie marges, gewaarborgd en wordt deze samenstelling correct gedocumenteerd in het bijbehorende goedkeuringsdossier.

- 425 De nominale samenstelling wordt gecontroleerd en gegarandeerd op basis van doseernauwkeurigheden van de gebruikte bestanddelen van het immobilisatieproduct conform de opgegeven norm of opgegeven tolerantie. Als de producent niet kan voldoen aan deze norm, mag er in het goedkeuringsdossier een eigen doseernauwkeurigheid opgegeven worden, op voorwaarde dat er door deze variaties geen andere contractuele overdrachtscriteria geschonden worden. De variaties op de nominale samenstelling zijn bovendien van belang bij het aantonen van de robuustheid (zie criterium 439).
- 426 Wanneer de binding van het immobilisatieproduct gegoten in de eerste stap begint vooraleer de tweede stap aangevangen wordt, kunnen er zich discontinuïteiten vormen tussen opeenvolgende stappen. Deze problemen worden vermeden wanneer het immobilisatieproduct in één keer gegoten wordt of de tijd tussen twee opeenvolgende stappen voldoende klein is, zodat de binding van de eerste stap nog niet begonnen is.
- 427 Overmatig waterverlies door verdamping tijdens de bindingsfase kan leiden tot een tekort aan water voor de binding en uitharding, waardoor de duurzaamheid van het immobilisatieproduct negatief beïnvloed kan worden.
Een mogelijke manier om aan dit contractueel overdrachts criterium te voldoen, is het deksel op het primaire collo GA te plaatsen zonder het definitief te sluiten.
- 428 Tijdens de binding en uitharding van een cementshoudend immobilisatieproduct zal het immobilisatieproduct in een eerste fase 'zweten' (er wordt dus water vrijgezet). Dit water wordt nadien opnieuw opgenomen en gebonden, zodat er op het oppervlak geen vrijstaand water achterblijft. De aanwezigheid van vrijstaand water na de binding en uitharding van het immobilisatieproduct is een indicatie dat er segregatie heeft plaatsgevonden of dat er initieel te veel water werd toegevoegd (bijvoorbeeld verkeerde bepaling van de watervraag, fout bij de dosering van het water, ...). Beide gevallen kunnen nadelig zijn voor de kwaliteit van het immobilisatieproduct. Daarnaast kan het vrijstaande water preferentiële wegen voor migratie van radionucliden bevorderen, waardoor het risico op besmetting binnen en buiten het primaire collo GA toeneemt. Dit brengt de integriteit van het primaire collo met betrekking tot de insluiting van de radionucliden in gedrang.
- 429 NIRAS vraagt om het primaire collo gedurende een bepaalde tijd onbeweeglijk te houden om er zeker van te zijn dat de zetting voldoende gevorderd is (vermindering van de plasticiteit tijdens de zetting), zodat er geen verlies van cohesie tussen het immobilisatieproduct en het ruwe en/of verwerkte afval (ten gevolge van manipulaties) optreedt. Dit kan nadelige effecten hebben op de kwaliteit van het primaire collo GA. Tussen de start en het einde van de binding mag het collo niet verplaatst worden, omdat het immobilisatieproduct op dat moment in een semi-plastische toestand verkeert met zeer zwakke mechanische eigenschappen. Eventuele schade (zoals scheuren) is blijvend.
- 430 Scheuren in de immobilisatiematrix zijn niet gewenst, aangezien ze enerzijds kunnen wijzen op een slechte kwaliteit van één van de componenten van de immobilisatiematrix en anderzijds op een probleem bij de productie van het radioactieve immobilisatieproduct. Omwille van de representativiteit, verkiest NIRAS dat de producent het (niet-)actieve collo produceert met dezelfde cementeerinstallatie als voor de conditionering van het ruwe en/of verwerkte afval. Indien dat niet mogelijk is, mag het collo worden aangemaakt in zo representatief mogelijke condities. De versnijdingswijze wordt zodanig bepaald door de producent, zodat eventuele bijkomende scheurvorming tijdens het versnijden zoveel mogelijk beperkt wordt.
Als de waarde voor de krimp meer dan 4 mm/m bedraagt en de cumulatieve opening voor het (niet-)actieve collo op ware grootte deze gemeten krimpwaarde niet overschrijdt, wordt aangenomen dat de ontstane scheuren een gevolg zijn van de krimp en niet van de opschaling. De producent mag dan de gemeten krimpwaarde als bovengrens van de toelaatbare cumulatieve opening gebruiken. Bij gebrek aan een bevredigende norm om de krimpwaarde te bekomen op cementpasta's, wordt dezelfde norm gebruikt die geldig is voor mortels.
Met dit contractueel overdrachts criterium wordt een mogelijke verstoring van de veiligheidsfuncties (insluiting van de radionucliden) niet tegengegaan, echter toch enigszins beperkt. Enkel visueel waarneembare scheuren of met andere woorden scheuren die een breedte hebben van 0,1 mm of meer, worden beschouwd wegens praktische uitvoerbaarheid. De controle tracht op deze manier de mogelijke scheurvorming die niet het gevolg is van scheuren ten gevolge van krimp in kaart te

brenge. Immers deze mogelijke scheuren zijn niet verklaarbaar en kunnen mogelijk het gevolg zijn van een pathologie op lange termijn die niet opgemerkt werd op laboschaal.

- 431 Dit criterium is vereist om het fenomeen van segregatie te vermijden, wat een negatieve invloed heeft op de kwaliteit en de homogeniteit van het immobilisatieproduct. Segregatie vormt mogelijke preferentiële wegen van uitloging, die de migratie van radionucliden kan bevorderen en de insluiting van radionucliden in het gedrang kan brengen.
- 432 De historische en arbitraire minimumlimiet van 20 MPa blijkt in bepaalde gevallen eerder penalisierend te zijn voor de kwaliteit van het immobilisatieproduct. Een lagere minimale druksterkte werd daarom bepaald, gebaseerd op simulaties van de schade die een standaard 400l-vat oploopt in functie van de druksterkte van de matrix die het bevat (zie [45]). Bij een val van 6 m hoogte is de vervorming van het vat beperkt tot minder dan de helft van de "ultimate strain", indien de druksterkte van het immobilisatieproduct 8 MPa bedraagt.
Omdat de druksterkte van een homogeen gecementeerd immobilisatieproduct na het bereiken van een maximum (licht) kan zakken, wordt er aan de producent gevraagd om in zijn goedkeuringsdossier het verloop van de druksterkte in de tijd (tot het bereiken van een steady-state of plateau) te beschrijven. Op die manier wordt aangetoond of de druksterkte steeds minimaal 8 MPa zal bedragen.
- 433 De buigsterkte geeft een indicatie van het al dan niet aanwezig zijn van scheuren in het immobilisatieproduct. Indien er scheuren zijn in het product, zal de buigsterkte nagenoeg nihil zijn. Scheuren kunnen het transport van radionucliden uit het collo bevorderen en zo de integriteit van het primaire collo in gedrang brengen. NIRAS heeft beslist om 1 MPa als onderlimiet te gebruiken om praktische redenen.
Omdat de buigsterkte van een homogeen gecementeerd immobilisatieproduct na het bereiken van een maximum (licht) kan zakken, wordt er aan de producent gevraagd om in zijn goedkeuringsdossier het verloop van de buigsterkte in de tijd (tot het bereiken van een steady-state of plateau) te beschrijven. Op die manier wordt aangetoond of de buigsterkte steeds minimaal 1 MPa zal bedragen.
- 434 Dit criterium geeft een indicatie van de duurzaamheid van het immobilisatieproduct en het gedrag van het immobilisatieproduct bij onderdompeling in water.
Aantastingsmechanismen van cementhoudende materialen vereisen meestal de aanwezigheid van water en/of worden versneld in vochtige omstandigheden. Bovendien evolueert zowel een oppervlaktebergingsinrichting als een geologischebergingsinrichting op lange termijn naar een systeem met hoge relatieve vochtigheid. Een test uitvoeren bij een relatieve vochtigheid van 100% is, met andere woorden, conservatief (of op zijn minst representatief) ten opzichte van de te verwachten relatieve vochtigheden in een bergingsinstallatie.
Een zekere duurzaamheid van het immobilisatieproduct is tijdens de operationele fase van het beheer, als op lange termijn belangrijk. In de bergingsinstallatie zal een hogere duurzaamheid van het immobilisatieproduct en een hogere bestandheid tegen agressieve stoffen, in combinatie met water, helpen de compatibiliteit met het kunstmatige barrièresysteem gedurende langere tijd te verzekeren en de verenigbaarheid met de bergingsinstallatie te verbeteren.
Het is onmogelijk om in het contractueel overdrachts criterium alle mogelijke structurele veranderingen op zo'n manier te beschrijven dat geen enkele kwalitatieve beoordeling meer nodig zou zijn. Om de producenten meer duiding te geven bij het contractueel overdrachts criterium worden enkele voorbeelden gegeven van onaanvaardbare structurele veranderingen (zie **Error! Reference source not found.**).



Figuur 3: Voorbeelden van onaanvaardbare structurele veranderingen (afbrokkeling, scheurvorming en kromtrekking) van proefstukken (omcirkeld).

- 435 Indien de temperatuur in beton, mortel of cementpasta tijdens of na de binding oploopt tot boven 60 °C, bestaat de kans op interne sulfaataantasting via vertraagde ettringietvorming (DEF) en bijgevolg zwelling, scheuren of barsten van de afvalvorm. Dit zou een verstoring van de veiligheidsfuncties voor de oppervlakteberging met zich kunnen meebrengen.
- 436 Specifieke aantastingsmechanismen kunnen geïnduceerd worden door koude temperaturen. Enkele voorbeelden zijn: thaumasiet aantasting wat resulteert in een totaal verlies van coherentie en rekristallisatie van geïmmobiliseerde zouten wat kan leiden tot scheurvorming en afbrokkelingen. Bovendien geeft dit contractueel overdrachts criterium een indicatie over de duurzaamheid van het immobilisatieproduct. Een zekere duurzaamheid van het immobilisatieproduct is van belang zowel tijdens de operationele fase van het beheer van het radioactieve afval, als op lange termijn. In de berging zal een hogere duurzaamheid van het immobilisatieproduct en een hogere bestandheid tegen agressieve stoffen in combinatie met water bijdragen tot een langer verzekerde compatibiliteit met het kunstmatige barrièresysteem en tot een betere verenigbaarheid met de bergingsinstallatie.
- De koudetest voor het immobilisatieproduct is gelijkaardig aan de vries-dooi test voor de heterogene immobilisatiematrix, beschreven in de TFT-2 [46]. Echter omwille van de industriële haalbaarheid en dat de normen NBN B05-203 [47] en NBN B15-231 [48], waarop de test beschreven in de TFT-2 gebaseerd is, niet van toepassing zijn op een immobilisatieproduct, worden er minder strenge eisen op het immobilisatieproduct opgelegd.
- 437 Dit contractueel overdrachts criterium geeft een indicatie over de capaciteit van het immobilisatieproduct om de geïmmobiliseerde radionucliden ook op lange termijn in te sluiten.
- 438 De duurzaamheidstest is gebaseerd op ASTM C1293, die beproeft naar ASR. De hier beschreven beproeving voor homogeen gecementeerd afval, beproeft echter ook andere, mogelijk nadelige, reacties in het immobilisatieproduct. De afwezigheid van deze reacties wordt aangetoond door middel van microscopische analyses. De volume- en massaveranderingen en de uiteindelijke buigsterkte van de monsters kunnen bijkomende informatie aanleveren ter ondersteuning van een beter begrip van deze microscopische analyses. Het objectief van deze microscopische analyses is een kwalitatieve beschrijving van de microstructuur van het immobilisatieproduct te verkrijgen. De producent onderzoekt en beschrijft hiervoor de verschillende technieken, en bij verschillende schalen, de verschillende punten van belang (zoals de structuur van de cementgebonden matrix, interfaces met aggregaten of het afval ...). De samples die hierbij onderzocht worden, zijn zo representatief mogelijk voor de ganse afvalvorm. Immers het tijdstip van optreden van anomalieën en waarnemingen kan bijkomende informatie geven over welke reactie deze afwijkingen veroorzaakt heeft.
- Wanneer de analyses met een voldoende hoge frequentie uitgevoerd worden, is het mogelijk om met de meetresultaten een eventuele stabilisatie van de toestand van de proefstukken te identificeren (met andere woorden uitblijven van dimensionele veranderingen,

massaveranderingen, scheuren, afbrokkelingen ...). Het is mogelijk dat een stabilisatie van de toestand van de proefstukken pas optreedt (lang) nadat de 12 maanden na aanvang van de test verlopen zijn. Daarom wordt de producent aangeraden om de test pas te stoppen na onderling overleg met NIRAS.

- 439 De kwaliteit en de eigenschappen van het immobilisatieproduct zijn gegarandeerd, als de samenstelling van het immobilisatieproduct voldoende robuust is ten opzichte van de variaties in chemische samenstelling van het ruwe en/of verwerkte afval die kunnen optreden binnen het volledige domein van criterium.
Voor het contractueel overdrachts criterium 'duurzaam' (zie criterium 438) hoeven de variaties van de chemische samenstelling van het ruwe en/of verwerkte afval niet in rekening gebracht te worden en is het voldoende om de conformiteit met dit contractueel overdrachts criterium na te gaan enkel op basis van de nominale samenstelling.
- 440 De compatibiliteit tussen twee cementgebonden materialen (radiologische afscherming of betonstop en het immobilisatieproduct) is afhankelijk van de uitwisseling van water en de chemische interacties die gebeuren op hun scheidingslaag. Specifiek: wanneer de twee materialen een belangrijk verschil in samenstelling van hun interstitiële oplossing vertonen, kan er door een chemische gradiënt een mogelijke incompatibiliteit optreden. Zo is het mogelijk dat een sulfaataantasting in het ene materiaal optreedt als gevolg van de incompatibiliteit met het andere materiaal.
De uitwisseling van water tussen de twee cementgebonden materialen versnelt dit soort van chemische interacties op de scheidingslaag door middel van advectie in de interstitiële oplossing. De eventuele aanwezigheid van een mengsel mag geen negatieve invloed hebben op het immobilisatieproduct, de primaire verpakking en de radiologische afscherming van het primaire collo, zodat de integriteit van alle of een van deze onderdelen niet aangetast wordt.
- 441 De materialen die de producent kan gebruiken voor een eventuele radiologische afscherming worden beperkt, om geen bijkomende moeilijkheden te creëren bij het aantonen van de compatibiliteit tussen de componenten van het primaire collo en de compatibiliteit met de bergingsinstallatie (zie criterium 603). Het gebruik van deze materialen voor de radiologische afscherming houdt onder meer in dat het GA de gewenste fysische en chemische eigenschappen bezit om het vrijkomen van radionucliden uit het ruwe en/of verwerkte afval te beperken (zie § 15.3.2.1 van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinstallatie). De keuze aan te gebruiken materialen is ook beperkt wegens de beperkte scope van de toegelaten configuraties van de colli GA in dit document.
- 442 Omdat een radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta het afval niet moet solidificeren, volstaat een beperktere set van contractuele overdrachts criteria dan die voor de immobilisatiematrix en het immobilisatieproduct. Deze contractuele overdrachts criteria vermijden een potentiële verstoring van de veiligheidsfuncties van de oppervlakteberging. Bovendien is het voldoende dat de fabrikant van deze componenten over een BENOR-keurmerk (of een gelijkwaardig keurmerk) beschikt om NIRAS te tonen dat de kwaliteit gegarandeerd blijft tijdens de productie. Het werken volgens een dergelijk keurmerk betekent dat automatisch is voldaan aan een aantal criteria die betrekking hebben op de kwaliteitscontrole en -garantie en ze dus niet meer expliciet moeten worden aangetoond. De fabrikant kan een onderaannemer van de afvalproducent zijn of de afvalproducent zelf.
Wanneer de producent niet beschikt over een BENOR-keurmerk (of een gelijkwaardig keurmerk), gelden er bijkomende contractuele overdrachts criteria voor de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta om NIRAS te tonen dat de kwaliteit gegarandeerd blijft tijdens de productie.
- 443 Omdat de radiologische afscherming gezien wordt als een standaardbeton in tegenstelling tot het immobilisatieproduct, wordt voor de druksterkte op 28 dagen gebruikt gemaakt van 30 MPa wat in de klassieke bouw beschouwd wordt als de ondergrens voor een standaard beton, mortel of cementpasta. Om in accidentele omstandigheden nog steeds een goede omsluiting en veiligheid voor het personeel ten opzichte van het radioactieve afval te garanderen, is de druksterkte ook van belang voor de operationele veiligheid. Een analoge redenering geldt voor de buigsterkte van de radiologische afscherming.
- 444 Zie verantwoording 443.
- 445 De materialen die de producent kan gebruiken voor een eventuele betonstop worden beperkt om geen bijkomende moeilijkheden te creëren bij het aantonen van de compatibiliteit tussen de componenten van het primaire collo en de compatibiliteit met de oppervlaktebergingsinstallatie (zie

criterium 603). De keuze aan te gebruiken materialen is ook beperkt wegens de beperkte scope van de toegelaten configuraties van de colli GA in dit document.

- 446 Omdat een betonstop uit beton, mortel of cementpasta het afval niet moet solidificeren, volstaat een beperktere set van criteria dan die voor de immobilisatiematrix en immobilisatieproduct. Aan de hand van deze contractuele overdrachtscriteria kan aangetoond worden dat de kwaliteit gegarandeerd blijft tijdens de productie, waardoor een verstoring van de veiligheidsfuncties van het collo GA vermeden wordt.
- 447 Omdat de betonstop gezien wordt als een standaardbeton in tegenstelling tot het immobilisatieproduct, wordt voor de druksterkte op 28 dagen gebruikt gemaakt van 30 MPa wat in de klassieke bouw beschouwd wordt als de ondergrens voor een standaard beton, mortel of cementpasta. Om in accidentele omstandigheden nog steeds een goede omsluiting en veiligheid voor het personeel ten opzichte van het radioactieve afval te garanderen, is de druksterkte ook van belang voor de operationele veiligheid. Een analoge redenering geldt voor de buigsterkte van de betonstop.
- 448 Zie verantwoording 447.
- 501 De maximale radionuclideconcentraties per primair collo en per monoliet mogen binnen redelijke grenzen afwijken van de aanvaardbare gemiddelde concentratie in de berging (zie § 6.4.5.4 van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting). Dit houdt onder meer in dat de absolute activiteitsconcentraties van de kritieke radionucliden in elk collo GA moeten worden beperkt tot bepaalde limietwaarden. De hiervoor gebruikte CLI-waarden in het contractueel overdrachts criterium zijn rechtstreeks overgenomen uit het veiligheidsrapport voor de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.6.1.1 van het veiligheidsrapport).
- 502 Conform de hypothesen van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.6.1.1 van het veiligheidsrapport) moet de radiologische impact van een collo GA in het scenario van onopzettelijke menselijke intrusie 'analyse van een boorkern' kleiner dan of gelijk zijn aan 3 mSv. Dit wordt verzekerd door het respecteren van dit 'X-criterium'. De overeenkomstige $C_{i,max}$ -waarden zijn bepaald in NIRAS-nota 2019-0624 [49]. Belgoprocess gebruikt de waarde van het X-criterium voor de bepaling van de klasse waartoe het GA behoort. Met de klasse GA is er een specifiek opslaggebouw verbonden, zodat bijgevolg dit contractueel overdrachts criterium relevant is voor de operationele veiligheid van dit opslaggebouw.
- 503 Omdat de hypothesen van de veiligheidsevaluatie geldig zouden zijn, moet de activiteit van de kritieke radionucliden een voldoende homogene spreiding hebben. De OLI-waarden voor de oostelijke tumulus zijn rechtstreeks overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.6.1.1 van het veiligheidsrapport). De limietwaarde in het contractueel overdrachts criterium is afgeleid uit de limiet op de monoliet in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.6.1.1 van het veiligheidsrapport). Hierin wordt voor elke monoliet de heterogeniteitsfactor beperkt tot 85. De gebruikte basishypothese om de limietwaarde in dit document te bepalen is dat een monoliet van type I elk vier GA-colli bevat, zodat een GA-collo met een heterogeniteitsfactor van 340 gecompenseerd kan worden door de overige drie colli GA.
- 504 Radium/thoriumhoudend afval wordt geweerd uit de oppervlaktebergingsinrichting, om te vermijden dat radonemanatie uit het afval de radiologische metingen zou verstoren. Door de toegelaten som van de concentraties aan Ra-226 en Th-232 in het ruwe en/of verwerkte afval te beperken tot 1000 Bq/kg, wordt verzekerd dat een eventuele emanatie en/of uitloging geen significante effecten veroorzaakt ten opzichte van de achtergrondconcentraties of concentraties in constructiematerialen zoals het beton van de berging (zie § 14.3.1.5 van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting). NIRAS hanteert de waarde van 1000 Bq/kg als algemene limietwaarde voor het van *nature* aanwezige radium en thorium [50]. Deze limietwaarde is ook gebruikt in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.6.1.2 van het veiligheidsrapport). Het contractueel overdrachts criterium is geformuleerd in de vorm van een gebod, in overeenstemming met de Algemene Regels voor het opstellen van contractuele overdrachts criteria (voorlopige versie 30 augustus 2018). Het respecteren van bepaalde maximale activiteitsconcentraties moet gezien worden als een vereiste en niet als een manier om een verstoring van de veiligheidsfuncties te voorkomen. Zo is het respecteren van de maximumactiviteit van Ra-226 en Th-232 per massa-eenheid een vereiste die gebaseerd is op de strategische keuze van NIRAS om radium/thoriumhoudend afval af te leiden naar een specifiek beheertraject. Deze

vereiste is trouwens weerspiegeld in de classificatie van het radioactieve afval. Om deze reden is het contractueel overdrachts criterium ook gerelateerd aan de operationele veiligheid.

- 505 Omwille van zowel de operationele als de langetermijnveiligheid, moet het risico op kritikaliteit in de bergingsinrichting onbestaande zijn. De limietwaarden in het contractueel overdrachts criterium zijn rechtstreeks overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.7.1.4 van het veiligheidsrapport). De limietwaarden zijn gebaseerd op een scenario waarbij splijtbare nucliden op lange termijn worden uitgelooqd en zich verzamelen onderaan de stapel monolieten. Deze limietwaarden zijn conservatief voor de operationele veiligheid.
- 506 Deze limiet is afgeleid uit de bepaling in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.7.2 van het veiligheidsrapport) dat het ruwe en/of verwerkte afval dat nucleaire brandstof bevat in niet verwaarloosbare hoeveelheden, niet mag worden aanvaard voor oppervlakteberging. Vervolgens beperkt dit veiligheidsrapport de massa U-235 in een 400-litercollo tot 15 g, indien er in het collo hoogverrijkt uranium aanwezig is. Dit contractueel overdrachts criterium betreft een aspect dat gericht is op de veiligheid na de sluiting van de bergingsinstallatie.
- 601 NIRAS eist dat de primaire verpakking voldoet aan de internationale criteria voor een transportcollo van het type IP-2, zodat de primaire verpakking over zodanige mechanisch-fysische eigenschappen beschikt dat het in alle veiligheid gebruikt kan worden tijdens de opslagperiode. De valtest houdt rekening met de mogelijke ongevallen die zich kunnen voordoen tijdens het transport, terwijl de stapeltest rekening houdt met de belastingen waaraan het primaire collo GA onderworpen kan worden tijdens het transport.
- 602 Wanneer gebruikgemaakt wordt van een primaire verpakking uit **Error! Reference source not found.**, waarvan de code in overeenstemming is met de technische nota NTC-3 [13], voldoet het collo GA automatisch aan de afmetingen en massa's die toegelaten zijn in de oppervlaktebergingsinrichting (zie tabel 6 van het document ONDRAF/4NT/0573726/000/01 getiteld 'All - Structural Design Caissons/Monoliths'. Dit document kan gevonden worden in Annex I van NIROND TR-2011-63 E V3).
- 603 De fysische en chemische compatibiliteit houdt in dat er, zowel op korte als op lange termijn, geen nadelige consequenties mogen zijn voor de integriteit van het primaire collo, onder meer ten gevolge van:
- de incompatibiliteit tussen het contactoppervlak van een primaire verpakking en de verschillende andere uitrustingen;
 - de afstotingsverschijnselen en/of een slechte aanhechting van de immobilisatiematrix met de (binnen)wand van de primaire verpakking;
 - interne corrosie door contact tussen de matrix en de wand;
 - het inbrengen van het ruwe en/of verwerkte afval en de immobilisatiematrix tijdens de conditionering.
- Dit contractueel overdrachts criterium impliceert bijgevolg dat er geen fysische en chemische aantastingen van de primaire verpakking met inwendige oorsprong kunnen optreden in het collo GA.
- 604 Dit contractueel overdrachts criterium impliceert dat er geen fysische beschadigingen van de primaire verpakking van uitwendige afkomst kunnen optreden in het collo GA voor een minimale periode van 75 jaar. NIRAS heeft beslist om deze periode te laten beginnen vanaf het jaar waarin de primaire verpakking geproduceerd wordt. Het contractueel overdrachts criterium zorgt ervoor dat de primaire verpakking kan weerstaan aan alle mechanische belastingen die kunnen optreden onder normale bedrijfsomstandigheden en er dus geen doorboringen, scheuren of barsten, diepe krassen, deuken, bulten en chemische en thermische aantastingen optreden. Het criterium beantwoordt ook aan de eis dat het onderste collo de belasting kan weerstaan, wanneer colli vier rijen hoog (voor opslaggebouw G127) of zes rijen hoog (voor opslaggebouw G155) gestapeld worden tijdens de tijdelijke opslag.
- 605 Dit contractueel overdrachts criterium impliceert dat er geen chemische aantastingen van de primaire verpakking van uitwendige oorsprong kunnen optreden in het collo GA. Hiervoor eist NIRAS onder andere dat de primaire verpakking van het GA corrosiebestendig is tijdens alle fases van zijn beheer voorafgaand aan de eindconditionering. Corrosiebestendigheid heeft betrekking op corrosieverschijnselen van zowel interne als externe oorsprong, waarbij de voorziene periode wordt vastgelegd op 75 jaar.

De integriteit van de primaire verpakking is van cruciaal belang voor de veiligheid tijdens de volledige opslagperiode en heeft rechtstreeks invloed op het latere ontladen van de primaire colli uit het opslaggebouw.

- 606 De conformiteitscriteria uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.3.2.2 van het veiligheidsrapport) leggen deze beperking op voor een collo heterogeen geconditioneerd afval, om zo van boven tot beneden aaneengesloten lege ruimtes te vermijden en het mogelijke transport van radionucliden doorheen het collo of het vrijkomen van radionucliden uit het collo tot een minimum te beperken. Echter de radiologische evaluaties in hoofdstuk 14 van het veiligheidsrapport gaan uit van een maximum van 15 % aan lege ruimte in het collo GA, ongeacht of het hierbij gaat om homogeen of heterogeen in een cementmatrix geconditioneerd afval. Zodat bijgevolg deze maximumlimiet ook opgelegd kan worden aan colli homogeen geconditioneerd afval. Merk op dat de opgegeven limietwaarde van 15 % aan lege ruimte op een conservatieve manier de compatibiliteit met de geologische berging garandeert. NIRAS wenst hiermee rekening te houden voor het geval dat de eindbestemming van het collo toch niet de oppervlakteberging zou zijn.
- 607 NIRAS en Belgoprocess gaan voorzichtigheidshalve uit van een maximale massa van $1,5 \times 10^3$ kg voor het primaire collo. Deze limietwaarde is afkomstig van de grijper in de opslaggebouwen, maar omvat tegelijkertijd op een conservatieve manier de maximale massa af voor colli GA die volgens het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting toegelaten zijn in een monoliet van Type I.
- 608 Omwille van de langetermijnveiligheid moet het GA de fysische en chemische eigenschappen hebben die het vrijkomen van radionucliden uit het ruwe en/of verwerkte afval beperken. Dit houdt onder meer in dat het GA een voldoende grote hoeveelheid massa bindmiddel (zie criterium 412) moet bevatten. De radionucliden worden immers in essentie vastgehouden in de uitgeharde bindmiddel. De limietwaarde is rechtstreeks overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.3.2.1 van het veiligheidsrapport).
- 609 Om de monoliet te behoeden voor verstoring van de operationele- en langetermijnveiligheidsfuncties beschreven in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.3.3 van het veiligheidsrapport), mag er geen radioactief besmette vloeistof uit de monoliet lopen. Bovendien kunnen vrije vloeistoffen, in het bijzonder water, dienen als medium voor versturende chemische reacties zoals corrosie en daarom worden ze zoveel mogelijk vermeden. Enkel vrije macroscopische vloeistoffen zijn uitgesloten. Interstitieel water wordt dus niet als een vrije vloeistof beschouwd. Interstitieel water wordt ter plaatse gehouden door capillaire krachten en draagt daarom niet bij aan processen die een stroming van vloeistof in het bergingscollo veronderstellen.
- 610 De limietwaarden van 5 mSv/h en 200 Sv/h zijn afkomstig uit het veiligheidsrapport van respectievelijk het opslaggebouw G151 en de IPM. De limietwaarde van 5 mSv/h wordt gebruikt om het GA te karakteriseren en naar een geschikt opslaggebouw te sturen (G151). Om het dosistempo bij contact van de monoliet tot 20 mSv/h te beperken (zie § 15.6.2.1 van het veiligheidsrapport), is het dosistempo bij contact van de GA-colli voor geïntegreerde bestrijding van ziekten en plagen beperkt tot 200 mSv/h. Dit betekent dat GA-colli die tot middelactief GA behoren (colli met een dosistempo van meer dan 5 mSv/h tot en met 2 Sv/h) en met een dosistempo van meer dan 200 mSv/h in opslaggebouw B127 kunnen worden geplaatst, maar niet naar de volgende stap van het beheerproces kunnen overgaan zolang het dosistempo niet voldoende gedaald is.
- 611 Het contractueel overdrachtscriterium voor afneembare oppervlaktebesmetting is een operationele parameter die van belang is voor de bescherming van mens en omgeving tijdens de verschillende fasen van het verdere beheer (transport en opslag in de respectievelijke opslaggebouwen). Bovendien is dit criterium opgenomen in het veiligheidsrapport van de betrokken opslaggebouwen.
- 612 De totale alfa- of bèta/gamma-activiteit is een parameter die van belang is voor de veiligheid van het opslaggebouw. In accidentele omstandigheden moet de impact naar mens en milieu binnen de wettelijke beperkingen blijven. Deze parameter is afhankelijk van het type gebouw en wordt vermeld in het bijbehorende veiligheidsrapport.
- 613 De totale alfa- of bèta/gamma-activiteit is een parameter die van belang is voor de veiligheid van het opslaggebouw. Bij accidentele omstandigheden moet de impact naar mens en milieu binnen de wettelijke beperkingen blijven. Deze parameter is afhankelijk van het type gebouw en wordt vermeld in het bijbehorende veiligheidsrapport. De limietwaarden van 20 GBq/m³ voor alfastralers

-
- en 800 GBq/m³ voor bèta/gammastralers zijn overgenomen uit het veiligheidsrapport van de IPM. De limietwaarden voor het betrokken opslaggebouw (G127) zijn gelijk aan 37 TBq/m³ voor alfastralers en bèta/gammastralers.
- 614 De bèta/gamma-activiteit van tritium is een belangrijke parameter voor de operationele veiligheid van het personeel tijdens het hele beheerproces. In accidentele omstandigheden moet de impact op mens en milieu binnen de wettelijke limieten blijven. Deze limietwaarde is overgenomen uit het veiligheidsrapport van de IPM.
- 615 Een unieke identificatiecode op een collo zorgt voor een eenduidige verbinding met zijn radiologische en chemische inhoud, zodat men steeds weet hoe de operationele veiligheid gegarandeerd kan worden. Naast een operationeel criterium is dit ook een langetermijncriterium, omdat het de traceerbaarheid en (radiologische en chemische) inhoud van het afval omvat die van belang is voor de berging van het collo en voor het garanderen van de langetermijnveiligheid van de oppervlaktebergingsinrichting.
- 616 Om het identificatienummer vanop afstand en onder verschillende invalshoeken leesbaar te maken, zal het identificatienummer voldoende groot aangebracht worden op meerdere plaatsen op het vat. Om de uniformiteit te verzekeren, wordt er een bepaalde structuur gehanteerd voor het identificatienummer, zoals vermeld is in het contractueel overdrachts criterium.
- 617 Het ARBIS [51] legt het volgende op:
- Elk collo GA moet een waarschuwingsteken voor ioniserende straling dragen. Dit volgt uit artikel 31.2 c van het ARBIS, dat bepaalt dat het waarschuwingsteken moet voorkomen op elk recipiënt waarin zich radioactieve stoffen bevinden. De afmetingen van het etiket en de plaats(en) op het collo waar het wordt aangebracht, staan in functie van de duidelijke zichtbaarheid en de goede herkenbaarheid van het waarschuwingsteken.
 - Het waarschuwingsteken moet gelijken op het waarschuwingsteken voor radioactieve stoffen, dat wordt omschreven in het koninklijk besluit van 17 juni 1997 betreffende de veiligheids- en gezondheidssignalering op het werk (waar ook de Codex over het welzijn op het werk naar verwijst). Dit volgt uit artikel 31.1 van het ARBIS, dat zich verder focust op het symbool dat het belangrijkste kenmerk is van dit waarschuwingsteken. Hierbij wordt opgemerkt dat het koninklijk besluit van 17 juni 1997 niet oplegt dat het waarschuwingsteken voor radioactieve stoffen moet voorkomen op recipiënten.
- 701 Dit contractueel overdrachts criterium is een langetermijncriterium omdat het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting de aanwezigheid van infectueuze stoffen in het bergingsafval verbiedt (zie § 15.5 van het veiligheidsrapport). Dit criterium is ook een operationeel criterium omdat het de veiligheid van de operatoren van het betrokken opslaggebouw, de IPM-installatie en de oppervlaktebergingsinrichting betreft. Het contractueel overdrachts criterium is (lichtjes) meer beperkend dan het overeenkomstig conformiteitscriterium van de oppervlaktebergingsinrichting; het verbod geldt voor alle 'biologische ziekteverwekkers' en niet alleen voor 'infectueuze stoffen', dit om operationele redenen. Voor de omschrijving van 'biologische ziekteverwekkers' wordt een beroep gedaan op definities uit het ADR [52], wegens de nauwkeurigheid van deze definities en de algemene bekendheid van deze wetgeving.
- 702 Dit contractueel overdrachts criterium is gebaseerd op het voorzichtigheidsprincipe. Biologische inactivatietechnieken zijn doorgaans niet voor 100% effectief in het vernietigen van de aanwezige biologische ziekteverwekkers.

Bijlage 2 Referentiebeheertraject

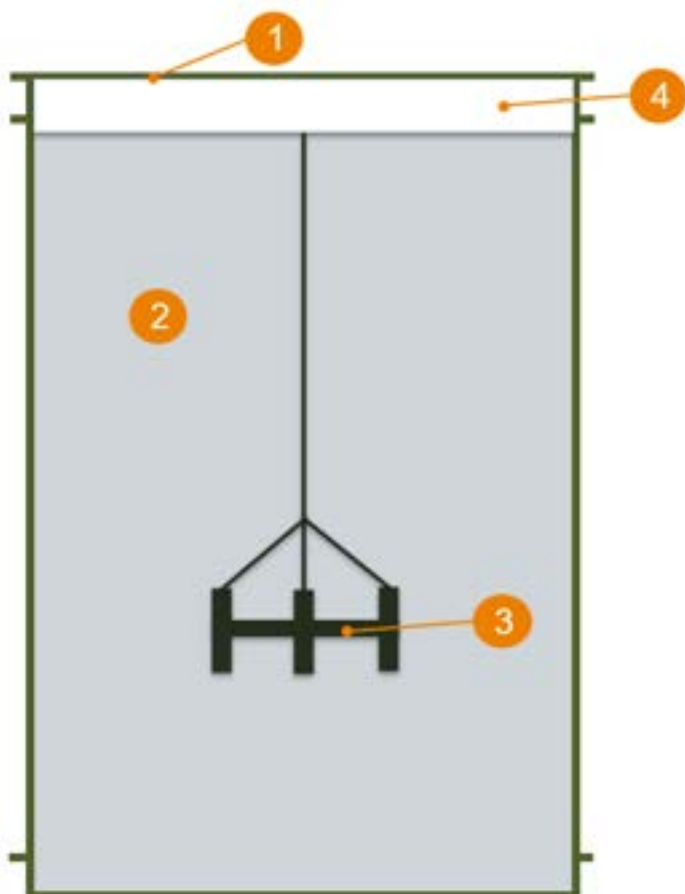
Een referentiebeheertraject is de opeenvolging van beheeractiviteiten, dat door NIRAS gepland is in overeenstemming met het Nationale Programma, zoals bedoeld in de wet van 3 juni 2014 houdende wijziging van artikel 179 van de wet van 8 augustus 1980.

Het referentiebeheertraject van het radioactieve afval waarop deze contractuele overdrachtscriteria betrekking hebben, bestaat uit de volgende stappen:

1. Acceptatie van de colli geconditioneerd afval (GA) door NIRAS en transport naar site 1 van Belgoprocess (in geval de colli niet geproduceerd zijn op deze site).
2. Opslag van de colli in gebouw 151 of 127, afhankelijk van het dosistempo van het collo.
3. Acceptatie en overbrenging van de colli GA vanuit de opslaggebouwen naar de (toekomstige) IPM-installatie, eveneens op site 1 van Belgoprocess.
4. Eindconditionering in IPM.
De eindconditionering bestaat uit de samenbundeling van een selectie van vier 400-litercolli GA of vijf 220-litercolli GA in een specifiek type betoncontainer ('caisson'), gevolgd door de cementering van deze colli met 'opvulmortel'. Het product van de eindconditionering zijn bergingscolli ('monolieten') Type I.
5. Acceptatie en overbrenging van de monolieten vanuit IPM naar de (geplande) oppervlaktebergingsinstallatie, gelegen naast de site van Belgoprocess en geëxploiteerd door NIRAS.
6. Berging van de monolieten.
7. Beheer van het radioactieve afval na berging.

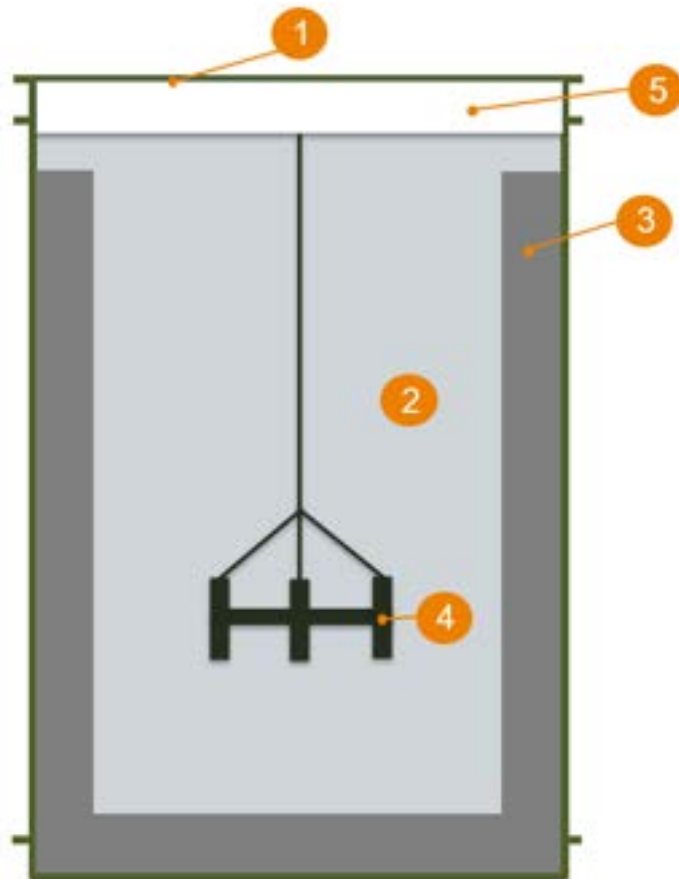
Bijlage 3 Toepasselijke configuraties van het collo GA

Configuratie 1: Homogene conditionering zonder interne afscherming



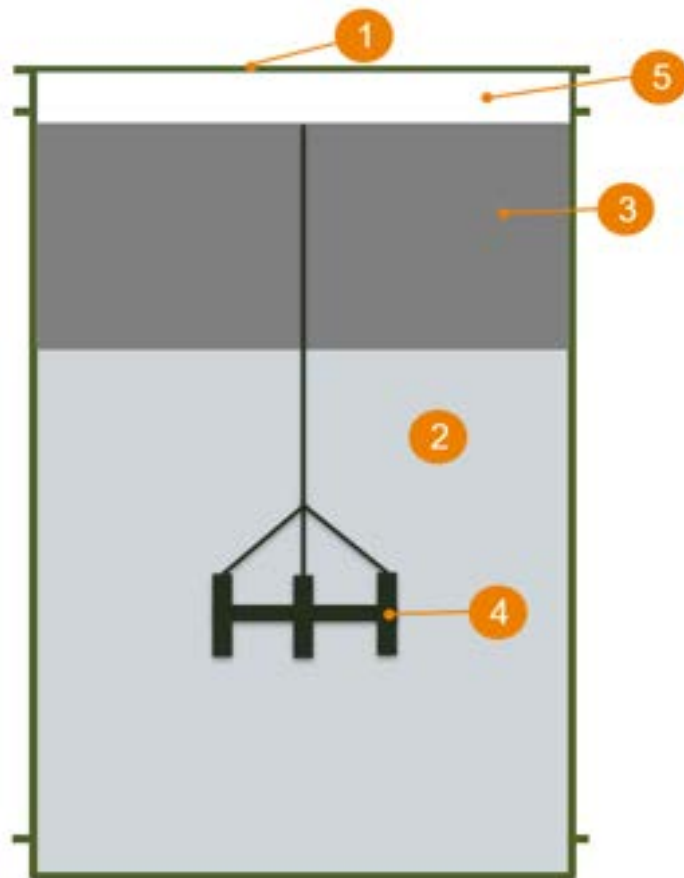
Nr.	Onderdeel	Basiscomponent
1	Metalen vat: <ul style="list-style-type: none">▪ kuip (inclusief eventuele beschermingsmantel)▪ deksel	Primaire verpakking
2	Immobilisatieproduct: <ul style="list-style-type: none">▪ het ruwe en/of verwerkte afval▪ immobilisatiematrix (conditioneringsmortel of -beton)	Afvalvorm
3	Menger (Optioneel)	
4	Vrije ruimte	(Opzettelijk vrij gelaten lege ruimte)

Configuratie 2: Homogene conditionering met interne afscherming



Nr.	Onderdeel	Basiscomponent
1	Metalen vat: <ul style="list-style-type: none">▪ kuip (inclusief eventuele beschermingsmantel)▪ deksel	Primaire verpakking
2	Immobilisatieproduct: <ul style="list-style-type: none">▪ het ruwe en/of verwerkte afval▪ immobilisatiematrix (conditioneringsmortel of -beton)	Afvalvorm
3	Interne afscherming (bijvoorbeeld uit hematiet- of barietbeton/mortel, cementpasta, staal of lood)	
4	Menger (Optioneel)	
5	Vrije ruimte	(Opzettelijk vrij gelaten lege ruimte)

Configuratie 3: Homogene conditionering met betonstop



Nr.	Onderdeel	Basiscomponent
1	Metalen vat: <ul style="list-style-type: none">▪ kuip (inclusief eventuele beschermingsmantel)▪ deksel	Primaire verpakking
2	Immobilisatieproduct: <ul style="list-style-type: none">▪ het ruwe en/of verwerkte afval▪ immobilisatiematrix (conditioneringsmortel of -beton)	Afvalvorm
3	Betonstop (uit hematiet- of barietbeton/mortel of cementpasta)	
4	Menger (Optioneel)	
5	Vrije ruimte	(Opzettelijk vrij gelaten lege ruimte)

Bijlage 4 Overzicht van de gevaarzinnen van de uitgesloten gevaarlijke stoffen en mengsels

H-zin	begeleidend GHS-pictogram	Beschrijving
ontploffbare stoffen		
H200		instabiele ontploffbare stof
H201		ontploffbaar; gevaar voor massaexplosie
H202		ontploffbaar; ernstig gevaar voor scherfwerking
H203		ontploffbaar; gevaar voor brandluchtdrukwerking of scherfwerking
H204		gevaar voor brand of scherfwerking
H205	geen	gevaar voor massa-explosie bij brand
ontvlambare gasen of aerosolen		
H221	geen	ontvlambaar gas
H220		zeer licht ontvlambaar gas
H222		zeer licht ontvlambare aerosol
H223		ontvlambare aerosol
ontvlambare vloeistoffen of vaste stoffen		
H224		zeer licht ontvlambare vloeistof en damp
H225		licht ontvlambare vloeistof en damp
H226		ontvlambare vloeistof en damp
H228		ontvlambare vaste stof
zelf ontledende stoffen en mengsels, alsook organische peroxiden		
H240	 of 	ontploffingsgevaar bij verwarming
H241		brand of ontploffingsgevaar bij verwarming
H242		Brandgevaar bij verwarming
pyrofore stoffen en stoffen en mengsels die voor zelfverhitting vatbaar zijn		
H250		vat spontaan vlam bij blootstelling aan lucht
H251		vatbaar voor zelfverhitting; kan vlam vatten
H252		in grote hoeveelheden vatbaar voor zelfverhitting; kan vlam vatten
stoffen en mengsels die in contact met water ontvlambare gasen ontwikkelen		
H260		in contact met water komen ontvlambare gasen vrij die spontaan kunnen ontbranden
H261		in contact met water komen ontvlambare gasen vrij
oxiderende vaste stoffen en vloeistoffen en gasen		

H-zin	begeleitend GHS-pictogram	Beschrijving
H270		Gas dat kan brand of ontploffingen veroorzaken; sterk oxiderend
H271		kan brand of ontploffingen veroorzaken; sterk oxiderend
H272		kan brand bevorderen; oxiderend
gassen onder druk		
H280		bevat gas onder druk; kan ontploffen bij verwarming
H281		bevat sterk gekoeld gas; kan cryogene brandwonden of letsel veroorzaken
stoffen en mengsels die bijtend zijn voor metalen		
H290		kan bijtend zijn voor metalen
EUH-zin	begeleitend GHS-pictogram	Beschrijving
materiële eigenschappen		
EUH001	geen	in droge toestand ontplofbaar
EUH014		reageert heftig met water
EUH018		kan bij gebruik een ontvlambaar/ontplofbaar damp-luchtmengsel vormen
EUH019		kan ontplofbare peroxiden vormen
EUH044		ontploffingsgevaar bij verwarming in afgesloten toestand

Opmerking: EUH006, "Ontplofbaar met en zonder lucht.", is geschrapt door de Europese Verordening (EU) nr. 487/2013 van 8 mei 2013.

C-Formulier

 <p>NIRAS (Dienst Acceptatie) Kunstlaan 14 1210 BRUSSEL</p>	<p><i>Veld voorbehouden aan NIRAS</i></p>
---	---

1.3	Aantal bijlagen:
-----	------------------

2.4	Telefoonnummer:
-----	-----------------

3.1

4.1 Code (volgens NTC-3):

5.1

[illegible]

7. Opmerkingen

7.1

--

8. Validering radiologische gegevens

Ondergetekende, erkend deskundige bevoegd in de fysische controle, verklaart dat de opgegeven radiologische gegevens correct en conform de goedgekeurde methode voor radiologische karakterisering zijn.

8.1

Naam:

8.2

Datum:

8.3

Handtekening:

Identificatiefiche van het collo GA

A1 Identificatie

A1.1	Collonummer:	A1.2	Nummer C-formulier (idem pagina 1):
A1.3	Productiedatum collo:	A1.4	Referentie van het lot van de primaire verpakking:
A1.5	Conditioneerder:	A1.6	Campagne (idem pagina 1):

A2 Fysische en chemische gegevens

A2.1	Massa (kg):																																																
A2.2	Afvalomschrijving (volgens NTC-3):																																																
A2.3	Indien 'DO' in A2.2 gebruikt is, geef dan voor elke afvalfractie de overeenstemmende AO-code en de massa (inschatting):																																																
	<table><tr><th>AO-code</th><th>massa (kg)</th><th>AO-code</th><th>massa (kg)</th><th>AO-code</th><th>massa (kg)</th><th>AO-code</th><th>massa (kg)</th><th>AO-code</th><th>massa (kg)</th><th>AO-code</th><th>massa (kg)</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)																																				
AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)																																						
A2.4	Type primaire verpakking (volgens NTC-3):	A2.5	Type sluiting (volgens NTC-3):																																														
A2.6	Type interne afscherming (volgens NTC-3):	A2.7	Type immobilisatiematrix (volgens NTC-3):																																														
A2.8	Bevat het collo GA een gevaarlijke stof of een gevaarlijk mengsel ? ☐ ja ☐ nee																																																
A2.9	Indien ja, specificeer de veroorzakende gevaarlijke stoffen en de toepasselijke H-zinnen (en/of EUH-zinnen):																																																
A2.10	Referentienummer van het erkenningsdossier 'Procedé':																																																
A2.11	Referentienummer van het erkenningsdossier 'Primaire verpakking':																																																

A3 Radiologische gegevens

Radiologische inhoud

A3.1	Specificeer de activiteit (Bq*) per radionuclide:					
	H-3:	Se-79:	I-125:	Eu-152:	U-236:	Am-243:
	Be-10:	Kr-85:	I-129:	Eu-154:	U-238:	Cm-242:
	C-14:	Sr-90:	I-131:	Eu-155:	Np-237:	Cm-243:
	S-35:	Mo-93:	Sb-125:	Ra-226:	Pu-238:	Cm-244:
	Cl-36:	Zr-93:	Sn-126:	Th-229:	Pu-239:	Cm-245:
	Ca-41:	Nb-94:	Cs-134:	Th-230:	Pu-240:	Cm-246:
	Mn-54:	Tc-99:	Cs-135:	Th-232:	Pu-241:	Cm-247:
	Co-58:	Ru-106:	Cs-137:	Pa-231:	Pu-242:	Cm-248:
	Co-60:	Pd-107:	Ce-144:	U-233:	Pu-244:	
	Ni-59:	Ag-108m:	Pm-147:	U-234:	Am-241:	
	Ni-63:	Ag-110m:	Sm-151:	U-235:	Am-242m:	
A3.2	Datum bepaling activiteiten:					

Activiteitsconcentraties

A3.3	Totale α -activiteit (Bq*):	A3.4	Totale β/γ -activiteit (Bq*):
------	------------------------------------	------	--

Radiologische operationele veiligheid

A3.5	Maximaal dosistempo bij contact (mSv/h):	A3.6	Datum meting dosistempo:
A3.7	Maximaal dosistempo op 1 m (mSv/h):		
A3.8	Is de afneembare oppervlaktebesmetting voor het totaal aan β/γ -stralers $\leq 0,4$ Bq/cm ² ? ☐ ja ☐ nee		
A3.9	Is de afneembare oppervlaktebesmetting voor het totaal aan α -stralers $\leq 0,04$ Bq/cm ² ? ☐ ja ☐ nee		

Splijtstoffen

A3.10	Massa U-235 (g):	Massa Pu-239 (g):	Massa Pu-241 (g):
A3.11	Is er hoogverrijkt ($\geq 20\%$) uranium aanwezig in het afval ? ☐ ja ☐ nee		

Radiologische karakterisering

A3.12	Gebruikte methodologie voor de radiologische karakterisering:
A3.13	Referentie naar het erkenningsdossier 'Radiologisch':
A3.14	Referentie naar het erkenningsdossier 'Meetinstallatie':

* formaat: a,bb E+cc

A4 Gegevens i.v.m. biologische ziekteverwekkers

A4.1 Is het geconditioneerde radioactieve afval besmet of mogelijk besmet met biologische ziekteverwekkers? ☐ ja ☐ nee

A5 Opmerkingen

A5.1

--

Bijlage 6 Lijst met elektropositieve metalen

Elektropositieve metalen zijn elementen in metaalvorm, waarvan de standaardelektrodepotentiaal (E^0) in een waterige oplossing ten opzichte van de standaard-waterstofelektrode lager is dan -0.84 V, zijnde de E^0 van het koppel waterstof/waterstofhydroxide (H_2/OH).

De onderstaande tabel bevat een exhaustieve lijst van de elektropositieve metalen met hun standaardelektrodepotentiaal.

Zink en titanium zijn niet in deze lijst opgenomen, omdat deze metalen zeer snel een uiterst weinig oplosbare oxidelaag vormen die stabiel is over een breed spectrum van pH-waarden.

	Element (zuiver metaal)	E^0 (Volt)
ELEKTROPOSITIEVE METALEN	Li	-3.04
	Rb	-2.98
	K	-2.93
	Cs	-2.92
	Ba	-2.91
	Sr	-2.89
	Ca	-2.76
	Na	-2.71
	Mg	-2.38
	Be	-1.85
	Al	-1.66
	Mn	-1.19
Ref.	$2H_2O \leftrightarrow H_2 + 2OH^-$	-0.83

Bron: CRC Handbook of Chemistry and Physics 64th Ed (1983)

Bijlage 7 Lijst met afkortingen

ASR	Alkali-silica reactie.
ARBIS	Algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen, koninklijk besluit van 20 juli 2001 en wijzigingen.
CLI	Absolute radiologische concentratielimiet per kritieke radionuclide.
DEF	Vertraagde ettringietvorming (<i>delayed ettringite formation</i>).
DFC	Dienst voor fysische controle
EDX	Energy-Dispersive X-ray spectroscopy
GA	Geconditioneerd afval.
HOC	Homogene conditionering in een cementmatrix.
IPA	Interne project aanvraag
IPM	Installatie voor de productie van monolieten.
ISA	Isosaccharinezuur.
PDD	Productiedocumentatiedossier: noodzakelijk voor de documentatie van de colli GA.
SEM	Scanning Electron Microscopy

Bijlage 8

Voorbeelden van karakteriseringsprincipes voor bepaald afval van Electrabel, die industrieel toepasbaar zijn met het oog op de transfer ervan

1	Inleiding	3
2	Voorbeelden van industriële KARAKTERISERING van radioactief afval met het oog op de transfer ervan.....	4
2.1	Door NIRAS erkende karakteriseringsmethodes.....	4
2.2	RADIOLOGISCHE KARAKTERISERING – aangifte van onzekerheden voor criterium CTC-202	4
2.2.1	Toepasselijke CTC's	4
2.2.2	Voorbeeld van een aangifte van onzekerheden over de radiologische metingen van radioactief afval vóór de productie van Nuclear Waste Packages door of voor rekening van Electrabel met het oog op de transfer ervan	4
2.3	fysisch-chemische karakterisering – aangifte van inhoud en onzekerheden	6
2.3.1	Toepasselijke CTC's	6
2.3.2	Voorbeeld van een aangifte voor toekomstig A0-afval, inclusief ontmantelingsafval	6
2.4	chemische karakterisering – aangifte van massa's en onzekerheden	7
2.4.1	Toepasselijke CTC's	7
2.4.2	Kleppen	8
2.4.2.1	In water oplosbaar chloor.....	8
2.4.2.2	In water oplosbaar sulfaat.....	8
2.4.2.3	Cellulose.....	9
2.4.2.4	Elektropositieve metalen.....	9
2.4.2.5	ASR – DEF	10
2.4.3	Betonpuin	10
2.4.3.1	ASR/DEF	10
2.4.3.2	Chloor en sulfaat.....	11
2.4.3.3	Cellulose.....	11
2.4.4	Betonblokken afkomstig van de ontmanteling van de biologische afscherming 12	
2.5	Toepassingsvoorbeeld van een uitlogingstest voor CTC– HOC – CTC437	12
2.5.1	Toepasselijke CTC's	12
2.6	Referenties	14

1 INLEIDING

De voorbeelden van afvalkarakterisering in deze bijlage lopen geenszins vooruit op de latere goedkeuring van hun goedkeuringsdossiers voor de transfer van de Nuclear Waste Packages door de Belgische Staat of zijn afgevaardigde. Dit document houdt geen verplichting voor Electrabel in om deze algemene principes toe te passen. In dat geval moet Electrabel alternatieve methodes ontwikkelen en ter goedkeuring voorstellen aan de Belgische Staat. Er dient opgemerkt dat deze bijlage niet limitatief wil zijn voor alle CTC's of alle afvaltypes die door ENGIE worden geproduceerd.

Niettemin zou de toepassing van deze illustratieve principes voor de ontwikkeling van toekomstige industrialiseerbare afvalkarakteriseringsmethodes beide partijen een hoge mate van vertrouwen moeten geven in de slaagkansen van de latere goedkeuringsdossiers voor transfer. De toepassing van de resulterende methodes zou de transfer van het afval binnen de best mogelijke termijnen vergemakkelijken.

De elementen met betrekking tot de latere fases, zoals de opstelling van een goedkeuringsdossier voor transfer door Electrabel, onafhankelijke controles, de transfer van afval en de bijbehorende modaliteiten ... zijn niet gedekt door deze bijlage.

2 VOORBEELDEN VAN INDUSTRIËLE KARAKTERISERING VAN RADIOACTIEF AFVAL MET HET OOG OP DE TRANSFER ERVAN

2.1 DOOR NIRAS ERKENDE KARAKTERISERINGSMETHODES

De door NIRAS erkende karakteriseringsmethodes in het kader van de tenuitvoerlegging van haar afvalacceptatiesysteem en de verificatie van de bijbehorende acceptatiecriteria blijven van toepassing. Deze methodes kunnen dus worden toegepast op de industriële karakterisering van radioactief afval vóór transfer.

2.2 RADIOLOGISCHE KARAKTERISERING – AANGIFTE VAN ONZEKERHEDEN VOOR CRITERIUM CTC-202

2.2.1 Toepasselijke CTC's

De CTC's die radiologische onzekerheden behandelen zijn: HEC-CTC-202¹, HEC-B-CTC-202, HOC-CTC-202, HOC-B-CTC-202 en CT3-CTC-202.

2.2.2 Voorbeeld van een aangifte van onzekerheden over de radiologische metingen van radioactief afval vóór de productie van Nuclear Waste Packages door of voor rekening van Electrabel met het oog op de transfer ervan

Electrabel kan de exploitant kiezen die zijn afval zal verwerken en conditioneren, alsook de vorm en inhoud van zijn aangifte.

De exploitant van deze dienst baseert zijn aangifte van onzekerheden over de radiologische inventaris echter minimaal op de eisen van de nota NIRAS-nota NTC-6/A [1] voor geconditioneerd afval en de nota NIRAS-nota TNT6.1/A [14] voor niet-geconditioneerd afval.

De bepaling van de onzekerheden in de AMANDE-geometrieën voor het afval dat geconditioneerd wordt door Electrabel [2], vermeld in de nota Electrabel 10000735463 [3] over de onzekerheden, zijn bijvoorbeeld reeds gebaseerd op de nota NIRAS NTC-6/A.

Deze onzekerheidsaangifte is beperkt tot de radionucliden die als kritiek worden beschouwd voor de bergingsinstallatie voor categorie A-afval en die in de onderstaande tabel zijn opgenomen.

¹ De volgende codering wordt gebruikt om een CTC te identificeren: XXX-CTC-NNN, waarbij XXX het afvaltype is en NNN het nummer van het transfercriterium.

Ag-108m	Cs-137	Pu-239	U-235
Am-241	I-129	Pu-240	U-236
Am-243	Mo-93	Pu-241	U-238
C-14	Nb-94	Se-79	Zr-93
Ca-41	Ni-59	Sn-126	
Cl-36	Ni-63	Sr-90	
Cm-244	Np-237	Tc-99	
Cs-135	Pu-238	U-234	

Electrabel zal in zijn goedkeuringsdossier voor transfer bevestigen dat het radioactieve afval van de centrales geen radium- of thoriumhoudend afval is ($Ra-226 + Th-232 < 1Bq/g$). De onzekerheden over de aangifte van deze nucliden moeten daarom niet worden aangegeven.

De volgende onzekerheden moeten in aanmerking worden genomen:

- de statistische telonzekerheid,
- de onzekerheid over de efficiëntie,
- de onzekerheid in verband met de waarschijnlijkheid van een gamma-emissiepiek,
- de onzekerheid in verband met de activiteit van de standaardbronnen die worden gebruikt om de telefficiëntie te bepalen,
- de onzekerheid in verband met de meetgeometrie en de ruimtelijke verdeling van de activiteit in het collo,
- de onzekerheid ten gevolge van de afvalmatrix, die aan de ene kant te maken heeft met het verschil tussen de soortelijke massa van het afval in de gemeten colli en die van de referentiecolli (of de berekeningsaannames) en, aan de andere kant, met de heterogeniteit van de soortelijke massa in de afvalmatrix.

Daarnaast moeten de onzekerheid in verband met de isotopensamenstelling van radioactief afval en de onzekerheid in verband met de verhouding tussen de activiteit van sleutelisotopen en de totale activiteit op empirische basis worden geëvalueerd of, als dat niet mogelijk is, op basis van een studie van de documentatie.

Deze onzekerheden komen niet bovenop de opgegeven activiteitswaarden van de 28 radionucliden die als kritiek worden beschouwd bij het beoordelen van de meetwaarden vergeleken met de grenswaarden van de transfercriteria. Er moet worden opgemerkt dat deze onzekerheden alleen dienen om de erkenning van de meetinstallatie en/of -methode op te volgen.

Voor de aangifte van deze onzekerheden met betrekking tot de isotopensamenstelling:

1. houden de onzekerheden over de empirische correlatiefactoren minimaal rekening met de volgende onzekerheden:
 - de onzekerheden over de gemeten radiologische waarden verkregen tijdens de radiologische analyse van monsters in het kader van de validatie van numerieke modellen, zoals LLWAA;
 - de onzekerheden die het resultaat zijn van een statistische analyse van de gemeten waarden die worden gebruikt om empirische correlatiefactoren vast te stellen.
2. De onzekerheden over de correlatiefactoren van de niet-meetbare isotopen worden bepaald op basis van internationale literatuur, zoals bijvoorbeeld de informatie in het document IAEA-TECDOC-1672 [4].

2.3 FYSISCH-CHEMISCHE KARAKTERISERING – AANGIFTE VAN INHOUD EN ONZEKERHEDEN

2.3.1 Toepasselijke CTC's

De volgende CTC's zijn van toepassing op de hieronder beschreven methodes:

- HEC-CTC-201 (aangifte van onzekerheden); HEC-CTC-302 (beschrijving van het afval); HEC-CTC-307 (fysische en chemische gegevens);
- HOC-CTC-201; HOC-CTC-302; HOC-CTC-307;
- HEC-B-CTC-201; HEC-B-CTC-302; HEC-B-CTC-307;
- HOC-B-CTC-201; HOC-B-CTC-302; HOC-B-CTC-307;
- CT3-CTC-201; CT3-CTC-304.

2.3.2 Voorbeeld van een aangifte voor toekomstig A0-afval, inclusief ontmantelingsafval

Om dit afvaltype te karakteriseren, moet Electrabel chemische analyses uitvoeren om het chloor-, sulfaat- en cellulosegehalte te bepalen.

Electrabel is verantwoordelijk voor de monsternemingsoperaties en het nemen van monsters.

Voor de monsternemingsmethodes zal Electrabel bij voorkeur bestaande erkende of gestandaardiseerde methodes toepassen. Electrabel mag echter zijn eigen monsternemingsmethodes ontwikkelen en ze ter goedkeuring voorleggen aan de Staat of zijn afgevaardigde, voordat ze op industriële schaal worden gebruikt.

De gebruikte monsternemingsprocedure, die willekeurig is (zodat er geen statistische vertekening optreedt), moet ervoor zorgen dat het afvalmonster dat voor analyse wordt genomen, representatief is voor de volledige afvalpartij. De rechtvaardiging van de representativiteit zal gebaseerd zijn op een beschrijving van de afvalproducties en een analyse van de gelijkaardige afvalproducties. Een beperkt aantal overeen te komen monsters kan gebruikt worden om deze gelijkenis te bevestigen. Alle informatie met betrekking tot de toegepaste monsterneming wordt bewaard en ter beschikking gesteld van de Staat of zijn afgevaardigde om de traceerbaarheid en kwaliteitscontrole van de toegepaste procedures te garanderen.

De methode voor de karakterisering van A0-afval vóór conditionering kan bijvoorbeeld het gebruik van een vermaalmachine in een laboratorium inhouden, waarbij representatieve monsters worden genomen uit een partij colli. Deze monsters worden gehomogeniseerd en

geprepareerd in een vorm die Electrabel in staat stelt fysisch-chemische analyses uit te voeren op het chloor-, sulfaat- en cellulosegehalte, waarvan de resultaten zullen dienen om de aangifte te doen en een raming te maken van de onzekerheden die met deze aangifte gepaard gaan. De opgegeven waarden zullen gebaseerd zijn op gemiddelden van de verschillende monsters in de partij. De standaardafwijkingen berekend op de beschouwde populatie van monsters (uit een partij of een cumulatie) zullen worden gebruikt om de onzekerheden aan te geven.

In het specifieke geval van A0-afval met contactdosistempi hoger dan 2 mSv/h (dat verwerkt en geconditioneerd zal worden met heterogene conditioneringsprocessen, momenteel WB03 – TC/01), kan dit afval vrijgesteld worden van monsterneming op voorwaarde dat Electrabel het bewijs levert dat dit afval > 2 mSv/h gelijkaardig is en vergelijkbaar met afval < 2 mSv/h. Deze gelijkenis kan worden gerechtvaardigd op basis van andere monsters van niet-geconditioneerd afval dat in identieke omstandigheden is geproduceerd.

Voor het ASR/DEF-criterium kan HEC-CTC-408C worden gebruikt.

Nadat alles in het werk is gesteld om het radioactieve afval te sorteren, kan er een restfractie overblijven met een zeer heterogene inhoud (fractie A0). Dit radioactieve afval bevat voornamelijk zeer kleine bestanddelen, stof en substanties die niet of niet meer op industriële schaal gesorteerd kunnen worden.

Minimalisering van de A0-fractie – op basis van HEC-CTC-302 (deze algemene principes gelden ook voor CT3): *“De AO-code mag worden gebruikt voor een afvalfractie (‘restfractie’) op voorwaarde dat de massa van deze restfractie in aanmerking is genomen in het ‘goedkeuringsdossier voor transfer’ van het procédé (vermeld in criterium 201)”*

In de Nuclear Waste Packages kan de aanwezigheid van een restfractie A0-afval worden toegestaan op voorwaarde dat Electrabel aantoont dat redelijke industriële inspanningen zijn geleverd om de A0-fractie te minimaliseren en te isoleren van andere welomschreven afvalstromen (bijvoorbeeld zuiver metaalafval) door de toepassing en/of invoering van kwaliteitsprocedures, waaronder sorteerprocedures, opleidingsprogramma's voor operatoren enzovoort. Electrabel zal deze aspecten documenteren in het goedkeuringsdossier voor transfer.

2.4 CHEMISCHE KARAKTERISERING – AANGIFTE VAN MASSA'S EN ONZEKERHEDEN

2.4.1 Toepasselijke CTC's

De volgende CTC's zijn van toepassing op de hieronder beschreven methodes:

- HEC-CTC-201; HEC-CTC-302; HEC-CTC-307; HEC-CTC-404 A/B/C/D; HEC-CTC-409 A/B/C; HEC-CTC-406 A/B/C; HEC-CTC-408 A/B/C;
- HOC-CTC-201; HOC-CTC-302; HOC-CTC-307; HOC-CTC-404 A/B/C; HOC-CTC-409; HOC-CTC-406; HOC-CTC-408;
- HEC-B-CTC-201; HEC-B-CTC-302; HEC-B-CTC-307; HEC-B-CTC-404; HEC-B-CTC-409; HEC-B-CTC-406; HEC-B-CTC-408;
- HOC-B-CTC-201; HOC-B-CTC-302; HOC-B-CTC-307; HOC-B-CTC-404; HOC-B-CTC-409; HOC-B-CTC-406; HOC-B-CTC-408;

- CT3-CTC-201; CT3-CTC-304; CT3-CTC-404 A/B; CT3-CTC-405 A/B; CT3-CTC-407; CTE-CTC A/B/C; CT3-CTC-408; CT3-CTC-409.

2.4.2 Kleppen

Kleppen zijn zeer heterogene materialen die niet individueel gekarakteriseerd kunnen worden op industriële schaal. Er moet een pragmatische maar conservatieve aanpak worden gedefinieerd en aangenomen om een efficiënte karakterisering mogelijk te maken.

Dit soort metaalafval kan worden aangegeven met AO-code C7 ('niet gespecificeerde metaalstructuur') of M0 ('niet gespecificeerd metaal'). De aangifte en rechtvaardiging zijn beschrijvend en documentair van aard (technische fiche).

2.4.2.1 Wateroplosbare chloriden

a) Massa-aangifte

De kleppen van de primaire kring bevatten geen chloor omdat dit product strikt beperkt is door de technische specificaties van het primaire systeem (zie werkprocedure CHEM/02). Toch kunnen er sporen van chloor aanwezig zijn, maar deze worden verondersteld kleiner te zijn dan de onzekerheden (zie hierboven). Bijgevolg worden daarom massa's van 0 gram aangegeven.

b) Aangifte van onzekerheden

Er kunnen sporen van chloor aanwezig zijn, voornamelijk afkomstig van gedroogde chemische residu's van primaire systemen (zie ook werkprocedure CHEM/02 [13]). Op basis daarvan zal Electrabel het maximumresidu conservatief berekenen, rekening houdend met de maximaal toelaatbare concentratie in het primaire systeem. Deze waarde zal worden gebruikt om de onzekerheid aan te geven.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van massa en onzekerheden zal als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als 1) nul gram de aangegeven waarde is; 2) een onzekerheidsaangifte wordt gedaan; 3) het gebruik van de AO-codes M0 of C7 in de aangifte geldig is gemotiveerd.

2.4.2.2 Wateroplosbare sulfaten

a) Massa-aangifte

Kleppen bevatten geen in wateroplosbare sulfaten. De generieke waarde die moet worden aangegeven is 0 gram. In uitzonderlijke gevallen kunnen kleponderdelen echter sporen van sulfaat bevatten. Deze worden verondersteld kleiner te zijn dan de onzekerheden (zie hierboven). Massa's van 0 gram worden daarom aangegeven.

b) Aangifte van onzekerheden

De maximale hoeveelheid sulfaat zal door Electrabel worden geëvalueerd en gedocumenteerd (bijvoorbeeld door middel van argumenten op basis van de technische specificaties van representatieve kleppen). Deze waarde zal worden gebruikt om de onzekerheid aan te geven.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden zullen als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als 1) nul gram de aangegeven waarde is; 2) een onzekerheidsaangifte wordt gedaan; 3) het gebruik van de AO-codes M0 of C7 in de aangifte geldig is gemotiveerd.

2.4.2.3 Cellulose

a) Massa-aangifte

Kleppen bevatten geen cellulose. De aangifte zal 0 gram zijn. Er kan echter een beperkte, lokale aanwezigheid worden waargenomen. Dit punt is gedekt door de onzekerheden.

b) Aangifte van onzekerheden

In uitzonderlijke situaties mogen kleppen stickers of afdichtingen hebben die cellulose bevatten (dit moet bijvoorbeeld worden bevestigd op basis van de technische specificaties van representatieve kleppen). De maximale hoeveelheid cellulose zal door Electrabel worden geëvalueerd en gedocumenteerd (bijvoorbeeld door middel van argumenten op basis van de technische specificaties van representatieve kleppen). Deze waarde zal worden gebruikt om de onzekerheid aan te geven.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden zullen als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als 1) nul gram de aangegeven waarde is; 2) een onzekerheidsaangifte wordt gedaan; 3) het gebruik van de AO-codes M0 of C7 in de aangifte geldig is gemotiveerd.

2.4.2.4 Elektropositieve metalen

a) Massa-aangifte

Sommige kleppen kunnen een beperkt aantal aluminiumonderdelen bevatten (zoals afdichtingen). De massa die overeenkomt met deze onderdelen wordt conservatief aangegeven. Dit punt zal worden gemotiveerd door een gedocumenteerde argumentatie.

b) Aangifte van onzekerheden

De maximale hoeveelheid aluminium zal door Electrabel worden geëvalueerd en gedocumenteerd (bijvoorbeeld door middel van argumenten op basis van de technische specificaties van representatieve kleppen). Deze waarde zal worden gebruikt om de onzekerheid aan te geven.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden zullen als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als deze informatie wordt verstrekt door middel van een argumentatie op basis van de technische specificaties van de kleppen.

2.4.2.5 ASR – DEF

Niet van toepassing voor kleppen.

2.4.3 Betonpuin

Betonpuin is van diverse oorsprong:

- beton geproduceerd bij het verwijderen van grote onderdelen;
- beton geproduceerd bij de ontmanteling van lokalen in een gecontroleerde zone;
- betonafval geproduceerd bij de ontsmetting van gebouwen.

De mogelijk toepasbare karakteriseringsregels zijn opgenomen in de nota NIRAS 2023-0904. Deze moeten worden toegepast op al het betonafval voor de ASR/DEF-criteria. In bepaalde uitzonderlijke situaties, bijvoorbeeld voor een deel van het betonpuin waarover onvoldoende informatie beschikbaar is, is tratering en karakterisering voor elke afzonderlijke partij niet mogelijk op industriële schaal, waardoor de toepassing van de nota NIRAS 2023-0904 potentieel onmogelijk is.

In deze uitzonderlijke situaties kan Electrabel een statistische benadering voorstellen op basis van representatieve monsters van dit betonpuin. Deze aanpak zal ervoor zorgen dat monsters willekeurig worden geselecteerd (om statistische vertekening te vermijden – statistische vertekening kan bijvoorbeeld worden geïntroduceerd door bepaalde minder toegankelijke zones van het gebouw uit te sluiten of door radioactief beton uit te sluiten van de analyses).

Electrabel kan voor elke centrale een ASR/DEF-, chloor- en sulfaatkaart opstellen op basis van enkele tientallen monsters, waarvan het uiteindelijke aantal moet worden overeengekomen om een realistisch beeld te krijgen van de ASR/DEF-, chloor- en sulfaatrisico's voor al het betonafval van de centrale. Deze kaarten zullen deel uitmaken van het goedkeuringsdossier voor transfer.

2.4.3.1 ASR/DEF

Er zijn drie mogelijke gevallen:

- Geen enkel monster is gevoelig voor ASR/DEF → betonafval wordt a priori beschouwd als niet gevoelig voor ASR/DEF en wordt aangegeven overeenkomstig de criteria CT3-CTC-407A of HEC-CTC-408A (niet bewezen ASR).
- Een door Electrabel gerechtvaardigde opsplitsing tussen zones die gevoelig en niet gevoelig zijn voor ASR kan worden voorgesteld → Het afval kan door Electrabel worden gesorteerd en gedeeltelijk worden aangegeven onder de criteria CT3-CTC-407A of HEC-CTC-408A (niet bewezen ASR) en CT3-CTC-407B of HEC-CTC-408B (bewezen ASR).
- Er kan geen enkele statistische conclusie worden getrokken → puin zal worden aangegeven in het kader van criterium CT3-CTC-407C of HEC-CTC-408C (risico op ASR).

2.4.3.2 Chloor en sulfaat

a) Massa-aangifte

De chloor- en sulfaatmassa's in een statistisch representatief aantal monsters worden aangegeven op basis van metingen volgens de Belgische norm NBN-B15-250:1991 [9]. De aangegeven waarden zullen gebaseerd zijn op de gemiddelden van verschillende monsters ter uitvoering van deze norm.

b) Aangifte van onzekerheden

De aangifte van onzekerheden voor betonpuin zal gebaseerd zijn op de berekening van de standaardafwijking van de individuele massametingen van chloor en sulfaat van elk monster dat in de cartografie vermeld staat.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden zullen als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als deze informatie wordt verstrekt door middel van een argumentatie op basis van de resultaten van deze metingen.

2.4.3.3 Cellulose

a) Massa-aangifte

Bij de bouw van de centrales werd er geen cellulose vrijwillig aan het beton toegevoegd. De aangifte zal dan ook nul gram vertonen. Er zou echter een beperkte en lokale aanwezigheid kunnen worden waargenomen (bijvoorbeeld etiketten, organische verontreiniging). Deze worden door Electrabel verondersteld kleiner te zijn dan de onzekerheden (zie hieronder).

Gezien de grootte van het betonpuin zoals geproduceerd met klassieke industriële middelen (drilboor, insnijdingen enzovoort) kan de aanwezigheid van cellulose ook visueel worden uitgesloten.

b) Aangifte van onzekerheden

De eventuele aanwezigheid van cellulose zal worden geëvalueerd en gedocumenteerd door Electrabel, dat daarvan een maximumhoeveelheid zal berekenen. Deze maximumhoeveelheid zal worden beschouwd als een onzekerheid.

c) Geldigheidsvoorwaarde van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden worden als geldig beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als 1) nul gram de aangegeven waarde is; 2) in de onzekerheden rekening is gehouden met bepaalde potentiële residu's; 3) visuele controles door Electrabel de aanwezigheid van cellulose uitsluiten; 4) de aangifte geldig is gemotiveerd zoals gedefinieerd in de paragrafen a) en b).

2.4.4 Betonblokken afkomstig van de ontmanteling van de biologische afscherming

De toepasbare karakteriseringsregels zijn opgenomen in de nota NIRAS 2023-0904. Deze moeten worden toegepast op al het betonafval voor de ASR/DEF-criteria, voor zover ze toepasbaar zijn vanuit industrieel oogpunt (beschikbaarheid van specifieke informatie en traceerbaarheid).

Uitzonderlijk, in gevallen waarin de opsplitsing in 'structurelementen' zoals voorzien in de nota NIRAS 2023-0904 niet kan worden gerechtvaardigd (met name door een gebrek aan informatie), kan Electrabel een statistische benadering gebruiken zoals beschreven in deel 2.4.3. In dat geval kan Electrabel NIRAS een cartografie voorstellen met de locatie van de monsters die willekeurig zijn genomen, om de representativiteit te garanderen en de voorgestelde aanpak te rechtvaardigen.

2.5 TOEPASSINGSVOORBEELD VAN EEN UITLOGINGSTEST VOOR CTC– HOC – CTC437

2.5.1 Toepasselijke CTC's

HOC-CTC-307 beschrijft de inhoud van het Productiedocumentatiedossier Dit dossier verwijst in het bijzonder naar de methode die moet worden gebruikt om de uitlogingstest uit te voeren. Deze test is beschreven in HOC-CTC-437.

437 (L)

De producent moet een **uitlogingstest** uitvoeren zoals beschreven in de NIRAS technische fiches TFT-3 [37] en TFT-4 [38], om een indicatie te geven van de insluitingscapaciteit van het immobilisatieproduct. Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:

- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
- In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.

Electrabel mag een andere methode voor uitlogingstests voorstellen dan de methodes die in CTC- HOC - CTC437 vermeld zijn.

Een alternatieve methode voor uitlogingstests voor homogeen afval zou bijvoorbeeld gebaseerd kunnen zijn op het gebruik van de norm ANSI/ANS-16.1-2003 (R2017) [12].

2.6 REFERENTIES

- [1] NIRAS-nota 40097/-3497, Technische nota NTC-6: Meetmethoden en meetinstallaties voor de bepaling van de activiteit van geconditioneerd afval
 - [2] 10000303141/000/00, Note de methodologie CNT - sit. act.
 - [3] 10000735463/000/00 Afvalkarakterisatie - Amande-meetsysteem
 - [4] IAEA-TECDOC-1672, Modelling of Transport of Radioactive Substances in the Primary Circuit of Water Cooled Reactors
 - [5] NIRAS-nota 2020-0827, technische nota: 'TNT-2: codering van het NGA'
 - [6] Niet gebruikte referentie
 - [7] NIRAS-nota 2023-0839, Productie van bergingsconform niet-geconditioneerd afval op basis van de afvalomschrijvingen (AO-codes)
 - [8] NIRAS-nota 2023-0904, Guidance concernant l'insensibilité à la dégradation due à la réaction ASR et à la réaction DEF
 - [9] NBN-B15-250 :1991, Analyse chimique des mortiers et bétons durcis
 - [10] NIRAS-nota 1988-1185: 'TFT-3: Résistance à la lixiviation'
 - [11] NIRAS-nota 1998-1196: 'TFT-4: Expression et présentation des résultats des essais de lixiviation'
 - [12] ANSI/ANS-16.1-2003 (R2017)
 - [13] CHEM/02 'Chemische specificaties en analysefrequentie der primaire kringen en hulpkringen Doel 4' (= voorbeeld ZST.10000734283.000.00 voor Doel 4)
 - [14] NIRAS-nota 2023-1185: Technische nota TNT6.1A: Standaardinhoud van een erkenningsdossier voor methoden en voorzieningen op basis van een analyse van niet-geconditioneerd radioactief afval door gammaspectrometrie
-

Gezien om gevoegd te worden bij Ons besluit van [DATUM] inzake de indeling van het radioactief afval en de verbruikte kernbrandstof, de meeteenheden en de wijze van verbruik van de volumekredieten, en de contractuele overdrachtscriteria.

Van Koningswege,

De Minister van Energie

Tinne Van der Straeten

Contractual Transfert Criteria - 'CT3'

20 juni 2023

Korte inhoud

Dit document bevat de Contractual Transfert Criteria (i.e. contractuele overdrachtscriteria) voor het bergingsafval van de categorie A dat verpakt is in een betoncontainer (caisson) Type III.

De criteria in dit document respecteren de conformiteitscriteria voor bergingscolli in versie 3 van hoofdstuk 15 van het veiligheidsrapport voor de oppervlakteberging (gedateerd op 30 januari 2019). De conformiteitscriteria met betrekking tot de caisson en de opvulmortel (hoofdstuk 7 van dat veiligheidsrapport), werden hierin geïntegreerd.

Het merendeel van de criteria in dit document zijn ontleend aan de ontwerpversie van de NIRAS-nota getiteld 'ACRIA-BA-A-CT3' gedateerd op 17 december 2019. Daarnaast bevat dit document een aantal bijkomende en/of versoepelde criteria in het kader van de overeenkomst tussen Engie en de Staat voor de financiële overdracht van radioactief afval van categorie A voor bepaalde stromen/families van radioactief afval.

Bijlage 11 geeft voorbeelden van principes voor de karakterisering van bepaald Electrabel-afval die industrieel toepasbaar zijn met het oog op de overdracht.

1	INLEIDENDE BEPALINGEN	3
1.1	OMSCHRIJVING VAN HET RADIOACTIEVE AFVAL.....	3
1.2	INSTRUCTIES VOOR DE GEBRUIKER VAN HET CONTRACTUELE OVERDRACHTSCRITERIA	3
1.2.1	Codering van de overdrachtscriteria.....	3
1.2.2	Verantwoording van de overdrachtscriteria.....	4
1.2.3	Referentiedocumenten.....	4
1.2.4	Terminologie.....	4
2	'GOEDKEURINGEN VOOR OVERDRACHT'	5
3	DOCUMENTATIE VAN HET RADIOACTIEVE AFVAL	5
4	FYSISCH EN CHEMISCHE AFVALKENMERKEN	9
4.1	BERGINGSAFVAL (IN ZIJN GEHEEL)	9
4.1.1	Vereiste samenstelling van het bergingsafval	9
4.1.2	Gevaarlijke stoffen	9
4.1.3	Biologisch afbreekbare stoffen	10
4.2	RUW EN/OF VERWERKT AFVAL.....	10
4.2.1	Chloriden.....	10
4.2.2	Vrije vloeistoffen	10
4.2.3	Stoffen die kunnen zwellen.....	11
4.2.4	Sulfaten	11
4.2.5	Elektropositieve metalen	11
4.2.6	Diverse beperkingen of uitsluitingen.....	11
4.3	OPVULMORTEL	12
4.3.1	Grondstoffen voor de opvulmortel	12
4.3.2	De verse opvulmortel	13
4.3.3	De verharde opvulmortel.....	16
4.4	KORF 17	
5	RADIOLOGISCHE AFVALKENMERKEN	18
5.1	MAXIMALE ACTIVITEITSCONCENTRATIES.....	18
5.2	KRIKALITEIT	22
6	CAISSON EN MONOLIET	22
6.1	CAISSON 22	
6.2	MONOLIET (IN ZIJN GEHEEL).....	22
6.2.1	Beperkingen van fysische aard	22
6.2.2	Radiologische operationele veiligheid	22
6.2.3	Opschriften en pictogrammen	23
7	BIOLOGISCHE ZIEKTEVERWEKKERS	23
8	ADMINISTRATIEVE BEPALINGEN	23
9	REFERENTIES	23
BIJLAGE 1	VERANTWOORDINGEN VAN OVERDRACHTSCRITERIA	26
BIJLAGE 2	REFERENTIEBEHEERTRAJECT	36
BIJLAGE 3	ILLUSTRATIE TERMINOLOGIE MONOLIET TYPE III.....	37
BIJLAGE 4	UITGESLOTEN GEVAARLIJKE STOFFEN/MENGSELS	38
BIJLAGE 5	HET M-FORMULIER.....	40
BIJLAGE 6	STOFFEN DIE BINDING/ UITHARDING VERSTOREN	41

BIJLAGE 7	CONFIGURATIE VAN DE CAISSON TYPE III.....	42
BIJLAGE 8	MIN. WAPENINGSDICHTHEID CAISSONLICHAAM TYPE III	45
BIJLAGE 9	LIJST VAN ELEKTROPOSITIEVE METALEN	46
BIJLAGE 10	OVERZICHT VAN GEBRUIKTE AFKORTINGEN	47
ANNEXE 11	EXEMPLES DE PRINCIPES DE CARACTÉRISATION DE CERTAINS DÉCHETS D'ELECTRABEL APPLICABLES INDUSTRIELLEMENT EN VUE DU TRANSFERT	48

1 INLEIDENDE BEPALINGEN

1.1 Omschrijving van het radioactieveafval

Deze contractuele transfertcriteria hebben betrekking op bergingsafval dat bestemd is voor de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel en dat verpakt is in een betoncontainer (hierna 'caisson' genoemd) Type III.

Het geheel van een caisson en zijn inhoud wordt een monoliet genoemd. Een monoliet met een caisson Type III wordt een monoliet Type III genoemd.

Een monoliet Type III wordt geproduceerd door de cementering van ruw en/of verwerkt radioactief afval in de caisson. Deze cementering gebeurt met 'opvulmortel'.

Het referentiebeheertraject van het radioactieve afval waarop deze Contractuele overdrachtscriteria betrekking hebben, wordt beschreven in Bijlage 2.

1.2 Instructies voor de gebruiker van de Contractuele overdrachtscriteria

1.2.1 Codering van deoverdrachtscriteria

De overdrachtscriteria bevinden zich in de Hoofdstukken 2 tot en met 7 van deze nota.

Een **overdrachtscriterium** is herkenbaar aan een tussen haakjes geplaatste lettercode in de linkermarge van de pagina. Deze lettercode wordt voorafgegaan door een nummer, waarmee het betrokken overdrachtscriterium geïdentificeerd kan worden.

De **lettercodes** hebben de volgende betekenis:

- lettercode O geeft een operationeel criterium aan. Een dergelijk criterium betreft de veiligheid van het beheer van het radioactieve afval tijdens de exploitatie van een installatie uit het referentiebeheertraject. In deze Contractueleoverdrachtscriteria is dat de (geplande) oppervlakteberging te Dessel.
- lettercode L geeft een langetermijncriterium aan. Een dergelijk criterium betreft de passieve veiligheid na de sluiting van de referentie-eindbestemming van het radioactieve afval. In deze Contractuele overdrachtscriteria is dat de (geplande) oppervlakteberging te Dessel.

Het **symbool**  in de linkermarge van de pagina verduidelijkt de context van bepaalde overdrachtscriteria. Deze informatie is toegevoegd om de correcte interpretatie van de overdrachtscriteria te bevorderen, maar is zelf geen overdrachtscriterium.

1.2.2 Verantwoording van deoverdrachtscriteria

De verantwoordingen van de overdrachtscriteria zijn verzameld in Bijlage 1 van deze nota. De nummers van de verantwoordingen zijn dezelfde als van de overdrachtscriteria.

Een verantwoording verklaart de bestaansreden van het criterium en geeft de manier aan waarop eventuele limietwaarden zijn afgeleid. Een verantwoording kan ook extra informatie en verduidelijkingen aanleveren. Het uiteindelijke doel van de verantwoordingen is het bevorderen van de correcte interpretatie van de overdrachtscriteria. De verantwoordingen zijn van informatieve aard en maken geen deel uit van decriteria.

1.2.3 Referentiedocumenten

De lijst met de referentiedocumenten bevindt zich in Hoofdstuk 9 van deze nota. In deze lijst zijn technische nota's als dusdanig geïdentificeerd. Hierin zijn ook koninklijke besluiten en wetten (Belgische federale wetgeving) alsook verordeningen (Europese wetgeving) als dusdanig geïdentificeerd.

Van al de referentiedocumenten vermeld in Hoofdstuk 9 moet de versie gebruikt worden die van kracht was, of die toegelaten was, op de datum van de ondertekening vna de transactiedocumenten. Dit geldt evenzeer voor de in deze lijst vermeld wetgeving.

Van alle technische nota's wordt de van kracht zijnde versie gegeven in de Overzichtslijst van Goedgekeurde Documenten (OGD) [1]. Van alle vermelde normen is de meest recente versie beperkt tot de datum van de ondertekening van de transactiedocumenten.

1.2.4 Terminologie

De terminologie die wordt gebruikt, wordt verklaard in de technische nota GLOSS [2]. In

deze Contractuele overdrachtscriteria:

- Het 'bergingsafval' van een monoliet Type III komt overeen met het geheel van het ruwe en/of verwerkte afval, de korf en de opvulmortel in het inwendige van de caisson.
- De term 'radioactief afval' heeft betrekking op het bergingsafval van de ganse partij ('lot') monolieten die wordt getoetst aan de onderstaandeoverdrachtscriteria;
- In hoofdstuk 6 wordt met 'beton' het beton van een caisson bedoeld. Met 'wapening' wordt de wapening van een caisson bedoeld;
- Met 'betonpuin' worden stukken beton, mortel of cementsteen afkomstig van ontmantelingsactiviteiten bedoeld. Deze kunnen de vorm hebben van brokstukken, intacte bouwstenen of aaneengesloten blokken.

De terminologie in verband met de monoliet wordt geïllustreerd in Bijlage 3. Een overzicht van de in deze nota gebruikte afkortingen wordt gegeven in Bijlage 10.

2 'GOEDKEURINGEN VOOR OVERDRACHT'

- 201 (L,O) Elke monoliet moet geproduceerd zijn volgens een eindconditioneringsprocedé dat 'voor overdracht' goedgekeurd is door NIRAS. Het onderliggende 'goedkeuringsdossier voor overdracht' moet opgesteld zijn in overeenstemming met de technische nota NTC-4 [32] en moet goedgekeurd zijn vóór de productie van de betrokken monoliet. Bovendien moet in het 'goedkeuringsdossier voor overdracht' gedocumenteerd zijn hoe bij de appreciatie van meetwaarden ten opzichte van limietwaarden in de overdrachtscriteria, de onzekerheden in rekening worden gebracht. Numerieke limietwaarden in de overdrachtscriteria zijn telkens uitgedrukt met het aantal significante cijfers dat in overeenstemming is met de vereiste nauwkeurigheid van de te meten grootte.
- 202 (L,O) Elke monoliet moet radiologisch gekarakteriseerd zijn aan de hand van een methode (inclusief de hierbij te gebruiken uitrustingen) die 'voor overdracht' goedgekeurd is door NIRAS. Het onderliggende 'goedkeuringsdossier voor overdracht' moet opgesteld zijn in overeenstemming met de technische nota NTC-6 [33] en moet goedgekeurd zijn vóór de productie van de betrokken monoliet. Bovendien moet in het 'goedkeuringsdossier voor overdracht' gedocumenteerd zijn hoe bij de appreciatie van meetwaarden ten opzichte van limietwaarden in de overdrachtscriteria, de onzekerheden in rekening worden gebracht. Numerieke limietwaarden in de overdrachtscriteria zijn telkens uitgedrukt met het aantal significante cijfers dat in overeenstemming is met de vereiste nauwkeurigheid van de te meten grootte.

3 DOCUMENTATIE VAN HET RADIOACTIEVE AFVAL



Dit hoofdstuk bevat een opsomming van de gegevens over de monolieten en hun inhoud die gedocumenteerd moeten zijn om het radioactieve afval te kunnen overdragen. Er wordt hierbij van uitgegaan dat al deze gegevens zich bevinden in de opvolgingsdossiers van de monolieten en op het M-formulier (ophalingsaanvraagformulier voor monolieten).

- 301 (O) Het **M-formulier**, waarvan het formaat wordt gegeven in Bijlage 5, moet ingediend zijn voor monolieten met de volgende gemeenschappelijke gegevens:
- Type en variant monoliet;
 - Installatie waarin de monolieten werden geproduceerd;
 - Naam van de producent van de monolieten;
 - Het bergingsafval bevat al dan niet kerntechnisch materiaal;
 - Het bergingsafval bevat al dan niet gevaarlijke stoffen;
- 302 (L,O) Het ingediende **M-formulier** moet minstens de volgende gegevens bevatten:
- Aantal monolieten;
 - Identificatiecodes van de monolieten;
 - Datum van het indienen van het M-formulier;
 - Identificatie van het toepasselijke contract voor overdracht;
 - Type en variant monoliet;
 - Installatie waarin de monolieten werden geproduceerd;
 - Naam van de producent van de monolieten;
 - Aangifte of het radioactieve afval al dan niet kerntechnisch materiaal bevat;
 - Aangifte of het radioactieve afval al dan niet gevaarlijke stoffen bevat;

303 (L,O) De volgende **gegevens over de monoliet** (in zijn geheel) moeten beschikbaar zijn in het **opvolgingsdossier** van elk monoliet:

- Identificatiecode van demonoliet;
- Type en variant monoliet;
- Installatie waarin de monolieten werden geproduceerd;
- Naam van de producent van demonolieten;
- Totale massa van de monoliet(kg);

304 (L,O) De volgende **fysische en chemische gegevens** over het afval moeten beschikbaar zijn in het **opvolgingsdossier** van elke monoliet:

- Gegevens over het **bergingsafval**:
 - Massa van het bergingsafval (kg). Dit is de totale massa van de monoliet (zie criterium 303) minus de massa van de caisson (zie criterium 307) en minus 225 kg;
 - Indien het bergingsafval gevaarlijke stoffen of mengsels bevat (wat wil zeggen dat er een H-zin of EUH-zin op van toepassing is, op basis van de massa van het bergingsafval (zie supra) en rekening houdend met de criteria en limietwaarden voor gevaarlijke stoffen in de CLP-Verordening [27] en in de technische richtsnoeren voor de indeling van afvalstoffen [28]), per veroorzakende stof:
 - Naam van de veroorzakendestof;
 - Toepasselijke H-zinnen (inclusief EUH-zinnen);
 - Massa cellulosehoudende stoffen. Er moet alleen rekening worden gehouden met het ruwe en/of verwerkte afval.
 - Massa chloride-ionen in wateroplosbare chloriden;
 - Aangifte of het bergingsafval al dan niet kerntechnisch materiaal bevat.
 - Bevestiging (telkens ja/nee):
 - Het bergingsafval bevat geen stoffen of mengsels die een fysisch of een materieel gevaar vormen (zie criterium 402);
 - Met uitzondering van cellulosehoudende stoffen, bevat het bergingsafval geen biologisch afbreekbare stoffen (zie criterium 403). Er moet alleen rekening worden gehouden met het ruwe en/of verwerkte afval.
- Gegevens over het **ruwe en/of verwerkte afval**:
 - Massa van het ruwe en/of verwerkte afval(kg)
 - Omschrijving van elke fractie van het ruwe en/of verwerkte afval aan de hand van een AO-code¹ en een massa. Hierbij gelden volgende regels:
 - De AO-code van elke afvalfractie moet zo goed mogelijk overeenstemmen met de omschrijving van het afval waaruit deze fractie bestaat. Hierbij geldt dat een specifieke AO-code moet worden gebruikt, met uitzondering van volgende gevallen:
 1. Wanneer de afvalfractie kan omschreven worden door een AO-code die in de Richtlijn 'AO-codes' [36] geïdentificeerd is als 'bergingsconform' (of 'BC') mag ook een algemene AO-code gebruikt worden.
 2. Voor één afvalfractie (de 'restfractie'), mag de code A0 worden gebruikt, op voorwaarde dat de massa van deze

¹ De technische nota TNT-2 [5] bevat de lijst van alle door NIRAS vastgestelde AO-codes. Hierin staat welke AO-codes als een specifieke code worden beschouwd.

restfractie werd verantwoord in het 'goedkeuringsdossier voor overdracht' van het eindconditioneringsprocedé (vermeld in criterium 201).

- De som van de massa's van alle afvalfracties moet gelijk zijn aan de massa van het ruwe en/of verwerkte afval (zie supra).
- Massa sulfaationen in wateroplosbaresulfaten;
- Naam en massa van elk aanwezig complex- of chelaatvormende agens;
- Naam en massa van elke aanwezige stof die de binding en de uitharding van de opvulmortel kunnen verstoren (met kwaliteitsverlies van de opvulmortel tot gevolg). Bijlage 6 bevat een indicatieve lijst van dergelijke stoffen;
- Bevestiging (telkens ja/nee):
 - Het ruwe en/of verwerkte afval bevat geen vrije vloeistoffen (zie criterium 406);
 - Betonpuin in het ruwe en/of verwerkte afval is ongevoelig voor ASR en DEF, behalve indien criterium 407C van toepassing is (zie criterium 407A);
 - Het ruwe en/of verwerkte afval bevat geen elektropositieve metalen (zie 409). Bijlage 9 bevat een exhaustieve lijst van de elektropositieve metalen ;
 - Het ruwe en/of verwerkte afval bevat geen ingekapselde bronnen (zie criterium 410);

305 (L,O) De volgende **radiologische gegevens** moeten beschikbaar zijn in het **opvolgingsdossier** van elk monoliet:

- Referentiecode van het 'goedkeuringsdossier voor overdracht' of kenmerk van de goedkeuringsbrief van de radiologische karakteriseringsmethode (en de gebruikte apparatuur) van de monolieten.
- Dosistempo (maximale dosistempo gemeten bij contact met de monoliet) en datum van de meting;
- Bevestiging dat de gemeten afneembare oppervlaktebesmetting de limietwaarden van criterium 628 respecteert;
- De massa's U-235, Pu-239 en Pu-241 aanwezig in het ruwe en/of verwerkte afval;
- Aangifte of het ruwe en/of verwerkte afval al dan niet hoogverrijkt uranium (i.e. met een verrijkingsgraad van 20% of meer) bevat. Een totale hoeveelheid hoogverrijkt uranium van minder dan 1 mg moet niet worden aangegeven.
- De activiteiten van de radionucliden in het ruwe en/of verwerkte afval. Hierbij moet ten minste de aanwezigheid in het afval onderzocht zijn en, in voorkomend geval, de activiteiten bepaald zijn van de radionucliden van Tabel 1.

Tabel 1 : Standaardlijst van verplicht op te geven radionucliden

H-3	Ni-63	Ag-108m	Cs-137	Th-229	Pu-238	Cm-243
C-14	Se-79	Ag-110m	Ce-144	Th-230	Pu-239	Cm-244
S-35	Kr-85	I-125	Pm-147	Th-232	Pu-240	Cm-245
Cl-36	Sr-90	I-129	Sm-151	Pa-231	Pu-241	Cm-246
Ar-39	Mo-93	I-131	Eu-152	U-233	Pu-242	Cm-247
Ca-41	Zr-93	Sb-125	Eu-154	U-234	Pu-244	Cm-248
Mn-54	Nb-94	Sn-121m	Eu-155	U-235	Am-241	
Co-58	Tc-99	Sn-126	Ho-166m	U-236	Am-242m	
Co-60	Ru-106	Cs-134	Hf-178n	U-238	Am-243	
Ni-59	Pd-107	Cs-135	Ra-226	Np-237	Cm-242	

306 (L,O) Het **opvolgingsdossier** van elke monoliet moet de bevestiging bevatten dat het radioactieve afval niet besmet of mogelijk besmet is met biologische ziekteverwekkers. Zie Hoofdstuk 7 voor de precieze omschrijving van 'biologische ziekteverwekkers'.

307 (L,O) De volgende gegevens over de gebruikte **caisson** moeten beschikbaar zijn in het **opvolgingsdossier** van elkemonoliet:

- Referentiecode van het erkenningsdossier of kenmerk van de erkenningsbrief van het fabricageproces van de caissons.
- Datum van de fabricage van decaisson;
- Massa van de caisson (kg);
- Referentiecode van het goedkeuringsattest van decaisson.



Het goedkeuringsattest van de caisson, uitgereikt door NIRAS, is het instrument waarmee kan worden aangetoond dat de betrokken caisson na zijn fabricage voldeed aan de acceptatiecriteria met betrekking tot de configuratie en afmetingen van de caisson, de grondstoffen voor het beton, het verse beton, het verharde beton, de wapening van de caisson, de hijsankers van de caisson en de opschriften en pictogrammen op de caisson. Deze acceptatiecriteria zijn vastgelegd in de ACRIA voor monolieten Type III. De geldigheidsduur van het goedkeuringsattest van de caisson kan worden beperkt.

308 (L,O) De volgende gegevens over de gebruikte **opvulmortel** moeten beschikbaar zijn in het **opvolgingsdossier** van elkemonoliet:

- Referentiecode van het 'goedkeuringsdossier voor overdracht' of kenmerk van de goedkeuringsbrief van het eindconditioneringsproces;
- Datum van productie van de monoliet;
- Identificatiecode van de gebruikte batch(es) opvulmortel;
- Grondstoffen van de opvulmortel:
 - Type cement (zie criterium 411), met bronvermelding;
 - Massapercentage SO_3 en Al_2O_3 in het cement (zie criterium 412), met bronvermelding;
 - Type granulaten (zie criterium 413), met bronvermelding;

- Type superplastificeerder (zie criterium 416), met bronvermelding;
- Bevestiging dat de granulaten een voldoende weerstand hebben (zie criterium 414);
- Bevestiging dat de granulaten in de opvulmortel ongevoelig zijn voor ASR (zie criterium 415);
- Verse opvulmortel:
 - Dosering van de verschillende grondstoffen (zie criteria 417, 418 en 419);
 - Druksterkteklasse (zie criterium 420);
 - Massa uitgeharde cementpasta (zie criterium 421);
 - Massa en volume geïnjecteerde opvulmortel (zie criterium 422);
 - Vloeimaat (zie criterium 423);
 - Equivalente alkaligehalte, voor zover het nodig is dit te kennen, rekening gehouden met de evolutie van de interne temperatuur van de opvulmortel (zie criterium 427);
 - Bevestiging dat de opvulmortel het volledige bovenoppervlak van het deksel van de caisson bedekt (zie criterium 424);
 - Bevestiging dat de monoliet bewegingloos werd gehouden tijdens de binding van de opvulmortel (zie criterium 425).

4 FYSISCH EN CHEMISCH AFVALKENMERKEN

4.1 Bergingsafval (in zijn geheel)



De specifieke overdrachtscriteria voor de onderdelen van het bergingsafval staan in §4.2 (het ruwe en/of verwerkte afval), §4.3 (de opvulmortel) en §4.4 (de korf).

4.1.1 Vereiste samenstelling van het bergingsafval

- 401 (L,O) Het bergingsafval moet een vast, compact en niet-verspreidbaar geheel vormen dat fysisch en chemisch stabiel zal blijven in de normale omstandigheden tijdens het transport en de operationele periode van de berging. Concreet betekent dit het volgende:
- Al het ruwe en/of verwerkte afval moet geïmmobiliseerd zijn door de opvulmortel.
 - Het bergingsafval moet een aaneengesloten geheel vormen.
 - Minstens tot aan de sluiting van de berging worden geen chemische reacties verwacht in het bergingsafval en tussen het bergingsafval en de caisson.
 - De normale statische en dynamische belastingen van de monoliet tijdens het transport en de operationele periode van de berging geven geen aanleiding tot een verbrokkeling van het bergingsafval.

4.1.2 Gevaarlijke stoffen

- 402 (L,O) In geen enkele monoliet mag het bergingsafval gevaarlijke stoffen of mengsels bevatten die:
- volgens Bijlage I van de CLP-Verordening [27] geklasseerd zijn onder de **fysische gevaren** en worden aangeduid door een specifieke H-zin;

- volgens Bijlage II van de CLP-Verordening geklasseerd zijn onder de **materiële gevaren** en worden aangeduid door een specifieke EUH-zin.



Bijlage 4 bevat een overzicht van de gevaarlijke stoffen of mengsels die uitgesloten worden door dit criterium, gebaseerd op de CLP-Verordening zoals die van kracht is op het moment van de goedkeuring van de Contractuele overdrachtscriteria. Deze bijlage is daarom louter indicatief en bedoeld als hulpmiddel voor de gebruiker van deze Contractuele overdrachtscriteria.

4.1.3 Biologisch afbreekbare stoffen

- 403 (L,O) In geen enkele monoliet mag het bergingsafval biologisch afbreekbare stoffen bevatten. Hiervan uitgezonderd zijn de cellulosehoudendestoffen.
- 404A (L) In geen enkele monoliet mag de totale massa cellulosehoudende stoffen in het bergingsafval groter zijn dan 0,4 kg.
- 404B (L,O) **Versoepeling t.o.v. criterium 404A voor bepaalde afvalstromen:** In geen enkele monoliet mag de totale massa cellulosehoudende stoffen in het bergingsafval groter zijn dan **2,7 kg**.

4.2 Ruw en/of verwerkt afval

4.2.1 Chloriden

- 405A (L) In geen enkele monoliet mag de totale massa chloride-ionen (Cl^-) in wateroplosbare chloriden afkomstig van het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval, groter zijn dan 0,4 m% van de massa cement in de opvulmortel. Voor de toepassing van deze Contractuele overdrachtscriteria, worden alle anorganische ('minerale') chloriden beschouwd als wateroplosbare chloriden. Daarentegen worden alle organische chloriden of chemische verbindingen waarin het element chloor covalent is gebonden, beschouwd als niet in water oplosbaar.
- 405B (L) **Versoepeling t.o.v. criterium 405A voor bepaalde afvalstromen:** In geen enkele monoliet mag de totale massa chloride-ionen (Cl^-) in wateroplosbare chloriden afkomstig van het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval, groter zijn dan 0,4 m% van de massa cement **en het betonpuin**. Voor de toepassing van deze Contractuele overdrachtscriteria, worden alle anorganische ('minerale') chloriden beschouwd als wateroplosbare chloriden. Daarentegen worden alle organische chloriden of chemische verbindingen waarin het element chloor covalent is gebonden, beschouwd als niet in water oplosbaar.

4.2.2 Vrijevloeistoffen

- 406 (L,O) In geen enkele monoliet mag het ruwe en/of verwerkte afval vrije vloeistoffen bevatten.
-  Interstitieel water (bv. in de poriën van betonpuin) wordt niet als een vrije vloeistof beschouwd.

4.2.3 Stoffen die kunnen zwellen

407A (L,O) In elke monoliet waarvan het ruwe en/of verwerkte afval **betonpuin** bevat, moet dit betonpuin ongevoelig zijn voor ASR en DEF. Hierbij geldt dat deze ongevoeligheden moeten worden aangetoond op basis van de gekende eigenschappen van het betrokken betonpuin of op representatieve proefstukken aan de hand van geschikte testmethodes.



De ongevoeligheid van betonpuin voor ASR en DEF kunnen worden getest aan de hand van de methodes beschreven in nota 2018-2897 [7].

407B (L,O) **Versoepeling t.o.v. criterium 407A voor bepaalde afvalstromen:** Het is niet vereist dat betonpuin in het ruwe en/of verwerkte afval ongevoelig is voor ASR en DEF. Wel is het vereist dat in elke monoliet waarvan het ruwe en/of verwerkte afval betonpuin bevat, het al dan niet gevoelig voor ASR en DEF zijn van dit betonpuin aangetoond is op basis van de gekende eigenschappen van het betrokken betonpuin of op representatieve proefstukken aan de hand van geschikte testmethodes.

407C (L,O) **Versoepeling t.o.v. criterium 407A voor bepaalde afvalstromen:** Het is niet vereist dat betonpuin in het ruwe en/of verwerkte afval ongevoelig is voor ASR en DEF. Evenmin is het vereist dat de gevoeligheid voor ASR en DEF van dit betonpuin geëvalueerd is.

4.2.4 Sulfaten

408 (L) In geen enkele monoliet mag de totale massa sulfaationen (SO^{-2}) in wateroplosbare sulfaten afkomstig van het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval, groter zijn dan 12 gram per kilogram van het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval. Voor de toepassing van dit acceptatiecriterium worden alle anorganische sulfaten, met uitzondering van bariumsulfaat (BaSO_4), beschouwd als wateroplosbare sulfaten en worden alle organische sulfaten beschouwd als niet in water oplosbaar. Voor de organische sulfaten geldt dit acceptatiecriterium dus niet.

4.2.5 Elektropositieve metalen

409 (L) In geen enkele monoliet mag het ruwe en/of verwerkte afval elektropositieve metalen bevatten.



Bijlage 9 bevat een exhaustieve lijst van de elektropositieve metalen.

4.2.6 Diverse beperkingen of uitsluitingen

410 (L) In geen enkele monoliet mag het ruwe en/of verwerkte afval ingekapselde bronnen bevatten.

410-28 (L) In geen enkele monoliet mag het ruwe en/of verwerkte afval onder een gemakkelijk verspreidbare vorm aanwezig zijn.



Met 'afval onder een gemakkelijk verspreidbare vorm' wordt bedoeld: afval onder de vorm van kleine tot uiterst kleine granulaten. Voorbeelden van toepasselijke omschrijvingen zijn: 'gruis', 'poeder', 'pulver', 'assen', 'stof'.

4.3 Opvulmortel

429-01 (L, O) De opvulmortel moet goedgekeurd zijn door NIRAS.



Aan de hand van deze goedkeuring van de opvulmortel door NIRAS kan worden aangetoond dat de betrokken opvulmortel voldoet aan de overdrachtscriteria 411 tot en met 427.

4.3.1 Grondstoffen voor de opvulmortel

411 (L,O) Het **type cement** gebruikt voor de opvulmortel moet de volgende aanduidingen hebben:

- CEM III/C (volgens NBN EN 197-1 [16]);
- HSR (volgens NBN B12-108 [14]) of SR0 of SR3 (beide volgens NBN EN 197-1 [16]);
- LA (volgens NBN B12-109 [15]).



Het type cement kan worden geverifieerd aan de hand van de documentatie van de leveranciers, op voorwaarde dat het kwaliteitszorgsysteem van een leverancier deze gegevens kan garanderen of dat ze bevestigd zijn door cementanalyse. Het kwaliteitszorgsysteem van een leverancier wordt door NIRAS gecontroleerd via de 'goedkeuringen voor overdracht'.

412 (L) De gehalten aan **SO₃ en Al₂O₃ in het cement** gebruikt voor de opvulmortel moeten voldoen aan de volgende voorwaarde:

- De waarde van de verhouding SULFALOX mag niet groter zijn dan 3, waarbij deze verhouding wordt gedefinieerd als:

$$\text{SULFALOX} = \frac{C \times [\text{SO}_3] \times 12,5 + 250}{C \times [\text{Al}_2\text{O}_3] \times 9,8}$$

Hierin is:

- C: het aandeel cement (kg/m³) in de opvulmortel
- [SO₃]: het gehalte aan SO₃ in het cement (uitgedrukt als een decimaal getal !)
- [Al₂O₃]: het gehalte aan Al₂O₃ in het cement (uitgedrukt als een decimaal getal !)



De gehalten aan SO₃ en Al₂O₃ in het cement kunnen worden overgenomen uit de documentatie van de leveranciers, op voorwaarde dat het kwaliteitszorgsysteem van een leverancier deze gegevens kan garanderen of dat ze bevestigd zijn door cementanalyse. Het kwaliteitszorgsysteem van een leverancier wordt door NIRAS gecontroleerd via de 'goedkeuringen voor overdracht'.

413 (L,O) De **granulaten** gebruikt voor de opvulmortel moeten bestaan uit niet-dolomiet kalkhoudend gesteente (zoals nader bepaald in PTV 845 [22]) waarvan het massagehalte aan silica kleiner is dan 4 m%.



De chemische samenstelling van de granulaten kan worden geverifieerd aan de hand van de documentatie van de leveranciers, op voorwaarde dat het kwaliteitszorgsysteem van een leverancier deze gegevens kan garanderen of dat ze bevestigd zijn door analyse van de granulaten. Het kwaliteitszorgsysteem van een leverancier wordt door NIRAS gecontroleerd via de 'goedkeuringen voor overdracht'.

414 (L,O) De **granulaten** gebruikt voor de opvulmortel moeten een **weerstand** hebben overeenkomstig de vereisten opgelegd door NBN B 15-001 [13] voor omgevingsklasse EE3. Deze weerstand moet geverifieerd zijn aan de hand van tests bepaald door NBN EN 1367-1 [18] of NBN EN 1367-2 [19].

415 (L,O) De **granulaten** gebruikt voor de opvulmortel moeten ongevoelig zijn voor **ASR** (alkali-silicareactie). Deze ongevoeligheid moet aangetoond zijn op representatieve proefstukken aan de hand van beide onderstaande testmethodes, waarbij lichte, door omstandigheden genoodzaakte afwijkingen van deze norm zijn toegelaten:

- ASTM C 1260 [20]
- ASTM C 1293 [21]



Een lichte afwijking van bovenvermelde norm kan bijvoorbeeld genoodzaakt zijn door de onbeschikbaarheid op de markt van bepaalde testbenodigdheden.

416 (L) De **superplastificeerder** gebruikt voor de opvulmortel moet behoren tot het type naftaleensulfonaat of polycarboxylaat. Bovendien geldt:

- Naftaleensulfonaat geniet de voorkeur boven polycarboxylaat.
- De keuze voor een bepaald type superplastificeerder moet verantwoord zijn in het 'goedkeuringsdossier voor overdracht' van het eindconditioneringsprocedé (vermeld in criterium 201)



Het type superplastificeerder kan worden geverifieerd aan de hand van de documentatie van de leveranciers.

4.3.2 De verse opvulmortel

417 (L,O) De **nominale samenstelling** van de opvulmortel moet overeenstemmen met de dosering van bestanddelen in Tabel 2 of Tabel 3 of een lineaire combinatie tussen beide (waarbij de verhouding van de hoeveelheid superplastificeerder in droge vorm t.o.v. de hoeveelheid superplastificeerder in natte vorm de vrijheidsgraad is en de hoeveelheid water daaraan aangepast wordt).



Geen van beide nominale samenstellingen houdt rekening met de doseernauwkeurigheid (zie hiervoor overdrachtscriterium 418).



Het staat Electrabel vrij om een alternatieve samenstelling van de opvulmortel voor te stellen aan NIRAS. Bij het indienen van zo een voorstel gelden de vormvereisten gegeven door het document 'Interactie met afvalproducenten' [37].

Tabel 2: Nominale samenstelling van de opvulmortel (variant met superplastificeerder in droge vorm)

Grondstoffen	Dosering [kg per m ³ beton]	Bijkomende bepalingen
Cement	637,21	
Microsilica (<i>silica fume</i>)	39,01	
Kalksteenmeel	101,09	
Kalksteenzand		
Afmetingen < 0,1 mm	90,75	
Afmetingen 0,1 à 0.5 mm	403,98	
Afmetingen 0,5 à 1,0 mm	299,30	
Afmetingen 1,0 à 2,0 mm	412,34	
Water (totaal*)	228,76	
Superplastificeerder (in droge vorm)	In functie van de gewenste verwerkbaarheid (passend bij de gebruikte uitrusting)	Overdrachtcriterium 419

(*) Aanmaakwater plus het absorptiewater van het kalksteenzand

Tabel 3: Nominale samenstelling van de opvulmortel (variant met superplastificeerder in natte vorm)

Grondstoffen	Dosering [kg per m ³ beton]	Bijkomende bepalingen
Cement	637,21	
Microsilica (<i>silica fume</i>)	39,01	
Kalksteenmeel	101,09	
Kalksteenzand		
Afmetingen < 0,1 mm	90,75	
Afmetingen 0,1 à 0.5 mm	403,98	
Afmetingen 0,5 à 1,0 mm	299,30	
Afmetingen 1,0 à 2,0 mm	412,34	
Water (totaal*)	219,16	
Superplastificeerder (in natte vorm)	In functie van de gewenste verwerkbaarheid (passend bij de gebruikte uitrusting)	Overdrachtcriterium 419

(*) Aanmaakwater plus het absorptiewater van het kalksteenzand

418 (L,O) De samenstelling van de opvulmortel moet gebeurd zijn met inachtneming van een **doseernauwkeurigheid** conform NBN EN 206-1 [12], met uitzondering van het aanmaakwater, waarvoor een doseernauwkeurigheid van 1,5 m% moet in acht genomen zijn.

419 (L,O) De **dosering van de superplastificeerder** moet voldoen aan alle onderstaande succescriteria van tests uitgevoerd op een monster van de opvulmortel:

- 1) Na uitharding in een gesloten recipiënt mag geen vrijstaand water zichtbaar zijn aan het oppervlak van de mortel.
- 2) De porositeitsverhouding van de mortel mag niet groter zijn dan 1,13, waarbij deze verhouding wordt bepaald aan de hand van de methode beschreven in §3.1 van proefverslag DE65092004 van het WTCB [24];
- 3) Het luchtgehalte van de mortel mag niet groter zijn dan 5,0 vol%, waarbij dit luchtgehalte gemeten wordt aan de hand van een conventionele methode.

420 (L,O) De opvulmortel moet behoren tot **druksterkteklasse** C40/50 of hoger. Dit moet geverifieerd zijn aan de hand van tests bepaald door NBN EN 13369 [11]. Deze verificatie moet opgenomen zijn in het 'goedkeuringsdossier voor overdracht' van het eindconditioneringsprocedé (vermeld in criterium 201). Bij de tests mogen prismavormige proefstukken worden gebruikt, op voorwaarde dat de relatie met de tests met kubusvormige proefstukken eenduidig is bepaald.

421 (L) De massa **uitgeharde cementpasta** in de opvulmortel moet groter dan of gelijk zijn aan 29 m% van de massa van de opvulmortel. De massa uitgeharde cementpasta moet vóór het injecteren van de opvulmortel zijn geverifieerd door berekening, hierbij uitgaande van de gewogen massa's van de bestanddelen bij het aanmaken van de opvulmortel. De massa uitgeharde cementpasta moet ook regelmatig (dus niet elke batch) zijn bevestigd door analyse van stalen van de opvulmortel.



Hieronder staat een methode beschreven voor de berekening van de massa uitgeharde cement pasta in een beton of mortel. Deze methode wordt geacht voldoende benaderend te zijn voor zowel portlandcement als samengestelde cementen (zoals CEM III). De methode veronderstelt een stoichiometrische verhouding van 0,4 massa-eenheden aanmaakwater per massa-eenheid portlandcement.

Indien $W/C > 0,4$, dan:

$$HCP = C \times 1,4$$

Zoniet :

$$HCP = W \times 3,5$$

Hierin is:

- C: aandeel cement (kg/m³)
- W: aandeel aanmaakwater (kg/m³)
- HCP: aandeel uitgeharde cementpasta (kg/m³)

422 (L) Het **volume opvulmortel** moet groter dan of gelijk zijn aan 50 vol% van het volume van het inwendige van de caisson (zonder het ruwe en/of verwerkte afval en de korf). Het volume opvulmortel van elke monoliet moet geverifieerd zijn door berekening, hierbij uitgaande van de gewogen massa geïnjecteerde opvulmortel.

423 (L,O) De **vloeimaat** van de opvulmortel (volgens NBN EN 1015-3 [17], evenwel zonder gebruik van de schokmaat) moet groter dan of gelijk zijn aan 240 mm tijdens de injectie van de opvulmortel.



Een mogelijke manier dit te verifiëren is door te testen of de vloeimaat groter dan of gelijk is aan 290 mm direct na aanmaak en groter dan of gelijk is aan 240 mm een uur na aanmaak van de opvulmortel. Met “na aanmaak” wordt de toestand bedoeld waarbij de menging compleet is en de superplastificeerder voor het eerst zijn volle vloeivermogen demonstreert. Dit is ongeveer 15 minuten na het eerste contact tussen het cement en het water.

424 (L,O) Het **niveau** van de opvulmortel moet reiken tot in de openingen in het deksel en deze openingen volledig vullen. Dit moet van elke monoliet zijn geverifieerd aan de hand van een visuele waarneming na het injecteren van de opvulmortel.

425 (L,O) Tijdens de binding van de opvulmortel moet de monoliet bewegingloos gehouden zijn en mag er geen volgende laag opvulmortel geïnjecteerd zijn. De tijdstippen van het begin en van het einde van de binding moeten bepaald zijn in het ‘goedkeuringsdossier voor overdracht’ van het eindconditioneringsprocedé (vermeld in criterium 201).

426 (L,O) Krimp van de opvulmortel mag geen **doorgaande macroscheuren** in de monoliet hebben veroorzaakt. Concreet worden hiermee volgende specifieke fenomenen bedoeld:

- Een afscheuren van de opvulmortel over de hoogte van een caissonwand;
- Een afscheuren van de opvulmortel over de breedte van het caissondeksel.



De afwezigheid van doorgaande macroscheuren in de opvulmortel kan worden geverifieerd aan de hand van een visuele inspectie van de doorsnede van een niet-actief proefmodel van een monoliet.

4.3.3 De verharde opvulmortel

427 (L,O) De opvulmortel moet:

- ofwel tijdens en na de binding een **evolutie van zijn interne temperatuur** hebben gehad waarbij deze temperatuur op geen enkel punt hoger was dan 60°C
- ofwel voldoen aan alle onderstaande voorwaarden:
 - 1) Het type cement van de opvulmortel moet LA zijn (zie overdrachtcriterium 411).
 - 2) Het equivalente alkaligehalte van de opvulmortel mag niet groter zijn dan 3 kg/m³, waarbij dit alkaligehalte wordt berekend volgens TRA 21-600 [23].
 - 3) De opvulmortel moet tijdens en na de binding een evolutie van zijn interne temperatuur hebben gehad waarbij deze temperatuur op geen enkel punt hoger was dan 65°C.



De gegevens nodig voor de berekening van het equivalente alkaligehalte van de opvulmortel kunnen worden overgenomen uit de documenten van de leveranciers van de grondstoffen, op voorwaarde dat het kwaliteitssorgsysteem van een leverancier deze gegevens kan garanderen of dat ze bevestigd zijn door analyse van de grondstoffen. Het kwaliteitssorgsysteem van een leverancier wordt door NIRAS gecontroleerd via de ‘goedkeuringen voor overdracht’. De evolutie van de interne temperatuur van de opvulmortel kan worden geverifieerd aan de hand van metingen op een niet-actief proefmodel van een monoliet.

4.4 Korf

428 (L,O) De korf mag uit geen enkele stof vervaardigd zijn waarvoor een uitsluiting of een beperking geldt in de overdrachtsriteria van §4.1 en §4.2.



Het staat Electrabel vrij om een ontwerp van deze korf voor te stellen aan NIRAS. Bij het indienen van zo een voorstel gelden de vormvereisten gegeven door het document 'Interactie met afvalproducenten' [37].

430 (L, O) De korf moet goedgekeurd zijn door NIRAS.

5 RADIOLOGISCHE AFVALKENMERKEN

5.1 Maximale activiteitsconcentraties

501A (L) In elke monoliet moet de activiteitsconcentratie van elk van de (28) kritieke radionucliden kleiner dan of gelijk zijn aan de specifieke CLI-waarde in Tabel 4. Hierbij wordt de activiteitsconcentratie berekend op het inwendige volume van een caisson Type III, i.e. 3,430 m³.

Tabel 4: CLI-waarden

Nuclide	CLI-waarde [Bq/m ³]
Ag-108m	1 × 10 ⁸
Am-241	2 × 10 ⁹
Am-243	1 × 10 ⁸
C-14	1 × 10 ¹¹
Ca-41	1 × 10 ⁹
Cl-36	1 × 10 ⁸
Cm-244	1 × 10 ⁹
Cs-135	1 × 10 ⁸
Cs-137	1 × 10 ¹²
I-129	1 × 10 ⁸
Mo-93	1 × 10 ⁸
Nb-94	7 × 10 ⁸
Ni-59	1 × 10 ¹¹
Ni-63	1 × 10 ¹³
Np-237	1 × 10 ⁸
Pu-238	1 × 10 ⁹
Pu-239	5 × 10 ⁸
Pu-240	1 × 10 ⁹
Pu-241	8 × 10 ¹⁰
Se-79	1 × 10 ⁹
Sn-126	1 × 10 ⁸
Sr-90	1 × 10 ¹¹
Tc-99	1 × 10 ¹⁰
U-234	1 × 10 ⁹
U-235	1 × 10 ⁷
U-236	1 × 10 ⁸
U-238	1 × 10 ⁸
Zr-93	1 × 10 ⁹

- 501B (L) In elke monoliet moet de activiteitsconcentratie van elk van de (28) kritieke radionucliden kleiner dan of gelijk zijn aan de specifieke CLI-waarde in Tabel 4. Hierbij wordt de activiteitsconcentratie berekend op het inwendige volume van een caisson Type III, i.e. 3,430 m³. In het geval van het beton afkomstig van de ontmanteling van de kerncentrales, is vanaf de datum van 31/12/2038 de CLI-waarde van Ca-41 gelijk aan 1×10^{10} [Bq/m³].

501-06 (L) Van elke monoliet moet de heterogeniteitsfactor kleiner dan of gelijk zijn aan 85, waarbij deze heterogeniteitsfactor (Z_{monoliet}) wordt gedefinieerd als:

$$Z_{\text{monoliet}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{A_{i,\text{monoliet}}}{\text{OLI}_{i,\text{tumulus oost}} / 17\,240}$$

Hierin is:

- N: het aantal radionucliden in Tabel 9
- $A_{i,\text{monoliet}}$: de totale activiteit (Bq) van een bepaald radionuclide (i) in de monoliet
- $\text{OLI}_{i,\text{tumulus oost}}$: de waarde overeenkomstig een bepaald radionuclide (i) in Tabel 9.

Tabel 9: OLI-waarden (oostelijketumulus)

Nuclide	OLI _{tumulus oost} [Bq]	Nuclide	OLI _{tumulus oost} [Bq]
Ag-108m	$1,59 \times 10^{10}$	Np-237	$5,87 \times 10^8$
Am-241	$3,75 \times 10^{11}$	Pu-238	$2,20 \times 10^{11}$
Am-243	$1,13 \times 10^{10}$	Pu-239	$6,46 \times 10^{10}$
C-14	$5,03 \times 10^{12}$	Pu-240	$6,81 \times 10^{10}$
Ca-41	$1,59 \times 10^{12}$	Pu-241	$7,31 \times 10^{12}$
Cl-36	$1,39 \times 10^{10}$	Se-79	$6,20 \times 10^8$
Cm-244	$1,31 \times 10^{11}$	Sn-126	$8,62 \times 10^8$
Cs-135	$2,57 \times 10^8$	Sr-90	$2,20 \times 10^{12}$
Cs-137	$5,57 \times 10^{13}$	Tc-99	$5,15 \times 10^{10}$
I-129	$9,72 \times 10^8$	U-234	$5,32 \times 10^{10}$
Mo-93	$1,40 \times 10^{10}$	U-235	$2,59 \times 10^9$
Nb-94	$2,75 \times 10^{11}$	U-236	$4,00 \times 10^{10}$
Ni-59	$3,44 \times 10^{12}$	U-238	$1,52 \times 10^{10}$
Ni-63	$3,75 \times 10^{14}$	Zr-93	$1,12 \times 10^9$

- 502 (L) Van elke monoliet moet de X-factor kleiner dan of gelijk zijn aan 1, waarbij deze X-factor wordt gedefinieerd als:

$$X = \sum_{i=1}^N \frac{C_i}{C_{i,max}}$$

Hierin is:

- N: het aantal radionucliden in Tabel 5
- C_i : de activiteitsconcentratie (Bq/m³) van een bepaald radionuclide (i) in de monoliet (waarbij de activiteitsconcentratie wordt berekend op het inwendige volume van een caisson Type III, i.e. 3,430 m³)
- $C_{i,max}$: de waarde overeenkomstig een bepaald radionuclide (i) in Tabel 5

Tabel 5: $C_{i,max}$ -waarden

Radionuclide	$C_{i,max}$ -waarde [Bq/m ³]
Ag-108m	$1,12 \times 10^9$
Am-241	$2,92 \times 10^9$
Am-243	$1,39 \times 10^9$
C-14	$1,40 \times 10^{13}$
Ca-41	$2,52 \times 10^{12}$
Cl-36	$2,83 \times 10^{12}$
Cm-244	$5,93 \times 10^{11}$
Cs-135	$9,72 \times 10^{12}$
Cs-137	$1,99 \times 10^{12}$
I-129	$4,10 \times 10^{10}$
Mo-93	$9,30 \times 10^{10}$
Nb-94	$7,13 \times 10^8$
Ni-59	$4,36 \times 10^{11}$
Ni-63	$4,20 \times 10^{14}$
Np-237	$1,93 \times 10^9$
Pu-238	$1,84 \times 10^{10}$
Pu-239	$1,60 \times 10^9$
Pu-240	$1,63 \times 10^9$
Pu-241	$8,51 \times 10^{10}$
Se-79	$8,81 \times 10^{12}$
Sn-126	$5,49 \times 10^8$
Sr-90	$9,24 \times 10^{14}$
Tc-99	$5,63 \times 10^{12}$
U-234	$2,09 \times 10^{10}$
U-235	$3,78 \times 10^9$
U-236	$2,38 \times 10^{10}$
U-238	$1,50 \times 10^{10}$
Zr-93	$5,31 \times 10^{11}$

- 503 (L,O) In geen enkele monoliet mag de som van de activiteiten van Ra-226 en Th-232 per massa-eenheid groter zijn aan 1000 Bq/kg. Hierbij wordt de activiteit per massa-eenheid berekend op de massa van het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval.

5.2 Kritikaliteit



De overdrachtscriteria in § 5.2 bevatten enkel beperkingen op de aanwezigheid in het afval van splijtbare nucliden vanuit het oogpunt van de kritikaliteit. Deze overdrachtscriteria doen geen afbreuk aan de overdrachtscriteria in § 5.1.

- 504 (L,O) In geen enkele monoliet mag de som van de massa's U-235, Pu-239 en Pu-241 groter zijn dan 15 g.

- 505 (L) In geen enkele monoliet die hoogverrijkt uranium (i.e. met een verrijkingsgraad van 20% of meer) bevat, mag de massa U-235 groter dan 15 g zijn.

6 CAISSON EN MONOLIET

6.1 Caisson

- 601-33 (L, O) Elke caisson moet beschikken over een geldig goedkeuringsattest.



Zie de informatieve bepaling bij overdrachts criterium 307 voor de betekenis van dit goedkeuringsattest.

- 601-34 (L, O) Elke caisson moet gefabriceerd zijn volgens een fabricageprocedé dat erkend is door NIRAS.

6.2 Monoliet (in zijn geheel)

6.2.1 Beperkingen van fysische aard

- 626 (L,O) Van geen enkele monoliet mag de **totale massa** groter zijn dan $20,0 \times 10^3$ kg.

6.2.2 Radiologische operationele veiligheid

- 627 (O) Van geen enkele monoliet mag het bij contact met de caisson gemeten maximale **dosistempo** groter zijn dan 20 mSv/h.

- 628 (O) Van geen enkele monoliet mag de **afneembare oppervlaktebesmetting** groter zijn dan:
- 0,4 Bq/cm² voor het totaal van de bèta/gammastralers;
 - 0,04 Bq/cm² voor het totaal van de alfastralers.

- 628-33 (O) In geen enkele monoliet mag de activiteitsconcentratie van de totale hoeveelheid bèta/gammastralers (zonder H-3) groter dan 800 GBq/m³ zijn. Hierbij wordt de

activiteitsconcentratie berekend op het inwendige volume van een caisson Type III, i.e. 3,430 m³.

628-34 (O) In geen enkele monoliet mag de activiteitsconcentratie van de totale hoeveelheid alfastralers groter dan 20 GBq/m³ zijn. Hierbij wordt de activiteitsconcentratie berekend op het inwendige volume van een caisson Type III, i.e. 3,430 m³.

628-35 (O) In geen enkele monoliet mag de totale activiteit van H-3 groter dan 10 GBq zijn.

6.2.3 Opschriften en pictogrammen

629 (L,O) Elke monoliet moet een **unieke identificatiecode** dragen die het radioactieve afval in de monoliet eenduidig verbindt met zijn documentatie.

7 BIOLOGISCHE ZIEKTEVERWEKKERS

701 (L,O) Het radioactieve afval mag niet besmet of mogelijk besmet zijn met **biologische ziekteverwekkers**.

Met biologische ziekteverwekkers worden bedoeld:

- Infectieuze stoffen (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 6.2);
- Biotoxines (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 6.1 – code T1, T2);
- Medisch afval (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 6.2 – UN 3291);
- Genetisch gemodificeerde organismen (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 9 – code M8);

702 (L,O) Biologisch **geïnactiveerd** radioactief afval moet worden beschouwd als zijnde mogelijk besmet met biologische ziekteverwekkers.

8 ADMINISTRATIEVE BEPALINGEN

Er mag niet afgeweken worden van de overdrachtscriteria in dit document.

9 REFERENTIES

- [1] NIRAS-nota 98-1446, 'Overzichtslijst van goedgekeurde documenten met betrekking tot de acceptatiecriteria voor radioactief afval / Liste récapitulative des documents approuvés relatifs aux critères d'acceptation de déchets radioactifs';
- [2] NIRAS-nota 2012-0982, technische nota, 'GLOSS: Glossarium met betrekking tot de acceptatiecriteria van NIRAS';
- [3] (niet gebruikt referentienummer);
- [4] (niet gebruikt referentienummer);
- [5] NIRAS-nota 2010-1163, technische nota, 'TNT-2: Codering van het NGA';

-
- [6] NIRAS-nota 2019-0624, 'Bepaling van $C_{i,max}$ -waarden voor gebruik in de ACRIA's voor bergingsafval';
 - [7] NIRAS-nota 2018-2897, 'Assessment van ASR en/of DEF in betonpuin voor de oppervlakteberging te Dessel – conform het veiligheidsdossier Versie 3(2019)';
 - [8] (niet gebruikt referentienummer);
 - [9] (niet gebruikt referentienummer);
 - [10] NIRAS-nota 2017-0028, 'Eisen aan de immobilisatiemortel voor monolieten cat.A type I, II en III';
 - [11] NBN EN 13369, 'Algemene regels voor vooraf vervaardigde betonwaren', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2001 of een recentere versie;
 - [12] NBN EN 206-1, 'Beton – Deel 1 : Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2001 of een recentere versie;
 - [13] NBN B 15-001, 'Beton – Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit – Nationale aanvulling bij NBN EN 206-1:2001', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2012 of een recentere versie;
 - [14] NBN B12-108, 'Cement – Cement met hoge bestandheid tegen sulfaten', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2015 of een recentere versie;
 - [15] NBN B12-109, 'Cement – Cement met begrensd alkaligehalte', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2015 of een recentere versie;
 - [16] NBN EN 197-1, 'Cement – Deel 1 : Samenstelling, specificatie en overeenkomstigheidscriteria voor gewone cementsoorten', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2011 of een recentere versie;
 - [17] NBN EN 1015-3, 'Proeven voor metselmortel – Deel 3: Bepalen van consistentie van verse mortel (met de schoktafel)', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 1999 (met Addendum 1 in 2004 en Addendum 2 in 2007) of een recentere versie;
 - [18] NBN EN 1367-1, 'Beproevingsmethoden voor de thermische eigenschappen en verwerking van granulaten – Deel 1: Bepaling van de bestandheid tegen vriezen en dooien', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2007 of een recentere versie;
 - [19] NBN EN 1367-2, 'Beproevingsmethoden voor de thermische eigenschappen en verwerking van granulaten – Deel 2: Magnesiumsulfaatproef', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2010 of een recentere versie;
 - [20] ASTM C 1260, 'Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method)', American Society for Testing and Materials, uitgave 2014 of een recentere versie;
 - [21] ASTM C 1293, 'Standard Test Method for Determination of Length Change of Concrete Due to Alkali-Silica Reaction', American Society for Testing and Materials, uitgave 2018 of een recentere versie;
 - [22] PTV 845, 'Bijlage aan de technische voorschriften voor wegenisproducten in natuursteen; technische voorschriften voor carbonaatrijk sedimentaire gesteente', COPRO vzw (Onpartijdige Instelling voor de Controle van Bouwwerken), versie 1.0 (uitgegeven in 2006) of een recentere versie;
 - [23] ATR 21-600, 'Algemeen toepassingsreglement Benor; geprefabriceerde betonproducten vervaardigd op basis van NBN EN 13369 en NBN B 21-600', Probeton vzw (beheersorganisme voor de controle van de betonproducten), uitgave 1 (2008) of een recentere versie;

-
- [24] DE65092004, 'Karakterisatie van mortel, Proefverslag 3 2° versie', WTCB-CSTC (erkend onderzoekscentrum), auteurs E. Coppens, J. Piérard, opgesteld op 25 oktober 2010;
- [25] (niet gebruiktreferentienummer);
- [26] (niet gebruiktreferentienummer);
- [27] 'CLP-Verordening' (en latere wijzigingen), zijnde Verordening (EG) nr. 1272/2008 van het Europees Parlement en de Raad van 16 december 2008 betreffende de indeling, etikettering en verpakking van stoffen en mengsels tot wijziging en intrekking van de Richtlijnen 67/548/EEG en 1999/45/EG en tot wijziging van Verordening (EG) nr. 1907/2006;
- [28] 'Technische richtsnoeren voor de indeling van afvalstoffen', Mededeling (EG) nr. 2018/C124/01 van de Europese Commissie van 9 april 2018.
- [29] (niet gebruiktreferentienummer);
- [30] (niet gebruiktreferentienummer);
- [31] 'ADR' in voege op 1 januari 2019 (en latere wijzigingen), zijnde het Europees Verdrag betreffende het internationaal vervoer van gevaarlijke goederen over de weg, gepubliceerd in het Belgisch Staatsblad op 27 december 2018.
- [32] NIRAS-nota 400-89/623, technische nota, 'NTC-4: Kwalificatie van een procedé en een installatie voor de verwerking/conditionering van radioactief afval – Richtlijnen voor het opstellen van een technisch dossier';
- [33] NIRAS-nota 95-4462, technische nota, 'NTC-6: Erkenning van de methodes en installaties voor de bepaling van de activiteit van geconditioneerd afval (GA) - Algemene principes voor het opstellen van een erkenningsdossier';
- [34] NIRAS-nota 2021-2080, technische nota, 'NTC-9: Richtlijnen voor het opstellen van een technisch dossier van een verpakking';
- [35] (niet gebruiktreferentienummer);
- [36] (niet gebruiktreferentienummer);
- [37] NIRAS-instructie TEMP_NISD_2023-0186, 'Interactie met afvalproducenten', eerste versie, gedateerd 16 november 2022, in werking getreden op 28 april 2023;

Bijlage 1 Verantwoordingen van overdrachtscriteria

- 201** De 'goedkeuringen voor overdracht' van de uitrustingen vormen een essentieel element in het verzekeren van de conformiteit van het radioactieve afval met de overdrachtscriteria. Immers, de 'goedkeuring voor overdracht' impliceert:
- dat de afvalproducent met de gebruikte methode, procedé, uitrusting of installatie in staat is om radioactief afval te produceren of te karakteriseren dat beantwoordt aan de van toepassing zijnde overdrachtscriteria;
 - dat het gaat om een uitrusting waarbij voorrang wordt gegeven aan de toepassing van technologieën voor de fabricage van de caissons en de eindconditionering van de colli geconditioneerd afval, waarvan de uitvoerbaarheid voldoende beproefd is en waarbij het principe van optimalisering van de stralingsbescherming (ALARA) wordt toegepast.
- De 'goedkeuring voor overdracht' van het eindconditioneringsprocedé houdt in:
- dat het ruwe en/of verwerkte afval werd omgevormd tot bergingsafval volgens een 'voor overdracht goedgekeurde' methode;
 - dat het bergingsafval fysisch en chemisch gekarakteriseerd is volgens een 'voor overdracht goedgekeurde' methode;
- 202** Zie de eerste paragraaf van de verantwoording van overdrachtscriterium 201. De 'goedkeuring voor overdracht' van de radiologische karakteriseringsmethode houdt in dat het bergingsafval radiologisch gekarakteriseerd is volgens een 'voor overdracht goedgekeurde' methode.
- 301** Het M-formulier is het ophalingsaanvraagformulier voor bergingsafval. Het M-formulier is een nieuw document van NIRAS, waarvan de functie analoog is aan het S/L-formulier (voor NGA) en het C-formulier (voor GA). De naam van het formulier verwijst naar de monolieten. Het M-formulier wordt ingediend door de producent van de monolieten.
- 302** Dit betekent dat het lot geen monolieten mag bevatten van een verschillend type of die geproduceerd zijn in verschillende installaties. Bovendien, omwille van de organisatie van het transport, vraagt NIRAS dat ofwel alle ofwel geen enkele van de monolieten kerntechnisch materiaal bevatten. Idem voor de gevaarlijke stoffen en mengsels. Deze vraag is niet relevant voor de besmetting met biologische ziekteverwekkers, omdat zulke besmetting niet toegelaten wordt door de overdrachtscriteria in Hoofdstuk 7.
- 303** De vereiste gegevens op het M-formulier kunnen zich beperken tot enige administratieve gegevens en het afbakenen van het 'lot'. Immers, de gegevens over de individuele monolieten bevinden zich in de opvolgingsdossiers van de monolieten. Het concept van het opvolgingsdossier werd geïntroduceerd in het FANC-NIRAS Visiedocument van november 2012 (zie §5.1 van dat Visiedocument). Het opvolgingsdossier is de verzameling van informatie die relevant is voor het beheer van het betrokken radioactieve afval en die wordt opgetekend tijdens het doorlopen van de afvalcyclus.
- 304** Elk opvolgingsdossier van een monoliet bevat alle fysische en chemische gegevens over het bergingsafval en het ruwe en/of verwerkte afval die nodig zijn om de conformiteit met de betrokken overdrachtscriteria in §4.1 en §4.2 te controleren. Bovendien moeten in elk opvolgingsdossier de gevaarlijke stoffen in het bergingsafval worden geïdentificeerd en gekwantificeerd en moet het ruwe en/of verwerkte afval worden gekarakteriseerd.
- Wat betreft enkele van de gevraagde gegevens over het bergingsafval:
- Massa van het bergingsafval: 225 kg stemt overeen met de massa opvulmortel bovenop het deksel van de caisson en in de injectieopeningen, waarvan het volume wordt geschat op 100 liter.

- Massa cellulosehoudende stoffen: alleen met het ruwe en/of verwerkte afval moet worden rekening gehouden, want de opvulmortel noch de korf bevatten cellulosehoudende stoffen (zie de overdrachtsriteria in §4.3.1 en §4.4)
- Bevestiging dat het bergingsafval geen vetten of biologisch afbreekbare stoffen bevat (met uitzondering van cellulosehoudende stoffen): alleen met het ruwe en/of verwerkte afval moet worden rekening gehouden, want korf bevat geen vetten of biologisch afbreekbare stoffen (zie de overdrachtsriteria in §4.4) en de opvulmortel bevat deze evenmin, afgezien misschien van de superplastificeerders (zie de overdrachtsriteria in §4.3.1). Voor deze superplastificeerder is echter aangetoond dat ze geen versturende neveneffecten hebben (zie onder 'DR10' op p.7-16 van het veiligheidsrapport voor de oppervlakteberging).

Wat betreft de 'restfractie' in de gevraagde omschrijving van het ruwe en/of verwerkte afval:

- Er wordt hierbij verondersteld dat de producent zich optimaal inspent om alle overdrachtsriteria in verband met het ruwe en/of verwerkte afval te respecteren en de betrokken elementen uit het 'goedkeuringsdossier voor overdracht' (bv. opleiding en sensibilisering van de operatoren, sorteren aan de bron, QA/QC-programma van de producent ...) na te leven. NIRAS heeft de mogelijkheid om die 'optimale inspanningen' te verifiëren op het terrein via de controles aan de bron, de inspecties tijdens productie en de audits die uitgevoerd worden in het kader van de erkenningen.

305 Elk opvolgingsdossier van een monoliet bevat alle radiologische gegevens die nodig zijn om de conformiteit met de betrokken overdrachtsriteria in hoofdstuk 5 en in § 6.2.2 te controleren. Bovendien moet in elk opvolgingsdossier het bergingsafval radiologisch worden gekarakteriseerd op basis van de voor het bergingsafval 'voor overdracht goedgekeurde' karakteriseringsmethode. De standaardlijst van 66 radionucliden is ook relevant voor de geologische berging van het betrokken afval, in het hypothetische geval dat de eindbestemming ervan toch niet de oppervlakteberging zou zijn.

306 Dit gegeven is nodig met betrekking tot de overdrachtsriteria in Hoofdstuk 7.

307 De referentie naar het erkenningsdossier is nodig m.b.t. overdrachts criterium 601-34 (zie §6.1).

Het 'goedkeuringsattest' van de caisson is een nieuw document van NIRAS. Het is het instrument waarmee kan worden aangetoond dat een individuele caisson na zijn fabricage voldeed aan de toepasselijke acceptatiecriteria. Dit goedkeuringsattest wordt uitgereikt door NIRAS in haar hoedanigheid van beheerder van het radioactieve afval. NIRAS heeft daartoe de betrokken caisson gekeurd. Het goedkeuringsattest hoeft niet noodzakelijk een attest op papier te zijn. Het formaat van dit goedkeuringsattest is nog af te spreken tussen de fabrikant van de caisson en de Dienst Acceptatie van NIRAS.

308 Deze gegevens zijn nodig met betrekking tot de overdrachtsriteria in §4.3.

401. Dit criterium gaat over de aard van het bergingsafval. Aangezien het bergingsafval het resultaat is van een (eind)conditionering, gelden de vereisten die NIRAS stelt aan de algemene eigenschappen van een afvalvorm van geconditioneerd afval (i.e. vast, compact, niet-verspreidbaar, stabiel). Deze vereisten werden in deze Contractuele overdrachtsriteria omgezet naar concrete vereisten voor het bergingsafval van een monoliet Type III. Voor wat betreft de fysische stabiliteit van het bergingsafval is het niet nodig rekening te houden met de thermische belasting van de monoliet, aangezien de verwachte temperatuursveranderingen klein zijn. Evenmin moet er gekeken worden naar lege ruimtes in het bergingsafval. Immers, overdrachts criterium 424 en de geteste eigenschappen van de opvulmortel garanderen de afwezigheid van dergelijke lege ruimtes.

402. Gevaarlijke stoffen in het in de monoliet ingebrachte radioactieve afval mogen de stabiliteit en verwachte prestatie van het bergingssysteem (inclusief de monoliet) niet verstoren. Het overdrachts criterium is gebaseerd op het overeenkomstige conformiteitscriterium uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsovereenkomst te Dessel (zie §15.4.2.5 van het veiligheidsrapport). Evenwel

heeft NIRAS uit voorzichtigheid ervoor gekozen het verbod in dit criterium uit te breiden met de stoffen of mengsels die een *materieel* gevaar vormen.

Bij de beoordeling van het al dan niet gevaarlijk zijn van bepaalde stoffen, speelt ook de concentratie een rol. NIRAS heeft ervoor gekozen het bergingsafval als eenheid te nemen voor deze beoordeling en als dusdanig de concentraties van potentieel gevaarlijke stoffen te berekenen op de massa van het bergingsafval.

Dit criterium is niet kwantitatief. Het wordt niet uitgedrukt aan de hand van numerieke limietwaarden. Het verbod op de aanwezigheid van bepaalde gevaarlijke stoffen mag daarom niet vereenzelvigd worden met de limietwaarde nul. Het criterium is kwalitatief. Verwaarloosbaar kleine hoeveelheden van de betreffende stoffen, die de performantie van de veiligheidsfuncties niet verstoren, kunnen aldus getolereerd worden.

- 403.** Dit overdrachtcriterium berust op een beslissing van NIRAS, die daarmee het courante beheer m.b.t. "putrifieerbare stoffen" in het afval wil handhaven. Hiermee worden organische stoffen bedoeld die mogelijk een gepast substraat (= voedingsbodem waarop een enzym inwerkt) kunnen vormen voor een biologisch afbraakproces en/of gemakkelijk kunnen afbreken door basische hydrolyse. Putrifieerbare stoffen zijn daarom eigenlijk biologisch afbreekbare stoffen en vetten. Immers, biologisch afbreekbare stoffen zijn stoffen die een gepast substraat kunnen vormen voor een biologisch afbraakproces. Vetten zijn de stoffen die door basische hydrolyse uiteenvallen in een zeep (= zout van een vetzuur) en glycerol.

Beide hierboven vermelde reacties resulteren in producten die mogelijk de operationele veiligheidsfuncties kunnen verstoren (bv. door corrosie van de metalen verpakking of aantasting van de cementmatrix), afhankelijk van de hoeveelheid waarmee ze in het afval aanwezig zijn. Het criterium maakt een uitzondering voor het geval van de cellulosehoudende stoffen omdat hiervoor een specifieke maximumlimiet bestaat (zie §15.4.2.4 van het veiligheidsrapport). Het criterium maakt tevens de abstractie dat vetten in de praktijk ofwel tot de biologisch afbreekbare stoffen behoren, ofwel slechts in verwaarloosbaar kleine hoeveelheden in het afval voorkomen.

Het overdrachtcriterium is een uitsluitend operationeel criterium omdat, volgens het veiligheidsrapport voor de oppervlakteberging, biodegradatie (met uitzondering van de degradatie van cellulose) geen potentieel kritisch proces lijkt te zijn (zie §5.3.2.4 van versie 3 van hoofdstuk 5 van het veiligheidsrapport).

Dit criterium is niet kwantitatief. Het wordt niet uitgedrukt aan de hand van numerieke limietwaarden. Het verbod op de aanwezigheid van biologisch afbreekbare stoffen mag daarom niet vereenzelvigd worden met de limietwaarde nul. Het criterium is kwalitatief. Verwaarloosbaar kleine hoeveelheden van de betreffende stoffen, die de performantie van de veiligheidsfuncties niet verstoren, kunnen aldus getolereerd worden.

- 404.** A) Complexering door ISA, een afbraakproduct van cellulosehoudende stoffen in het afval, mag de radiologische impact door uitloging op lange termijn niet significant verhogen. De aanwezigheid van cellulosehoudende stoffen in het radioactieve afval moet daartoe worden beperkt. De limietwaarde in het overdrachtcriterium is rechtstreeks overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel (zie §15.4.2.1 van het veiligheidsrapport).

B) Versoepeling uitsluitend in het kader van de overeenkomst tussen Engie en de Staat voor de financiële overdracht van radioactief afval van categorie A voor bepaalde stromen/families van radioactief afval.

- 405.** A) Complexering door chloride-ionen in het afval, mag de radiologische impact door uitloging op lange termijn niet significant verhogen. Bovendien mogen chloride-ionen afkomstig van het afval de omliggende betonbarrières niet verstoren door versnelde corrosie van de stalen wapening tijdens de periode waarin deze barrières als niet-gedegradieerd worden beschouwd. De aanwezigheid van wateroplosbare chloriden in het radioactieve afval moet daartoe worden beperkt. De limietwaarde in het overdrachtcriterium is rechtstreeks overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel (zie §15.4.2.2 van het veiligheidsrapport).

De formulering van het overdrachtscriterium in functie van het al dan niet wateroplosbaar zijn van chloriden, is bedoeld om het criterium gemakkelijker verstaanbaar te maken.

B) Versoepeling uitsluitend in het kader van de overeenkomst tussen Engie en de Staat voor de financiële overdracht van radioactief afval van categorie A voor bepaalde stromen/families van radioactief afval.

- 406.** Vrij vloeistoffen kunnen een verstorend effect hebben op de veiligheidsfuncties. Vrije vloeistoffen kunnen immers een medium zijn voor diverse chemische processen die de barrières kunnen aantasten. Vrije vloeistoffen kunnen daarnaast ook een medium zijn waarin vrijgekomen radionucliden zich gemakkelijk kunnen verplaatsen. Vrije vloeistoffen in het bergingsafval worden expliciet verboden door het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel (zie §15.3.3 van het veiligheidsrapport; in het geval van een monoliet Type III is het 'ingebrachte radioactieve afval' gelijk aan het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval). Interstitieel water wordt niet als een vrije vloeistof beschouwd. Dit water wordt ter plaatse gehouden door capillaire krachten en draagt daarom niet bij aan processen die een stroming van vloeistof in de monoliet veronderstellen.

Dit criterium is niet kwantitatief. Het wordt niet uitgedrukt aan de hand van numerieke limietwaarden. Het verbod op de aanwezigheid van vrije vloeistoffen mag daarom niet vereenzelvigd worden met de limietwaarde nul. Het criterium is kwalitatief. Verwaarloosbaar kleine hoeveelheden van de betreffende stoffen, die de performantie van de veiligheidsfuncties niet verstoren, kunnen aldus getolereerd worden.

- 407.** A) Processen die tot expansie kunnen leiden van het bergingsafval moeten worden vermeden tijdens de periode waarin gerekend wordt op de fysieke integriteit van de barrières rondom het afval. Dit houdt onder meer in dat processen zoals ASR en DEF moeten worden voorkomen. Het overdrachtscriterium is overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel (zie §15.3.4 van het veiligheidsrapport), waarin ASR en DEF zijn geïdentificeerd als de enige processen waarvoor conformiteitscriteria moeten worden gedefinieerd.

B) Versoepeling uitsluitend in het kader van de overeenkomst tussen Engie en de Staat voor de financiële overdracht van radioactief afval van categorie A voor bepaalde stromen/families van radioactief afval.

C) Versoepeling uitsluitend in het kader van de overeenkomst tussen Engie en de Staat voor de financiële overdracht van radioactief afval van categorie A voor bepaalde stromen/families van radioactief afval. NIRAS verwacht dat de gevoeligheid voor ASR en DEF van het betrokken afval moeilijk te bepalen zal zijn.

- 408.** Het vrijkomen van sulfaationen (SO_4^{2-}) uit het bergingsafval mag niet leiden tot een aantasting van de betonbarrières tijdens de periode waarin deze barrières als niet-gedegrademd worden beschouwd. De aanwezigheid van sulfaatverbindingen (exclusief bariumsulfaat) in het radioactieve afval moet daartoe worden beperkt. Het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel specificeert evenwel geen limietwaarde in het geval van een monoliet Type III (zie §15.4.2.3 van het veiligheidsrapport). Daarom poneert deze Contractuele overdrachtscriteria een conservatieve limietwaarde.

De formulering van het overdrachtscriterium in functie van het al dan niet wateroplosbaar zijn van sulfaten, is bedoeld om het criterium gemakkelijker verstaanbaar te maken. Hierbij moet nog opgemerkt worden dat het vrijkomen van sulfaationen uit harsen in de praktijk geen probleem stelt.

- 409.** Elektropositieve metalen lossen op in een waterig milieu met een hoge pH en kunnen daarbij op een excessieve manier H_2 vrijzetten. Deze gasgeneratie kan zowel tijdens de eindconditionering als na sluiting van de berging optreden. In beide instanties kan dit leiden tot een onaanvaardbare vermindering van de kwaliteit van de opvulmortel met betrekking tot zijn chemische retentie of zijn beperking van de waterdoorstroming. Aldus kan de langetermijnveiligheid in het gedrang worden gebracht via een verstoring van de veiligheidsfuncties R3 (chemisch vasthouden van de nucliden) en R2a (beperking van de waterinsijpeling). De generatie van H_2 uit elektropositieve metalen is evenwel niet van belang voor de operationele veiligheid van het verdere beheer van het bergingsafval volgens

het referentiebeheertraject, aangezien er geen gevaar is voor een drukopbouw (zie §5.3.2.10.6 van versie 3 van hoofdstuk 5 van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel). De eindconditionering maakt geen deel uit van het referentiebeheertraject.

Dit criterium is niet kwantitatief. Het wordt niet uitgedrukt aan de hand van numerieke limietwaarden. Het verbod op de aanwezigheid van elektropositieve metalen mag daarom niet vereenzelvigd worden met de limietwaarde nul. Het criterium is kwalitatief. Verwaarloosbaar kleine hoeveelheden van de betreffende stoffen, die de performantie van de veiligheidsfuncties niet verstoren, kunnen aldus getolereerd worden.

- 410.** Het uitsluiten van ingekapselde bronnen uit het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval berust op een beslissing van NIRAS, die daarmee het courante beheer m.b.t. ingekapselde bronnen in het afval tot nader order wil handhaven. NIRAS rekent momenteel de ingekapselde bronnen tot het afval met de geologische berging als eindbestemming.
- 410-28** Voor gemakkelijk verspreidbare materialen vormen scheuren in de opvulmortel en in de caisson een preferentieel pad waarlangs deze materialen rechtstreeks uit de monoliet zouden kunnen ontsnappen.
- Dit criterium is niet kwantitatief. Het wordt niet uitgedrukt aan de hand van numerieke limietwaarden. Het verbod op de aanwezigheid van gemakkelijk verspreidbare materialen mag daarom niet vereenzelvigd worden met de limietwaarde nul. Het criterium is kwalitatief. Verwaarloosbaar kleine hoeveelheden van de betreffende materialen, die de performantie van de veiligheidsfuncties niet verstoren, kunnen aldus getolereerd worden.
- 411.** Het vereiste gebruik van een HSR- (of SR) en LA-cement is bedoeld om de opvulmortel te beschermen tegen sulfaataantasting, waarbij de LA-cement ook nog is bedoeld om de opvulmortel te beschermen tegen ASR. In vergelijking met een CEM I-cement heeft een CEMIII/C-cement een ietwat lagere pH-buffercapaciteit en dus minder weerstand tegen carbonatatie, maar dit wordt gecompenseerd door een hogere weerstand tegen sulfaataantasting en een lagere permeabiliteit. Gelet op de rol van de opvulmortel, primeren deze laatste twee eigenschappen. Vandaar dat voor de opvulmortel een CEM III/C-cement is vereist in plaats van een CEM I-cement. Het door het overdrachts criterium vereiste cementtype is overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel (zie 'Mon12', 'Mon07' en 'Mon10' in §7.4.2.1 van het veiligheidsrapport).
- 412.** De beperking van de verhouding van SO_3 ten opzichte van Al_2O_3 in het cement gebruikt voor de opvulmortel, is bedoeld om de opvulmortel te beschermen tegen sulfaataantasting. Het overdrachts criterium en de limietwaarde zijn overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel (zie 'Mon24' in §7.4.2.1 van het veiligheidsrapport). Dit overdrachts criterium betreft een fenomeen dat pas een rol speelt na de sluiting van de bergingsinstallatie. Daarom is het geen operationeel criterium.
- 413.** Dit overdrachts criterium is bedoeld om de opvulmortel te beschermen tegen sulfaataantasting en tegen ASR.
- 414.** De omgevingsklasse EE3 houdt in dat de opvulmortel is blootgesteld aan regen en dat het er kan vriezen. Deze omstandigheden zijn toepasselijk op de periode gedurende dewelke het dak rond modules al is verwijderd maar de eindafdekking nog niet is aangelegd. Zie ook de verantwoording van overdrachts criterium 416.
- 415.** Dit overdrachts criterium is bedoeld om de opvulmortel te beschermen tegen het optreden van ASR (alkali-silicareactie), wat de fysieke integriteit van de opvulmortel zou kunnen aantasten. De alkali-silicareactie is een chemische reactie tussen alkaliën in het beton, water en reactief silica uit de granulaten. Bij de reactie wordt een expansief gel gevormd, dat de opvulmortel van binnenuit onder druk zet en leidt tot barsten. Dit overdrachts criterium stemt overeen met bepaalde ontwerpvereisten uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel (zie 'Mon26' en 'Mon27' in §7.4.2.1 van het veiligheidsrapport).
- 416.** De basis van diverse wetenschappelijke studies en tests neemt NIRAS aan dat het effect van het gebruik van een superplastificeerder van het type naftaleensulfonaat of polycarboxylaat op de sorptie door de caissonwand of de opvulmortel verwaarloosbaar zijn. Het effect op de oplosbaarheid uit de matrix is voor de meeste elementen eveneens verwaarloosbaar. Aldus wordt van deze types

superplastificeerder verwacht dat zij geen verstorend effect hebben op respectievelijk de R3- en de R1-langetermijnveiligheidsfuncties. Dit overdrachtcriterium (inclusief de voorkeur voor naftaleensulfonaat) is overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel (zie 'Mon17' in §7.4.2.1 van het veiligheidsrapport). Dit overdrachtcriterium betreft fenomenen die pas een rol spelen na de sluiting van de bergingsinstallatie. Daarom is het geen operationeel criterium.

- 417.** Omwille van de praktische haalbaarheid van het afvalbeheer heeft NIRAS beslist de vrijheidsgraden bij het doseren van de bestanddelen van de opvulmortel zo veel mogelijk te beperken. Immers, de conformiteitscriteria in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel leggen geen specifieke samenstelling op aan de opvulmortel.

De conformiteitscriteria leggen enkel bepaalde duurzaamheidseisen op, die inherent zijn aan het morteltype dat door de normen wordt voorgeschreven voor een bepaalde omgevingsklasse en/of milieuklasse. In het geval van de opvulmortel zijn dat omgevingsklasse EE3 ('vorst, contact met regen') en milieuklasse XA2 (middelmatig chemisch agressieve omgeving'). Hiervoor schrijven respectievelijk NBN B 15-001 [13] en NBN EN 2016-1 [12] een morteltype voor met een maximale water/cementverhouding van 0,5, een minimaal aandeel cement van 320 kg/m³ en een minimale druksterkteklasse C30/37. De limietwaarden voor de water/cementverhouding en het cementaandeel werden opgenomen in de conformiteitscriteria (zie 'Mon03' en 'Mon04' in §7.4.2.1 van het veiligheidsrapport). Om de opvulmortel extra te beschermen tegen de voorziene statische en dynamische belastingen, inclusief degene van seismische aard, leggen de conformiteitscriteria een hogere druksterkteklasse op, i.e. minimaal C40/50 (zie 'Mon05' in §7.4.2.1 van het veiligheidsrapport). Bovenstaande duurzaamheidseisen resulteren tevens in een lage diffusiviteit (i.v.m. veiligheidsfunctie R4) en een lage effectieve hydraulische geleidbaarheid en een hoge weerstand tegen doorgaande macroscheuren (i.v.m. veiligheidsfunctie R2).

De specifieke samenstelling van de opvulmortel die wordt vastgelegd via dit overdrachtcriterium voldoet aan de duurzaamheidseisen betreffende de water/cementverhouding en het aandeel cement. Het voldoen aan deze conformiteitscriteria moet dus niet meer geverifieerd worden. Wel moet nog het voldoen aan de minimale druksterkteklasse geverifieerd worden (zie hiervoor overdrachtcriterium 420). Immers, de druksterkteklasse kan niet per individuele batch worden vastgesteld. Hiervoor zijn metingen op een aantal batches nodig.

De materialen vermeld in dit overdrachtcriterium werden onderworpen aan een uitgebreid materiaalkundig onderzoek zodanig dat hun karakteristieken kunnen worden gebruikt in modellen en hun evolutie in de tijd kan worden voorspeld of afgebakend. Deze materialen waren ook het onderwerp van belangrijke demonstratieprogramma's. Het gebruik van andere materialen vereist een herziening van het veiligheidsrapport voor de oppervlaktebergingsinrichting, na grondige analyse ervan en zo nodig ondersteund door bijkomend onderzoek, karakterisering van materialen en demonstratietesten).

De keuze tussen twee variëteit nominale samenstellingen van de opvulmortel berust op een beslissing van NIRAS. Deze twee variëteit nominale samenstellingen zijn vastgelegd in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel (zie Tabellen 5-5 en 5-6 op p.78 en 79 van versie 3 van hoofdstuk 5 van dat veiligheidsrapport).

- 418.** Onderzoek heeft aangetoond dat voor het water in de opvulmortel een hogere doseernauwkeurigheid nodig is dan voor het beton van de caisson. De limietwaarde in het overdrachtcriterium is overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel (zie 'Mon06' in §7.4.2.1 van het veiligheidsrapport).
- 419.** Omdat de granulaten in een mortel veel kleiner zijn dan in een beton, is de waarneming op het zicht van tekenen van ontmenging veel moeilijker. Daarom wordt beroep gedaan op een test. De limietwaarde (1,13) in het overdrachtcriterium berust op ervaring van deskundigen [10].
- 420.** Zie de verantwoording van overdrachtcriterium 417. Dat voor de opvulmortel dezelfde druksterkteklasse wordt vereist als voor het beton, is een conservatieve keuze.
- 421.** Het minimale deel aan uitgeharde cementpasta is bedoeld om aan de opvulmortel een voldoende chemische retentie (i.v.m. veiligheidsfunctie R3) te geven. De limietwaarde in het overdrachtcriterium is

overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel (zie 'Mon02' in §7.4.2.1 van het veiligheidsrapport).

- 422.** Dit overdrachts criterium is bedoeld om in combinatie met overdrachts criterium 421 (fractie cementpasta) aan de opvulmortel een voldoende chemische retentie (i.v.m. veiligheidsfunctie R3) te geven. De limietwaarde in het overdrachts criterium is overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel (zie 'Mon30' in §7.4.2.1 van het veiligheidsrapport).
- 423.** De verwerkbaarheid (vloeibaarheid) van de mortel moet voldoende hoog zijn opdat deze goed de lege ruimtes tussen de stukken ruw en/of verwerkt afval en tussen dit afval en de caisson zou opvullen. Het overdrachts criterium houdt rekening met de limietwaarde voor de vloeimaat uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel (i.e. 240 mm, zie 'Mon19' in §7.4.2.1 van het veiligheidsrapport). Uit tests op niet-actieve prototypes van een monoliet [10] is gebleken dat een mortel die een vloeimaat heeft van minstens 290 mm direct na aanmaak en 240 mm een uur na aanmaak, voldoet aan het acceptatiecriterium. Dit neemt niet weg dat er geen andere manieren mogelijk zijn om het voldoen aan het acceptatiecriterium aan te tonen.
- 424.** Dit overdrachts criterium is bedoeld om in combinatie met overdrachts criterium 423 (vloeimaat) zo veel mogelijk de lege ruimtes tussen de stukken ruw en/of verwerkt afval en tussen dit afval en caisson op te vullen. Lege ruimtes kunnen zowel de operationele als de langetermijnveiligheid in het gedrang brengen. Wat betreft de operationele veiligheid, kunnen lege ruimtes het insluitingsvermogen van de opvulmortel verminderen. Wat betreft de langetermijnveiligheid, kunnen lege ruimtes preferentiële wegen vormen voor de migratie van radionucliden en aldus de veiligheidsfuncties R2a (beperking van waterinsijpeling) en R3 (chemische retentie) van de opvulmortel verstoren. Ook kunnen lege ruimtes, met het zich erin verzamelde water als medium, een plaats bieden aan chemische reacties die de integriteit van diverse barrières aantasten. Het overdrachts criterium is overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel (zie 'Mon11' in §7.4.2.1 van het veiligheidsrapport).
- 425.** Een mechanische verstoring van de binding kan leiden tot een verlies van hechting van de opvulmortel aan het ruwe en/of verwerkte afval en aan de caisson. Het kan ook leiden tot de vorming van scheuren in de opvulmortel. Deze schade is blijvend. Alleszins zal er kwaliteitsverlies van de opvulmortel optreden. Het criterium wordt ondersteund door §7.5.2.4 en §7.5.2.5 in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel. De vermelde temperatuurvoorwaarde behoort tot de omgevingsomstandigheden waarin verpakkingen en afvalcolli worden bewaard en is geen overdrachts criterium als dusdanig.
- 426.** Dit verbod op doorgaande macroscheuren is bedoeld om te vermijden dat de functie van de opvulmortel als barrière tegen waterinsijpeling tot bij het afval (veiligheidsfunctie R2a) zou worden verstoord. Het acceptatiecriterium is overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel (zie 'Mon25' in §7.4.2.1 van het veiligheidsrapport).

Het fenomeen dat door dit acceptatiecriterium specifiek wordt afgedekt, is de autogene krimp van de opvulmortel. Dit fenomeen wordt beschreven in §5.4.2 van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel. Hieronder volgt een uittreksel:

"Deze autogene krimp van de vulmortel zou ertoe kunnen leiden dat er een scheur ontstaat in de mortel tussen het primair collo en de caissonwand (ter hoogte van lokale verdikkingen van het collo). In het voorjaar van 2016 zijn er prototypemonolieten gemaakt en doorgezaagd voor visuele inspectie waarbij lokale scheuren vastgesteld werden in de mortel tussen de primaire colli en de caissonwand.

Autogene krimp van de vulmortel kan er ook toe leiden dat er een scheur ontstaat tussen de mortel en de wanden van de caissons en/of aan het raakvlak tussen de primaire collo en de mortel. Hoewel in de gerealiseerde prototypes geen grootschalige en systematische scheuren werden geobserveerd, zijn lokaal kleine scheuren tussen de vulmortel en de andere onderdelen van de monoliet (inclusief afval) mogelijk. Deze scheuren worden zoveel mogelijk beperkt (door bijvoorbeeld het verzekeren van geschikte uithardingscondities of de optimalisatie van de samenstelling/ aanmaakprocedure van de mortel) en zijn maximaal enkele mm. Het is niet verwacht dat er over de ganse omtrek en hoogte van het deksel een verticale doorgaande

scheur zal zijn waardoor invloed van dergelijke scheuren op de langetermijnveiligheid beperkt blijft.”

De onderliggende bezorgdheid bij de autogene krimp van de opvulmortel is dus niet het ontstaan van lokale krimp-scheuren, maar wel van grote scheuren tussen de opvulmortel en de caissonwand, het caissondeksel of de colli GA. Daarom focust het acceptatiecriterium op dit laatste.

De wijze waarop de visuele inspectie van de doorsnede van een niet-actief proefmodel van de monoliet in de praktijk wordt uitgevoerd (inclusief de periodiciteit ervan) staat beschreven in het 'goedkeuringsdossier voor overdracht' van het eindconditioneringsprocedé (vermeld in overdrachtcriterium 201).

- 427.** Dit overdrachtcriterium is bedoeld om de opvulmortel te beschermen tegen het optreden van vertraagde ettringietvorming of 'DEF' (delayed ettringite formation), wat de fysieke integriteit van de opvulmortel zou kunnen aantasten. De vertraagde vorming van het mineraal ettringiet leidt tot uitzetten en barsten van de opvulmortel. Ettringiet is een normaal product van vroege cementhydratatie. DEF is het resultaat van hogere temperaturen tijdens de cementhydratatie, die de normale vorming van ettringiet verhinderen. Dit overdrachtcriterium is overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel (zie 'Mon28' in §7.4.2.1 van het veiligheidsrapport). Het overdrachtcriterium is enigszins anders geformuleerd dan het conformiteitscriterium uit het veiligheidsrapport, evenwel zonder het inhoudelijk te wijzigen.
- 428.** In de monoliet wordt de korf beschouwd als een onderdeel van het bergingsafval.
- 501.** A) Opdat de hypothesen van de veiligheidsevaluatie geldig zouden zijn, moeten de maximale radionuclideconcentraties per monoliet Type III worden beperkt in functie van de aanvaardbare begrenzing van de gemiddelde concentratie in de berging. Dit houdt onder meer in dat de absolute activiteitsconcentraties van de kritieke radionucliden in elke monoliet Type III moeten worden beperkt tot bepaalde limietwaarden. De hiervoor gebruikte CLI-waarden in het overdrachtcriterium zijn rechtstreeks overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel (zie §15.6.1.1 van het veiligheidsrapport). De waarde van het inwendige volume van de caisson Type III (3,430 m³) wordt gegeven in Tabel 7 op p.16 van het document ONDRAF/4NT/573726/000/01, dat zich bevindt in bijlage aan het NIRAS-rapport NIROND-TR 2011-63E "Detailed Design Monoliths", versie 3, gedateerd 30 november 2018.
- B) Versoepeling uitsluitend in het kader van de overeenkomst tussen Engie en de Staat voor de financiële overdracht van radioactief afval van categorie A voor bepaalde stromen/families van radioactief afval.
- 501-06** Het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel bevat alleen voor het geval van monolieten met colli GA een conformiteitscriterium over de radiologische heterogeniteit (zie §15.6.1.1 van het veiligheidsrapport). Dit neemt niet weg dat, op basis van de onderliggende conformiteitsvereiste, de beperking van de radiologische heterogeniteit ook van veiligheidsbelang is in het geval van monolieten met bulkafval. NIRAS neemt hiervoor dezelfde limietwaarde als voor het geval van monolieten met colli GA (i.e. $Z \leq 85$).
- 502.** Conform de hypothesen van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel moet de radiologische impact van eender welke monoliet Type III in het scenario van onopzettelijke menselijke intrusie 'analyse van een boorkern' kleiner dan of gelijk zijn aan 3 mSv. Dit wordt verzekerd door het respecteren van dit 'X-criterium'. De overeenkomstige $C_{i,max-X}$ -waarden zijn bepaald in NIRAS- nota 2019-0624 [6].
- Dit overdrachtcriterium is niet van belang voor de operationele veiligheid van het bergingsafval. Immers, het X-criterium is niet relevant voor de operationele veiligheid van de bergingsinstallatie.
- 503.** Radium/thoriumhoudend afval wordt geweerd uit de oppervlaktebergingsinrichting om te vermijden dat radonemanatie uit het afval de radiologische metingen zou verstoren en om te vermijden dat radonemanatie uit het afval de veiligheid van de operatoren en de bevolking in het gedrang zou

brengen. NIRAS hanteert de waarde van 1000 Bq/kg als algemene limietwaarde voor *natuurlijke* radium/thoriumhoudendheid. Deze limietwaarde is ook gebruikt in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel (zie §15.6.1.2 van het veiligheidsrapport).

- 504.** Omwille van zowel de operationele als de langetermijnveiligheid, moet het risico op kritikaliteit in de bergingsinrichting onbestaande zijn. De limietwaarde in het overdrachts criterium is rechtstreeks overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel (zie §15.7.1.4 van het veiligheidsrapport). De limietwaarde is gebaseerd op een scenario waarbij splijtbare nucliden op lange termijn worden uitgelooft en zich verzamelen onderaan de stapel monolieten. Deze limietwaarde is conservatief voor de operationele veiligheid.
- 505.** Een richtlijn van FANC stelt dat afval dat splijtstof bevat in niet verwaarloosbare hoeveelheden niet mag worden aanvaard voor de oppervlaktebergingsinrichting. De limietwaarde in het overdrachts criterium is rechtstreeks overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel (zie §15.7.2 van het veiligheidsrapport). Dit overdrachts criterium betreft een aspect dat gericht is op de veiligheid na de sluiting van de bergingsinstallatie.
- 601-33 Aangezien de caisson een geprefabriceerde component van de monoliet is, zijn er op de caisson geen overdrachts criteria van toepassing die te maken hebben met zijn fabricage van de caisson. Als dusdanig zijn de acceptatiecriteria met betrekking tot de configuratie en afmetingen van de caisson, de grondstoffen voor het beton, het verse beton, het verharde beton, de wapening van de caisson, de hijsankers van de caisson en de opschriften en pictogrammen rechtstreeks van toepassing.
- 601-34 Aangezien de caisson een geprefabriceerde component van de monoliet is en geen product van het eindconditioneringsprocedé, is de caisson niet afgedekt door het 'goedkeuringsdossier voor overdracht' van het eindconditioneringsprocedé (dat het onderwerp is van het overdrachts criterium 201). Als dusdanig is het koninklijk besluit van 18 november 2002 over de erkenningen door NIRAS rechtstreeks van toepassing op de caisson.
- 626.** Het is een vereiste van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel dat de monoliet in zijn geheel een massa moet hebben die compatibel is met het bouwkundige ontwerp van de bergingsinstallatie en de uitrustingen voor het hanteren en verplaatsen van monolieten. De limietwaarde in het overdrachts criterium is overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel (zie §15.3.1 van het veiligheidsrapport, alhoewel in het overdrachts criterium hetzelfde aantal beduidende cijfers is gebruikt als in Tabel 7-4 in §7.3.1 van het veiligheidsrapport, aangezien deze laatste de oorspronkelijke gegevens zijn van het conformiteits criterium). Bij de afleiding van de limietwaarde is rekening gehouden met de stapeling van Type III monolieten in de bergingsinstallatie (i.e. 5 monolieten Type III per stapel).
Het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting bevat geen conformiteits criterium voor de ligging van het zwaartepunt van de monoliet, omdat dit in de praktijk geen problemen zal opleveren (zie §7.5.2.2 van het veiligheidsrapport).
- 627.** De limietwaarde in het overdrachts criterium is rechtstreeks overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel (zie §15.6.2.1 van het veiligheidsrapport).
- 628.** Het overdrachts criterium en de limietwaarden zijn (lichtjes) meer beperkend dan in het overeenkomstige conformiteits criterium van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel (zie §15.6.2.2 van het veiligheidsrapport). In dit conformiteits criterium wordt de formulering van 10CFR71.4 gehanteerd, waarin de zwak radiotoxische alfastralers bij de bèta/gammastralers worden geteld. Het overdrachts criterium volgt echter de regeling m.b.t. tot de afneembare oppervlaktebesmetting die algemeen gangbaar is voor de door Belgoprocess uitgebakte installaties en die ook is gereflecteerd in de veiligheidsrapporten voor deze installaties (bv. CILVA, PAMELA). Deze regeling zal ook gelden voor IPM (installatie voor de productie van monolieten), die eveneens door Belgoprocess zal worden uitgebakt. Dat het overdrachts criterium deze regeling volgt, berust dus op een beslissing van een NIRAS, genomen omwille van de consistentie met de installaties uitgebakt door Belgoprocess.

-
- 628-33** Het veiligheidsrapport van IPM legt, zowel aan de inputzijde als aan de outputzijde van IPM, beperkingen op aan de activiteitenconcentraties van het radioactieve afval. Het beheertraject van alle monolieten Type III, zowel deze geproduceerd in IPM door Belgoprocess als deze van andere producenten, loopt langs de bufferopslag (lokaal L105) van IPM. Het veiligheidsrapport van IPM (zie p.154 van het document VEM/2011-01717, herziening 1, gedateerd juli 2013) beperkt de activiteitenconcentratie van de bèta/gammastralers in de monolieten tot 800 GBq/m³ (zonder de zwakke bètastralers, zoals H-3) en deze van de alfastralers tot 20 GBq/m³.
- 628-34** Idem de verantwoording van criterium 628-33.
- 628-34** Het veiligheidsrapport van IPM legt een algemene beperking op aan de activiteit van H-3 in een collo en maakt daarbij enkel een onderscheid tussen colli met een dichtgelaste verpakking en colli zonder een dichtgelaste verpakking. Voor deze laatste colli is de activiteit van H-3 beperkt tot 10 GBq/collo (zie p.152 van het document VEM/2011-01717, herziening 1, gedateerd juli 2013). Een monoliet Type III is te beschouwen als een collo zonder een dichtgelaste verpakking.
- 629.** Het is een vereiste van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel dat elke monoliet moet voorzien zijn van een duurzame en unieke identificatiecode die eenduidig verbonden is met de ermee overeenstemmende documentatie (zie §15.8.2 van het veiligheidsrapport).
- 701.** Dit criterium is een langetermijncriterium omdat het veiligheidsrapport van de oppervlakteberging te Dessel de aanwezigheid verbiedt van infectieuze stoffen in het bergingsafval (zie §15.5 van het veiligheidsrapport). Dit criterium is ook een operationeel criterium omdat het potentieel van belang kan zijn voor de veiligheid van de operatoren van de bergingsinstallatie. Het overdrachtcriterium is (lichtjes) meer beperkend dan het overeenkomstige conformiteitscriterium van de oppervlaktebergingsinrichting te Dessel: het verbod geldt voor alle 'biologische ziekteverwekkers' en niet alleen voor 'infectieuze stoffen'. Voor de omschrijving van 'biologische ziekteverwekkers' wordt een beroep gedaan op definities uit het ADR [31] omwille van de nauwkeurigheid van deze definities en de algemene bekendheid van deze wetgeving
- 702.** Dit criterium is gebaseerd op het voorzichtigheidsprincipe. Biologische inactivatietechnieken zijn doorgaans niet voor 100% effectief in het vernietigen van de aanwezige biologische ziekteverwekkers.

Bijlage 2 Referentiebeheertraject

Een referentiebeheertraject is de opeenvolging van beheeractiviteiten zoals deze door NIRAS is gepland in overeenstemming met het Nationale Programma zoals bedoeld in de wet van 3 juni 2014 houdende wijziging van artikel 179 van de wet van 8 augustus 1980.

Het referentiebeheertraject van het radioactieve afval waarop deze Contractuele overdrachtscriteria betrekking hebben, bestaat uit de volgende stappen:

1. Overdracht;
2. Transport vanuit de bufferopslag voor monolieten (lokaal L105) in IPM (geëxploiteerd door Belgoproces) naar de oppervlakteberging te Dessel (geëxploiteerd door NIRAS);
3. Berging van demonolieten;
4. Beheer van het radioactieve afval naberging.

Bijlage 3 Illustratie terminologie monoliet Type III



Opmerkingen:

1. Een monoliet is eveneens een *primair collo* bergingsafval en een *ophalingseenheid* bergingsafval
2. Een eventuele radiologische afscherming van de monoliet behoort tot de caisson indien deze radiologische afscherming een element is dat werd toegevoegd aan de caisson tijdens de fabricatie ervan. Zo niet, behoort deze radiologische afscherming tot het bergingsafval.

Figuur A – 1 Principeschets van de monoliet Type III

Bijlage 4 Uitgesloten gevaarlijke stoffen/mengsels

Tabel A – 1: Overzicht van de uitgesloten gevaarlijke stoffen en mengsels

H-zin	begeleidend GHS-pictogram	Omschrijving
Ontploffbare stoffen		
H200		instabiele ontploffbare stof
H201		ontploffbaar; gevaar voormassaexplosie
H202		ontploffbaar; ernstig gevaar voorscherfwerking
H203		ontploffbaar; gevaar voor brandluchtdrukwerking of scherfwerking
H204		gevaar voor brand ofscherfwerking
H205	geen	gevaar voor massa-explosie bij brand
Ontvlambare gasen of aerosolen		
H221	geen	ontvlambaar gas
H220		zeer licht ontvlambaar gas
H222		zeer licht ontvlambare aerosol
H223		ontvlambare aerosol
Ontvlambare vloeistoffen of vastestoffen		
H224		zeer licht ontvlambare vloeistof endamp
H225		licht ontvlambare vloeistof endamp
H226		ontvlambare vloeistof endamp
H228		ontvlambare vaste stof
Zelfontledende stoffen en mengsels, alsook organische peroxiden		
H240	  of	ontploffingsgevaar bijverwarming
H241		brand of ontploffingsgevaar bijverwarming
H242		Brandgevaar bij verwarming
Pyrofore stoffen en stoffen en mengsels die voor zelfverhitting vatbaar zijn		
H250		vat spontaan vlam bij blootstelling aanlucht
H251		vatbaar voor zelfverhitting; kan vlamvatten
H252		in grote hoeveelheden vatbaar voor zelfverhitting; kan vlam vatten

Stoffen en mengsels die in contact met water ontvlambare gassen ontwikkelen		
H260		in contact met water komen ontvlambare gassen vrij die spontaan kunnen ontbranden
H261		in contact met water komen ontvlambare gassen vrij
Oxiderende vaste stoffen en vloeistoffen en gassen		
H270		Gas dat kan brand of ontploffingen veroorzaken; sterk oxiderend
H271		kan brand of ontploffingen veroorzaken; sterk oxiderend
H272		kan brand bevorderen; oxiderend
Gassen onder druk		
H280		bevat gas onder druk; kan ontploffen bij verwarming
H281		bevat sterk gekoeld gas; kan cryogene brandwonden of letsel veroorzaken
Stoffen en mengsels die bijtend zijn voor metalen		
H290		kan bijtend zijn voor metalen
EUH-zin	begeleidend GHS-pictogram	Omschrijving
Materiële eigenschappen		
EUH001	geen	in droge toestand ontplofbaar
EUH014		reageert heftig met water
EUH018		kan bij gebruik een ontvlambaar/ontplofbaar damp-luchtmengsel vormen
EUH019		kan ontplofbare peroxiden vormen
EUH044		ontploffingsgevaar bij verwarming in afgesloten toestand

Opmerking: EUH006, 'Ontplofbaar met en zonder lucht.', is geschrapt door de Europese Verordening (EU) nr. 487/2013 van 8 mei 2013.

Bijlage 5 Het M-formulier

De Contractuele overdrachtscriteria leggen geen specifiek formaat op.

Bijlage 6 Stoffen die binding/uitharding verstoren

Tabel A – 2: Lijst van stoffen die de binding en uitharding kunnen verstoren

Verbinding of Factor	Effect	Mechanisme
Fijn verdeelde materialen	I,P	P
Ionenuitwisselaars	I,A	I
Substitutie van metalen in degehydrateerde fasen	I,A	I
Geleeragentia	R,I,P-	P,I,M
Organische verbindingen in hetalgemeen	I,P,R	I,D
Zuren, zuurchloriden	P-	I
Alcohol, glycol	R,P-	I,W
Carbonylderivaten	R	I,D
Gehalogeneerde koolwaterstoffen (Cl)	P-,R	I,M
Vetten	I,P	P
Derivaten op basis van lignine	I	C
Oliën	I,P	P
Zetmeelhoudende stof (zetmeel, stijfsel...)	IR	C
Sulfonaten	I,R	D
Suikers	I	C
Tannines		C
Specifieke organischeverbindingen		
Ethyleenglycol	P	I
Hexachlorobenzeen	P-,P+	I
Fenol	P-	I
Trichloroethyleen	P-	I
Anorganische verbindingen in hetalgemeen		
Zuren	P-	I
Basen	P-	I
Boraten	R	M
Chloriden	R,P	II
Chroomderivaten	A	I
Zouten van zware metalen	P-,A,R	F,M
Ijzerderivaten	A	M
Loodderivaten	R	MI
Magnesiumderivaten	R	FI
Zouten in het algemeen	P-,A,R	I
Siliciumderivaten	R	M
Natriumderivaten	I	
Sulfaten	R,P	
Tinderivaten	R	
Specifieke anorganischeverbindingen		
Calciumchloride	A,R	M
Kopernitraat	P+	I
Gehydrateerd gips	R	II
Half-gehydrateerd gips	A	I
Loodnitraat		I
Natriumhydroxide	P-,P+	
Natriumsulfaat	P+,P-	I
Zinknitraat	P+,P-	I
	P+,P-	

Effect: I= inhibitie van de binding en de uitharding op lange termijn, A=versnelling van de binding en de uitharding, R= vertraging van de binding en de uitharding op korte termijn, P+= verandering van de eigenschappen van het product na uitharding, positief effect, P-= verandering van de eigenschappen van het product na uitharding, negatief effect. Het effect kan positief (+) of negatief (-) zijn, naar gelang de concentratie. Indien beide effecten genoteerd zijn, verwijst het eerste effect naar de lage concentratie en het laatste effect naar de hoge concentratie.

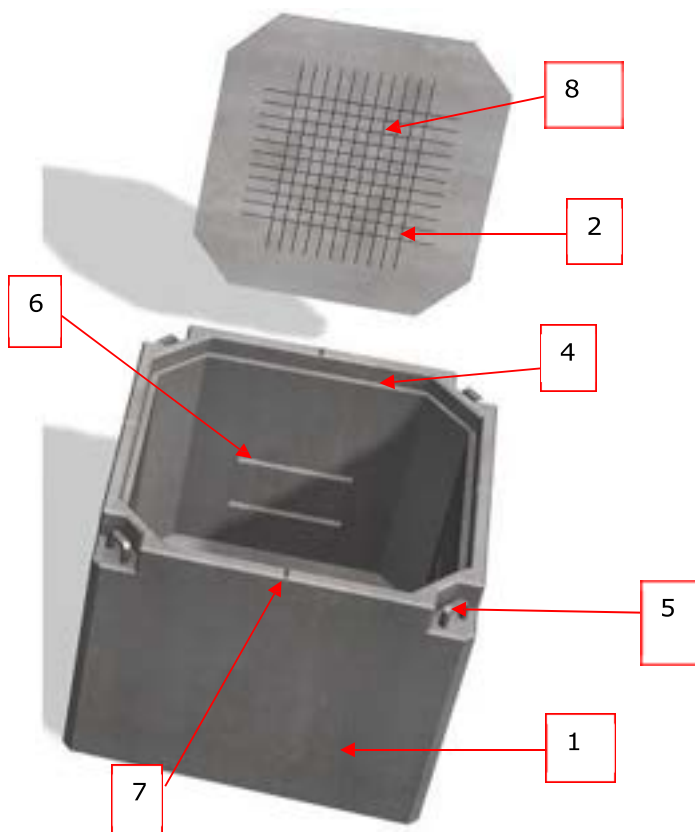
Mechanisme: P= fixatie op de cementdeeltjes, I=interferentie op het niveau van de hydratatiereacties, C=complexerend agens, M=aantasting van de matrix (scheurvorming ...), F=flocculant, D=verspreidingsagens, W=oppervlakteactieve stof

Bijlage 7 Configuratie van de caisson Type III

De belangrijkste kenmerken van het lichaam en het deksel van de caisson Type III zijn de volgende (zie ook Figuur A – 2):

- Het lichaam (1) van de caisson is een container uit gewapend beton met een vierkant grondoppervlak en rechthoekige wanden.
- Het deksel (2) is eveneens gemaakt uit gewapend beton.
- Het deksel rust op een binnenrand (4), die zich bevindt aan de bovenkant van de binnenwanden van het lichaam van de caisson.
- De caisson is uitgerust met vier hijsankers in de hoeken (5), verankerd in het beton, waarbij het uitstekende deel U-vormig is en een vierkante doorsnede heeft. De vier hijsankers laten toe de caisson en de monoliet nauwkeurig te hanteren met behulp van grijpers die ontworpen zijn voor de verschillende operationele handelingen. De hijsankers zijn zodanig geplaatst dat zij de stapeling van monolieten niet zullen hinderen.
- Het verlengde van de binnenrand is ter hoogte van de hoeken van de caisson uitgerust met een verankeringsysteem voor het deksel. Het doel van dit systeem (ook anti-opdrijfsysteem genoemd) is het vasthouden van het deksel op het lichaam van de caisson door het tegenwerken van de Archimedeskracht uitgeoefend op het ruwe en/of verwerkte afval tijdens de injectie met opvulmortel. Het verankeringsysteem is slechts werkzaam tijdens het injecteren en het uitharden van de opvulmortel.
- De vier binnenwanden van het lichaam van de caisson zijn uitgerust met groeven (6). Het doel hiervan is het bevorderen van de hechting van de opvulmortel (in uitgeharde toestand) aan het lichaam van de caisson.
- De vier bovenzijden van het lichaam van de caisson zijn uitgerust met een gootje (7). Het doel hiervan is het beperken van de hoeveelheid water (bijvoorbeeld afkomstig van condensatie) die zou kunnen blijven staan op de bovenzijde van de monoliet.
- Onder het deksel bevinden zich een wapeningsnet (8) en ankerpennen (niet zichtbaar op de figuur). Het doel hiervan is de verankering van het deksel in de uitgeharde opvulmortel.
- Op de binnenrand (4) bevindt zich een dichting (niet zichtbaar op de figuur). Wanneer het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval zich in caisson bevindt en het deksel met bouten is vastgezet op het caissonlichaam, verhindert deze dichting dat geactiveerd of besmet stof kan opstijgen vanuit het inwendige van de caisson. Aldus verzekert deze dichting de radiologische insluiting. De radiologische afscherming in dat stadium wordt verzekerd door de dikte van het deksel.
- Aan de bovenkant van het deksel bevinden zich cirkelvormige uitsparingen, waar het deksel plaatselijk dunner is (9 op Figuur A – 4). Deze uitsparingen laten toe om de

- injectieopeningen in het deksel te ponsen wanneer het moment voor de injectie van de opvulmortel is aangebroken.
- In het inwendige van de caisson bevindt zich de korf (10 op Figuur A – 4). De korf verhindert de beschadiging van de binnenwanden van de caisson tijdens het inbrengen van het ruwe en/of verwerkte afval. Bovendien laat de korf een zekere ruimte tussen het afval en de caisson, waarin zich later een dikke laag opvulmortel kan vormen.



Opmerking: (3) is bedoeld voor een element dat niet aanwezig is bij de caisson Type III (maar wel bij Types I en II).

Figuur A – 2 Kenmerkende onderdelen van een caisson Type III



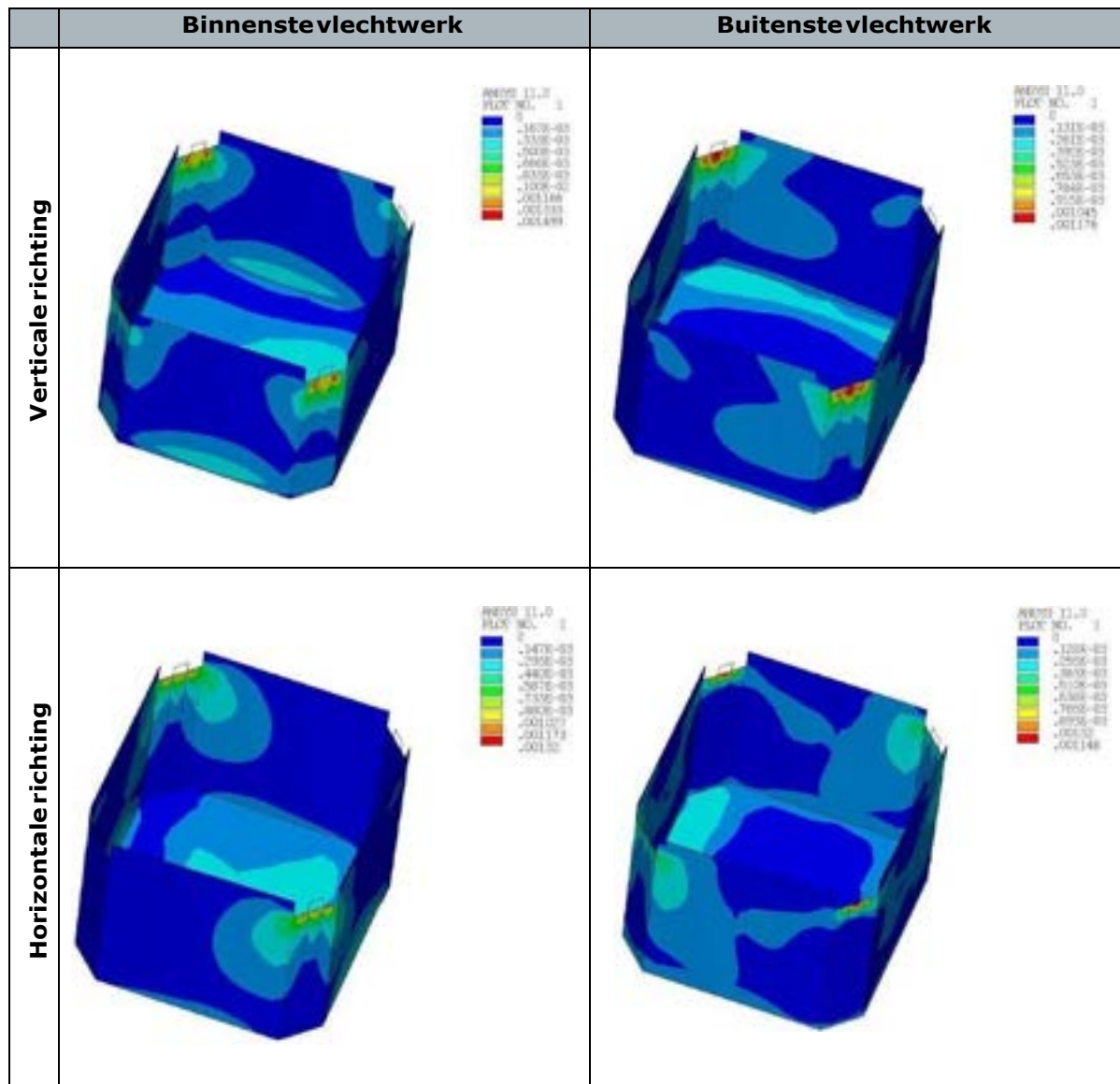
Figuur A – 3 Uitsparingen in het deksel voor ponsen van injectiegaten (Type III)



Figuur A – 4 Plaats van de korf (caisson Type III)

Bijlage 8 Min. wapeningsdichtheid caissonlichaam Type III

De wapening in het lichaam van de caisson bestaat uit een binnenste en een buitenste vlechtwerk. In het geval van de caisson Type III, wordt de plaatselijke minimale wapeningsdichtheid, voor zowel het binnenste als het buitenste netwerk en in zowel de horizontale als de verticale richting, gegeven door Figuur A – 5.



Figuur A – 5 Minimale wapeningsdichtheid (m^2/m) van caissonlichaam (Type III)

Bijlage 9 Lijst van elektropositieve metalen

Elektropositieve metalen zijn elementen in metaalvorm waarvan de standaardelektrodepotentiaal (E^0) in waterige oplossing ten opzichte van de standaard-waterstofelektrode lager is dan -0.83 V , zijnde de E^0 van het koppel waterstof/waterstofhydroxide (H_2/OH^-).

De onderstaande Tabel A – 3 bevat een exhaustieve lijst van de elektropositieve metalen, samen met hun standaardelektrodepotentiaal.

Zink en titanium zijn niet in deze lijst opgenomen omdat deze metalen zeer snel een uiterst weinig oplosbare oxidelaag vormen die stabiel is over een breed spectrum van pH-waarden.

Tabel A – 3: Lijst van de elektropositieve metalen

	Element (zuiver metaal)	E^0 (Volt)
ELEKTROPOSITIEVE METALEN	Li	-3.04
	Rb	-2.98
	K	-2.93
	Cs	-2.92
	Ba	-2.91
	Sr	-2.89
	Ca	-2.76
	Na	-2.71
	Mg	-2.38
	Be	-1.85
	Al	-1.66
	Mn	-1.19
Ref.	$2\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	-0.83

Bron: CRC Handbook of Chemistry and Physics 64th Ed (1983)

Bijlage 10 Overzicht van gebruikte afkortingen

Afkorting	Betekenis
ARBIS	Algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen
ASR	Alkali-silicareactie
CLI	Absolute radiologische concentratielimiet per kritieke radionuclide
DEF	Vertraagde ettringietvorming (<i>delayed ettringite formation</i>)
GA	Geconditioneerd afval
HSR	Hoge bestandheid tegen sulfaten (<i>high sulfateresisting</i>)
LA	Beperkt alkaligehalte (<i>lowalkali</i>)
NGA	Niet-geconditioneerd afval
OLI	Operationele radiologische capaciteitslimiet per kritieke radionuclide

Bijlage 11

Voorbeelden van karakteriseringsprincipes voor bepaald afval van Electrabel, die industrieel toepasbaar zijn met het oog op de transfer ervan

1	Inleiding	3
2	Voorbeelden van industriële KARAKTERISERING van radioactief afval met het oog op de transfer ervan.....	4
2.1	Door NIRAS erkende karakteriseringsmethodes.....	4
2.2	RADIOLOGISCHE KARAKTERISERING – aangifte van onzekerheden voor criterium CTC-202	4
2.2.1	Toepasselijke CTC's	4
2.2.2	Voorbeeld van een aangifte van onzekerheden over de radiologische metingen van radioactief afval vóór de productie van Nuclear Waste Packages door of voor rekening van Electrabel met het oog op de transfer ervan	4
2.3	fysisch-chemische karakterisering – aangifte van inhoud en onzekerheden	6
2.3.1	Toepasselijke CTC's	6
2.3.2	Voorbeeld van een aangifte voor toekomstig A0-afval, inclusief ontmantelingsafval	6
2.4	chemische karakterisering – aangifte van massa's en onzekerheden	7
2.4.1	Toepasselijke CTC's	7
2.4.2	Kleppen	8
2.4.2.1	In water oplosbaar chloor.....	8
2.4.2.2	In water oplosbaar sulfaat.....	8
2.4.2.3	Cellulose.....	9
2.4.2.4	Elektropositieve metalen.....	9
2.4.2.5	ASR – DEF	10
2.4.3	Betonpuin	10
2.4.3.1	ASR/DEF	10
2.4.3.2	Chloor en sulfaat.....	11
2.4.3.3	Cellulose.....	11
2.4.4	Betonblokken afkomstig van de ontmanteling van de biologische afscherming 12	
2.5	Toepassingsvoorbeeld van een uitlogingstest voor CTC– HOC – CTC437	12
2.5.1	Toepasselijke CTC's	12
2.6	Referenties	14

1 INLEIDING

De voorbeelden van afvalkarakterisering in deze bijlage lopen geenszins vooruit op de latere goedkeuring van hun goedkeuringsdossiers voor de transfer van de Nuclear Waste Packages door de Belgische Staat of zijn afgevaardigde. Dit document houdt geen verplichting voor Electrabel in om deze algemene principes toe te passen. In dat geval moet Electrabel alternatieve methodes ontwikkelen en ter goedkeuring voorstellen aan de Belgische Staat. Er dient opgemerkt dat deze bijlage niet limitatief wil zijn voor alle CTC's of alle afvaltypes die door ENGIE worden geproduceerd.

Niettemin zou de toepassing van deze illustratieve principes voor de ontwikkeling van toekomstige industrialiseerbare afvalkarakteriseringsmethodes beide partijen een hoge mate van vertrouwen moeten geven in de slaagkansen van de latere goedkeuringsdossiers voor transfer. De toepassing van de resulterende methodes zou de transfer van het afval binnen de best mogelijke termijnen vergemakkelijken.

De elementen met betrekking tot de latere fases, zoals de opstelling van een goedkeuringsdossier voor transfer door Electrabel, onafhankelijke controles, de transfer van afval en de bijbehorende modaliteiten ... zijn niet gedekt door deze bijlage.

2 VOORBEELDEN VAN INDUSTRIËLE KARAKTERISERING VAN RADIOACTIEF AFVAL MET HET OOG OP DE TRANSFER ERVAN

2.1 DOOR NIRAS ERKENDE KARAKTERISERINGSMETHODES

De door NIRAS erkende karakteriseringsmethodes in het kader van de tenuitvoerlegging van haar afvalacceptatiesysteem en de verificatie van de bijbehorende acceptatiecriteria blijven van toepassing. Deze methodes kunnen dus worden toegepast op de industriële karakterisering van radioactief afval vóór transfer.

2.2 RADIOLOGISCHE KARAKTERISERING – AANGIFTE VAN ONZEKERHEDEN VOOR CRITERIUM CTC-202

2.2.1 Toepasselijke CTC's

De CTC's die radiologische onzekerheden behandelen zijn: HEC-CTC-202¹, HEC-B-CTC-202, HOC-CTC-202, HOC-B-CTC-202 en CT3-CTC-202.

2.2.2 Voorbeeld van een aangifte van onzekerheden over de radiologische metingen van radioactief afval vóór de productie van Nuclear Waste Packages door of voor rekening van Electrabel met het oog op de transfer ervan

Electrabel kan de exploitant kiezen die zijn afval zal verwerken en conditioneren, alsook de vorm en inhoud van zijn aangifte.

De exploitant van deze dienst baseert zijn aangifte van onzekerheden over de radiologische inventaris echter minimaal op de eisen van de nota NIRAS-nota NTC-6/A [1] voor geconditioneerd afval en de nota NIRAS-nota TNT6.1/A [14] voor niet-geconditioneerd afval.

De bepaling van de onzekerheden in de AMANDE-geometrieën voor het afval dat geconditioneerd wordt door Electrabel [2], vermeld in de nota Electrabel 10000735463 [3] over de onzekerheden, zijn bijvoorbeeld reeds gebaseerd op de nota NIRAS NTC-6/A.

Deze onzekerheidsaangifte is beperkt tot de radionucliden die als kritiek worden beschouwd voor de bergingsinstallatie voor categorie A-afval en die in de onderstaande tabel zijn opgenomen.

¹ De volgende codering wordt gebruikt om een CTC te identificeren: XXX-CTC-NNN, waarbij XXX het afvaltype is en NNN het nummer van het transfercriterium.

Ag-108m	Cs-137	Pu-239	U-235
Am-241	I-129	Pu-240	U-236
Am-243	Mo-93	Pu-241	U-238
C-14	Nb-94	Se-79	Zr-93
Ca-41	Ni-59	Sn-126	
Cl-36	Ni-63	Sr-90	
Cm-244	Np-237	Tc-99	
Cs-135	Pu-238	U-234	

Electrabel zal in zijn goedkeuringsdossier voor transfer bevestigen dat het radioactieve afval van de centrales geen radium- of thoriumhoudend afval is ($Ra-226 + Th-232 < 1Bq/g$). De onzekerheden over de aangifte van deze nucliden moeten daarom niet worden aangegeven.

De volgende onzekerheden moeten in aanmerking worden genomen:

- de statistische telonzekerheid,
- de onzekerheid over de efficiëntie,
- de onzekerheid in verband met de waarschijnlijkheid van een gamma-emissiepiek,
- de onzekerheid in verband met de activiteit van de standaardbronnen die worden gebruikt om de telefficiëntie te bepalen,
- de onzekerheid in verband met de meetgeometrie en de ruimtelijke verdeling van de activiteit in het collo,
- de onzekerheid ten gevolge van de afvalmatrix, die aan de ene kant te maken heeft met het verschil tussen de soortelijke massa van het afval in de gemeten colli en die van de referentiecolli (of de berekeningsaannames) en, aan de andere kant, met de heterogeniteit van de soortelijke massa in de afvalmatrix.

Daarnaast moeten de onzekerheid in verband met de isotopensamenstelling van radioactief afval en de onzekerheid in verband met de verhouding tussen de activiteit van sleutelisotopen en de totale activiteit op empirische basis worden geëvalueerd of, als dat niet mogelijk is, op basis van een studie van de documentatie.

Deze onzekerheden komen niet bovenop de opgegeven activiteitswaarden van de 28 radio-nucliden die als kritiek worden beschouwd bij het beoordelen van de meetwaarden vergeleken met de grenswaarden van de transfercriteria. Er moet worden opgemerkt dat deze onzekerheden alleen dienen om de erkenning van de meetinstallatie en/of -methode op te volgen.

Voor de aangifte van deze onzekerheden met betrekking tot de isotopensamenstelling:

1. houden de onzekerheden over de empirische correlatiefactoren minimaal rekening met de volgende onzekerheden:
 - de onzekerheden over de gemeten radiologische waarden verkregen tijdens de radiologische analyse van monsters in het kader van de validatie van numerieke modellen, zoals LLWAA;
 - de onzekerheden die het resultaat zijn van een statistische analyse van de gemeten waarden die worden gebruikt om empirische correlatiefactoren vast te stellen.
2. De onzekerheden over de correlatiefactoren van de niet-meetbare isotopen worden bepaald op basis van internationale literatuur, zoals bijvoorbeeld de informatie in het document IAEA-TECDOC-1672 [4].

2.3 FYSISCH-CHEMISCHE KARAKTERISERING – AANGIFTE VAN INHOUD EN ONZEKERHEDEN

2.3.1 Toepasselijke CTC's

De volgende CTC's zijn van toepassing op de hieronder beschreven methodes:

- HEC-CTC-201 (aangifte van onzekerheden); HEC-CTC-302 (beschrijving van het afval); HEC-CTC-307 (fysische en chemische gegevens);
- HOC-CTC-201; HOC-CTC-302; HOC-CTC-307;
- HEC-B-CTC-201; HEC-B-CTC-302; HEC-B-CTC-307;
- HOC-B-CTC-201; HOC-B-CTC-302; HOC-B-CTC-307;
- CT3-CTC-201; CT3-CTC-304.

2.3.2 Voorbeeld van een aangifte voor toekomstig A0-afval, inclusief ontmantelingsafval

Om dit afvaltype te karakteriseren, moet Electrabel chemische analyses uitvoeren om het chloor-, sulfaat- en cellulosegehalte te bepalen.

Electrabel is verantwoordelijk voor de monsternemingsoperaties en het nemen van monsters.

Voor de monsternemingsmethodes zal Electrabel bij voorkeur bestaande erkende of gestandaardiseerde methodes toepassen. Electrabel mag echter zijn eigen monsternemingsmethodes ontwikkelen en ze ter goedkeuring voorleggen aan de Staat of zijn afgevaardigde, voordat ze op industriële schaal worden gebruikt.

De gebruikte monsternemingsprocedure, die willekeurig is (zodat er geen statistische vertekening optreedt), moet ervoor zorgen dat het afvalmonster dat voor analyse wordt genomen, representatief is voor de volledige afvalpartij. De rechtvaardiging van de representativiteit zal gebaseerd zijn op een beschrijving van de afvalproducties en een analyse van de gelijkaardige afvalproducties. Een beperkt aantal overeen te komen monsters kan gebruikt worden om deze gelijkenis te bevestigen. Alle informatie met betrekking tot de toegepaste monsterneming wordt bewaard en ter beschikking gesteld van de Staat of zijn afgevaardigde om de traceerbaarheid en kwaliteitscontrole van de toegepaste procedures te garanderen.

De methode voor de karakterisering van A0-afval vóór conditionering kan bijvoorbeeld het gebruik van een vermaalmachine in een laboratorium inhouden, waarbij representatieve monsters worden genomen uit een partij colli. Deze monsters worden gehomogeniseerd en

geprepareerd in een vorm die Electrabel in staat stelt fysisch-chemische analyses uit te voeren op het chloor-, sulfaat- en cellulosegehalte, waarvan de resultaten zullen dienen om de aangifte te doen en een raming te maken van de onzekerheden die met deze aangifte gepaard gaan. De opgegeven waarden zullen gebaseerd zijn op gemiddelden van de verschillende monsters in de partij. De standaardafwijkingen berekend op de beschouwde populatie van monsters (uit een partij of een cumulatie) zullen worden gebruikt om de onzekerheden aan te geven.

In het specifieke geval van A0-afval met contactdosistempi hoger dan 2 mSv/h (dat verwerkt en geconditioneerd zal worden met heterogene conditioneringsprocessen, momenteel WB03 – TC/01), kan dit afval vrijgesteld worden van monsterneming op voorwaarde dat Electrabel het bewijs levert dat dit afval > 2 mSv/h gelijkaardig is en vergelijkbaar met afval < 2 mSv/h. Deze gelijkenis kan worden gerechtvaardigd op basis van andere monsters van niet-geconditioneerd afval dat in identieke omstandigheden is geproduceerd.

Voor het ASR/DEF-criterium kan HEC-CTC-408C worden gebruikt.

Nadat alles in het werk is gesteld om het radioactieve afval te sorteren, kan er een restfractie overblijven met een zeer heterogene inhoud (fractie A0). Dit radioactieve afval bevat voornamelijk zeer kleine bestanddelen, stof en substanties die niet of niet meer op industriële schaal gesorteerd kunnen worden.

Minimalisering van de A0-fractie – op basis van HEC-CTC-302 (deze algemene principes gelden ook voor CT3): *“De AO-code mag worden gebruikt voor een afvalfractie (‘restfractie’) op voorwaarde dat de massa van deze restfractie in aanmerking is genomen in het ‘goedkeuringsdossier voor transfer’ van het procédé (vermeld in criterium 201)”*

In de Nuclear Waste Packages kan de aanwezigheid van een restfractie A0-afval worden toegestaan op voorwaarde dat Electrabel aantoont dat redelijke industriële inspanningen zijn geleverd om de A0-fractie te minimaliseren en te isoleren van andere welomschreven afvalstromen (bijvoorbeeld zuiver metaalafval) door de toepassing en/of invoering van kwaliteitsprocedures, waaronder sorteerprocedures, opleidingsprogramma's voor operatoren enzovoort. Electrabel zal deze aspecten documenteren in het goedkeuringsdossier voor transfer.

2.4 CHEMISCHE KARAKTERISERING – AANGIFTE VAN MASSA'S EN ONZEKERHEDEN

2.4.1 Toepasselijke CTC's

De volgende CTC's zijn van toepassing op de hieronder beschreven methodes:

- HEC-CTC-201; HEC-CTC-302; HEC-CTC-307; HEC-CTC-404 A/B/C/D; HEC-CTC-409 A/B/C; HEC-CTC-406 A/B/C; HEC-CTC-408 A/B/C;
- HOC-CTC-201; HOC-CTC-302; HOC-CTC-307; HOC-CTC-404 A/B/C; HOC-CTC-409; HOC-CTC-406; HOC-CTC-408;
- HEC-B-CTC-201; HEC-B-CTC-302; HEC-B-CTC-307; HEC-B-CTC-404; HEC-B-CTC-409; HEC-B-CTC-406; HEC-B-CTC-408;
- HOC-B-CTC-201; HOC-B-CTC-302; HOC-B-CTC-307; HOC-B-CTC-404; HOC-B-CTC-409; HOC-B-CTC-406; HOC-B-CTC-408;

- CT3-CTC-201; CT3-CTC-304; CT3-CTC-404 A/B; CT3-CTC-405 A/B; CT3-CTC-407; CTE-CTC A/B/C; CT3-CTC-408; CT3-CTC-409.

2.4.2 Kleppen

Kleppen zijn zeer heterogene materialen die niet individueel gekarakteriseerd kunnen worden op industriële schaal. Er moet een pragmatische maar conservatieve aanpak worden gedefinieerd en aangenomen om een efficiënte karakterisering mogelijk te maken.

Dit soort metaalafval kan worden aangegeven met AO-code C7 ('niet gespecificeerde metaalstructuur') of M0 ('niet gespecificeerd metaal'). De aangifte en rechtvaardiging zijn beschrijvend en documentair van aard (technische fiche).

2.4.2.1 Wateroplosbare chloriden

a) Massa-aangifte

De kleppen van de primaire kring bevatten geen chloor omdat dit product strikt beperkt is door de technische specificaties van het primaire systeem (zie werkprocedure CHEM/02). Toch kunnen er sporen van chloor aanwezig zijn, maar deze worden verondersteld kleiner te zijn dan de onzekerheden (zie hierboven). Bijgevolg worden daarom massa's van 0 gram aangegeven.

b) Aangifte van onzekerheden

Er kunnen sporen van chloor aanwezig zijn, voornamelijk afkomstig van gedroogde chemische residu's van primaire systemen (zie ook werkprocedure CHEM/02 [13]). Op basis daarvan zal Electrabel het maximumresidu conservatief berekenen, rekening houdend met de maximaal toelaatbare concentratie in het primaire systeem. Deze waarde zal worden gebruikt om de onzekerheid aan te geven.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van massa en onzekerheden zal als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als 1) nul gram de aangegeven waarde is; 2) een onzekerheidsaangifte wordt gedaan; 3) het gebruik van de AO-codes M0 of C7 in de aangifte geldig is gemotiveerd.

2.4.2.2 Wateroplosbare sulfaten

a) Massa-aangifte

Kleppen bevatten geen in wateroplosbare sulfaten. De generieke waarde die moet worden aangegeven is 0 gram. In uitzonderlijke gevallen kunnen kleponderdelen echter sporen van sulfaat bevatten. Deze worden verondersteld kleiner te zijn dan de onzekerheden (zie hierboven). Massa's van 0 gram worden daarom aangegeven.

b) Aangifte van onzekerheden

De maximale hoeveelheid sulfaat zal door Electrabel worden geëvalueerd en gedocumenteerd (bijvoorbeeld door middel van argumenten op basis van de technische specificaties van representatieve kleppen). Deze waarde zal worden gebruikt om de onzekerheid aan te geven.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden zullen als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als 1) nul gram de aangegeven waarde is; 2) een onzekerheidsaangifte wordt gedaan; 3) het gebruik van de AO-codes M0 of C7 in de aangifte geldig is gemotiveerd.

2.4.2.3 Cellulose

a) Massa-aangifte

Kleppen bevatten geen cellulose. De aangifte zal 0 gram zijn. Er kan echter een beperkte, lokale aanwezigheid worden waargenomen. Dit punt is gedekt door de onzekerheden.

b) Aangifte van onzekerheden

In uitzonderlijke situaties mogen kleppen stickers of afdichtingen hebben die cellulose bevatten (dit moet bijvoorbeeld worden bevestigd op basis van de technische specificaties van representatieve kleppen). De maximale hoeveelheid cellulose zal door Electrabel worden geëvalueerd en gedocumenteerd (bijvoorbeeld door middel van argumenten op basis van de technische specificaties van representatieve kleppen). Deze waarde zal worden gebruikt om de onzekerheid aan te geven.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden zullen als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als 1) nul gram de aangegeven waarde is; 2) een onzekerheidsaangifte wordt gedaan; 3) het gebruik van de AO-codes M0 of C7 in de aangifte geldig is gemotiveerd.

2.4.2.4 Elektropositieve metalen

a) Massa-aangifte

Sommige kleppen kunnen een beperkt aantal aluminiumonderdelen bevatten (zoals afdichtingen). De massa die overeenkomt met deze onderdelen wordt conservatief aangegeven. Dit punt zal worden gemotiveerd door een gedocumenteerde argumentatie.

b) Aangifte van onzekerheden

De maximale hoeveelheid aluminium zal door Electrabel worden geëvalueerd en gedocumenteerd (bijvoorbeeld door middel van argumenten op basis van de technische specificaties van representatieve kleppen). Deze waarde zal worden gebruikt om de onzekerheid aan te geven.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden zullen als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als deze informatie wordt verstrekt door middel van een argumentatie op basis van de technische specificaties van de kleppen.

2.4.2.5 ASR – DEF

Niet van toepassing voor kleppen.

2.4.3 Betonpuin

Betonpuin is van diverse oorsprong:

- beton geproduceerd bij het verwijderen van grote onderdelen;
- beton geproduceerd bij de ontmanteling van lokalen in een gecontroleerde zone;
- betonafval geproduceerd bij de ontsmetting van gebouwen.

De mogelijk toepasbare karakteriseringsregels zijn opgenomen in de nota NIRAS 2023-0904. Deze moeten worden toegepast op al het betonafval voor de ASR/DEF-criteria. In bepaalde uitzonderlijke situaties, bijvoorbeeld voor een deel van het betonpuin waarover onvoldoende informatie beschikbaar is, is tratering en karakterisering voor elke afzonderlijke partij niet mogelijk op industriële schaal, waardoor de toepassing van de nota NIRAS 2023-0904 potentieel onmogelijk is.

In deze uitzonderlijke situaties kan Electrabel een statistische benadering voorstellen op basis van representatieve monsters van dit betonpuin. Deze aanpak zal ervoor zorgen dat monsters willekeurig worden geselecteerd (om statistische vertekening te vermijden – statistische vertekening kan bijvoorbeeld worden geïntroduceerd door bepaalde minder toegankelijke zones van het gebouw uit te sluiten of door radioactief beton uit te sluiten van de analyses).

Electrabel kan voor elke centrale een ASR/DEF-, chloor- en sulfaatkaart opstellen op basis van enkele tientallen monsters, waarvan het uiteindelijke aantal moet worden overeengekomen om een realistisch beeld te krijgen van de ASR/DEF-, chloor- en sulfaatrisico's voor al het betonafval van de centrale. Deze kaarten zullen deel uitmaken van het goedkeuringsdossier voor transfer.

2.4.3.1 ASR/DEF

Er zijn drie mogelijke gevallen:

- Geen enkel monster is gevoelig voor ASR/DEF → betonafval wordt a priori beschouwd als niet gevoelig voor ASR/DEF en wordt aangegeven overeenkomstig de criteria CT3-CTC-407A of HEC-CTC-408A (niet bewezen ASR).
- Een door Electrabel gerechtvaardigde opsplitsing tussen zones die gevoelig en niet gevoelig zijn voor ASR kan worden voorgesteld → Het afval kan door Electrabel worden gesorteerd en gedeeltelijk worden aangegeven onder de criteria CT3-CTC-407A of HEC-CTC-408A (niet bewezen ASR) en CT3-CTC-407B of HEC-CTC-408B (bewezen ASR).
- Er kan geen enkele statistische conclusie worden getrokken → puin zal worden aangegeven in het kader van criterium CT3-CTC-407C of HEC-CTC-408C (risico op ASR).

2.4.3.2 Chloor en sulfaat

a) Massa-aangifte

De chloor- en sulfaatmassa's in een statistisch representatief aantal monsters worden aangegeven op basis van metingen volgens de Belgische norm NBN-B15-250:1991 [9]. De aangegeven waarden zullen gebaseerd zijn op de gemiddelden van verschillende monsters ter uitvoering van deze norm.

b) Aangifte van onzekerheden

De aangifte van onzekerheden voor betonpuin zal gebaseerd zijn op de berekening van de standaardafwijking van de individuele massametingen van chloor en sulfaat van elk monster dat in de cartografie vermeld staat.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden zullen als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als deze informatie wordt verstrekt door middel van een argumentatie op basis van de resultaten van deze metingen.

2.4.3.3 Cellulose

a) Massa-aangifte

Bij de bouw van de centrales werd er geen cellulose vrijwillig aan het beton toegevoegd. De aangifte zal dan ook nul gram vertonen. Er zou echter een beperkte en lokale aanwezigheid kunnen worden waargenomen (bijvoorbeeld etiketten, organische verontreiniging). Deze worden door Electrabel verondersteld kleiner te zijn dan de onzekerheden (zie hieronder).

Gezien de grootte van het betonpuin zoals geproduceerd met klassieke industriële middelen (drilboor, insnijdingen enzovoort) kan de aanwezigheid van cellulose ook visueel worden uitgesloten.

b) Aangifte van onzekerheden

De eventuele aanwezigheid van cellulose zal worden geëvalueerd en gedocumenteerd door Electrabel, dat daarvan een maximumhoeveelheid zal berekenen. Deze maximumhoeveelheid zal worden beschouwd als een onzekerheid.

c) Geldigheidsvoorwaarde van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden worden als geldig beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als 1) nul gram de aangegeven waarde is; 2) in de onzekerheden rekening is gehouden met bepaalde potentiële residu's; 3) visuele controles door Electrabel de aanwezigheid van cellulose uitsluiten; 4) de aangifte geldig is gemotiveerd zoals gedefinieerd in de paragrafen a) en b).

2.4.4 Betonblokken afkomstig van de ontmanteling van de biologische afscherming

De toepasbare karakteriseringsregels zijn opgenomen in de nota NIRAS 2023-0904. Deze moeten worden toegepast op al het betonafval voor de ASR/DEF-criteria, voor zover ze toepasbaar zijn vanuit industrieel oogpunt (beschikbaarheid van specifieke informatie en traceerbaarheid).

Uitzonderlijk, in gevallen waarin de opsplitsing in 'structurelementen' zoals voorzien in de nota NIRAS 2023-0904 niet kan worden gerechtvaardigd (met name door een gebrek aan informatie), kan Electrabel een statistische benadering gebruiken zoals beschreven in deel 2.4.3. In dat geval kan Electrabel NIRAS een cartografie voorstellen met de locatie van de monsters die willekeurig zijn genomen, om de representativiteit te garanderen en de voorgestelde aanpak te rechtvaardigen.

2.5 TOEPASSINGSVOORBEELD VAN EEN UITLOGINGSTEST VOOR CTC– HOC – CTC437

2.5.1 Toepasselijke CTC's

HOC-CTC-307 beschrijft de inhoud van het Productiedocumentatiedossier Dit dossier verwijst in het bijzonder naar de methode die moet worden gebruikt om de uitlogingstest uit te voeren. Deze test is beschreven in HOC-CTC-437.

437 (L)

De producent moet een **uitlogingstest** uitvoeren zoals beschreven in de NIRAS technische fiches TFT-3 [37] en TFT-4 [38], om een indicatie te geven van de insluitingscapaciteit van het immobilisatieproduct. Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:

- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
- In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.

Electrabel mag een andere methode voor uitlogingstests voorstellen dan de methodes die in CTC- HOC - CTC437 vermeld zijn.

Een alternatieve methode voor uitlogingstests voor homogeen afval zou bijvoorbeeld gebaseerd kunnen zijn op het gebruik van de norm ANSI/ANS-16.1-2003 (R2017) [12].

2.6 REFERENTIES

- [1] NIRAS-nota 40097/-3497, Technische nota NTC-6: Meetmethoden en meetinstallaties voor de bepaling van de activiteit van geconditioneerd afval
- [2] 10000303141/000/00, Note de methodologie CNT - sit. act.
- [3] 10000735463/000/00 Afvalkarakterisatie - Amande-meetsysteem
- [4] IAEA-TECDOC-1672, Modelling of Transport of Radioactive Substances in the Primary Circuit of Water Cooled Reactors
- [5] NIRAS-nota 2020-0827, technische nota: 'TNT-2: codering van het NGA'
- [6] Niet gebruikte referentie
- [7] NIRAS-nota 2023-0839, Productie van bergingsconform niet-geconditioneerd afval op basis van de afvalomschrijvingen (AO-codes)
- [8] NIRAS-nota 2023-0904, Guidance concernant l'insensibilité à la dégradation due à la réaction ASR et à la réaction DEF
- [9] NBN-B15-250 :1991, Analyse chimique des mortiers et bétons durcis
- [10] NIRAS-nota 1988-1185: 'TFT-3: Résistance à la lixiviation'
- [11] NIRAS-nota 1998-1196: 'TFT-4: Expression et présentation des résultats des essais de lixiviation'
- [12] ANSI/ANS-16.1-2003 (R2017)
- [13] CHEM/02 'Chemische specificaties en analysefrequentie der primaire kringen en hulpkringen Doel 4' (= voorbeeld ZST.10000734283.000.00 voor Doel 4)
- [14] NIRAS-nota 2023-1185: Technische nota TNT6.1A: Standaardinhoud van een erkenningsdossier voor methoden en voorzieningen op basis van een analyse van niet-geconditioneerd radioactief afval door gammaspectrometrie

Contractual Transfer Criteria – HEC-B

Datum: 20 juni 2023

Korte inhoud

Dit document bevat de *Contractual Transfer Criteria* (i.e. contractuele overdrachtscriteria) voor heterogeen afval geconditioneerd in een cementmatrix.

Dit document is van toepassing op afval van het type OF (toekomstig afval) en P (POP-afval) dat niet voldoet aan de radiologische criteria van het HEC-transfercontract.).

De criteria zijn voornamelijk gebaseerd op de documenten Transfercontract HEC en overdrachtscriteria voor het afval van de familie DSZ-KCD-CSD en DSZ-CNT-CSD.

Bijlage 8 geeft voorbeelden van principes voor de karakterisering van bepaald Electrabel-afval die industrieel toepasbaar zijn met het oog op de overdracht.

1	INLEIDENDE BEPALINGEN	4
1.1	OMSCHRIJVING VAN HET RADIOACTIEVE AFVAL	4
1.1.1	Algemene omschrijving	4
1.1.2	Toepasselijke configuraties van het collo GA	4
1.2	INSTRUCTIES VOOR DE GEBRUIKER VAN DIT DOCUMENT	4
1.2.1	Codering van de contractuele overdrachtscriteria.....	4
1.2.2	Verantwoording van de contractuele overdrachtscriteria	5
1.2.3	Referentiedocumenten.....	5
1.2.4	Terminologie.....	5
2	GOEDKEURING VOOR TRANSFER	6
3	DOCUMENTATIE VAN HET RADIOACTIEVE AFVAL	6
3.1	C-FORMULIER	6
3.2	HET PRODUCTIEDOCUMENTATIEDOSSIER (PDD).....	10
4	FYSISCH EN CHEMISCH AFVALKENMERKEN	12
4.1	DE AFVALVORM	12
4.1.1	Fysieke verschijningsvorm.....	12
4.1.2	Fysisch en chemisch stabiliteit.....	12
4.1.3	Chloriden	12
4.1.4	Biologisch afbreekbare stoffen	12
4.1.5	Gevaarlijke stoffen	12
4.2	HET RUWE EN/OF VERWERKTE AFVAL	13
4.2.1	Processen die kunnen leiden tot expansie van het geconditioneerde afval	13
4.2.2	Sulfaten	13
4.2.3	Elektropositieve metalen	13
4.2.4	Ingekapselde bronnen	13
4.3	DE IMMOBILISATIEMATRIX	13
4.3.1	Grondstoffen voor de immobilisatiematrix.....	13
4.3.2	De verse immobilisatiematrix	15
4.3.3	De verharde immobilisatiematrix.....	17
4.4	RADIOLOGISCHE AFSCHERMING	20
5	RADIOLOGISCHE AFVALKENMERKEN	21
5.1	MAXIMALE ACTIVITEITSCONCENTRATIES	21
5.2	KRIKALITEIT.....	21
6	PRIMAIRE VERPAKKING EN COLLO.....	21
6.1	DE PRIMAIRE VERPAKKING	21
6.2	HET PRIMAIRE COLLO.....	22
6.2.1	Fysisch en chemisch criteria voor het primaire collo	22
6.2.2	Operationele radiologische veiligheid	24
6.2.3	Opschriften en pictogrammen.....	24
7	BIOLOGISCHE ZIEKTEVERWEKKERS	25
8	ADMINISTRATIEVE BEPALINGEN.....	26
8.1	NON-CONFORMITEITEN	26
8.2	AFWIJKINGEN	26
9	REFERENTIES	26
BIJLAGE 1.	VERANTWOORDING VAN DE CONTRACTUELE OVERDRACHTSCriteria	30
BIJLAGE 2.	REFERENTIEBEHEERTRAJECT	43
BIJLAGE 3.	TOEPASSELIJKE CONFIGURATIES VAN HET COLLO GA	44

BIJLAGE 4.	OVERZICHT VAN DE GEVAARZINNEN VAN DE UITGESLOTEN GEVAARLIJKE STOFFEN EN	
MENGSELS	50	
BIJLAGE 5.	HET C-FORMULIER: VOORBLAD EN BIJLAGE	52
BIJLAGE 6.	LIJST MET ELEKTROPOSITIEVE METALEN	56
BIJLAGE 7.	LIJST MET AFKORTINGEN	57

1 INLEIDENDE BEPALINGEN

1.1 Omschrijving van het radioactieve afval

1.1.1 Algemene omschrijving

Deze contractuele overdrachtscriteria hebben betrekking op heterogeen afval geconditioneerd in een cementmatrix (HEC). Het gaat om de OF- en P-producties.

Het referentiebeheertraject van het radioactieve afval waarop deze contractuele overdrachtscriteria betrekking hebben, wordt beschreven in 9Bijlage 2.

Verder beperkt het toepassingsdomein van dit document zich tot het geconditioneerde afval (GA) met de configuraties die hieronder (zie § 1.1.2) zijn beschreven.

1.1.2 Toepasselijke configuraties van het collo GA

De configuraties waarop dit document van toepassing is, zijn bepaald aan de hand van de illustraties in Bijlage 3.

Samengevat is dit document van toepassing op de volgende configuraties van het collo GA:

1. gecementeerde persschijven, zonder interne afscherming
2. gecementeerde persschijven, met interne afscherming
3. gecementeerde filters, zonder interne afscherming
4. gecementeerde filters, met interne afscherming
5. gecementeerd bulkafval, zonder interne afscherming
6. gecementeerd bulkafval, met interne afscherming

1.2 Instructies voor de gebruiker van dit document

1.2.1 Codering van de contractuele overdrachtscriteria

De contractuele overdrachtscriteria bevinden zich in de Hoofdstukken 2 tot en met 7.

Een contractueel **overdrachts criterium** is herkenbaar aan een tussen haakjes geplaatste lettercode in de linkermarge van de pagina. Deze lettercode wordt voorafgegaan door een nummer, waarmee het betrokken overdrachts criterium geïdentificeerd kan worden.

De **lettercodes** hebben de volgende betekenis:

- lettercode O geeft een operationeel criterium aan. Een dergelijk criterium betreft de veiligheid van het beheer van het radioactieve afval tijdens de exploitatie van een installatie uit het referentiebeheertraject. In dit document is dat in eerste instantie opslaggebouw 151 of 127;
- lettercode L geeft een langetermijncriterium aan. Een dergelijk criterium betreft de passieve veiligheid na de sluiting van de referentie-eindbestemming van het radioactieve afval.
 - Lettercode Lc geeft een kritisch criterium aan. Een dergelijk criterium is een langetermijncriterium waarvan NIRAS aanneemt dat het zal evolueren.

Het **symbool**  in de linkermarge van de pagina verduidelijkt de context van bepaalde overdrachtscriteria. Deze informatie is toegevoegd om de correcte interpretatie van de overdrachtscriteria te bevorderen, maar is zelf geen overdrachts criterium.

1.2.2 Verantwoording van de contractuele overdrachtscriteria

De verantwoordingen van de contractuele overdrachtscriteria zijn verzameld in Bijlage 1 van dit document. De nummers van de verantwoordingen zijn dezelfde als die van de contractuele overdrachtscriteria.

Een verantwoording verklaart de bestaansreden van het overdrachts criterium en geeft de manier aan waarop eventuele limietwaarden zijn afgeleid. Een verantwoording kan ook extra informatie en verduidelijkingen geven. Het uiteindelijke doel van de verantwoordingen is het bevorderen van de correcte interpretatie van de contractuele overdrachtscriteria. Een verantwoording is van informatieve aard en maakt geen deel uit van het criterium.

1.2.3 Referentiedocumenten

De lijst met referentiedocumenten bevindt zich in Hoofdstuk 9 van dit document. In deze lijst zijn technische nota's als dusdanig geïdentificeerd. Ook koninklijke besluiten en wetten (Belgische federale wetgeving), alsook verordeningen (Europese wetgeving) zijn er als dusdanig in geïdentificeerd.

Van al de referentiedocumenten vermeld in hoofdstuk 9 moet de versie gebruikt worden die van kracht was, of die toegelaten was, op de datum van de ondertekening van de transactiedocumenten. Dit geldt evenzeer voor de in deze lijst vermelde wetgeving.

Van alle technische nota's wordt de van kracht zijnde versie gegeven in de Overzichtslijst van Goedgekeurde Documenten (OGD) [5]. Van alle vermelde normen is de meest recente versie beperkt tot de datum van de ondertekening van de transactiedocumenten.

1.2.4 Terminologie

De terminologie die in de documenten met betrekking tot de contractuele overdrachtscriteria wordt gebruikt, wordt verklaard in de technische nota GLOSS [6]. De volgende definitie is evenwel een correctie:

- Heterogene conditionering: wijze van conditionering die een immobilisatie omvat op basis van inbedding.

In deze contractuele overdrachtscriteria:

- heeft 'het radioactieve afval' betrekking op de partij radioactief afval ('lot') die wordt getoetst aan de onderstaande overdrachtscriteria.
- wordt er met de termen 'primaire collo' en 'collo GA' hetzelfde bedoeld, namelijk het eindproduct dat verkregen wordt na het immobiliseren en conditioneren van het radioactieve afval.
- wordt er in hoofdstuk 4 met 'cementpasta' een mengeling van cement en aanmaakwater bedoeld, zonder dat er granulaten worden aan toegevoegd.

Een overzicht van de in dit document gebruikte afkortingen wordt gegeven in Bijlage 7.

2 GOEDKEURING VOOR TRANSFER

- 201 (L,O) De **verwerking en conditionering** van elk primair collo moet het eindproduct zijn van een **procedé** met bijbehorende **installatie** dat voor overdracht goedgekeurd is door NIRAS. Daartoe moet de producent een goedkeuringsdossier voor overdracht opstellen volgens de voorschriften van de technische nota NTC-4 [7], die vóór conditionering moet worden goedgekeurd. Hierin moet gedocumenteerd zijn hoe bij de appreciatie van meetwaarden ten opzichte van limietwaarden in de contractuele overdrachtsriteria, de onzekerheden in rekening worden gebracht. Numerieke limietwaarden in de contractuele overdrachtsriteria zijn telkens uitgedrukt met het aantal significante cijfers dat in overeenstemming is met de vereiste nauwkeurigheid van de te meten grootheid.
- 202 (L,O) De **radiologische karakterisering** van elk primair collo moet gebaseerd zijn op een meetinstallatie en/of methode dat voor overdracht goedgekeurd is door NIRAS. Daartoe moet de producent een goedkeuringsdossier voor overdracht opstellen volgens de voorschriften van de technische nota NTC-6 [8]. Hierin moet gedocumenteerd zijn hoe bij de appreciatie van meetwaarden ten opzichte van limietwaarden in de contractuele overdrachtsriteria, de onzekerheden in rekening worden gebracht. Numerieke limietwaarden in de contractuele overdrachtsriteria zijn telkens uitgedrukt met het aantal significante cijfers dat in overeenstemming is met de vereiste nauwkeurigheid van de te meten grootheid.
- 203 (L,O) De **kwantitatieve radiologische gegevens** moeten gemeten zijn met een door NIRAS voor overdracht goedgekeurde methode. Daartoe moet de producent een goedkeuringsdossier voor overdracht opstellen volgens de voorschriften van de technische nota NTC-6/A [9], NTC-6/B [10] of NTC-6/C [11]. Het goedkeuringsdossier voor transfer moet melding maken van de toegepaste normen.
- 204 (L,O) De **primaire verpakking**, gebruikt door de producent om er het ruwe en/of verwerkte afval in te verpakken, moet goedgekeurd zijn voor overdracht door NIRAS. Daartoe moet de producent een goedkeuringsdossier voor overdracht opstellen volgens de voorschriften van de technische nota NTC-9 [12].

3 DOCUMENTATIE VAN HET RADIOACTIEVE AFVAL

-  Dit hoofdstuk bevat een opsomming van de gegevens over de primaire colli en de inhoud ervan. Ze moet gedocumenteerd zijn om het radioactieve afval te kunnen overdragen. Er wordt van uitgegaan dat al deze gegevens zich bevinden in het productiedocumentatiedossier (PDD) en op het C-formulier (voorblad en bijlage, zie Bijlage 5).

3.1 C-formulier

- 301 (L,O) De volgende **algemene gegevens** over de partij moeten vermeld zijn op het voorblad van het C-formulier:
- nummer van het C-formulier
 - datum waarop het formulier is opgesteld
 - aantal bijlagen bij het C-formulier
 - contactgegevens van de producent
 - ophalingsplaats
 - conditioneringsvariant (volgens NTC-3 [13])
 - referentie van de overeenkomstige campagne
 - lijst met de op te halen primaire colli

- opmerkingen
- handtekening en naam van een erkend deskundige van de dienst voor fysieke controle van de producent, om de radiologische kenmerken van de primaire colli te certificeren

302 (L,O) De volgende **fysische en chemische gegevens** van elk collo GA moeten beschikbaar zijn in de bijlage bij het C-formulier (identificatiefiche):

- collonummer
- nummer van het bijbehorende C-formulier en de bijbehorende campagne
- productiedatum van het collo GA (datum van de immobilisatie van het collo GA)
- referentie van het lot van de primaire verpakking
- conditioneerder
- massa van het collo GA
- afvalomschrijving (volgens NTC-3 [13]). Hierbij geldt bovendien:
 - Indien de code DO is gebruikt, moet voor elk collo de samenstelling van het ruwe en/of verwerkte afval worden gespecificeerd per afvalfractie aan de hand van een AO-code (volgens TNT-2 [14]) en een massa (inschatting). Hierbij gelden volgende regels:
 - De AO-code van elke afvalfractie moet zo goed mogelijk overeenstemmen met de omschrijving van het afval waaruit deze fractie bestaat. In dat kader moet een specifieke AO-code worden gebruikt, behalve in de volgende gevallen:
 1. Als de afvalfractie kan worden beschreven met een AO-code die in de richtlijn 'AO-codes' [15] wordt aangeduid als 'bergingsconform' (BC), kan ook een generieke AO-code worden gebruikt.
 2. De AO-code mag worden gebruikt voor een afvalfractie ('restfractie') op voorwaarde dat de massa van deze restfractie in aanmerking is genomen in het goedkeuringsdossier voor overdracht van het procédé (vermeld in criterium **201**)
 - De som van de massa's van alle afvalfracties moet gelijk zijn aan de massa van het ruwe en/of verwerkte afval in het collo GA.
 - Van een afvalfractie die bestaat uit de AO-codes: H0, H4 of H5, moet de merknaam van het hars worden opgegeven in het opmerkingenveld.
 - Indien de code FE is gebruikt, moet voor elk collo de fiche met de productinformatie over de filters toegevoegd worden aan het productiedocumentatiedossier (zie **307**).
- type gebruikte primaire verpakking, gebruikte sluiting, gebruikte interne afscherming en gebruikte immobilisatiematrix (volgens NTC-3 [13])
- indien het collo GA een gevaarlijke stof of mengsel bevat (wat wil zeggen dat er een H-zin of EUH-zin op van toepassing is, op basis van de massa van de afvalvorm¹ en rekening houdend met de contractuele overdrachtscriteria en limietwaarden voor gevaarlijke stoffen in de CLP-Verordening [16] en in de technische richtsnoeren voor de indeling van afvalstoffen [17]), per veroorzakende gevaarlijke stof:
 - naam van de veroorzakende gevaarlijke stof
 - toepasselijke H-zinnen (inclusief EUH-zinnen)
- referentie van het goedkeuringsdossier 'Procédé', met versienummer
- referentie van het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking', met versienummer

¹ De massa van de afvalvorm is gelijk aan de massa van het collo verminderd met de massa van zijn primaire verpakking.

303 (L,O) De bijlage bij het C-formulier moet de activiteiten bevatten van de **radionucliden** die aanwezig zijn in het radiologisch spectrum van elk collo GA en die vermeld zijn in Tabel 1.

 Alles onder de 1 Bq mag als nul aanschouwd worden en mag als nul gedeclareerd worden op de bijlage bij het C-formulier. Deze waarde wordt opgelegd, om te vermijden dat mogelijk fictieve, zeer lage activiteiten worden opgegeven die uitsluitend het resultaat zijn van berekeningen.

Tabel 1: Standaardlijst van verplicht op te geven radionucliden

H-3	Ni-63	Ag-108m	Cs-137	Th-229	Pu-238	Cm-243
C-14	Se-79	Ag-110m	Ce-144	Th-230	Pu-239	Cm-244
S-35	Kr-85	Sn-121m	Pm-147	Th-232	Pu-240	Cm-245
Cl-36	Sr-90	I-125	Sm-151	Pa-231	Pu-241	Cm-246
Ar-39	Mo-93	I-129	Eu-152	U-233	Pu-242	Cm-247
Ca-41	Zr-93	I-131	Eu-154	U-234	Pu-244	Cm-248
Mn-54	Nb-94	Sb-125	Eu-155	U-235	Am-241	
Co-58	Tc-99	Sn-126	Ho-166m	U-236	Am-242m	
Co-60	Ru-106	Cs-134	Hf-178n	U-238	Am-243	
Ni-59	Pd-107	Cs-135	Ra-226	Np-237	Cm-242	

 Opmerkingen:

- Voor de radionucliden die op korte termijn ($T_{1/2} < 30$ dagen) in seculair evenwicht verkeren met hun moedernuclide (Cs-137/Ba-137m, Sr-90/Y-90, Ru-106/Rh-106 en Ce-144/Pr-144), wordt enkel de activiteit van de moedernuclide vermeld.
- Natuurlijk thorium wordt verondersteld in seculair evenwicht te zijn met zijn dochters. Het volstaat dus om enkel de moedernuclide Th-232 op te geven.

304 (L,O) De volgende **radiologische gegevens** moeten voor de aanwezige radionucliden van criterium **303** voor elk primair collo vermeld zijn in de bijlage bij het C-formulier:

- datum van bepaling van de aanwezige activiteit
- totale alfa-activiteit
- totale bèta/gamma-activiteit
- maximaal dosistempo bij contact en op 1 m van het primair collo, met de datum van de metingen (zie ook **610**)
- bevestiging (ja/nee) dat de gemeten afneembare oppervlaktebesmetting onder de limietwaarde ligt (zie ook **611**) met de datum van de meting
- de massa's van de splijtstoffen U-235, Pu-239 en Pu-241
- bevestiging (ja/nee) dat het radioactieve afval hoogverrijkt (≥ 20 %) uranium bevat (met inachtneming van een drempelwaarde van 1 mg)
- gebruikte methodologie voor de radiologische karakterisering
- referentie van het goedkeuringsdossier 'Radiologisch' voor het bepalen van de aanwezige activiteit met versienummer
- eventuele referentie van het goedkeuringsdossier 'Meetinstallatie' met versienummer

305 (L,O) De bijlage bij het C-formulier van elk collo GA moet de bevestiging bevatten dat het radioactieve afval niet besmet of mogelijk besmet is met **biologische ziekteverwekkers**. Zie Hoofdstuk 7 voor de precieze omschrijving van 'biologische ziekteverwekkers'.

3.2 Het productiedocumentatiedossier (PDD)

306 (L,O) De producent moet het geconditioneerde radioactieve afval verder documenteren door middel van een **productiedocumentatiedossier** (PDD). Het originele PDD wordt bijgehouden en gearhiveerd door de producent gedurende een periode die overeengekomen wordt met NIRAS. Tevens moet een kopie naar NIRAS gestuurd worden.

307 (L,O) **Per campagne** moet een PDD opgesteld worden, waarvan de exacte inhoud afhankelijk is van het conditioneringsprocedé en de conditioneringsvariant. In het PDD moeten **minimaal** volgende gegevens gedocumenteerd worden:

- Algemene informatie over de campagne:
 - aantal aangemaakte colli
 - conditioneringsperiode
 - gebruikte immobilisatiematrix (volgens NTC-3 [13])
 - conditioneringsprocedé en conditioneringsvariant
 - referentie van: de goedkeuring 'Procedé', de goedkeuring 'Radiologisch', de goedkeuring 'Meetinstallatie' en de goedkeuring 'Primaire verpakking' met versienummers
- Verpakkingen: keuringsrapporten voor de gebruikte primaire verpakkingen.
- Verslagen en rapporten over de productiecontroles door de producent die de kwaliteit van het eindproduct en de conformiteit met dit document aantonen. Deze verslagen en rapporten hebben minstens betrekking op de volgende controles:
 - controles bij de ontvangst van de primaire verpakkingen
 - controles bij de cementering
 - controles bij de sluiting
- Immobilisatiematrix:
 - grondstoffen van de immobilisatiematrix:
 - herkomst van de gebruikte grondstoffen
 - analyse- en/of kwaliteitscertificaten van de grondstoffen die aantonen dat ze voldoen aan de contractuele overdrachtscriteria beschreven in **412**, **413**, **415**, **417** en **419** van dit document
 - nominale samenstelling zoals beschreven in criterium **422**
 - samenstelling van de immobilisatiematrix per collo
 - resultaten van de volgende testen op representatieve stalen, waarvan de frequentie in het goedkeuringsdossier wordt bepaald:
 - consistentie (zie ook **424**)
 - krimp (zie ook **426**)
 - watertoegankelijke porositeit (zie ook **433**)
 - druksterkte (zie ook **434**)
 - buigsterkte (zie ook **435**)
 - bestandheid tegen water (zie ook **436**)
 - bestandheid tegen de afwisseling van vorst en dooi (zie ook **438**)
- Radiologische afscherming:
 - indien de fabrikant van de radiologische afscherming over een BENOR-keurmerk of een gelijkwaardig keurmerk² beschikt:

² Met een aan BENOR gelijkwaardig keurmerk wordt bedoeld: een equivalent (of beter) keurmerk van een ander land zoals AFNOR van Frankrijk of KOMO (KIWA) van Nederland. De gelijkwaardigheid wordt nagegaan via het erkenningstraject.

- resultaten van de test 'bestandheid tegen water' (zie ook 436) en
 - BENOR-certificaat van de fabrikant van de afscherming
 - zo niet, moeten dezelfde gegevens als in de contractuele overdrachtscriteria 412 tot en met 438 worden opgegeven, waarbij 'immobilisatiematrix' vervangen wordt door 'radiologische afscherming'
 - Herkomst en omschrijving van het ruwe en/of verwerkte afval (volgens NTC-3 [13]).
 - indien de code FE is gebruikt, moet voor elk collo de fiche met de productinformatie over de filters toegevoegd worden.
 - Documenten met de radiologische resultaten (de activiteiten van de radionucliden, zoals gevraagd in criterium 303) van metingen die op het eindproduct en/of halfproduct zijn uitgevoerd.
 - Referentie van het C-formulier inclusief bijlagen, wanneer het C-formulier eerder werd ontvangen door NIRAS, of een exemplaar ingevuld volgens de contractuele overdrachtscriteria 301 tot en met 305, indien NIRAS het nog niet eerder ontvangen heeft.
 - Volgende fysische en chemische gegevens per collo:
 - bevestiging (ja/nee) dat er naast cellulosehoudende stoffen nog biologisch afbreekbare stoffen aanwezig zijn (zie 405)
 - totale massa van de aanwezige cellulosehoudende stoffen (zie 406)
 - massa aan minerale chloride-ionen in de afvalvorm (zie 404)
 - massa van de aanwezige wateroplosbare sulfaationen SO_4^{2-} in de afvalvorm (alle anorganische sulfaten met uitzondering van bariumsulfaat, zie 0):
 - van elk aanwezig complex- of chelaatvormend agens:
 - naam van het agens
 - massa
 - Van elk aanwezig elektropositief metaal (zie exhaustieve lijst in Bijlage 6 en zie 410):
 - naam van het metaal
 - massa
 - Van elk aanwezig organisch of anorganisch absorbeermiddel (met inbegrip van silicagel en vermiculiet):
 - naam van het absorbeermiddel
 - massa
 - Documenten over incidentmeldingen
-  De colli kunnen als volgt onderverdeeld worden in campagnes:
- Colli geconditioneerd volgens een bepaald conditioneringsprocedé worden in eenzelfde campagne samengebracht.
 - Colli geconditioneerd in éénzelfde productieperiode worden in één campagne samengebracht. Bij een continue productie mag een campagne de colli van een productieperiode van maximaal zes maanden omvatten.
 - Eventueel op basis van andere voorwaarden, na overleg met NIRAS (zoals type afval volgens NTC-3 [13]).

4 FYSISCH EN CHEMISCH AFVALKENMERKEN

4.1 De afvalvorm

4.1.1 Fysieke verschijningsvorm

- 401 (L,O) De afvalvorm moet een **vast, compact en niet-verspreidbaar geheel** vormen dat fysisch en chemisch **stabiel** is in de omstandigheden die verwacht worden tijdens het transport en de opslag.

4.1.2 Fysische en chemische stabiliteit

- 402 (L,O) Mogelijke gasontwikkeling ten gevolge van corrosie, radiolyse en/of ontbinding van organische stoffen mag geen afbreuk doen aan **de integriteit van de afvalvorm** en mag niet tot onaanvaardbare vervorming van de primaire verpakking leiden. De evolutie van de gasontwikkeling in de afvalvorm moet dan ook in het goedkeuringsdossier gedocumenteerd worden.
- 403 (L,O) De **temperatuur** mag op geen enkel punt van de afvalvorm groter dan of gelijk aan 100 °C geweest zijn.

4.1.3 Chloriden

- 404A (Lc) In geen enkel primair collo mag de hoeveelheid minerale **chloride-ionen** in de afvalvorm groter zijn dan 0,4 m% van de cementmassa in de immobilisatiematrix. Alle anorganische chloriden moeten hierbij in rekening gebracht worden. Alle organische chloriden worden als niet in water oplosbaar beschouwd. Hiervoor geldt het criterium dus niet.

4.1.4 Biologisch afbreekbare stoffen

- 405 (L,O) **Biologisch afbreekbare stoffen**, met uitzondering van cellulosehoudende stoffen, mogen niet in de afvalvorm aanwezig zijn.

 Organische absorbeermiddelen (zie ook verantwoording 307) worden niet beschouwd als 'biologisch afbreekbare stoffen' en zijn bijgevolg niet expliciet verboden in de afvalvorm. NIRAS raadt echter aan om deze stoffen zoveel mogelijk te beperken voor de oppervlakteberging. Er wordt best voor anorganische alternatieven gekozen.

- 406 (Lc) In geen enkel primair collo mag de totale massa aan cellulosehoudende stoffen in de afvalvorm groter zijn dan 0,1 kg.

4.1.5 Gevaarlijke stoffen

- 407 (L,O) De afvalvorm mag geen gevaarlijke **stoffen of mengsels** bevatten die door de CLP-Verordening [16] worden ingedeeld bij de **fysische gevaren** én:
- ofwel volgens Bijlage I ervan worden aangeduid door een specifieke H-zin;
 - ofwel volgens Bijlage II ervan worden aangeduid door een specifieke EUH-zin met betrekking tot **materiële eigenschappen**.

 Bijlage 4 bevat een overzicht van de gevaarzinnen van de stoffen en mengsels die uitgesloten zijn door dit criterium, op basis van de CLP-Verordening die van kracht is op het moment waarop dit document goedgekeurd werd. Deze bijlage is daarom louter illustratief en bedoeld als hulpmiddel voor de gebruiker van dit document.

4.2 Het ruwe en/of verwerkte afval

-  Tabel 15-3 van § 15.4.2.7 van het veiligheidsrapport voor de oppervlaktebergingsinrichting weergeeft een minimumlijst van stoffen die uitgesloten worden als ze in zulke hoeveelheden aanwezig zijn dat ze interageren met de hydratatiereactie tijdens het uitharden van de mortel en kunnen leiden tot een onaanvaardbare daling van de kwaliteit van de mortel wat betreft de chemische retentie ervan of de beperking van de waterdoorstroming. Deze stoffen zijn echter al behandeld in verschillende contractuele overdrachtscriteria in dit document (biologisch afbreekbare stoffen (zie 405), gevaarlijke stoffen of mengsels (zie 407) ...), zodat bijgevolg tabel 15-3 in § 15.4.2.7 van het veiligheidsrapport voor de oppervlaktebergingsinrichting louter illustratief is.

4.2.1 Processen die kunnen leiden tot expansie van het geconditioneerde afval

- 408A(Lc,O) Betonpuin of mortelpuin in het ruwe en/of verwerkte afval moet **ongevoelig zijn voor ASR³ en DEF⁴**. Deze ongevoeligheid moet in het goedkeuringsdossier aangetoond zijn op basis van de gekende eigenschappen van het beton⁵ of de mortel. Indien dit niet mogelijk is, moet de ongevoeligheid worden aangetoond op representatieve proefstukken en aan de hand van geschikte testmethodes (bijvoorbeeld de methode beschreven in [18]).

4.2.2 Sulfaten

- 0A (Lc) In geen enkel primair collo mag de massa aan sulfaationen (SO_4^{-2}) in **wateroplosbare sulfaten** afkomstig van het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval groter zijn dan 12 g per kilogram van de afvalvorm.
Alle anorganische sulfaten, met uitzondering van bariumsulfaat ($BaSO_4$), worden beschouwd als wateroplosbare sulfaten. Alle organische sulfaten worden beschouwd als niet in water oplosbaar. Hiervoor geldt het criterium dus niet.

4.2.3 Elektropositieve metalen

- 410 (L) **Elektropositieve metalen** (zie Bijlage 6) mogen niet in het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval aanwezig zijn, tenzij de producent in zijn goedkeuringsdossier kan aantonen dat de corrosiekinetiek traag genoeg is om de binding en uitharding van de immobilisatiematrix niet te verstoren.

4.2.4 Ingekapselde bronnen

- 411 (L) **Ingekapselde bronnen** mogen niet in het radioactieve afval aanwezig zijn.

4.3 De immobilisatiematrix

4.3.1 Grondstoffen voor de immobilisatiematrix

-  De hieronder beschreven contractuele overdrachtscriteria zijn specifiek voor de bestanddelen die bij de productie van de immobilisatiematrix worden gebruikt en moeten niet noodzakelijk allemaal voorkomen in de samenstelling van de immobilisatiematrix. De

³ Alkali-silica reactie

⁴ Delayed ettringite formation.

⁵ Bij een maximale nominale grootste korrelafmeting van het granulaat (D_{max}) groter dan 4 mm wordt de term 'beton' gebruikt. Bij een D_{max} kleiner dan of gelijk aan 4 mm wordt de term 'mortel' gebruikt.

bestanddelen van de immobilisatiematrix behoren uitsluitend tot de volgende vijf categorieën: cement, granulaat, water, hulpstof of toevoegstof. Ze zijn gedefinieerd in de hieronder vermelde normen.

Ter herinnering: een hulpstof is een product dat bij het aanmaken van beton of mortel wordt toegevoegd in kleine hoeveelheden in verhouding tot de cementmassa om de eigenschappen van het beton of de mortel in verse en/of uitgeharde toestand aan te passen.

Een toevoegstof is een fijn verdeeld materiaal dat in beton of mortel wordt gebruikt om specifieke eigenschappen te verbeteren of om er bijzondere eigenschappen aan te verlenen. De norm NBN EN 206: 2013+A1: 2016 [19] verklaart het verschil tussen nagenoeg inerte toevoegstoffen (type I) en puzzolaan- of latent hydraulische toevoegstoffen (type II). De verschillende toegelaten toevoegstoffen zijn beschreven in de hieronder vermelde normen. De kwaliteitscontrole en kwaliteitsborging van de grondstoffen worden beschreven in het goedkeuringsdossier (zie criterium 421).

- 412 (L,O) Het **cement** dat gebruikt wordt voor de immobilisatiematrix moet voldoen aan de eisen van NBN EN 197-1 [20].
- 413 (L,O) De **granulaten** die gebruikt worden voor de immobilisatiematrix moeten voldoen aan de eisen van NBN EN 12620 [21] of NBN EN 13139 [22].
- 414 (L,O) De granulaten die gebruikt worden voor de immobilisatiematrix moeten ongevoelig zijn voor **ASR**. ASR moet worden uitgesloten voor alle granulaten volgens de methode beschreven in ASTM C1260 (2014). Als het resultaat van deze test onbeslist is, moeten de granulaten of de immobilisatiematrix beproefd worden volgens de methode beschreven in ASTM C1293 (2015).
- 415 (L,O) Het **aanmaakwater** dat gebruikt wordt voor de immobilisatiematrix moet voldoen aan de eisen van NBN EN 1008 [23].
- 416 (L) **Organische hulpstoffen** zijn niet toegelaten, met uitzondering van superplastificeerders op basis van (in volgorde van voorkeur):
- naftaleensulfonaat
 - polycarboxylaat
 - melaminesulfonaat
- De producent moet in het goedkeuringsdossier de eventuele keuze van een van bovenstaande organische hulpstoffen beargumenteren.
- 417 (L,O) De **hulpstoffen** die gebruikt worden voor de immobilisatiematrix moeten voldoen aan de eisen van NBN EN 934-1 [24], NBN EN 934-2 [25], NBN EN 934-3 [26], NBN EN 934-4 [27], NBN EN 934-5 [28] of NBN EN 934-6 [29].
- 418 (L) De **toevoegstoffen** moeten **anorganisch** zijn.
- 419 (L,O) De **toevoegstoffen** die aan het mengsel worden toegevoegd tijdens de productie van de colli GA moeten voldoen aan NBN EN 197-1 [20] en aan de eisen van de hieronder vermelde norm voor dat type toevoegstof:
- Hoogovenslak (S) moet voldoen aan NBN EN 15167-1 [30].
 - Silica fume (D) moet voldoen aan NBN EN 13263-1 [31].
 - Siliciumhoudende (V) of calciumhoudende (W) vliegashoudende moet voldoen aan NBN EN 450-1 [32].
 - Kalksteenmeel (L of LL) moet voldoen aan de definitie in NBN EN 12620 [21].

-  Dit criterium heeft geen betrekking op cement conform NBN EN 197-1 dat reeds toevoegstoffen bevat.

- 420 (L,O) Het **kalksteenmeel (L of LL)** (zie criterium 419) moet ongevoelig zijn voor ASR. De producent moet dit aantonen:
- ofwel door het moedergesteente van het kalksteenmeel te testen volgens de methode beschreven in ASTM C1260 (2014);
 - ofwel door de immobilisatiematrix te testen volgens de methode beschreven in ASTM C1293 (2015).

4.3.2 De verse immobilisatiematrix

-  De hieronder beschreven contractuele overdrachtscriteria hebben betrekking op de samenstelling van de matrix, de eigenschappen van het verse materiaal en het gebruik ervan. De naleving van deze contractuele overdrachtscriteria garandeert een efficiënte, gecontroleerde en reproduceerbare inkapseling van het radioactieve afval.

- 421 (L,O) De samenstelling (zie criterium 422 en criterium 423) en de eigenschappen van de immobilisatiematrix moeten worden gewaarborgd door het **kwaliteitssysteem van het verwerkings- en conditioneringsprocedé** (zie criterium 201). Dit kwaliteitssysteem moet in het goedkeuringsdossier beschreven worden en moet:
- alle stappen in het procedé omschrijven die te maken hebben met de immobilisatiematrix, dus vanaf de ontvangst van de grondstoffen van de immobilisatiematrix tot en met het eindproduct van het procedé, zijnde het collo geconditioneerd afval;
 - bepalen met welke frequentie de testen vastgelegd in de contractuele overdrachtscriteria (414, 420, 424, 426, 431, 433, 434, 435, 436, 437 en 438) uitgevoerd worden;
 - omschrijven welke kwaliteitscontroles, naast de hierboven vermelde testen, uitgevoerd worden en in welke stap van het procedé, en bepalen met welke frequentie deze kwaliteitscontroles worden uitgevoerd;
 - bepalen onder welke voorwaarden de hierboven vermelde testen zullen worden herhaald in het kader van de eerder vermelde kwaliteitscontroles.

- 422 (L,O) De **nominale samenstelling** van de immobilisatiematrix moet vastgelegd zijn in het goedkeuringsdossier.

-  De nominale samenstelling houdt geen rekening met de doseernauwkeurigheid (zie hiervoor criterium 423), maar omvat de identificatie van de bestanddelen van de immobilisatiematrix en de doseringen.

- 423 (L,O) De **doseernauwkeurigheid** van de bestanddelen van de immobilisatiematrix moet in overeenstemming zijn met de norm NBN EN 206:2013+A1: 2016 [19]. Als de producent de toleranties in de norm niet kan garanderen, moet hij een eigen tolerantie opgeven in het goedkeuringsdossier en garanderen dat de contractuele overdrachtscriteria 412 tot en met 438 altijd gerespecteerd zullen worden binnen de marges van deze tolerantie.

- 424 (L,O) De immobilisatiematrix moet het ruwe en/of verwerkte afval volledig omhullen en de lege ruimtes opvullen. Concreet moet de producent:
- voor de start van de productie van de colli GA een niet-actief primair collo produceren. Na uitharding van de immobilisatiematrix wordt nagegaan of de immobilisatiematrix de lege ruimtes opgevuld heeft en het afval volledig omgeeft, door een visuele

controle op een verticale doorsnede van dit collo. De resultaten van deze test moeten opgenomen zijn in het goedkeuringsdossier;

- de **consistentie** van de verse immobilisatiematrix van het niet-actieve primaire collo opgeven in het goedkeuringsdossier. Deze consistentie moet gemeten zijn op representatieve stalen volgens de volgende normen:
 - voor beton: de norm NBN EN 12350-2 [33];
 - voor mortel en cementpasta: de norm NBN EN 1015-3 [34]⁶;
- tijdens de productie van de colli GA de consistentie van de immobilisatiematrix van de actieve primaire colli garanderen en dit aantonen door metingen op representatieve stalen volgens de toepasselijk norm (zie hierboven). Voor beton moet de gemeten consistentie steeds in dezelfde consistentieklasse vallen als die welke opgegeven is in het goedkeuringsdossier. Voor mortel en cementpasta mag de gemeten consistentie niet meer dan 10 % afwijken van de waarde van de consistentie opgegeven in het goedkeuringsdossier.

Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt om na te gaan of de lege ruimtes opgevuld zijn en het afval volledig omgeven is bij het niet-actief primair collo, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:

- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
- In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.

 De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

425 (L,O) Wanneer de immobilisatiematrix in meerdere stappen gegoten wordt maar de tijd tussen twee opeenvolgende stappen groter is dan de tijd tot aan de binding⁷ van de eerste stap, moet de producent, om de **continuïteit** van de immobilisatiematrix te garanderen:

- in zijn goedkeuringsdossier verantwoorden waarom de immobilisatiematrix niet in één stap gegoten kan worden;
- het oppervlak bevochtigen voor de start van een volgende stap.

426 (L,O) Bij het binden en uitharden van de immobilisatiematrix mag er geen excessieve **krimp** opgetreden zijn. Om dit aan te tonen, moet de producent de krimpvastheid gemeten hebben op representatieve proefstukken volgens de normen NBN B15-216 [35] voor beton en NBN B14-217 [36] voor mortel en cementpasta. De krimp van elk proefstuk moet kleiner zijn dan of gelijk aan:

- 1 mm/m voor beton
- 2 mm/m voor mortel en cementpasta

427 (L,O) De verse immobilisatiematrix moet tijdens de bindingstijd beschermd zijn tegen overmatig waterverlies door verdamping. De producent moet in het goedkeuringsdossier verantwoorden hoe dit criterium gegarandeerd wordt.

428 (L,O) Bij de sluiting van het collo mag er geen **vrijstaand water aan het bovenoppervlak** van de afvalvorm aanwezig zijn. Dit wordt visueel gecontroleerd voor het definitief sluiten van het collo. Water dat tijdens de binding op het oppervlak staat, mag dus niet manueel verwijderd worden.

⁶ Met inbegrip van de herzieningen A1/2004 en A2/2006

⁷ Dit is de tijd tussen het gieten van de immobilisatiematrix in het vat en het begin van de binding.

- 429 (L,O) De immobilisatiematrix en de mortel of het beton van de eventuele radiologische afscherming moeten de ruimte bestaande uit het interne volume van de primaire verpakking minus het externe volume van het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval, voor minstens 85 vol% **opvullen**. Hierbij moet de immobilisatiematrix de bovenkant van het afval bedekken, zodat het niet meer zichtbaar is. Dit mag het plaatsen van het deksel van de primaire verpakking niet verhinderen. De afstand die daartoe gelaten moet worden tussen de bovenkant van de kuip van de primaire verpakking en de immobilisatiematrix is afhankelijk van het ontwerp van de primaire verpakking en moet bepaald zijn in het goedkeuringsdossier.
- 430 (L,O) Tijdens de binding van de immobilisatiematrix moet het primaire collo **onbeweeglijk** gehouden zijn. Het begin en einde van de binding moet bepaald zijn in het goedkeuringsdossier.

4.3.3 De verharde immobilisatiematrix

-  De hieronder beschreven contractuele overdrachtscriteria hebben betrekking op de eigenschappen van het uitgeharde materiaal. Ze bestaan uit twee categorieën: de mechanische en structurele eigenschappen van de matrix en de eigenschappen met betrekking tot het gedrag ervan op langere termijn.
- 431 (L,O) De immobilisatiematrix moet **homogeen** zijn. Dit betekent dat er een goede menging moet geweest zijn en er geen ontmenging (segregatie) plaatsgevonden mag hebben tijdens de binding. Dit moet aangetoond worden door middel van dezelfde test als voor criterium 424 (verticaal doorsnijden van een niet-actief primair collo), waarbij er visueel nagegaan wordt of de immobilisatiematrix homogeen is. De resultaten van deze test moeten opgenomen zijn in het goedkeuringsdossier. Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:
- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
 - In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.
-  De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.
- 432 (L,O) De immobilisatiematrix mag geen **doorgaande scheuren** bevatten. Dit zijn scheuren die lopen van de binnenkant van de primaire verpakking tot aan het ruwe en/of verwerkte afval en die een breedte hebben van 0,1 mm of meer. Dit moet worden aangetoond door middel van dezelfde test als voor criterium 424 (verticaal doorsnijden van een niet-actief primair collo), waarbij er visueel wordt nagegaan of er geen doorgaande scheuren aanwezig zijn in de immobilisatiematrix. De resultaten van deze test moeten opgenomen zijn in het goedkeuringsdossier. Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:
- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
 - In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.
-  De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

- 433 (L,O) De **watertoeegankelijke porositeit** van de immobilisatiematrix moet kleiner zijn dan of gelijk aan:
- 14 vol% in het geval van beton
 - 21 vol% in het geval van mortel of cementpasta

De watertoeegankelijke porositeit van proefstukken van de immobilisatiematrix wordt bij voorkeur bepaald overeenkomstig de testmethode beschreven in GranDuBé [37] (hoofdstuk I.2, paragraaf 3).

Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:

- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een afwijking van de testmethode beschreven in GranDuBé gewenst is.
- In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de methode beschreven in GranDuBé.



De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

- 434 (L,O) De **druksterkte** op 28 dagen van de verharde immobilisatiematrix, moet:
- groter dan of gelijk aan 30 MPa zijn;
 - voldoen aan één van de onderstaande criteria:
 - ofwel ligt de gemeten druksterkte binnen het 95%-betrouwbaarheidsinterval, waarbij dat interval kleiner dan of gelijk aan 20 MPa [38] moet zijn;
 - ofwel ligt de gemeten druksterkte buiten het 95%-betrouwbaarheidsinterval, maar voldoet de geteste mortel of het geteste beton aan een reeks bijkomende controles verschillend van de courante kwaliteitscontroles (zie criterium 421) die vastgelegd zijn in het goedkeuringsdossier.

Deze druksterkte moet bepaald zijn op genormaliseerde proefstukken bewaard in afgesloten vormen (die geen vochtuitwisseling toelaten) en/of in een vochtkamer overeenkomstig de van toepassing zijnde normen. Daarnaast moet de producent het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de druksterkte op 28 dagen in zijn goedkeuringsdossier opnemen. Tabel 2 geeft per type immobilisatiematrix de toepasbare norm en de dimensies van het proefstuk weer.

Tabel 2: Toepasbare normen voor de bepaling van de druksterkte

Immobilisatiematrix	Toepasbare norm	Dimensies van het proefstuk
Beton	NBN EN 12390-3 [39]	150 x 150 x 150 mm of Ø 150 mm x 300 mm
Mortel, cementpasta	NBN EN 1015-11 [40]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-3 [39]	150 x 150 x 150 mm

- 435 (L,O) De **buigsterkte** op 28 dagen van de immobilisatiematrix moet groter dan of gelijk aan 1 MPa zijn. Deze buigsterkte moet bepaald zijn op genormaliseerde proefstukken, bewaard in afgesloten vormen (die geen vochtuitwisseling toelaten) en/of in een vochtkamer, overeenkomstig de van toepassing zijnde normen. Tabel 3 geeft per type

immobilisatiematrix de toepasbare norm en de dimensies van het proefstuk voor de bepaling van de buigsterkte weer.

Tabel 3: Toepasbare normen voor de bepaling van de buigsterkte

Immobilisatiematrix	Toepasbare norm	Dimensies van het proefstuk
Beton	NBN EN 12390-5 [41]	Prisma, met dimensies volgens norm
Mortel, cementpasta	NBN EN 1015-11 [40]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-5 [41]	Prisma, met dimensies volgens norm

436 (L) De immobilisatiematrix moet **bestand zijn tegen water**. Dit betekent dat uitgeharde proefstukken van de immobilisatiematrix met dimensies uit Tabel 3 ondergedompeld moeten zijn in water gedurende een periode van minstens 90 dagen. De testcondities en de inspectieprocedure voor de proefstukken na de test moeten met voldoende details beschreven zijn in het goedkeuringsdossier, om de proef eenduidig te kunnen reproduceren. Met testcondities wordt minstens bedoeld:

- het volume van het water ten opzichte van het proefstuk
- de samenstelling van het water en de verversingsfrequentie
- de ouderdom van het proefstuk bij aanvang van de proef
- de geometrie van de opstelling
- de temperatuur van het water

Elk proefstuk moet na de test:

- vrij zijn van enige structurele verandering (bijvoorbeeld scheuren, afbrokkeling, vervorming ...);
- een buigsterkte hebben die groter dan of gelijk aan 1 MPa is, bepaald volgens de overeenkomstige norm in Tabel 3.

Eventuele volume- en massaveranderingen moeten opgegeven zijn in het goedkeuringsdossier. De proeven moeten altijd met verschillende proefstukken uitgevoerd worden en de proefstukken set moet als geheel beoordeeld worden.



De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

437 (L,O) De immobilisatiematrix moet:

- ofwel tijdens en na de binding een evolutie van haar interne temperatuur hebben gekend, waarbij deze op ieder punt kleiner dan of gelijk aan 60 °C is gebleven;
- ofwel ongevoelig zijn voor **DEF**, waarbij deze ongevoeligheid moet worden aangetoond op representatieve proefstukken aan de hand van geschikte testmethodes.

Deze ongevoeligheid voor DEF moet worden aangetoond aan de hand van de testmethode beschreven in de nota 2014-3049 [42]. Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:

- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
- In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.

 De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

- 438 (L,O) De uitgeharde immobilisatiematrix moet bestand zijn tegen de afwisseling van **vorst en dooi**. Dit criterium moet gecontroleerd zijn op representatieve proefstukken in een vries-dooicyclustest volgens de Technische Fiche TFT 2 [43] van NIRAS. Elk proefstuk moet na de test:
- vrij zijn van enige structurele verandering (scheuren, afbrokkeling, vervorming ...);
 - een druksterkte hebben die groter dan of gelijk aan 80% van haar initiële waarde is.

4.4 Radiologische afscherming

- 439 (L) De **radiologische afscherming** moet vervaardigd zijn uit beton (bijvoorbeeld hematietbeton, barietbeton ...), mortel (bijvoorbeeld hematietmortel, barietmortel ...), cementpasta, staal of lood.
- 440 (L,O) Indien de fabrikant van de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta **beschikt over een BENOR-keurmerk of een gelijkwaardig keurmerk**⁸ voor het beton, de mortel of de cementpasta dat hiervoor gebruikt wordt, moet deze radiologische afscherming voldoen aan de volgende criteria die al beschreven werden in § 4.3 (waarbij 'immobilisatiematrix' vervangen moet worden door 'radiologische afscherming'):
- ongevoeligheid voor RAS (zie criterium 414)
 - anorganische hulpstoffen (zie criterium 416)
 - nominale samenstelling van de immobilisatiematrix (zie criterium 422)
 - bestandheid tegen water (zie criterium 436)
 - ongevoeligheid voor DEF (zie criterium 437)

Indien de fabrikant van de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta **niet beschikt over een BENOR keurmerk** voor het beton, de mortel of de cementpasta van de radiologische afscherming of een gelijkwaardig keurmerk, moet deze radiologische afscherming voldoen aan dezelfde criteria als die voor de immobilisatiematrix (dus alle contractuele overdrachtscriteria vanaf 412 tot en met 438) behalve 'opvullen' (zie criterium 429), 'doorgaande scheuren' (zie criterium 432), 'watertogankelijke porositeit' (zie criterium 433) en 'bestandheid tegen vorst' (zie criterium 438). Hierbij moet 'immobilisatiematrix' vervangen worden door 'radiologische afscherming'.

⁸ Met een aan BENOR gelijkwaardig keurmerk wordt bedoeld: een equivalent (of beter) keurmerk van een ander land zoals AFNOR in Frankrijk of KOMO (KIWA) in Nederland. De gelijkwaardigheid wordt nagegaan via het erkenningstraject.

5 RADIOLOGISCHE AFVALKENMERKEN

5.1 Maximale activiteitsconcentraties

- 501(L,O) In elk primair collo moet de activiteitsconcentratie van de totale hoeveelheid bèta/gammastralers lager zijn dan of gelijk zijn aan 37 TBq/m³.
- 502(L,O) In elk primair collo moet de activiteitsconcentratie van de totale hoeveelheid alfastralers lager zijn dan of gelijk zijn aan 37 TBq/m³.
- 503(L,O) In elk primair collo moet de totale radiologische inventaris zodanig worden beperkt dat op 01/01/2080 het maximale dosistempo van een hypothetische monoliet van het type CB-5 gevuld met de inhoud van acht van deze primaire collo beperkt is tot 25 µSv/h op 1 meter.
- 504 (L,O) In elk primair collo moet de som van de activiteiten van **Ra-226** en **Th-232** per massa-eenheid kleiner dan of gelijk aan 1000 Bq/kg zijn. Hierbij wordt de activiteit per massa-eenheid berekend op de massa van de afvalvorm.

5.2 Kritikaliteit



Deze overdrachtscriteria bevatten enkel beperkingen op de aanwezigheid van splijtbare nucliden in het afval om het risico op kritikaliteit uit te sluiten. Deze contractuele overdrachtscriteria doen geen afbreuk aan de contractuele overdrachtscriteria **Error! Reference source not found.** tot en met 504.

- 505 (L,O) Indien er splijtstoffen aanwezig zijn in het primaire collo, moeten de hoeveelheid en configuratie ervan (fysische en chemische vorm, compartimentering, aanwezigheid van absorbers, reflectoren en neutronenvertragers) zodanig zijn dat het risico op kritikaliteit te allen tijde wordt vermeden.
Meer specifiek moet de hoeveelheid splijtstoffen worden beperkt volgens de onderstaande sommatieregel:

$$\frac{\text{massa Pu-239 (g)}}{219} + \frac{\text{massa Pu-241 (g)}}{112} + \frac{\text{massa U-235 (g)}}{326} \leq 1$$

wanneer het verrijkingsniveau van het collo meer dan 5% bedraagt, terwijl het verrijkingsniveau minder dan 5% bedraagt, is de massa van U-235 beperkt tot 700 g.

6 PRIMAIRE VERPAKKING EN COLLO

6.1 De primaire verpakking

- 601 (O) De primaire verpakking moet zodanig zijn dat het primaire collo voldoet aan de vereisten voor een transportcollo **type IP-2**, zoals bepaald in de 'IAEA Safety Standards' [44]. Naast de resultaten van de valtest en de stapeltest moet de producent ook het IP-2-certificaat van het transportcollo opnemen in het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking'.
- 602 (L,O) Van elk collo geconditioneerd afval moet de primaire verpakking behoren tot de lijst in Tabel 4 (de codes zijn in overeenstemming met de technische nota NTC-3 [13]).

Tabel 4: Lijst van toegelaten verpakkingen voor de colli geconditioneerd afval

Code	Omschrijving van de verpakking	Inhoud
FS04D	Vernieuwd standaardvat 400-l	400 liter
FS04F	Vernieuwd standaardvat 400-l, centrering galetten	400 liter

603 (L,O) De verschillende materialen waaruit de primaire verpakking is vervaardigd, moeten **fysisch en chemisch compatibel** zijn met elkaar en met:

- de materialen en uitrustingen gebruikt bij het transport en in de opslaginfrastuctuur;
- de gebruikte bestanddelen voor de immobilisatiematrix en het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval;
- de eventueel aanwezige interne afscherming.

 Typische voorbeelden van materialen, toegepast in het productieproces van een primaire verpakking, waarvan de fysische en chemische compatibiliteit geëvalueerd en gedocumenteerd wordt in het goedkeuringsdossier zijn:

- het basismateriaal waaruit de primaire verpakking is opgebouwd (inclusief het deksel)
- het basismateriaal waaruit de toegevoegde onderdelen (zie Bijlage 3) vervaardigd worden
- het lasmateriaal
- de gebruikte galvanische bescherming
- de gebruikte coating (bijvoorbeeld epoxyverf)
- de gebruikte (radiologische) afscherming
- de gebruikte interne beschermingsmantel

604 (O) De **integriteit, mechanische weerstand, vorm en afmetingen** van de primaire verpakking moeten, onder de normale statische en dynamische belastingen, behouden blijven voor een minimale periode van 75 jaar. Dit geldt voor alle normale handelingen tijdens de opslag van de lege primaire verpakking, het vullen van de primaire verpakking met afval en immobilisatiematrix, de laad- en losoperaties en de opslag van het primaire collo in het daartoe bestemde opslaggebouw.

605 (O) De primaire verpakking moet bestand zijn tegen **corrosie en chemische aantasting** gedurende een opslagperiode van minimaal 75 jaar onder normale omstandigheden in het daartoe bestemde opslaggebouw. Deze weerstand moet aangetoond zijn in het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking'.

 Het voldoen aan de contractuele overdrachtscriteria 603, 604 en 605 wordt in belangrijke mate beïnvloed door de randvoorwaarden van de fabricage van de verpakking, de opslag van de lege verpakking in een magazijn, het vullen van de verpakking met ruw en/of verwerkt afval en immobilisatiematrix, alsook de betrokken mechanische handelingen.

6.2 Het primaire collo

6.2.1 Fysische en chemische criteria voor het primaire collo

606 (L) Van geen enkel primair collo mag het totaal aan macroscopische **lege ruimtes** groter zijn dan 20% van het nominale volume van het primaire collo (dit is 0,4 m³ voor een 400-liter vat). Dit volumepercentage aan lege ruimtes moet vermeld zijn in het goedkeuringsdossier 'Procedé', waarbij ook de methode om dit volumepercentage te bepalen gepreciseerd moet zijn.

-  Om aan dit criterium te voldoen, kan het in sommige gevallen nodig zijn om de lege ruimtes verder op te vullen. In dat geval moeten er materialen gebruikt worden die voldoen aan criterium 440.

607 (L,O) Van geen enkel primair collo mag de **totale massa** groter dan $1,5 \times 10^3$ kg zijn.

608 (L) In elk primair collo moet de **massa uitgeharde cementpasta** groter dan of gelijk aan 10 m% zijn van de totale massa van het primaire collo.

-  Hieronder staat een methode beschreven voor de berekening van de massa uitgeharde cementpasta in beton of mortel. Deze methode wordt geacht voldoende benaderend te zijn voor zowel portlandcement als samengestelde cementen (zoals CEM III) en veronderstelt een stoichiometrische verhouding van 0,4 massa-eenheden aanmaakwater per massa-eenheid portlandcement:

Indien $W/C > 0,4$, dan:

$$HCP = C \times 1,4$$

Zo niet:

$$HCP = W \times 3,5$$

Waarbij:

- C: het aandeel cement (kg/m^3)
- W: het aandeel aanmaakwater (kg/m^3)
- HCP: het aandeel uitgeharde cementpasta (kg/m^3)

609 (L,O) Geen enkel primair collo mag **vrije vloeistoffen** bevatten.

-  Interstitieel water (bijvoorbeeld in de poriën van betonpuin) wordt niet als een vrije vloeistof beschouwd.

6.2.2 Operationele radiologische veiligheid

- 610 (O) Van geen enkel primair collo mag het bij contact met de primaire verpakking gemeten maximale dosistempo groter zijn dan 2 Sv/h.

Zo niet, mag het op 1 meter afstand gemeten maximale dosistempo niet groter zijn dan 0,2 Sv/h.

- 611 (O) Van geen enkel primair collo mag de **afneembare oppervlaktebesmetting** groter zijn dan:
- 0,4 Bq/cm² voor het totaal van bèta/gammastralers;
 - 0,04 Bq/cm² voor het totaal van alfastralers.

6.2.3 Opschriften en pictogrammen

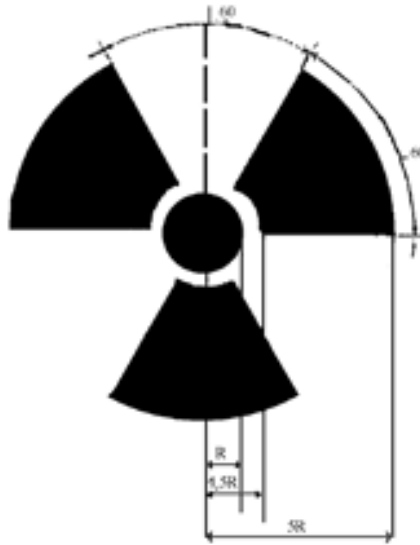
- 612 (L,O) Elk primair collo moet een **unieke identificatiecode** dragen die het radioactieve afval eenduidig verbindt met zijn documentatie (zie hoofdstuk 3).

- 613 (L,O) De **aangebrachte identificatiecode** moet voldoen aan alle onderstaande voorwaarden:
- De code moet bestaan uit een combinatie van achtereenvolgens een letter (L), een getal van twee cijfers (C), een koppelteken en een getal van vier cijfers (C) (zie Figuur 1). Hierbij gelden de volgende regels:
 - De letter stemt overeen met de producent (zie NTC-3 [13]).
 - Het getal van twee cijfers voor het koppelteken bestaat uit de laatste twee cijfers van het jaar waarin de primaire verpakking werd gefabriceerd.
 - Het getal van vier cijfers na het koppelteken is het volgnummer dat aan het collo is toegekend.
 - De code moet bestaan uit letters en cijfers met een grootte van 75 mm of meer.
 - De code moet zijn aangebracht voordat de primaire verpakking gevuld wordt met afval.
 - De code moet zijn aangebracht op het zijvlak van het metalen vat en op het deksel of de bodem.
 - De code moet minimaal 75 jaar (periode van de opslag) leesbaar blijven.

L	C	C	-	C	C	C	C
---	---	---	---	---	---	---	---

Figuur 1: theoretische identificatiecode voor een collo GA

- 614 (O) Elk primair collo moet een **waarschuwingsteken voor ioniserende straling** dragen, dat gekenmerkt wordt door het symbool afgebeeld in Figuur 2. Het waarschuwingsteken moet voldoen aan alle onderstaande voorwaarden:
- Het teken moet een hoogte hebben van 200 mm of meer en moet voldoen aan de verhoudingen vermeld in Figuur 2.
 - Het teken moet duidelijk zichtbaar en goed herkenbaar zijn.
 - Het teken moet zijn aangebracht op het zijvlak van het metalen vat, op een plaats onder de identificatiecode.



Figuur 2: Symbool in het waarschuwingsteken voor ioniserende straling op een collo GA

7 BIOLOGISCHE ZIEKTEVERWEKKERS

701 (L,O) Het radioactieve afval mag niet besmet of mogelijk besmet zijn met **biologische ziekteverwekkers**.

Met biologische ziekteverwekkers wordt bedoeld:

- infectueuze stoffen (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 6.2)
- biotoxines (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 6.1-code T1, T2)
- medisch afval (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 6.2-UN 3291)
- genetisch gemodificeerde organismen (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 9-code M8)

702 (L,O) **Biologisch geïnactiveerd** radioactief afval moet worden beschouwd als mogelijk besmet met biologische ziekteverwekkers.

8 ADMINISTRATIEVE BEPALINGEN

8.1 Non-conformiteiten

Het is niet mogelijk om af te wijken van de contractuele overdrachtscriteria.

8.2 Afwijkingen

Het is niet mogelijk om af te wijken van de contractuele overdrachtscriteria.

9 REFERENTIES

- [1] NIRAS-nota 2000-3267nl (herziening 2): 'ACRIA-DC-LAGA-HEC-151', auteur: M. Demarche, R. Gens en J. Lenssens;
- [2] NIRAS-nota 2000-4220nl: 'ACRIA-DC-LAGAT-HEC-151', auteur: M. Demarche, R. Gens en J. Lenssens;
- [3] NIRAS-nota 2011-0492nl (herziening 3): 'ACRIA-GA-MAGA-HEC-127', auteur: C. De Bock;
- [4] NIRAS-nota 2010-1078nl (herziening 1): 'ACRIA-GA-MAGAT-HEC-127', auteur: C. De Bock;
- [5] NIRAS-nota 98-1446, 'Overzichtslijst van goedgekeurde documenten met betrekking tot de acceptatiecriteria voor radioactief afval / Liste récapitulative des documents approuvés relatifs aux critères d'acceptation de déchets radioactifs';
- [6] NIRAS-nota 2012-0982, technische nota: 'GLOS: Glossarium met betrekking tot de acceptatiecriteria van NIRAS';
- [7] NIRAS-nota 400-89/623, technische nota NTC-4: 'Kwalifikatie van een procédé en een installatie voor de verwerking/konditionering van radioactief afval-richtlijnen voor het opstellen van een technisch dossier.', auteur: A. De Goeyse;
- [8] NIRAS-nota 97-3497N: 'Technische nota NTC-6: Meetmethoden en meetinstallaties voor de bepaling van de activiteit van geconditioneerd afval.', auteur: A. De Goeyse;
- [9] NIRAS-nota 97-4696N: 'Technische nota NTC-6/A: Type-inhoud van een technisch dossier voor methodes gebaseerd op de analyse van primaire colli via gamma-spectrometrie', auteur: A. De Goeyse;
- [10] NIRAS-nota 97-4700N: 'Technische nota NTC-6/B: Type-inhoud van een technisch dossier voor methodes gebaseerd op de analyse van primaire colli via neutronenmetingen', auteur: A. De Goeyse;
- [11] NIRAS-nota 2020-2682: 'Technische nota NTC-6/C: Type-inhoud van een erkenningsdossier voor de meetinstallatie en methodes gebaseerd op de analyse van primaire colli via dosistempometingen. ', auteur J. Becker;
- [12] NIRAS-nota 2000-1049: 'Technische nota NTC-9: Type-inhoud van de goedkeuringsdossiers van de primaire verpakkingen voor geconditioneerd afval.', auteur: M. Voet;
- [13] NIRAS-nota 2021-0334, technische nota: 'Technische nota NTC-3', auteur: N. Van Houtven;
- [14] NIRAS-nota 2020-0827, technische nota: 'TNT-2: codering van het NGA', auteur: C. De Bock;

- [15] NIRAS-nota 2022-1407, technische nota, 'Productie van bergingsconform niet-geconditioneerd afval op basis van de afvalomschrijvingen (AO-codes)';
- [16] 'CLP-verordening', zijnde Verordening (EG) nr. 1272/2008 van het Europees Parlement en de Raad van 16 december 2008 (en latere wijzigingen) betreffende de indeling, etikettering en verpakking van stoffen en mengsels tot wijziging en intrekking van de Richtlijnen 67/548/EEG en 1999/45/EG en tot wijziging van Verordening (EG) nr. 1907/2006;
- [17] 'Technische richtsnoeren voor de indeling van afvalstoffen', Mededeling (EG) nr. 2018/C124/01 van de Europese Commissie van 9 april 2018;
- [18] NIRAS-nota 2018-2897: 'Assessment van ASR en/of DEF in betonpuin voor de oppervlakteberging te Dessel – conform het veiligheidsdossier Versie 3', auteur: E. Coppens;
- [19] NBN EN 206+A2: 'Beton – Specificatie, prestatie, productie en conformiteit', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2021 of een recentere versie;
- [20] NBN EN 197-1, 'Cement – Deel 1 : Samenstelling, specificatie en overeenkomstigheidscriteria voor gewone cementsoorten', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2011 of een recentere versie;
- [21] NBN EN 12620, 'Toeslagmateriaal voor beton', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2013 of een recentere versie;
- [22] NBN EN 13139, 'Toeslagmateriaal voor mortel', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2013 of een recentere versie;
- [23] NBN EN 1008, 'Aanmaakwater voor beton: Specificatie voor monsterneming, beproeving en beoordeling van de geschiktheid van water, inclusief spoelwater van reinigingsinstallaties in de betonindustrie, als aanmaakwater voor beton', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2002 of een recentere versie;
- [24] NBN EN 934-1, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 1: Algemene eisen.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2008 of een recentere versie;
- [25] NBN EN 934-2+A1, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 2: Hulpstoffen voor beton – Definities, eisen, conformiteit, markering en etikettering.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2012 of een recentere versie;
- [26] NBN EN 934-3+A1, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 3: Hulpstoffen voor metselmortel – Definities, eisen, overeenkomstigheid, markering en etikettering.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2012 of een recentere versie;
- [27] NBN EN 934-4, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 4: Hulpstoffen voor injectiemortel voor voorspankabels – Definities, eisen, conformiteit, markering en etikettering.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2009 of een recentere versie;
- [28] NBN EN 934-5, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 5: Hulpstoffen voor spuitbeton – Definities, eisen, conformiteit, merken en labels.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2008 of een recentere versie;
- [29] NBN EN 934-6, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 6: Monsterneming, beoordeling en verificatie van prestatiebestendigheid', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2019 of een recentere versie;
- [30] NBN EN 15167-1, 'Gemalen gegraneerde hoogovenslak voor gebruik in beton, mortel en injectiemortel – Deel 1 : Definities, specificaties en conformiteitscriteria.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2007 of een recentere versie;

- [31] NBN EN 13263-1+A1, 'Silica fume voor beton – Deel 1: Definitie, eisen en overeenkomstigheidscriteria.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2009 of een recentere versie;
- [32] NBN EN 450-1, 'Vliegashoudend beton – Deel 1: Definitie, specificaties en overeenkomstigheidscriteria', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2012 of een recentere versie;
- [33] NBN EN 12350-2, 'Testen van vers beton – Deel 2: Inzakkingstest.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2009 of een recentere versie;
- [34] NBN EN 1015-3, "Proeven voor metselmortel – Deel 3: Bepalen van consistentie van verse mortel (met de schoktafel).", Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2007 of een recentere versie;
- [35] NBN B15-216, 'Testen op beton – Krimpen en zwellen', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 1974 of een recentere versie;
- [36] NBN B14-217, 'Testen op mortel – Krimpen en zwellen', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 1983 of een recentere versie;
- [37] G. Arliguie et H. Hornain, GrandDuBé: Grandeurs associées à la Durabilité des Bétons, Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (2007) ISBN: 978-2-85978-425-6;
- [38] NIRAS-nota 2018-0265, 'Het betrouwbaarheidsinterval voor de individuele waarde, toegepast op betonproductie', auteur: E. Coppens;
- [39] NBN EN 12390-3, 'Testen op gehard beton – Deel 3: Druksterkte van proefstukken', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2019 of een recentere versie;
- [40] NBN EN 1015-11, "Testmethoden voor mortel voor metselwerk – Deel 11: Bepaling van de buig- en druksterkte van geharde mortel.", Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2019 of een recentere versie;
- [41] NBN EN 12390-5, "Testen op gehard beton – Deel 5: Buigsterkte van proefstukken", Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2019 of een recentere versie;
- [42] NIRAS-nota 2014-3049, 'Beproeving van een matrix tot interne sulfiet aantasting (DEF)', auteur: E. Coppens;
- [43] NIRAS-nota 1997-2207: 'TFT 2: Détermination de la résistance aux effets thermiques des colis enrobés de déchets solides';
- [44] IAEA Safety Standards – Specific Safety Requirements no. SSR-6 (Rev. 1): 'Regulations for the safe transport of radioactive material (edition 2018)', Vienna: International Atomic Energy Agency, uitgave 2018 of een recentere versie, ISBN 978-92-0-107917-6;
- [45] NIRAS-nota 2011-0860, technische nota: "*NTC-14 : Contenu type d'une AA ou d'une RANC par rapport à un critère à long terme applicable aux déchets conditionnés*" – auteur: C. De Bock
- [46] Koninklijk besluit van 18 november 2002 (en latere wijzigingen) houdende regeling van de erkenning van uitrustingen bestemd voor de opslag, verwerking en conditionering van radioactieve afval houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen;
- [47] NBN EN 1744-1+A1, 'Testen voor chemische eigenschappen van granulaten – Deel 1: Chemische analyse', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2013 of een recentere versie;

- [48] V. Baroghel-Bouny, Durability indicators: 'relevant tools for performance based evaluation and multi-level prediction of RC durability', International RILEM Workshop on Performance Based Evaluation and Indicators for Concrete Durability, 19-21 March 2006, Madrid, Spain, Proceedings PRO 47, Edited by V. Baroghel-Bouny, C. Andrade, R. Torrent, K. Scrivener, 2007;
- [49] NIRAS-nota 2018-2873, 'Studie: Eigenschappen van eenvoudige heterogene conditioneringsmortels.', auteur: E. Coppens ;
- [50] NIRAS-nota 2019-0624, 'Bepaling van $C_{i, max}$ -waarden voor gebruik in de ACRIA's voor bergingsafval", auteur: E. Vermariën;
- [51] NIRAS-nota 2005-1858, 'Synthesenota bepaling onderlimiet Ra-226/Th-232 in RAGAL.', auteur: Auteur: J. Lenssens;
- [52] NIRAS-nota 98-1002, "Bedenkingen omtrent de toelaatbare hoeveelheid holle ruimtes in het afval.', auteur: L. Van Cauteren;
- [53] 'ARBIS', zijnde het koninklijke besluit van 20 juli 2001 (en latere wijzigingen) houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen;
- [54] 'ADR' in voege op 1 januari 2021 (en latere wijzigingen), zijnde het Europees Verdrag betreffende het internationaal vervoer van gevaarlijke goederen over de weg, gepubliceerd in het Belgisch Staatsblad op 23 december 2020;

Bijlage 1. Verantwoording van de contractuele overdrachtscriteria

- 201 De goedkeuring van de uitrustingen, geregeld door het koninklijk besluit van 18 november 2002 [45], vormen een essentieel element bij het verzekeren van de conformiteit van het geconditioneerde afval met de contractuele overdrachtscriteria. De goedkeuring voor overdracht impliceert immers:
- dat de afvalproducent met de gebruikte methode, uitrusting, installatie of het gebruikte procedé in staat is om radioactief afval te verwerken en te conditioneren dat beantwoordt aan de van toepassing zijnde contractuele overdrachtscriteria;
 - dat het gaat om een uitrusting waarbij voorrang wordt gegeven aan de toepassing van technologieën voor de verwerking, conditionering en radiologische karakterisering van de primaire colli GA, waarvan de uitvoerbaarheid voldoende beproefd is en waarbij het principe van optimalisering van de stralingsbescherming (ALARA) wordt toegepast.
- De goedkeuring voor overdracht houdt in:
- dat het ruwe en/of verwerkte afval geconditioneerd is volgens een goedgekeurd procedé;
 - dat het GA radiologisch gekarakteriseerd is volgens een goedgekeurde methode en/of meetinstallatie;
 - dat het GA verpakt is in een goedgekeurde primaire verpakking.
- 202 Idem verantwoording 201.
- 203 NIRAS legde de meetmethodes die het onontbeerlijk vindt voor het verkrijgen van correcte kwalitatieve radiologische gegevens over GA vast in deze technische nota's. Voor de goedkeuring van methodes en meetinstallaties voor de radiologische karakterisering van GA gebruikt NIRAS deze technische nota's dan ook alsof het normen zijn.
- 204 Idem verantwoording 201.
- 301 Het C-formulier is gestructureerd in twee grote delen: (1) het voorblad met de gegevens die van toepassing zijn op alle colli en (2) de bijlage met specifieke gegevens per collo. Dit contractueel overdrachts criterium somt de gegevens op die de producent opgeeft op het voorblad.
- 302 De specifieke gegevens per collo zijn gestructureerd in twee grote delen: (a) fysische en chemische gegevens en (b) radiologische gegevens. Dit contractueel overdrachts criterium somt de fysische en chemische gegevens op die de producent opgeeft in de bijlage bij het C-formulier.
- Wat betreft 'gevaarlijke stoffen' of 'gevaarlijke mengsels':
- Het 'gevaarlijk' zijn van een stof of een mengsel in het afval van elk primair collo is niet alleen een kwestie van de aanwezigheid van een bepaalde 'gevaarlijke' stof, maar ook van de concentratie waarin deze stof in het afval aanwezig is. Hieronder staat een rekenvoorbeeld van de beoordeling van het 'gevaarlijk' zijn van een stof of een mengsel, alsook welke gegevens op de bijlage van het C-formulier opgegeven worden.
- Veronderstel een primair collo met 100 kg aan afvalvorm, waarvan 5 kg asbest:
- De concentratie aan asbest in de afvalvorm is dus 5%.
 - Volgens de CLP-Verordening [16] is asbest een gevaarlijke stof, aangeduid met de H-zin H350 (carcinogeen, categorie IA/B).
 - Volgens § 3.6.3 van Bijlage I van de CLP-Verordening is dit gevaar van toepassing indien de concentratie aan asbest groter is dan 0,1%.
→ Bijgevolg is H350 van toepassing.
 - Volgens de CLP-Verordening is asbest ook een gevaarlijke stof aangeduid met de H-zin H372 (schadelijk voor bepaalde organen, categorie 2).
 - Volgens § 3.9.3 van Bijlage I van de CLP-Verordening is dit gevaar van toepassing indien de concentratie aan asbest groter is dan 10%.
→ Bijgevolg is H372 niet van toepassing.
 - De gegevens voor de bijlage bij het C-formulier zijn: De afvalvorm bevat de gevaarlijke stof 'asbest' met de toepasselijke H-zin: H350.
- 303 De activiteit van de radionucliden wordt opgevraagd wegens het belang van deze nucliden voor de operationele veiligheid, de langetermijnveiligheid in de referentie-eindbestemming of beide. De

selectie van de radionucliden werd uitgebreid om de geologische berging waar mogelijk te vrijwaren als terugvaloptie voor het betrokken afval. Bovendien wordt op deze manier de traceerbaarheid van het radioactieve afval gevrijwaard.

- 304 De specifieke gegevens per collo zijn gestructureerd in twee grote delen: (a) fysische en chemische gegevens en (b) radiologische gegevens. Dit contractueel overdrachts criterium somt de radiologische gegevens op die de producent opgeeft in de bijlage bij het C-formulier.
- 305 Dit gegeven is nodig voor de contractuele overdrachts criteria in Hoofdstuk 7.
- 306 Het productiedocumentatiedossier (PDD) bevat alle relevante informatie over de colli GA. Met dit dossier kan NIRAS nagaan of er voldaan is aan de van toepassing zijnde contractuele overdrachts criteria. Daarnaast bevat dit dossier ook gegevens over het radioactieve afval die een betere traceerbaarheid van het afval garanderen.
- 307 Een PDD bevat alle gegevens die, aan de ene kant, vereist worden in de van toepassing zijnde ACRIA-GA (het aantonen van de naleving van de contractuele overdrachts criteria) en, aan de andere kant, gedocumenteerd worden volgens het goedkeuringsdossier (bijvoorbeeld procesparameters, grondstofcertificaten ...). Het PDD kadert tevens in de NIRAS-vereisten inzake kwaliteitsborging en is nodig om de aangeboden primaire colli GA te accepteren.

Bij de productiecontroles tijdens de ontvangst van de primaire verpakkingen wordt nagegaan of er scheuren, blutsen, krassen ..., aanwezig zijn. Bij controles tijdens de cementering kijkt de producent naar het tijdstip (begin en einde) waarop het collo onbeweeglijk gehouden werd, de vulhoogte van het collo ..., terwijl de controles bij de sluiting vooral focussen op: de kwaliteit van het felswerk, de afwezigheid van vrijstaand water op het bovenoppervlak ...

Voor segregatie (zie criterium 431), ASR (zie criterium 414) en DEF (zie criterium 437), is het voldoende om de resultaten van de testen op representatieve stalen van de immobilisatiematrix in het goedkeuringsdossier op te nemen. Deze hoeven niet in het PDD opgenomen te worden.

Wat betreft 'cellulosehoudende stoffen':

Cellulosehoudende stoffen bestaan hoofdzakelijk of geheel uit cellulose. Cellulose is opgebouwd als een aaneenschakeling van glucose-eenheden en wordt dus beschouwd als 'putrifieerbare' of vergankelijke organische stof. ISA, een afbraakproduct van cellulose, is een complex- of chelaatvormend agens (zie verder), waarvan het versturende effect op de cementshoudende barrières in de berging gekend is.

Voorbeelden van cellulosehoudende stoffen zijn papier, karton, hout en katoen. In de praktijk kunnen cellulosehoudende stoffen ook voorkomen in bouwmaterialen, zoals houtvezelcementplaten, gyproc (gipsplaat) of linoleum. Ook in grond komen ze typisch voor (vanwege takjes en bladeren). Leder (schoenen) daarentegen is geen cellulosehoudende stof.

Wat betreft 'minerale chloriden':

In het algemeen zijn chloriden verbindingen waarin chloor in de oxidatietoestand '-1' voorkomt. Een chloride-ion is het negatief geladen ion Cl^- . Chloride-ionen in een waterige oplossing kunnen op twee manieren de langetermijnveiligheid in het gedrang brengen:

- Chloride-ionen kunnen een versturend effect hebben op de stalen wapening van de caisson.
- Chloride-ionen kunnen, net zoals cellulosehoudende stoffen, een versturend effect hebben op de chemische retentie van op cement gebaseerde barrières. In geval van een hoge concentratie aan opgeloste chloride-ionen kan de cementmatrix zelf worden aangetast.

De kennis van de massa chloride-ionen die door oplossing van chloriden in water kan vrijkomen, is daarom belangrijk voor de documentatie van het radioactieve afval.

Voor de toepassing van dit document worden alle anorganische chloriden in rekening gebracht. Minerale chloriden zijn zouten waarin het negatief geladen ion ('anion') een chloride-ion is. Een zout is een elektrostatische (dus niet-covalente) binding tussen positieve en negatieve ionen. Een voorbeeld van een mineraal chloride is NaCl (keukenzout). In de praktijk kunnen minerale chloriden typisch voorkomen in radioactief afval afkomstig van verdampingsresiduen, absorbeermaterialen, sedimentaire gesteenten of bouwmaterialen afgeleid van sedimentaire

gesteenten (zoals zand, baksteen en betonpuin) of in afval afkomstig van het gebruik van decontaminatie- en schoonmaakmiddelen.

Organische chloriden komen enkel voor in covalente verbindingen. Voor deze types afval wordt er in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 5.3.2.10.4 van het veiligheidsrapport) aangetoond dat ze geen aanleiding geven tot het vrijkomen van meer dan 0,4 m% chloride-ionen ten opzichte van de cementmassa in de immobilisatiematrix. Voorbeelden van chemische verbindingen waarin het element chloor covalent gebonden is, zijn polyvinylchloride (PVC) of andere chloorhoudende plastics.

Hieronder volgt een rekenvoorbeeld om de afleiding van de gegevens voor het PDD te illustreren.

Veronderstel een primair collo met daarin ruw en/of verwerkt afval dat 2 kg AgCl, 1 kg NaCl, en 20 kg PVC bevat en 350 kg immobilisatiematrix (schattingen):

- Alleen de minerale zouten AgCl en NaCl in het ingebrachte ruwe en/of verwerkte afval worden als wateroplosbaar beschouwd.
- De massa chloride-ionen in elk chloride kan worden afgeleid van de massa van het chloride en de atoommassa's van de elementen (35,45 voor Cl, 107,87 voor Ag, 22,99 voor Na).
- Zo is de massa chloride-ionen in NaCl gelijk aan $1 \text{ kg} \times (35,45 / (35,45 + 22,99)) = 0,6 \text{ kg}$.
- De gebruikte bestanddelen voor de immobilisatiematrix in dit voorbeeld staan vermeld in Tabel 5.

Tabel 5: bestanddelen fictieve immobilisatiematrix

Bestanddeel	Massa [kg]	% Cl ⁻	Massa Cl ⁻ [kg]
Granulaat 1	135	0,001	0,00135
Granulaat 2	51	0,001	0,00051
Water	62,5	0,025	0,0156
Cement (type CEM I)	100	0,1	0,1
Hulpstof	1,5	0,1	0,0015

- De percentages aan chloride-ionen van de gebruikte granulaten moeten getest worden volgens de norm NBN EN 1744-1 [47]. Voor dit voorbeeld is er een conservatieve waarde van 0,001 m% genomen. De Belgische norm voor drinkwater legt een maximum aan chloride-ionen op van 250 mg/l, ofwel 0,025 m%. Volgens de respectievelijke normen NBN EN 197-1 [20] en NBN EN 934-1 [24] mogen cement en hulpstoffen gebruikt in de immobilisatiematrix niet meer dan 0,1 m% chloride-ionen bevatten. Merk op dat het cement de belangrijkste bijdrage levert tot de massa chloride-ionen in de immobilisatiematrix.
- De gegevens voor het PDD zijn dus: AgCl (2 kg AgCl, 0,5 kg chloride-ionen), NaCl (1 kg NaCl, 0,6 kg chloride-ionen) en immobilisatiematrix (350 kg, 0,1 kg chloride-ionen).

Wat betreft 'wateroplosbare sulfaten':

Met sulfaten worden chemische verbindingen met het sulfaation bedoeld. Een sulfaation is een polyatomisch oxoanion van zwavel met als brutoformule SO_4^{-2} . Sulfaationen in een waterige oplossing kunnen de langetermijnveiligheid in het gedrang brengen, doordat ze de cementmatrix aantasten en zo de integriteit kunnen aantasten van de cementgebonden barrières van de oppervlaktebergingsinrichting.

Voor de toepassing van dit document worden alle anorganische sulfaten, met uitzondering van BaSO_4 (bariumsulfaat), beschouwd als wateroplosbare sulfaten. Anorganische sulfaten zijn zouten waarin het negatief geladen ion ('anion') een sulfaation (SO_4^{-2}) is. Een zout is een elektrostatische (dus niet-covalente) binding tussen positieve en negatieve ionen. Een voorbeeld van een anorganisch sulfaat is NaSO_4 . In de praktijk kunnen anorganische sulfaten typisch voorkomen in radioactief afval afkomstig van verdampingsresiduen, kunstmeststoffen (bv. ammonsulfaat), sedimentaire gesteenten of bouwmaterialen afgeleid van sedimentaire gesteenten (bijvoorbeeld gips in gipsplaat of gyproc) of in afval afkomstig van het gebruik van decontaminatie- en schoonmaakmiddelen.

Organische sulfaten komen enkel voor in homogeen geconditioneerde harsen en kleine heterogeen geconditioneerde harsenkolommen. Voor deze types afval wordt er in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 5.3.2.10.5 van het veiligheidsrapport) aangetoond dat ze geen aanleiding geven tot het vrijkomen van meer dan 12 g sulfaationen per kilogram van de afvalvorm. Een voorbeeld van organische sulfaten zijn sulfaatesters (zoals dimethylsulfaat).

Wat betreft 'complex- of chelaatvormende agentia':

Complexen en chelaten zijn op elektrostatische aantrekkingskracht gebaseerde verbindingen tussen een centraal metaalion en omgevende organische liganden. Het complex of chelaat kan aanzienlijk andere migratie-eigenschappen hebben dan het afzonderlijke metaalion. Op deze wijze kunnen complex- of chelaatvormende agentia een verstoring effect hebben op de chemische retentie van op cement gebaseerde barrières. Daarom worden complex- en chelaatvormende agentia in het afval beperkt. Het gamma van complex- of chelaatvormende agentia is echter heel uitgebreid en de eigenschappen ervan zijn heel divers. Om die reden kan NIRAS geen specifieke vereisten of limietwaarden opleggen, maar vraagt ze enkel dat de aanwezigheid van complex- of chelaatvormende agentia in het afval gedocumenteerd wordt. Dit zal toelaten specifieke veiligheidsstudies uit te voeren, die, al dan niet, aantonen dat het afval veilig geborgen kan worden in de oppervlaktebergingsinrichting mits eventuele maatregelen zoals een aanpassing van de radiologische criteria en/of opvulstrategie.

Voorbeelden van complex- of chelaatvormende agentia zijn EDTA, DPTA, NTA, wijnsteenzuur, citroenzuur, oxaalzuur, alkylsulfonzuur, gesubstitueerde fenolen ... In de praktijk kunnen complex- of chelaatvormende agentia typisch voorkomen in radioactief afval afkomstig van het gebruik van decontaminatie- en schoonmaakmiddelen in ziekenhuizen, onderzoeksinstellingen, chemiebedrijven en bij de ontmanteling van nucleaire installaties.

Wat betreft 'absorbeermiddelen':

Anorganische absorbeermiddelen (bijvoorbeeld silicagel en vermiculiet) kunnen uitzetten in contact met water. Organische absorbeermiddelen kunnen complex- of chelaatvormende agentia bevatten of hun afbraakproducten kunnen dat zijn. Zo zouden absorbeermiddelen hypothetisch afbreuk kunnen doen aan de veiligheid van het langetermijnbeheer van het radioactief afval. NIRAS beschikt niet over een voldoende gefundeerde argumentatie om bepaalde limietwaarden op te leggen. Absorbeermiddelen komen echter slechts in beperkte hoeveelheden per collo voor. NIRAS zal daarom de aanwezigheid van organische of anorganische absorbeermiddelen in het afval tolereren, maar niettemin vereisen dat deze stoffen worden geïdentificeerd en hun massa opgegeven.

- 401 In vergelijking met vloeistoffen, gassen, poeders ..., heeft een vaste en niet-verspreidbare afvalvorm betere fysische, mechanische en chemische eigenschappen voor een veilig beheer. Vloeistoffen, gassen, poeders ..., houden een groter risico in op mogelijke lekken van radioactiviteit naar de omgeving.
Een compacte afvalvorm vormt één aaneengesloten niet-verspreidbaar geheel.
Een stabiele afvalvorm zorgt ervoor dat de evolutie van de afvalvorm beperkt blijft en hij niet zal degraderen onder invloed van de omgeving, zijn eigen inhoud of ten gevolge van de normale handelingen in de verschillende stappen van het beheer.
- 402 Dit criterium is een operationeel criterium omdat gas zich kan ontwikkelen door reacties tussen het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval en de immobilisatiematrix, ten gevolge van corrosie, radiolyse of ontbinding van organische stoffen. Dit gas kan de integriteit van de afvalvorm aantasten door scheuren, barsten, gaten en/of vervormingen te veroorzaken. Ook de integriteit van de primaire verpakking kan erdoor worden aangetast. Aldus kunnen de operationele veiligheidsfuncties van de primaire colli GA (insluiting, afscherming en afzondering) worden verstoord.
Tegelijkertijd beoogt dit contractueel overdrachtscriterium ook de geologische berging waar mogelijk te vrijwaren als terugvaloptie. In de geologische berging is gasgeneratie een belangrijk fenomeen. Daarom kan dit contractueel overdrachtscriterium ook beschouwd worden als een langtermijncriterium.
- 403 Dit contractueel overdrachtscriterium zorgt ervoor dat excessieve verdamping van het water in de afvalvorm vermeden wordt. Excessieve verdamping van water kan leiden tot scheuren, barsten ..., van de afvalvorm, waardoor de duurzaamheid van de immobilisatiematrix negatief beïnvloed kan worden.

- 404 Minerale chloride-ionen kunnen de veiligheid op twee manieren negatief beïnvloeden: aan de ene kant kunnen zij een verstorend effect hebben op de stalen wapeningsstaven van de caisson; aan de andere kant kunnen zij, net zoals cellulosehoudende stoffen, stabiele complexen vormen met bepaalde radionucliden, waardoor de retentiefuncties van de kunstmatige barrières worden verstoord. Indien er veel chloride-ionen aanwezig zijn, kunnen ze de cementmatrix zelf aantasten. De limietwaarde in dit criterium komt voort uit de conformiteitscriteria voor afval bestemd voor oppervlakteberging (zie § 15.4.2.2 van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting). In het veiligheidsrapport wordt de hoeveelheid minerale chloride-ionen in de afvalvorm beperkt tot 0,4 m% van de massa cement in de immobilisatiematrix. De afvalvorm omvat het ingebrachte ruwe en/of verwerkte afval, de interne onderdelen, de immobilisatiematrix en de eventuele interne afscherming (zie ook Bijlage 3), zodat de som van alle minerale chloride-ionen van elk van deze componenten de totale hoeveelheid aan minerale chloride-ionen vormt die in dit criterium in beschouwing genomen wordt. In het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 5.3.2.10.4 van het veiligheidsrapport) is aangetoond dat organische chloriden geen aanleiding geven tot het vrijkomen van meer dan 0,4 m% chloride-ionen ten opzichte van de cementmassa in de immobilisatiematrix (zie ook verantwoording 307).
- 405 Dit contractueel overdrachts criterium berust op een beslissing van NIRAS, die daarmee het courante beheer met betrekking tot 'putrifieerbare stoffen' in het afval wil handhaven. Met 'putrifieerbare stoffen' worden organische stoffen bedoeld die een gepast substraat (= voedingsbodem voor micro-organismen) kunnen vormen voor een biologisch afbraakproces en/of gemakkelijk kunnen afbreken door basische hydrolyse. Putrifieerbare stoffen zijn daarom eigenlijk biologisch afbreekbare stoffen en vetten. Biologisch afbreekbare stoffen zijn immers stoffen die een gepast substraat kunnen vormen voor een biologisch afbraakproces. Vetten zijn stoffen die door basische hydrolyse uiteenvallen in een zeep (= zout van een vetzuur) en glycerol. De hierboven vermelde reacties resulteren in producten die de operationele- en langetermijnveiligheidsfuncties kunnen verstoren (bijvoorbeeld door corrosie van de metalen verpakking of aantasting van de cementmatrix), afhankelijk van de hoeveelheid waarmee ze in het afval aanwezig zijn. Het criterium maakt een uitzondering voor het geval van de cellulosehoudende stoffen, omdat hiervoor een specifieke maximumlimiet bestaat (zie § 15.4.2.1 van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting). Het criterium maakt tevens de abstractie dat vetten in de praktijk ofwel tot de biologisch afbreekbare stoffen behoren, ofwel slechts in verwaarloosbaar kleine hoeveelheden in het afval voorkomen. Het contractuele overdrachts criterium is niet van toepassing op de primaire verpakking, aangezien hierbij geen biologisch afbreekbare stoffen aanwezig zijn. Dit criterium is niet kwantitatief. Het is niet uitgedrukt in numerieke limietwaarden. Het verbod op de aanwezigheid van biologisch afbreekbare stoffen mag dus niet worden gelijkgesteld met de nullimietwaarde. Het criterium is kwalitatief. Verwaarloosbare hoeveelheden van de stoffen in kwestie, die de performantie van de veiligheidsfuncties niet verstoren, kunnen dus worden getolereerd.
- 406 Isosaccharinezuur (ISA), het belangrijkste degradatieproduct van cellulose in bergingsomstandigheden, kan stabiele complexen vormen met bepaalde radionucliden. Dit verstoort de retentie-eigenschappen van de cementbarrières en kan dus leiden tot een hogere radiologische impact door uitloging van de oppervlaktebergingsinstallatie. De aanwezigheid van cellulosehoudende stoffen in de afvalvorm moet daarom worden beperkt. Het verband tussen de aanwezigheid van ISA en de invloed ervan op de retentie-eigenschappen van de cementbarrières is echter niet evenredig. Er bestaat een maximumwaarde voor de concentratie van ISA waaronder er geen invloed is op deze retentie-eigenschappen. De limiet van 0,1 kg voor een 400-litercollo is rechtstreeks overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.4.2.1 van het veiligheidsrapport). Het contractuele overdrachts criterium is niet van toepassing op de primaire verpakking, aangezien hierbij geen cellulosehoudende stoffen aanwezig zijn. Enkele voorbeelden van cellulosehoudende stoffen worden gegeven in verantwoording 307.
- 407 Dit criterium komt voort uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.4.2.5 van het veiligheidsrapport). Hierin staat dat stoffen of mengsels die geklasseerd zijn onder de 'fysische gevaren' uitgesloten worden in het bergingsafval. Het is een beslissing van NIRAS om een aanvulling met betrekking tot de EUH-zinnen toe te voegen. Deze EUH-zinnen leveren extra informatie over specifieke gevaren voor stoffen die als fysisch gevaarlijk ingedeeld worden. Bij de beoordeling van het gevaarlijk zijn van bepaalde stoffen, speelt de concentratie ook een rol. NIRAS heeft ervoor gekozen het individuele collo GA als eenheid te nemen voor deze beoordeling

en als dusdanig de concentraties van potentieel gevaarlijke stoffen te berekenen op de massa van de afvalvorm van het collo GA. Het contractuele overdrachts criterium is niet van toepassing op de primaire verpakking, aangezien hierbij geen gevaarlijke stoffen of mengsels aanwezig zijn.

Dit criterium is niet kwantitatief. Het is niet uitgedrukt in numerieke limietwaarden. Het verbod op de aanwezigheid van gevaarlijke stoffen of mengsels mag daarom niet worden gelijkgesteld met de nullimietwaarde. Het criterium is kwalitatief. Verwaarloosbare hoeveelheden van de stoffen in kwestie, die de performantie van de veiligheidsfuncties niet verstoren, kunnen dus worden getolereerd.

- 408 In het afval dat bestemd is voor oppervlakteberging mogen volgens het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.3.4 van het veiligheidsrapport) geen processen optreden die door expansie van het bergingsafval (zoals gelvorming) zouden kunnen leiden tot scheurvorming en dus aantasting van de fysische integriteit van de cementgebonden barrières (*in casu* de caisson, de opvulmortel of het bergingsafval zelf). Dit zou een verstoring van de veiligheidsfuncties met zich kunnen meebrengen.
Voor betonpuin zijn ASR en DEF geïdentificeerd als de enige processen waarvoor bijkomende criteria en vereisten gedefinieerd moeten worden om dergelijke verstoringen te vermijden.
- 409 Deze limietwaarde in het contractuele overdrachts criterium is overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.4.2.3 van het veiligheidsrapport). Hierin wordt voor elk collo geconditioneerd afval het massa-aandeel aan sulfaationen (massa SO_4^{2-}) van wateroplosbare sulfaten beperkt tot 12 g per kilogram van de afvalvorm. Tot aan de limiet van 12 g per kilogram van de afvalvorm heeft het vrijkomen van sulfaationen uit het geconditioneerde radioactieve afval geen invloed op de aantasting van de cementmatrix van de betonbarrières uit de veiligheidsevaluatie. Ter herinnering: de massa van de afvalvorm is gelijk aan de massa van het collo verminderd met de massa van zijn primaire verpakking.
In het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 5.3.2.10.5 van het veiligheidsrapport) is aangetoond dat organische sulfaten geen aanleiding geven tot het vrijkomen van meer dan 12 g sulfaationen per kilogram van de afvalvorm (zie ook verantwoording 307).
- 410 Elektropositieve metalen (zoals aluminium, beryllium en magnesium) kunnen normaliter niet geïmmobiliseerd worden in een matrix op basis van cement als hydraulisch bindmiddel. Deze vormen een redoxkoppel, waarbij een niet-verwaarloosbare hoeveelheid H_2 vrijkomt tijdens de binding en uitharding van de matrix (merk op dat een bindingsreactie in een cementmatrix lang kan duren). Het immobiliseren van dergelijke metalen in een matrix op basis van cement als hydraulisch bindmiddel is enkel mogelijk als de producent kan aantonen dat de kinetiek van de reactie traag genoeg is, zodat ze de binding en uitharding van de matrix niet verstoort. Dit kan ofwel door direct contact te vermijden tussen het metaal en de matrix tijdens de binding en harding van de matrix, ofwel door een matrixsamenstelling te gebruiken die een toevoegstof bevat (bijvoorbeeld lithiumnitraat) die de corrosiereactie inhibeert. Om direct contact tussen het metaal en de matrix te vermijden, kan het metaal gecoat of hermetisch verpakt worden met/in inert materiaal (plastic of dergelijke) hoewel een persschijf in de meeste gevallen al voldoende afscherming geeft.
Dit criterium is niet kwantitatief. Het is niet uitgedrukt in numerieke limietwaarden. Het verbod op de aanwezigheid van elektropositieve metalen mag daarom niet worden gelijkgesteld met de nullimietwaarde. Het criterium is kwalitatief. Verwaarloosbare hoeveelheden van de stoffen in kwestie, die de performantie van de veiligheidsfuncties niet verstoren, kunnen dus worden getolereerd.
- 411 Het uitsluiten van ingekapselde bronnen uit het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval berust op een beslissing van NIRAS, die daarmee het courante beheer voor ingekapselde bronnen in het afval tot nader order wil handhaven. Bronnen zijn bovendien niet compatibel met de aannames voor de veiligheidsevaluaties in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting. NIRAS rekent momenteel de ingekapselde bronnen tot het afval dat geologische berging als eindbestemming heeft.
- 412 Wanneer het gebruikte cement in de immobilisatiematrix voldoet aan de norm vermeld in het criterium, kan de kwaliteit van het cement gegarandeerd worden. Een kwaliteitsvol cement is noodzakelijk, echter toch niet voldoende voor een kwaliteitsvolle immobilisatiematrix.
- 413 Idem verantwoording 412.
- 414 De alkali-silica reactie (ASR) is een chemische reactie tussen aggregaten met reactieve silica en alkaliën die aanwezig zijn in de immobilisatiematrix. Deze reactie kan leiden tot expansie van de

afvalvorm (zie verantwoording 408), die op haar beurt kan leiden tot barsten en scheurvorming in de immobilisatiematrix.

De methode beschreven in ASTM C1260 is een oriënterende test met één van de volgende resultaten:

- het aggregaat is gevoelig voor ASR;
- het aggregaat is ongevoelig voor ASR;
- het aggregaat is potentieel gevoelig voor ASR.

In het laatste geval zal het uitvoeren van de test ASTM C1293 leiden tot een classificatie van het aggregaat als 'gevoelig voor ASR' of 'ongevoelig voor ASR'. Het is belangrijk om alle gebruikte granulaten te onderzoeken, ongeacht of ze silicium- of kalkhoudend zijn. Lage gehalten aan reactief silicium, dolomiet en/of klei kunnen immers al leiden tot een expansieve reactie in een alkalisch midden.

415 Idem verantwoording 412.

416 De degradatie van organische verbindingen kan leiden tot de vorming van complex- of chelaatvormende agentia. Deze agentia kunnen de speciatie van de radionucliden in oplossing veranderen door de oplosbaarheid van de radionucliden te verhogen en/of door de sorptie te verminderen op de kunstmatige barrières (immobilisatiematrix en/of radiologische afscherming) of sedimentaire gesteenten in het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval. De producent kan best gebruik maken van anorganische hulpstoffen om de vorming van complex- en chelaatvormende agentia in de immobilisatiematrix zoveel mogelijk te vermijden. Indien gebruikt gemaakt wordt van organische hulpstoffen zal de producent deze keuze beargumenteren in het goedkeuringsdossier. Op basis van internationaal onderzoek naar de complex- en chelaatvormende capaciteit van superplastificeers laat NIRAS de volgende superplasten toe mits ze correct gedoseerd⁹ zijn: superplastificeers gebaseerd op naftaleensulfonaat, polycarboxylaat of melaminesulfonaat. Het gebruik van naftaleensulfonaat, polycarboxylaat en melaminesulfonaat wordt ondersteund door het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (voor naftaleensulfonaat en polycarboxylaat zie § 5.3.4 van het veiligheidsrapport, voor melaminesulfonaat zie § 5.3.1.2.9 van het veiligheidsrapport). Voor melaminesulfonaat wordt er geen sorptieverlaging verwacht op de kunstmatige barrières.

417 Idem verantwoording 412.

418 Enkel minerale toevoegstoffen aan de immobilisatiematrix zijn toegelaten, om de hoeveelheid organische stoffen in het geconditioneerde afval te beperken. De degradatie van deze stoffen kan immers leiden tot de vorming van complex- of chelaatvormende agentia (zie ook verantwoording 416).

419 De normen garanderen een minimale kwaliteit en een nauwkeurige en ondubbelzinnige identificatie van de toevoegstoffen. Zo worden bepaalde siliciumhoudende granulaten geclassificeerd als silica fume wegens hun korrelgrootte en worden ze gecertificeerd en gecodificeerd volgens de opgegeven norm. Kwaliteitsvolle toevoegstoffen zijn noodzakelijk, echter toch niet voldoende voor een kwaliteitsvolle immobilisatiematrix.

420 Gezien het eerder kleine risico op ASR-gevoeligheid van kalksteenmeel, kan de producent deze ongevoeligheid aantonen op basis van de chemische samenstelling ervan. Omdat voor fijne componenten van de immobilisatiematrix zoals kalksteenmeel (L of LL) de korte test ASTM-C1260 niet van toepassing is, kan het moedergesteente van het kalksteenmeel, indien beschikbaar met een voldoende grote korrelverdeling, getest worden volgens de kortere testmethode beschreven in ASTM C1260.

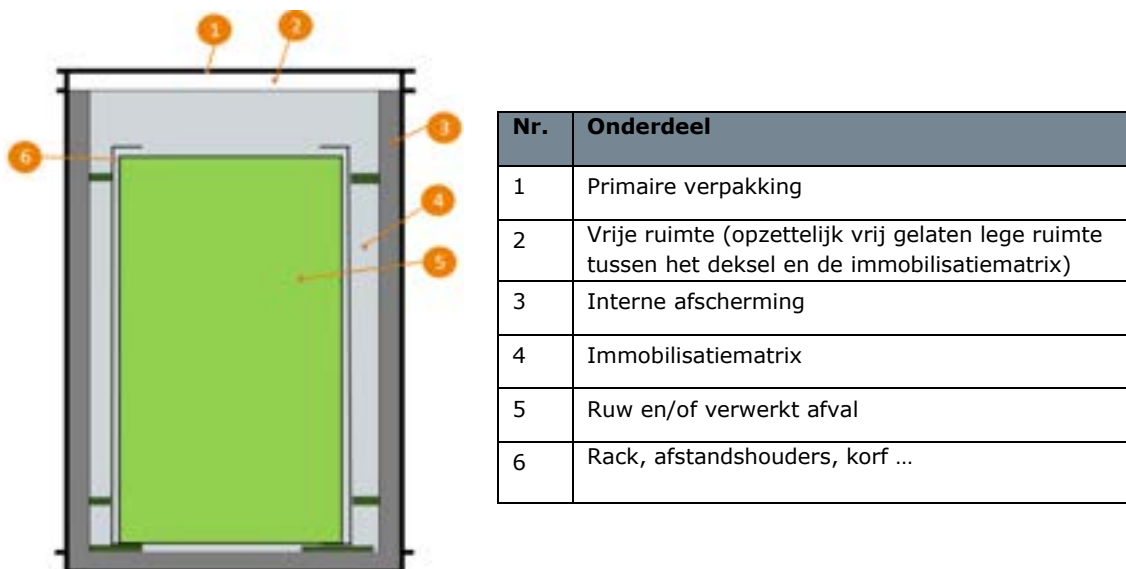
De producent kan de ASR-ongevoeligheid ook aantonen door het uitvoeren van de gestandaardiseerde test ASTM C1293 op de volledige mortel, cementpasta of het volledige beton.

421 Het kwaliteitssysteem moet de kwaliteit van de immobilisatiematrix garanderen, zodat altijd aan alle contractuele overdrachtscriteria voor de immobilisatiematrix voldaan is. Aangezien de meeste samenstellende delen van de immobilisatiematrix natuurproducten zijn, kan elke wijziging van de herkomst van deze samenstellende delen (inclusief een wijziging van de leverancier, steengroeve, cementoven ...) een invloed hebben op de eigenschappen van de immobilisatiematrix.

⁹ Met 'correcte dosering' wordt bedoeld een normale dosering zoals gebruikelijk in de klassieke betontechnologie (maximaal enkele percenten ten opzichte van de massa van het cement), waarbij de hulpstof(fen) bovendien geen negatieve effecten hebben op de eigenschappen van het verse beton, de verse mortel of cementpasta (zoals segregatie, overmatig zweten ...).

-
- 422 Het gebruik van cement als hydraulisch bindmiddel in de samenstelling van een matrix is cruciaal voor haar chemische, fysische en mechanische eigenschappen (en dus de kwaliteit). Daarom eist NIRAS van de producent dat de nodige procedures geïmplementeerd zijn. Hierdoor wordt een constante samenstelling van de immobilisatiematrix, binnen de gedefinieerde en aanvaarde tolerantiesmarges, gewaarborgd en wordt deze samenstelling correct gedocumenteerd in het bijbehorende goedkeuringsdossier.
- 423 De nominale samenstelling wordt gecontroleerd en gegarandeerd op basis van doseernauwkeurigheden van de gebruikte bestanddelen van de immobilisatiematrix conform de opgegeven norm. Als de producent niet kan voldoen aan deze norm, mag er in het goedkeuringsdossier een eigen doseernauwkeurigheid opgegeven worden, op voorwaarde dat er door deze variaties geen andere contractuele overdrachtscriteria geschonden worden.
- 424 NIRAS vereist dat de verse immobilisatiematrix een voldoende vloeibaarheid heeft, om zodoende lege ruimtes in het primaire collo tot een minimum te beperken en het afval volledig te omvatten. De producent kan bijvoorbeeld op regelmatige tijdstippen, bepaald volgens criterium 421, testen uitvoeren om de consistentie te garanderen. Wanneer de vereiste consistentie gebruikt wordt om zo van boven tot beneden aaneengesloten lege ruimtes te vermijden, wordt het mogelijke transport van radionucliden doorheen het collo of het vrijkomen van radionucliden uit het collo tot een minimum beperkt (zie § 15.3.2.2 van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting).
- 425 Wanneer de binding van de matrix gegoten in de eerste stap begint vooraleer de tweede stap aangevangen wordt, kunnen er zich discontinuïteiten vormen tussen opeenvolgende stappen. Deze problemen worden vermeden wanneer de tijd tussen twee opeenvolgende stappen voldoende klein is zodat de binding van de eerste stap nog niet begonnen is, of door het oppervlak te bevochtigen voor de start van een volgende stap. NIRAS beschouwt de overschot aan immobilisatiematrix op het einde van een campagne die gebruikt wordt om korven vast te cementeren als 'immobilisatiematrix' en niet als 'radiologische afscherming'. Al de contractuele overdrachtscriteria beschreven in § 4.3 zijn hierop dus van toepassing.
- 426 Dit criterium beperkt scheurvorming en draagt bij tot het garanderen van de duurzaamheid van de immobilisatiematrix, wat onder meer inhoudt dat het GA de gewenste fysische en chemische eigenschappen bezit om het vrijkomen van radionucliden uit het ruwe en/of verwerkte afval te beperken (zie § 15.3.2.1 van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting). In de klassieke bouw wordt een krimp van 1 mm/m beschouwd als een hoge waarde voor een 'standaard beton'. Om een equivalente waarde te bekomen voor een mortel of cementpasta, wordt de waarde van een 'standaardbeton' verdubbeld. Niets belet de producent om een immobilisatiematrix zonder granulaten te gebruiken, maar het criterium met betrekking tot de waarde van de krimp is hetzelfde voor mortels en voor cementpasta's bij gebrek aan een bevredigende norm voor cementpasta.
- 427 Overmatig waterverlies door verdamping tijdens de bindingsfase kan leiden tot een tekort aan water voor de binding en uitharding, waardoor de duurzaamheid van de immobilisatiematrix negatief beïnvloed kan worden. Een mogelijke manier om aan dit criterium te voldoen, is het deksel op het primaire collo GA te plaatsen zonder het definitief te sluiten.
- 428 Tijdens de binding en uitharding van een cementshoudende immobilisatiematrix zal de matrix in een eerste fase 'zweten' (er wordt dus water vrijgezet). Dit water wordt nadien opnieuw opgenomen in de matrix en gebonden, zodat er op het oppervlak geen vrijstaand water achterblijft. De aanwezigheid van vrijstaand water na de binding en uitharding van de matrix is een indicatie dat er segregatie heeft plaatsgevonden of dat er initieel te veel water werd toegevoegd (bijvoorbeeld verkeerde bepaling van de watervraag, fout bij de dosering van het water ...). Beide gevallen kunnen nadelig zijn voor de kwaliteit van de immobilisatiematrix. Daarnaast kan het vrijstaande water preferentiële wegen voor migratie van radionucliden bevorderen, waardoor het risico op besmetting binnen en buiten het primaire collo GA toeneemt. Dit brengt de integriteit van het primaire collo met betrekking tot de insluiting van de radionucliden in gedrang.
- 429 De conformiteitscriteria uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.3.2.2 van het veiligheidsrapport) leggen deze beperking op, om zo van boven tot beneden aaneengesloten lege ruimtes te vermijden. Wanneer de vereiste hoeveelheid conditioneringsmortel gebruikt wordt, zodat de bovenkant van het afval niet meer zichtbaar is, wordt het mogelijke transport van radionucliden doorheen het collo of het vrijkomen van radionucliden uit het collo tot een minimum beperkt. De ruimte tussen het deksel en de matrix is bedoeld om het plaatsen of

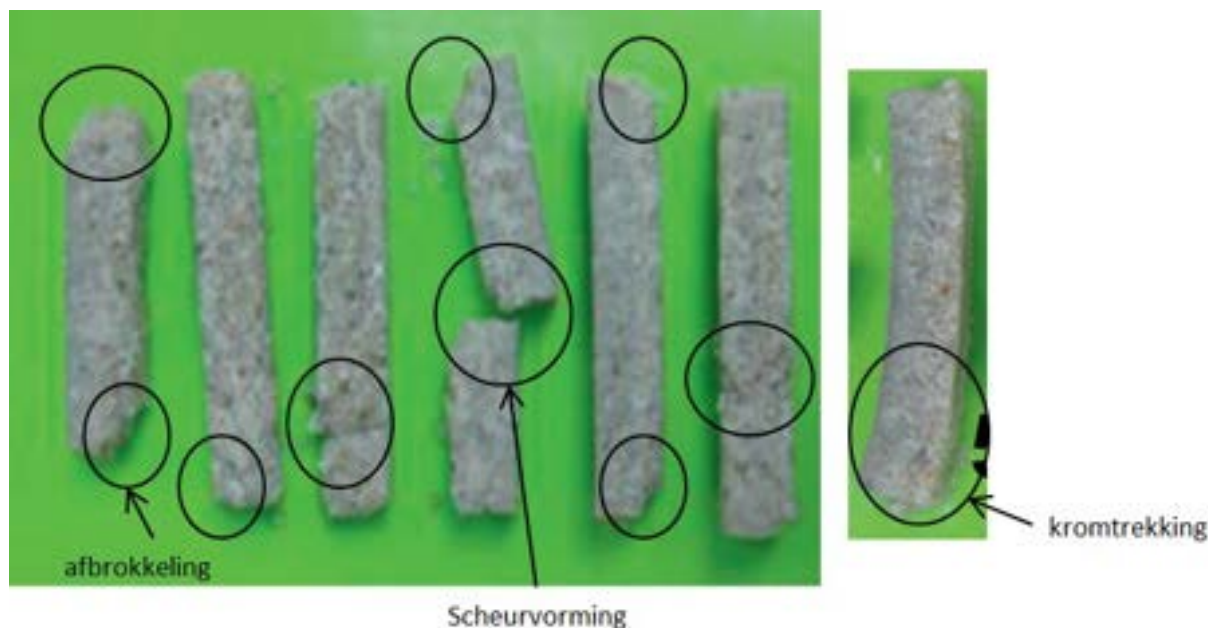
verwijderen van het deksel tijdens en na de binding van de immobilisatiematrix niet te hinderen. Concreet wordt er in dit criterium aan de producent gevraagd dat het volume gevormd door de ruimte aangeduid door nummer 2 van Figuur 3 niet meer dan 15 vol% bedraagt van het volume gevormd door de nummers 2 tot en met 4.



Figuur 3: Verduidelijking van de lege ruimtes in een colli GA.

- 430 NIRAS vraagt om het primaire collo gedurende een bepaalde tijd onbeweeglijk te houden om er zeker van te zijn dat de zetting voldoende gevorderd is (vermindering van de plasticiteit tijdens de zetting), zodat er geen verlies van cohesie tussen de immobilisatiematrix en het ruwe en/of verwerkte afval (ten gevolge van manipulaties) optreedt. Dit kan nadelige effecten hebben op de kwaliteit van het primaire collo GA. Tussen de start en het einde van de binding mag het collo niet verplaatst worden, omdat de immobilisatiematrix op dat moment in een semi-plastische toestand verkeert met zeer zwakke mechanische eigenschappen. Eventuele schade (zoals scheuren) is blijvend.
- 431 Dit criterium is vereist om het fenomeen van segregatie te vermijden, wat een negatieve invloed heeft op de kwaliteit en de homogeniteit van de immobilisatiematrix. Segregatie vormt mogelijke preferentiële wegen van uitloging, die de migratie van radionucliden kan bevorderen en de insluiting van radionucliden in het gedrang kan brengen.
- 432 Doorgaande scheuren kunnen preferentiële wegen vormen voor het transport van radionucliden doorheen de immobilisatiematrix. Dit kan de veiligheidsfuncties (insluiting van de radionucliden) van de oppervlakteberging verstoren. Met dit criterium wordt een mogelijke verstoring van de veiligheidsfuncties niet tegengegaan, echter toch enigszins beperkt. Enkel visueel waarneembare doorgaande scheuren of met andere woorden doorgaande scheuren die een breedte hebben van 0,1 mm of meer, worden beschouwd wegens praktische uitvoerbaarheid.
- 433 Dit criterium is gecorreleerd met de microstructuur en dus de duurzaamheid en kwaliteit van de matrix. De duurzaamheid van de immobilisatiematrix is van belang op lange termijn, aangezien een hogere duurzaamheid van de immobilisatiematrix en een hogere bestandheid tegen agressieve stoffen in combinatie met water zal helpen de compatibiliteit met het kunstmatige barrièresysteem in de bergingsinstallatie gedurende langere tijd te verzekeren. Zo wordt een betere verenigbaarheid met de bergingsinstallatie verkregen.
Er bestaat geen Belgische of Europese norm voor de bepaling van de watertoegankelijke porositeit. Daarom wordt in het document een testmethode voorgesteld. De producent kan ook zelf een andere testmethode gebruiken als voldaan is aan de voorwaarden opgegeven in het criterium en NIRAS deze methode goedkeurt.
Beton met een watertoegankelijke porositeit van minder dan of gelijk aan 14 vol% wordt beschouwd als 'gemiddeld beton' [48]. De equivalente waarde voor mortel en cementpasta werd bepaald in [49].

- 434 De druksterkte is gecorreleerd met de porositeit en de microstructuur van de immobilisatiematrix en is dus één van de parameters die een indicatie van de kwaliteit van de immobilisatiematrix geven. Desondanks is de druksterkte op zichzelf geen goede parameter voor de kwaliteit van een beton, mortel of cementpasta. De druksterkte kan echter wel een indicator zijn voor veranderingen in de samenstelling en dus voor de kwaliteit van een beton, mortel of cementpasta. Zodra de beton-, mortel- of cementpastasamenstelling bepaald is, zal de druksterkte slechts variëren binnen beperkte marges. Een afwijkende druksterkte wijst op een afwijkende samenstelling en dus een mogelijk slechtere kwaliteit van een beton, mortel of cementpasta.
Het kwaliteitssysteem van de producent (zie criterium 421) laat toe om een 95%-betrouwbaarheidsinterval van de druksterkte op 28 dagen op te stellen. Hij baseert zich hiervoor op de druksterktes gemeten bij eerdere producties met deze matrixsamenstelling, gebruikmakend van dezelfde materialen met dezelfde herkomst of, indien het een recent ontwikkelde samenstelling betreft, op metingen uitgevoerd bij deze ontwikkeling. Voor een goede matrix en cementeer- en doseerinstallatie is het verschil tussen de minimale en maximale waarde van dit bereik kleiner dan of gelijk aan 20 MPa (zie [38]).
In de klassieke bouw wordt een druksterkte op 28 dagen van 30 MPa beschouwd als de ondergrens voor een standaard beton, mortel of cementpasta. Om in accidentele omstandigheden nog steeds een goede omsluiting en veiligheid voor het personeel ten opzichte van het radioactieve afval te garanderen, is de druksterkte ook van belang voor de operationele veiligheid.
- 435 De buigsterkte geeft een indicatie van het al dan niet aanwezig zijn van scheuren in de immobilisatiematrix. Indien er scheuren zijn in de matrix, zal de buigsterkte nagenoeg nihil zijn. Scheuren kunnen het transport van radionucliden uit het collo bevorderen en zo de integriteit van het primaire collo in gedrang brengen. NIRAS heeft beslist om 1 MPa als onderlimiet te gebruiken om praktische redenen.
- 436 Dit criterium geeft een indicatie van de duurzaamheid van de immobilisatiematrix en het gedrag van de matrix bij onderdompeling in water.
Aantastingsmechanismen van cementhoudende materialen vereisen meestal de aanwezigheid van water en/of worden versneld in vochtige omstandigheden. Bovendien evolueert zowel een oppervlaktebergingsinrichting als een geologischebergingsinrichting op lange termijn naar een systeem met hoge relatieve vochtigheid. Een test uitvoeren bij een relatieve vochtigheid van 100% is, met andere woorden, conservatief (of op zijn minst representatief) ten opzichte van de te verwachten relatieve vochtigheden in een bergingsinstallatie.
Een zekere duurzaamheid van de immobilisatiematrix is tijdens de operationele fase van het beheer, als op lange termijn belangrijk. In de bergingsinstallatie zal een hogere duurzaamheid van de immobilisatiematrix en een hogere bestandheid tegen agressieve stoffen, in combinatie met water, helpen de compatibiliteit met het kunstmatige barrièresysteem gedurende langere tijd te verzekeren en de verenigbaarheid met de bergingsinstallatie te verbeteren.
Het is onmogelijk om in het criterium alle mogelijke structurele veranderingen op zo'n manier te beschrijven dat geen enkele kwalitatieve beoordeling meer nodig zou zijn. Om de producenten meer duiding te geven bij het contractuele overdrachts criterium worden enkele voorbeelden gegeven van onaanvaardbare structurele veranderingen (zie Figuur 4).



Figuur 4: Voorbeelden van onaanvaardbare structurele veranderingen (afbrokkeling, scheurvorming en kromtrekking) van proefstukken (omcirkeld).

- 437 Indien de temperatuur in beton, mortel of cementpasta tijdens of na de binding oploopt tot boven 60 °C, bestaat de kans op interne sulfaataantasting via vertraagde ettringietvorming (DEF) en bijgevolg zwellen, scheuren of barsten van de afvalvorm. Dit zou een verstoring van de veiligheidsfuncties voor de oppervlakteberging met zich kunnen meebrengen.
- 438 De vries-dooi test is gecorreleerd met de microstructuur en bijgevolg de duurzaamheid en kwaliteit van de matrix. De te volgen testmethode staat beschreven in de technische fiche TFT-2 [43] van NIRAS. Enkele voorbeelden van onaanvaardbare structurele veranderingen worden gegeven in Figuur 4. NIRAS vereist minimaal dat de druksterkte na de test nog 80% van haar initiële waarde is.
- 439 De materialen die de producent kan gebruiken voor een eventuele radiologische afscherming worden beperkt, om geen bijkomende moeilijkheden te creëren bij het aantonen van de compatibiliteit tussen de componenten van het primaire collo en de compatibiliteit met de bergingsinstallatie (zie criterium 603). Het gebruik van deze materialen voor de radiologische afscherming houdt onder meer in dat het GA de gewenste fysische en chemische eigenschappen bezit om het vrijkomen van radionucliden uit het ruwe en/of verwerkte afval te beperken (zie § 15.3.2.1 van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting). De keuze aan te gebruiken materialen is ook beperkt wegens de beperkte scope van de toegelaten configuraties van de colli GA in dit document.
- 440 Omdat een radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta geen direct contact heeft met het ruwe en/of verwerkte afval, volstaat een beperktere set van contractuele overdrachtscriteria dan die voor de immobilisatiematrix. Deze contractuele overdrachtscriteria vermijden een potentiële verstoring van de veiligheidsfuncties van de oppervlakteberging. Bovendien is het voldoende dat de fabrikant van deze componenten over een BENOR-keurmerk (of een gelijkwaardig keurmerk) beschikt om NIRAS te tonen dat de kwaliteit gegarandeerd blijft tijdens de productie. Het werken volgens een dergelijk keurmerk betekent dat automatisch is voldaan aan een aantal criteria die betrekking hebben op de kwaliteitscontrole en -garantie en ze dus niet meer expliciet moeten worden aangetoond. De fabrikant kan een onderaannemer van de afvalproducent zijn of de afvalproducent zelf.
Wanneer de producent niet beschikt over een BENOR-keurmerk (of een gelijkwaardig keurmerk), gelden er bijkomende contractuele overdrachtscriteria voor de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta om NIRAS te tonen dat de kwaliteit gegarandeerd blijft tijdens de productie.
- 501 De limiet van de totale activiteitsconcentratie van bèta/gammastralers is overgenomen uit het veiligheidsrapport voor opslaggebouw 127.

-
- 502 De limiet van de totale activiteitsconcentratie van alfastralers is overgenomen uit het veiligheidsrapport voor opslaggebouw 127.
- 503 Voor geologische berging is de maximale dosistempolimiet op 1 meter van de monoliet 25 $\mu\text{Sv/h}$.
- 504 Radium/thoriumhoudend afval wordt geweerd uit de oppervlaktebergingsinrichting, om te vermijden dat radonemanatie uit het afval de radiologische metingen zou verstoren. Door de toegelaten som van de concentraties aan Ra-226 en Th-232 in het ruwe en/of verwerkte afval te beperken tot 1000 Bq/kg, wordt verzekerd dat een eventuele emanatie en/of uitloging geen significante effecten veroorzaakt ten opzichte van de achtergrondconcentraties of concentraties in constructiematerialen zoals het beton van de berging (zie § 14.3.1.5 van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting). NIRAS hanteert de waarde van 1000 Bq/kg als algemene limietwaarde voor het van *nature* aanwezige radium en thorium [51]. Deze limietwaarde is ook gebruikt in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.6.1.2 van het veiligheidsrapport).
- 505 De limiet van de hoeveelheid splijtstoffen is overgenomen uit het veiligheidsrapport voor opslaggebouw 127.
- 601 NIRAS eist dat de primaire verpakking voldoet aan de internationale criteria voor een transportcollo van het type IP-2, zodat de primaire verpakking over zodanige mechanisch-fysische eigenschappen beschikt dat het in alle veiligheid gebruikt kan worden tijdens de opslagperiode. De valtest houdt rekening met de mogelijke ongevallen die zich kunnen voordoen tijdens het transport, terwijl de stapeltest rekening houdt met de belastingen waaraan het primaire collo GA onderworpen kan worden tijdens het transport.
- 602 Wanneer gebruikgemaakt wordt van een primaire verpakking uit Tabel 4, waarvan de code in overeenstemming is met de technische nota NTC-3 [13], voldoet het collo GA automatisch aan de afmetingen en massa's die toegelaten zijn in de oppervlaktebergingsinrichting (zie tabel 6 van het document ONDRAF/4NT/0573726/000/01 getiteld 'All - Structural Design Caissons/Monoliths'. Dit document kan gevonden worden in Annex I van NIROND TR-2011-63 E V3).
- 603 De fysische en chemische compatibiliteit houdt in dat er, zowel op korte als op lange termijn, geen nadelige consequenties mogen zijn voor de integriteit van het primaire collo, onder meer ten gevolge van:
- de incompatibiliteit tussen het contactoppervlak van een primaire verpakking en de verschillende andere uitrustingen;
 - de afstotingsverschijnselen en/of een slechte aanhechting van de immobilisatiematrix met de (binnen)wand van de primaire verpakking;
 - interne corrosie door contact tussen de matrix en de wand;
 - het inbrengen van het ruwe en/of verwerkte afval en de immobilisatiematrix tijdens de conditionering.
- Dit contractueel tranfertcriterium impliceert bijgevolg dat er geen fysische en chemische aantastingen van de primaire verpakking met inwendige oorsprong kunnen optreden in het collo GA.
- 604 Dit contractueel transfer criterium impliceert dat er geen fysische beschadigingen van de primaire verpakking van uitwendige afkomst kunnen optreden in het collo GA voor een minimale periode van 75 jaar. NIRAS heeft beslist om deze periode te laten beginnen vanaf het jaar waarin de primaire verpakking geproduceerd wordt. Het contractueel overdrachtcriterium zorgt ervoor dat de primaire verpakking kan weerstaan aan alle mechanische belastingen die kunnen optreden onder normale bedrijfsomstandigheden en er dus geen doorboringen, scheuren of barsten, diepe krassen, deuken, bulten en chemische en thermische aantastingen optreden. Het criterium beantwoordt ook aan de eis dat het onderste collo de belasting kan weerstaan, wanneer colli vier rijen hoog (voor opslaggebouw G127) of zes rijen hoog (voor opslaggebouw G155) gestapeld worden tijdens de tijdelijke opslag.
- 605 Dit contractueel overdrachtcriterium impliceert dat er geen chemische aantastingen van de primaire verpakking van uitwendige oorsprong kunnen optreden in het collo GA. Hiervoor eist NIRAS onder andere dat de primaire verpakking van het GA corrosiebestendig is tijdens alle fases van zijn beheer voorafgaand aan de eindconditionering. Corrosiebestendigheid heeft betrekking op corrosieverschijnselen van zowel interne als externe oorsprong, waarbij de voorziene periode wordt vastgelegd op 75 jaar.

De integriteit van de primaire verpakking is van cruciaal belang voor de veiligheid tijdens de volledige opslagperiode en heeft rechtstreeks invloed op het latere ontladen van de primaire colli uit het opslaggebouw.

- 606 De beperking van de lege ruimtes tot 20% van het nominale volume van het collo heeft te maken met de compatibiliteit met de geologische berging. NIRAS wenst hiermee rekening te houden voor het geval dat de eindbestemming van het collo toch niet de oppervlakteberging zou zijn. Hoe men tot de waarde van 20% is gekomen, staat uitgelegd in nota 98-1002 [51]. Specifiek in dit contractueel overdrachts criterium wordt er aan de producent gevraagd om de lege ruimtes in het gebied gevormd door de nummers 2 tot en met 6 van Figuur 3 te beperken tot 20 % van het nominaal volume van het collo.
- 607 NIRAS en Belgoprocess gaan voorzichtigheidshalve uit van een maximale massa van $1,5 \times 10^3$ kg voor het primaire collo. Deze limietwaarde is afkomstig van de grijper in de opslaggebouwen, maar omvat tegelijkertijd op een conservatieve manier de maximale massa voor colli GA die volgens het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting toegelaten zijn in een monoliet van Type I.
- 608 Omwille van de langetermijnveiligheid moet het GA de fysische en chemische eigenschappen hebben die het vrijkomen van radionucliden uit het ruwe en/of verwerkte afval beperken. Dit houdt onder meer in dat het GA een voldoende grote hoeveelheid uitgeharde cementpasta moet bevatten. De radionucliden worden immers in essentie vastgehouden in de uitgeharde cementpasta. De limietwaarde is rechtstreeks overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.3.2.1 van het veiligheidsrapport). De formules voor de berekening van de HCP (massa-aandeel uitgeharde cementpasta) zijn als volgt te verklaren (zie ook § 5.3.1.2.10 en § 5.4.1.2.6 van het veiligheidsrapport):
- In het geval $W/C \geq 0,4$ reageert al het cement en bedraagt de massa water die reageert 0,4 maal de massa cement. Dus $HCP = C \times (1 + 0,4)$.
 - In het geval $W/C \leq 0,4$ reageert al het water en bedraagt de massa cement die reageert 2,5 (=1/0,4) maal de massa water. Dus $HCP = W \times (1 + 2,5)$.
- 609 Om de monoliet te behoeden voor verstoring van de operationele- en langetermijnveiligheidsfuncties beschreven in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.3.3 van het veiligheidsrapport), mag er geen radioactief besmette vloeistof uit de monoliet lopen. Bovendien kunnen vrije vloeistoffen, in het bijzonder water, dienen als medium voor versturende chemische reacties zoals corrosie en daarom worden ze zoveel mogelijk vermeden. Enkel vrije macroscopische vloeistoffen zijn uitgesloten. Interstitieel water wordt dus niet als een vrije vloeistof beschouwd. Interstitieel water wordt ter plaatse gehouden door capillaire krachten en draagt daarom niet bij aan processen die een stroming van vloeistof in het bergingscollo veronderstellen.
- 610 De limiet van het dosistempo is overgenomen uit het veiligheidsrapport voor opslaggebouw 127.
- 611 Het criterium voor afneembare oppervlaktebesmetting is een operationele parameter die van belang is voor de bescherming van mens en omgeving tijdens de verschillende fasen van het verdere beheer (transport en opslag in de respectievelijke opslaggebouwen). Bovendien is dit criterium opgenomen in het veiligheidsrapport van de betrokken opslaggebouwen.
- 612 Een unieke identificatiecode op een collo zorgt voor een eenduidige verbinding met zijn radiologische en chemische inhoud, zodat men steeds weet hoe de operationele veiligheid gegarandeerd kan worden. Naast een operationeel criterium is dit ook een langetermijncriterium, omdat het de traceerbaarheid en (radiologische en chemische) inhoud van het afval omvat die van belang is voor de berging van het collo en voor het garanderen van de langetermijnveiligheid van de oppervlaktebergingsinrichting.
- 613 Om het identificatienummer vanop afstand en onder verschillende invalshoeken leesbaar te maken, zal het identificatienummer voldoende groot aangebracht worden op meerdere plaatsen op het vat. Om de uniformiteit te verzekeren, wordt er een bepaalde structuur gehanteerd voor het identificatienummer, zoals vermeld is in het contractueel overdrachts criterium.
- 614 Het ARBIS [53] legt het volgende op:
- Elk collo GA moet een waarschuwingsteken voor ioniserende straling dragen. Dit volgt uit artikel 31.2 c van het ARBIS, dat bepaalt dat het waarschuwingsteken moet voorkomen op elk recipiënt waarin zich radioactieve stoffen bevinden. De afmetingen van het etiket en de

plaats(en) op het collo waar het wordt aangebracht, staan in functie van de duidelijke zichtbaarheid en de goede herkenbaarheid van het waarschuwingsteken.

- Het waarschuwingsteken moet gelijken op het waarschuwingsteken voor radioactieve stoffen, dat wordt omschreven in het koninklijk besluit van 17 juni 1997 betreffende de veiligheids- en gezondheidssignalering op het werk (waar ook de Codex over het welzijn op het werk naar verwijst). Dit volgt uit artikel 31.1 van het ARBIS, dat zich verder focust op het symbool dat het belangrijkste kenmerk is van dit waarschuwingsteken. Hierbij wordt opgemerkt dat het koninklijk besluit van 17 juni 1997 niet oplegt dat het waarschuwingsteken voor radioactieve stoffen moet voorkomen op recipiënten.

- 701 Dit contractueel overdrachts criterium is een langetermijncriterium omdat het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting de aanwezigheid van infectueuze stoffen in het bergingsafval verbiedt (zie § 15.5 van het veiligheidsrapport). Dit contractueel overdrachts criterium is ook een operationeel criterium omdat het de veiligheid van de operatoren van het betrokken opslaggebouw, de IPM-installatie en de oppervlaktebergingsinrichting betreft. Het contractuele overdrachts criterium is (lichtjes) meer beperkend dan het overeenkomstig conformiteitscriterium van de oppervlaktebergingsinrichting; het verbod geldt voor alle 'biologische ziekteverwekkers' en niet alleen voor 'infectueuze stoffen', dit om operationele redenen. Voor de omschrijving van 'biologische ziekteverwekkers' wordt een beroep gedaan op definities uit het ADR [54], wegens de nauwkeurigheid van deze definities en de algemene bekendheid van deze wetgeving.
- 702 Dit contractueel overdrachts criterium is gebaseerd op het voorzichtigheidsprincipe. Biologische inactivatietechnieken zijn doorgaans niet voor 100% effectief in het vernietigen van de aanwezige biologische ziekteverwekkers.

Bijlage 2. Referentiebeheertraject

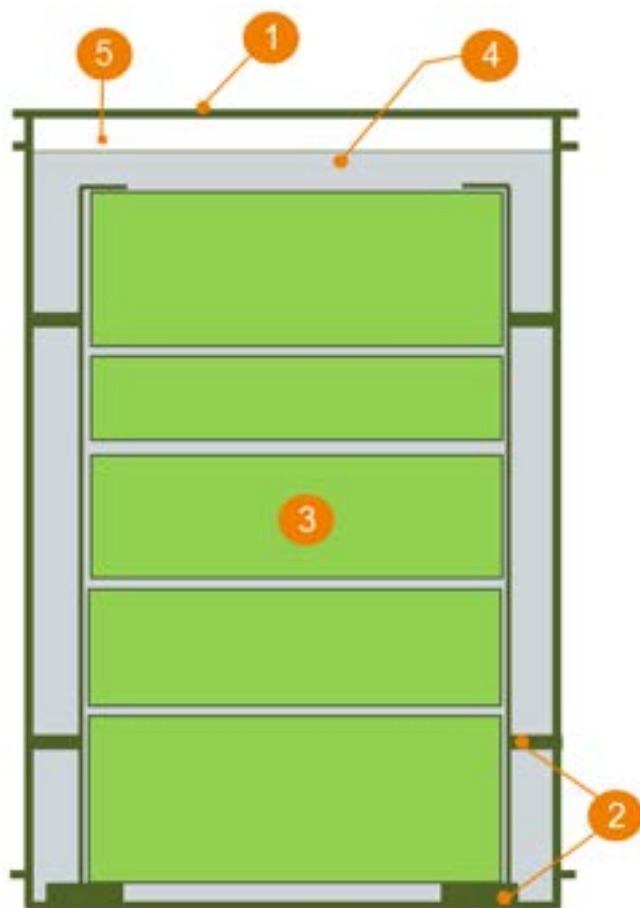
Een referentiebeheertraject is de opeenvolging van beheeractiviteiten, dat door NIRAS gepland is in overeenstemming met het Nationale Programma, zoals bedoeld in de wet van 3 juni 2014 houdende wijziging van artikel 179 van de wet van 8 augustus 1980.

Het referentiebeheertraject van het radioactieve afval waarop deze contractuele overdrachts criteria betrekking hebben, bestaat uit de volgende stappen:

1. Transfer van de colli geconditioneerd afval (GA) aan de Belgische Staat en transport naar site 1 van Belgoproces (ingeval de colli niet geproduceerd zijn op deze site).
2. Opslag van de colli in opslaggebouw 127.
3. Acceptatie en overbrenging van de colli GA vanuit de opslaggebouwen naar de toekomstige installatie voor eindconditionering.
4. Het product van de eindconditionering zijn bergingscolli ('monolieten') Type I.
5. Acceptatie en overbrenging van de monolieten van de eindconditioneringsinstallatie naar de geologischebergingsinstallatie (gepland).
6. Berging van de B-monolieten.
7. Beheer van het radioactieve afval na berging.

Bijlage 3. Toepasselijke configuraties van het collo GA

Configuratie 1: gecementeerde persschijven, zonder interne afscherming



Nr.	Onderdeel	Basiscomponent
1	Metalen vat: <ul style="list-style-type: none">▪ kuip (inclusief eventuele beschermingsmantel)▪ deksel	Primaire verpakking
2	Interne onderdelen (*): <ul style="list-style-type: none">▪ rack▪ afstandshouders▪ ...	Afvalvorm
3	Persschijven (ruw en/of verwerkt afval)	
4	Immobilisatiematrix (conditioneringsmortel of -beton)	
5	Vrije ruimte	(Opzettelijk vrij gelaten lege ruimte)

(*) De interne onderdelen mogen tot het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking' horen.

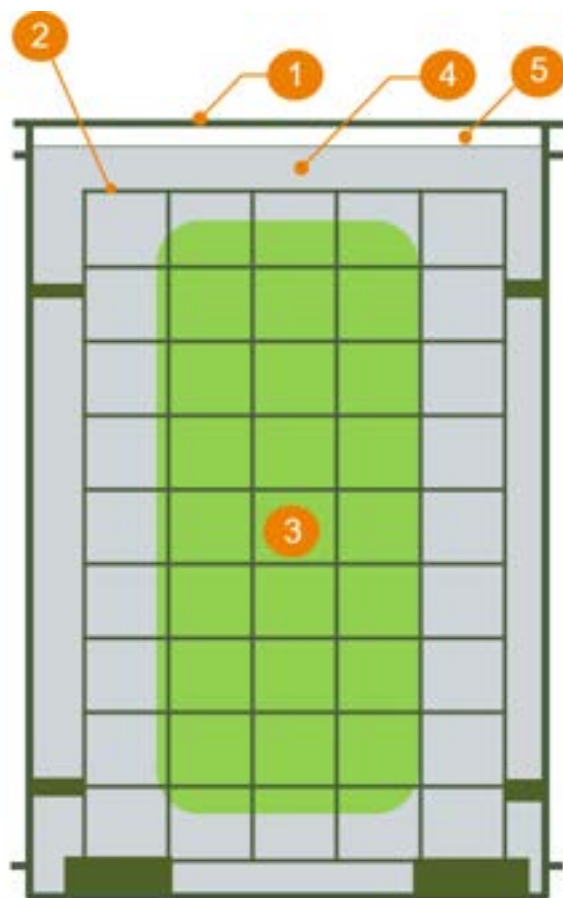
Configuratie 2: gecementeerde persschijven, met interne afscherming



Nr.	Onderdeel	Basiscomponent
1	Metalen vat: <ul style="list-style-type: none"> kuip (inclusief eventuele beschermingsmantel) deksel 	Primaire verpakking
2	Interne onderdelen (*): <ul style="list-style-type: none"> rack afstandshouders ... 	Afvalvorm
3	Persschijven (ruw en/of verwerkt afval)	
4	Immobilisatiematrix (conditioneringsmortel of -beton)	
5	Interne afscherming (bijvoorbeeld uit hematiet- of barietbeton/mortel, cementpasta, staal of lood)	(Opzettelijk vrij gelaten lege ruimte)
6	Vrije ruimte	

(*) De interne onderdelen mogen tot het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking' horen.

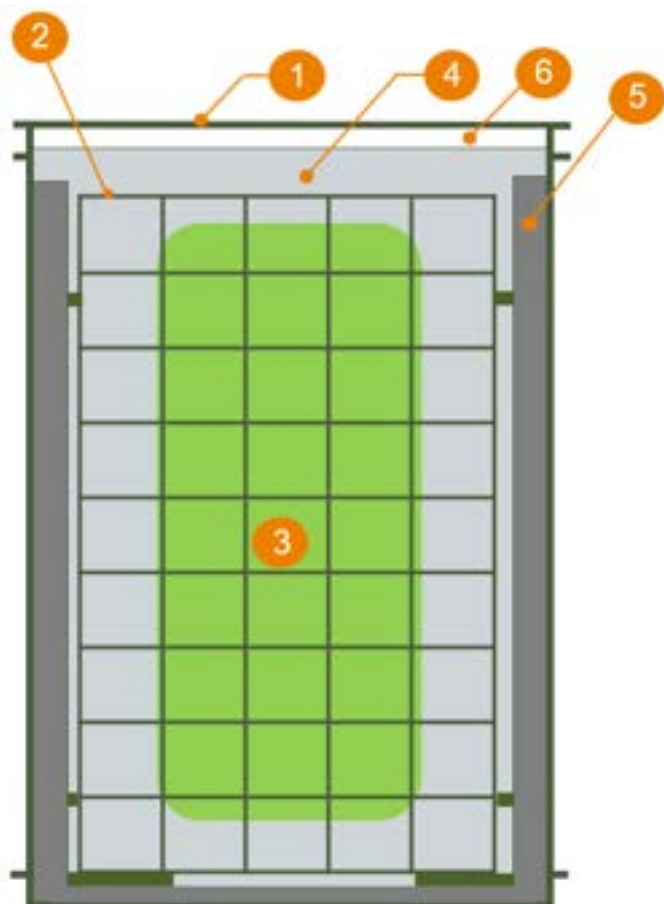
Configuratie 3: gecementeerde filters, zonder interne afscherming



Nr.	Onderdeel	Basiscomponent
1	Metalen vat: <ul style="list-style-type: none"> ▪ kuip (inclusief eventuele beschermingsmantel) ▪ deksel 	Primaire verpakking
2	Interne onderdelen (*): <ul style="list-style-type: none"> ▪ rack ▪ afstandshouders ▪ ... 	Afvalvorm
3	Bulkafval (ruw en/of verwerkt afval)	
4	Immobilisatiematrix (conditioneringsmortel of -beton)	
5	Vrije ruimte	(Opzettelijk vrij gelaten lege ruimte)

(*) De interne onderdelen mogen tot het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking' horen.

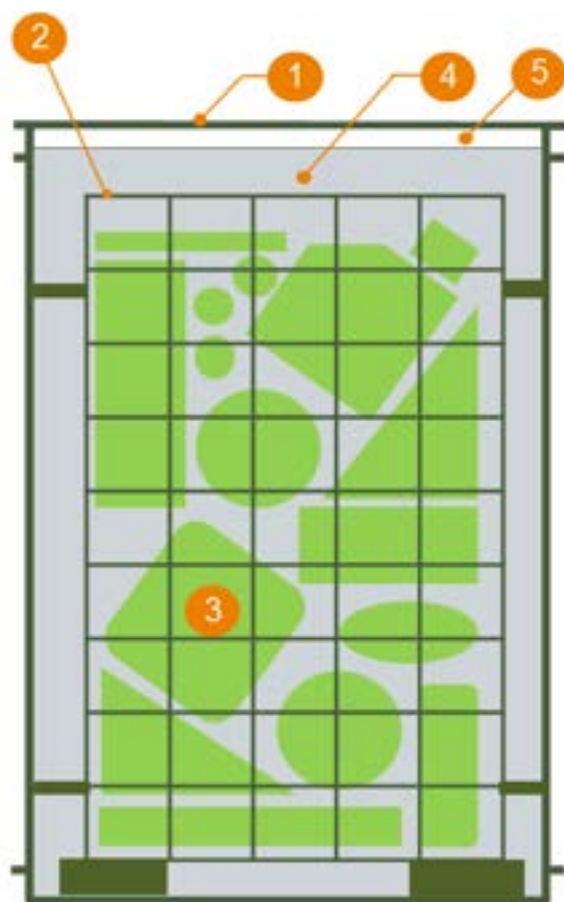
Configuratie 4: gecementeerde filters, met interne afscherming



Nr.	Onderdeel	Basiscomponent
1	Metalen vat: <ul style="list-style-type: none"> kuip (inclusief eventuele beschermingsmantel) deksel 	Primaire verpakking
2	Interne onderdelen (*): <ul style="list-style-type: none"> rack afstandshouders ... 	Afvalvorm
3	Bulkafval (ruw en/of verwerkt afval)	
4	Immobilisatiematrix (conditioneringsmortel of -beton)	
5	Interne afscherming (bijvoorbeeld uit hematiet- of barietbeton/mortel, cementpasta, staal of lood)	
6	Vrije ruimte	(Opzettelijk vrij gelaten lege ruimte)

(*) De interne onderdelen mogen tot het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking' horen.

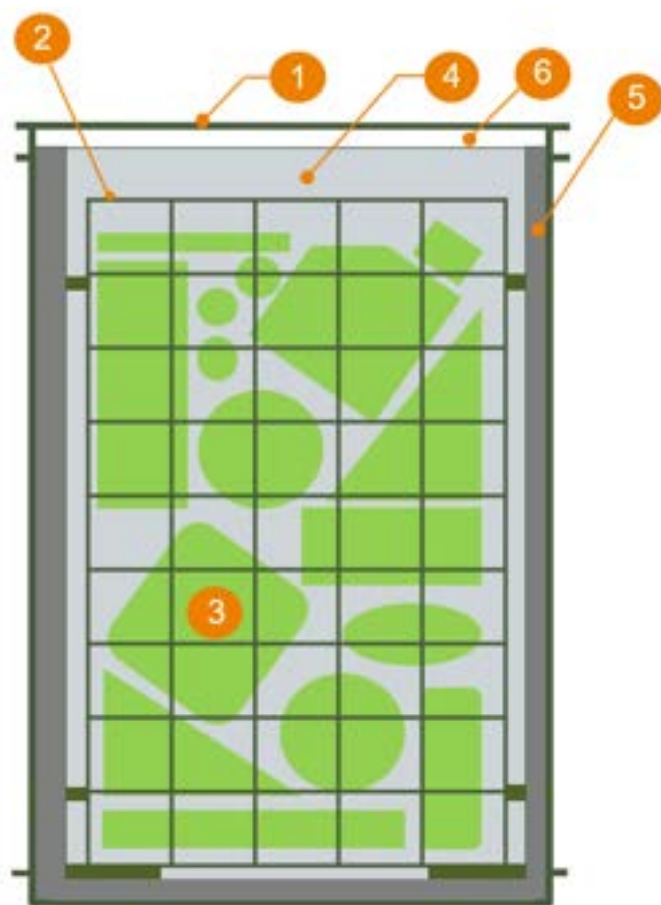
Configuratie 5: gecementeerd bulkafval, zonder interne afscherming



Nr.	Onderdeel	Basiscomponent
1	Metalen vat: <ul style="list-style-type: none"> ▪ kuip (inclusief eventuele beschermingsmantel) ▪ deksel 	Primaire verpakking
2	Interne onderdelen (*): <ul style="list-style-type: none"> ▪ rack ▪ afstandshouders ▪ ... 	Afvalvorm
3	Bulkafval (ruw en/of verwerkt afval)	
4	Immobilisatiematrix (conditioneringsmortel of -beton)	
5	Vrije ruimte	(Opzettelijk vrij gelaten lege ruimte)

(*) De interne onderdelen mogen tot het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking' horen.

Configuratie 6: gecementeerd bulkafval, met interne afscherming



Nr.	Onderdeel	Basiscomponent
1	Metalen vat: <ul style="list-style-type: none"> kuip (inclusief eventuele beschermingsmantel) deksel 	Primaire verpakking
2	Interne onderdelen (*): <ul style="list-style-type: none"> rack afstandshouders ... 	Afvalvorm
3	Bulkafval (ruw en/of verwerkt afval)	
4	Immobilisatiematrix (conditioneringsmortel of -beton)	
5	Interne afscherming (bijvoorbeeld uit hematiet- of barietbeton/mortel, cementpasta, staal of lood)	(Opzettelijk vrij gelaten lege ruimte)
6	Vrije ruimte	

(*) De interne onderdelen mogen tot het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking' horen.

Bijlage 4. Overzicht van de gevaarzinnen van de uitgesloten gevaarlijke stoffen en mengsels

H-zin	begeleidend pictogram	GHS-	Beschrijving
ontploffbare stoffen			
H200			instabiele ontploffbare stof
H201			ontploffbaar; gevaar voor massaexplosie
H202			ontploffbaar; ernstig gevaar voor scherfwerking
H203			ontploffbaar; gevaar voor brandluchtdrukwerking of scherfwerking
H204			gevaar voor brand of scherfwerking
H205	geen		gevaar voor massa-explosie bij brand
ontvlambare gasen of aerosolen			
H221	geen		ontvlambaar gas
H220			zeer licht ontvlambaar gas
H222			zeer licht ontvlambare aerosol
H223			ontvlambare aerosol
ontvlambare vloeistoffen of vaste stoffen			
H224			zeer licht ontvlambare vloeistof en damp
H225			licht ontvlambare vloeistof en damp
H226			ontvlambare vloeistof en damp
H228			ontvlambare vaste stof
self ontledende stoffen en mengsels, alsook organische peroxiden			
H240	 of 		ontploffingsgevaar bij verwarming
H241			brand of ontploffingsgevaar bij verwarming
H242			Brandgevaar bij verwarming
pyrofore stoffen en stoffen en mengsels die voor zelfverhitting vatbaar zijn			
H250			vat spontaan vlam bij blootstelling aan lucht
H251			vatbaar voor zelfverhitting; kan vlam vatten
H252			in grote hoeveelheden vatbaar voor zelfverhitting; kan vlam vatten
stoffen en mengsels die in contact met water ontvlambare gasen ontwikkelen			
H260			in contact met water komen ontvlambare gasen vrij die spontaan kunnen ontbranden
H261			in contact met water komen ontvlambare gasen vrij

H-zin	begeleidend pictogram	GHS-	Beschrijving
oxiderende vaste stoffen en vloeistoffen en gassen			
H270			Gas dat kan brand of ontploffingen veroorzaken; sterk oxiderend
H271			kan brand of ontploffingen veroorzaken; sterk oxiderend
H272			kan brand bevorderen; oxiderend
gassen onder druk			
H280			bevat gas onder druk; kan ontploffen bij verwarming
H281			bevat sterk gekoeld gas; kan cryogene brandwonden of letsel veroorzaken
stoffen en mengsels die bijtend zijn voor metalen			
H290			kan bijtend zijn voor metalen
EUH-zin	begeleidend pictogram	GHS-	Beschrijving
materiële eigenschappen			
EUH001	geen		in droge toestand ontplofbaar
EUH014			reageert heftig met water
EUH018			kan bij gebruik een ontvlambaar/ontplofbaar damp-luchtmengsel vormen
EUH019			kan ontplofbare peroxiden vormen
EUH044			ontploffingsgevaar bij verwarming in afgesloten toestand

Opmerking: EUH006, "Ontplofbaar met en zonder lucht.", is geschrapt door de Europese Verordening (EU) nr. 487/2013 van 8 mei 2013.

Acceptatie- en Ophalingsaanvraag Geconditioneerd Radioactief Afval

<p>NIRAS (Dienst Acceptatie) Kunstlaan 14 1210 BRUSSEL</p>	<p><i>Veld voorbehouden aan NIRAS</i></p>
---	---

1.1	Nummer C-formulier:
1.2	Datum:

1.3 Aantal bijlagen:

2.1	Naam producent:	
2.2	Adres:	
2.3	Contactpersoon:	
2.4	Telefoonnummer:	

3.1

4.1 Code (volgens NTC-3):

5.1	
-----	--

[illegible]

7. Opmerkingen

7.1

--

8. Validering radiologische gegevens

Ondergetekende, erkend deskundige bevoegd in de fysische controle, verklaart dat de opgegeven radiologische gegevens correct en conform de goedgekeurde methode voor radiologische karakterisering zijn.

8.1

Naam:

8.2

Datum:

8.3

Handtekening:

Identificatiefiche van het collo GA

A1 Identificatie

A1.1	Collonummer:	A1.2	Nummer C-formulier (idem pagina 1):
A1.3	Productiedatum collo:	A1.4	Referentie van het lot van de primaire verpakking:
A1.5	Conditioneerder:	A1.6	Campagne (idem pagina 1):

A2 Fysische en chemische gegevens

A2.1	Massa (kg):											
A2.2	Afvalomschrijving (volgens NTC-3):											
A2.3	Indien 'DO' in A2.2 gebruikt is, geef dan voor elke afvalfractie de overeenstemmende AO-code en de massa (inschatting):											
	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)
A2.4	Type primaire verpakking (volgens NTC-3):			A2.5	Type sluiting (volgens NTC-3):							
A2.6	Type interne afscherming (volgens NTC-3):			A2.7	Type immobilisatiematrix (volgens NTC-3):							
A2.8	Bevat het collo GA een gevaarlijke stof of een gevaarlijk mengsel ? ☐ ja ☐ nee											
A2.9	Indien ja, specificeer de veroorzakende gevaarlijke stoffen en de toepasselijke H-zinnen (en/of EUH-zinnen):											
A2.10	Referentienummer van het erkenningsdossier 'Procedé':											
A2.11	Referentienummer van het erkenningsdossier 'Primaire verpakking':											

A3 Radiologische gegevens

Radiologische inhoud

A3.1	Specificeer de activiteit (Bq*) per radionuclide:					
	H-3:	Se-79:	I-125:	Sm-151:	U-233:	Pu-244:
	C-14:	Kr-85:	I-129:	Eu-152:	U-234:	Am-241:
	S-35:	Sr-90:	I-131:	Eu-154:	U-235:	Am-242m:
	Cl-36:	Mo-93:	Sb-125:	Eu-155:	U-236:	Am-243:
	Ar-39:	Zr-93:	Sn-121m:	Ho-166m:	U-238:	Cm-242:
	Ca-41:	Nb-94:	Sn-126:	Hf-178n:	Np-237:	Cm-243:
	Mn-54:	Tc-99:	Cs-134:	Ra-226:	Pu-238:	Cm-244:
	Co-58:	Ru-106:	Cs-135:	Th-229:	Pu-239:	Cm-245:
	Co-60:	Pd-107:	Cs-137:	Th-230:	Pu-240:	Cm-246:
	Ni-59:	Ag-108m:	Ce-144:	Th-232:	Pu-241:	Cm-247:
	Ni-63:	Ag-110m:	Pm-147:	Pa-231:	Pu-242:	Cm-248:
A3.2	Datum bepaling activiteiten:					

Activiteitsconcentraties

A3.3	Totale α -activiteit (Bq*):	A3.4	Totale β/γ -activiteit (Bq*):
------	------------------------------------	------	--

Radiologische operationele veiligheid

A3.5	Maximaal dosistempo bij contact (mSv/h):	A3.6	Datum meting dosistempo:
A3.7	Maximaal dosistempo op 1 m (mSv/h):		
A3.8	Is de afneembare oppervlaktebesmetting voor het totaal aan β/γ -stralers $\leq 0,4$ Bq/cm ² ? ☐ ja ☐ nee		
A3.9	Is de afneembare oppervlaktebesmetting voor het totaal aan α -stralers $\leq 0,04$ Bq/cm ² ? ☐ ja ☐ nee		

Splijtstoffen

A3.10	Massa U-235 (g):	Massa Pu-239 (g):	Massa Pu-241 (g):
A3.11	Is er hoogverrijkt ($\geq 20\%$) uranium aanwezig in het afval ? ☐ ja ☐ nee		

Radiologische karakterisering

A3.12	Gebruikte methodologie voor de radiologische karakterisering:
A3.13	Referentie naar het erkenningsdossier 'Radiologisch':
A3.14	Referentie naar het erkenningsdossier 'Meetinstallatie':

A4 Gegevens i.v.m. biologische ziekteverwekkers

A4.1 Is het geconditioneerde radioactieve afval besmet of mogelijk besmet met biologische ziekteverwekkers? ☐ ja ☐ nee

A5 Opmerkingen

A5.1

--

Bijlage 6. Lijst met elektropositieve metalen

Elektropositieve metalen zijn elementen in metaalvorm, waarvan de standaardelektrodepotentiaal (E^0) in een waterige oplossing ten opzichte van de standaard-waterstofelektrode lager is dan -0.84 V, zijnde de E^0 van het koppel waterstof/waterstofhydroxide (H_2/OH).

De onderstaande tabel bevat een exhaustieve lijst van de elektropositieve metalen met hun standaardelektrodepotentiaal.

Zink en titanium zijn niet in deze lijst opgenomen, omdat deze metalen zeer snel een uiterst weinig oplosbare oxidelaag vormen die stabiel is over een breed spectrum van pH-waarden.

	Element (zuiver metaal)	E^0 (Volt)
ELEKTROPOSITIEVE METALEN	Li	-3.04
	Rb	-2.98
	K	-2.93
	Cs	-2.92
	Ba	-2.91
	Sr	-2.89
	Ca	-2.76
	Na	-2.71
	Mg	-2.38
	Be	-1.85
	Al	-1.66
	Mn	-1.19
Ref.	$2H_2O \leftrightarrow H_2 + 2OH^-$	-0.83

Bron: CRC Handbook of Chemistry and Physics 64th Ed (1983)

Bijlage 7. Lijst met afkortingen

ASR	Alkali-silica reactie.
ARBIS	Algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen, koninklijk besluit van 20 juli 2001 en wijzigingen.
CLI	Absolute radiologische concentratielimiet per kritieke radionuclide.
DEF	Vertraagde ettringietvorming (<i>delayed ettringite formation</i>).
DFC	Dienst voor fysische controle
GA	Geconditioneerd afval.
HEC	Heterogene conditionering in een cementmatrix.
IPM	Installatie voor de productie van monolieten.
ISA	Isosaccharinezuur.
PDD	Productiedocumentatiedossier: noodzakelijk voor de documentatie van de colli GA.

Bijlage 8

Voorbeelden van karakteriseringsprincipes voor bepaald afval van Electrabel, die industrieel toepasbaar zijn met het oog op de transfer ervan

1	Inleiding	3
2	Voorbeelden van industriële KARAKTERISERING van radioactief afval met het oog op de transfer ervan.....	4
2.1	Door NIRAS erkende karakteriseringsmethodes.....	4
2.2	RADIOLOGISCHE KARAKTERISERING – aangifte van onzekerheden voor criterium CTC-202	4
2.2.1	Toepasselijke CTC's	4
2.2.2	Voorbeeld van een aangifte van onzekerheden over de radiologische metingen van radioactief afval vóór de productie van Nuclear Waste Packages door of voor rekening van Electrabel met het oog op de transfer ervan	4
2.3	fysisch-chemische karakterisering – aangifte van inhoud en onzekerheden	6
2.3.1	Toepasselijke CTC's	6
2.3.2	Voorbeeld van een aangifte voor toekomstig A0-afval, inclusief ontmantelingsafval	6
2.4	chemische karakterisering – aangifte van massa's en onzekerheden	7
2.4.1	Toepasselijke CTC's	7
2.4.2	Kleppen	8
2.4.2.1	In water oplosbaar chloor.....	8
2.4.2.2	In water oplosbaar sulfaat.....	8
2.4.2.3	Cellulose.....	9
2.4.2.4	Elektropositieve metalen.....	9
2.4.2.5	ASR – DEF	10
2.4.3	Betonpuin	10
2.4.3.1	ASR/DEF	10
2.4.3.2	Chloor en sulfaat.....	11
2.4.3.3	Cellulose.....	11
2.4.4	Betonblokken afkomstig van de ontmanteling van de biologische afscherming 12	
2.5	Toepassingsvoorbeeld van een uitlogingstest voor CTC– HOC – CTC437	12
2.5.1	Toepasselijke CTC's	12
2.6	Referenties	14

1 INLEIDING

De voorbeelden van afvalkarakterisering in deze bijlage lopen geenszins vooruit op de latere goedkeuring van hun goedkeuringsdossiers voor de transfer van de Nuclear Waste Packages door de Belgische Staat of zijn afgevaardigde. Dit document houdt geen verplichting voor Electrabel in om deze algemene principes toe te passen. In dat geval moet Electrabel alternatieve methodes ontwikkelen en ter goedkeuring voorstellen aan de Belgische Staat. Er dient opgemerkt dat deze bijlage niet limitatief wil zijn voor alle CTC's of alle afvaltypes die door ENGIE worden geproduceerd.

Niettemin zou de toepassing van deze illustratieve principes voor de ontwikkeling van toekomstige industrialiseerbare afvalkarakteriseringsmethodes beide partijen een hoge mate van vertrouwen moeten geven in de slaagkansen van de latere goedkeuringsdossiers voor transfer. De toepassing van de resulterende methodes zou de transfer van het afval binnen de best mogelijke termijnen vergemakkelijken.

De elementen met betrekking tot de latere fases, zoals de opstelling van een goedkeuringsdossier voor transfer door Electrabel, onafhankelijke controles, de transfer van afval en de bijbehorende modaliteiten ... zijn niet gedekt door deze bijlage.

2 VOORBEELDEN VAN INDUSTRIËLE KARAKTERISERING VAN RADIOACTIEF AFVAL MET HET OOG OP DE TRANSFER ERVAN

2.1 DOOR NIRAS ERKENDE KARAKTERISERINGSMETHODES

De door NIRAS erkende karakteriseringsmethodes in het kader van de tenuitvoerlegging van haar afvalacceptatiesysteem en de verificatie van de bijbehorende acceptatiecriteria blijven van toepassing. Deze methodes kunnen dus worden toegepast op de industriële karakterisering van radioactief afval vóór transfer.

2.2 RADIOLOGISCHE KARAKTERISERING – AANGIFTE VAN ONZEKERHEDEN VOOR CRITERIUM CTC-202

2.2.1 Toepasselijke CTC's

De CTC's die radiologische onzekerheden behandelen zijn: HEC-CTC-202¹, HEC-B-CTC-202, HOC-CTC-202, HOC-B-CTC-202 en CT3-CTC-202.

2.2.2 Voorbeeld van een aangifte van onzekerheden over de radiologische metingen van radioactief afval vóór de productie van Nuclear Waste Packages door of voor rekening van Electrabel met het oog op de transfer ervan

Electrabel kan de exploitant kiezen die zijn afval zal verwerken en conditioneren, alsook de vorm en inhoud van zijn aangifte.

De exploitant van deze dienst baseert zijn aangifte van onzekerheden over de radiologische inventaris echter minimaal op de eisen van de nota NIRAS-nota NTC-6/A [1] voor geconditioneerd afval en de nota NIRAS-nota TNT6.1/A [14] voor niet-geconditioneerd afval.

De bepaling van de onzekerheden in de AMANDE-geometrieën voor het afval dat geconditioneerd wordt door Electrabel [2], vermeld in de nota Electrabel 10000735463 [3] over de onzekerheden, zijn bijvoorbeeld reeds gebaseerd op de nota NIRAS NTC-6/A.

Deze onzekerheidsaangifte is beperkt tot de radionucliden die als kritiek worden beschouwd voor de bergingsinstallatie voor categorie A-afval en die in de onderstaande tabel zijn opgenomen.

¹ De volgende codering wordt gebruikt om een CTC te identificeren: XXX-CTC-NNN, waarbij XXX het afvaltype is en NNN het nummer van het transfercriterium.

Ag-108m	Cs-137	Pu-239	U-235
Am-241	I-129	Pu-240	U-236
Am-243	Mo-93	Pu-241	U-238
C-14	Nb-94	Se-79	Zr-93
Ca-41	Ni-59	Sn-126	
Cl-36	Ni-63	Sr-90	
Cm-244	Np-237	Tc-99	
Cs-135	Pu-238	U-234	

Electrabel zal in zijn goedkeuringsdossier voor transfer bevestigen dat het radioactieve afval van de centrales geen radium- of thoriumhoudend afval is ($Ra-226 + Th-232 < 1Bq/g$). De onzekerheden over de aangifte van deze nucliden moeten daarom niet worden aangegeven.

De volgende onzekerheden moeten in aanmerking worden genomen:

- de statistische telonzekerheid,
- de onzekerheid over de efficiëntie,
- de onzekerheid in verband met de waarschijnlijkheid van een gamma-emissiepiek,
- de onzekerheid in verband met de activiteit van de standaardbronnen die worden gebruikt om de telefficiëntie te bepalen,
- de onzekerheid in verband met de meetgeometrie en de ruimtelijke verdeling van de activiteit in het collo,
- de onzekerheid ten gevolge van de afvalmatrix, die aan de ene kant te maken heeft met het verschil tussen de soortelijke massa van het afval in de gemeten colli en die van de referentiecolli (of de berekeningsaannames) en, aan de andere kant, met de heterogeniteit van de soortelijke massa in de afvalmatrix.

Daarnaast moeten de onzekerheid in verband met de isotopensamenstelling van radioactief afval en de onzekerheid in verband met de verhouding tussen de activiteit van sleutelisotopen en de totale activiteit op empirische basis worden geëvalueerd of, als dat niet mogelijk is, op basis van een studie van de documentatie.

Deze onzekerheden komen niet bovenop de opgegeven activiteitswaarden van de 28 radio-nucliden die als kritiek worden beschouwd bij het beoordelen van de meetwaarden vergeleken met de grenswaarden van de transfercriteria. Er moet worden opgemerkt dat deze onzekerheden alleen dienen om de erkenning van de meetinstallatie en/of -methode op te volgen.

Voor de aangifte van deze onzekerheden met betrekking tot de isotopensamenstelling:

1. houden de onzekerheden over de empirische correlatiefactoren minimaal rekening met de volgende onzekerheden:
 - de onzekerheden over de gemeten radiologische waarden verkregen tijdens de radiologische analyse van monsters in het kader van de validatie van numerieke modellen, zoals LLWAA;
 - de onzekerheden die het resultaat zijn van een statistische analyse van de gemeten waarden die worden gebruikt om empirische correlatiefactoren vast te stellen.
2. De onzekerheden over de correlatiefactoren van de niet-meetbare isotopen worden bepaald op basis van internationale literatuur, zoals bijvoorbeeld de informatie in het document IAEA-TECDOC-1672 [4].

2.3 FYSISCH-CHEMISCHE KARAKTERISERING – AANGIFTE VAN INHOUD EN ONZEKERHEDEN

2.3.1 Toepasselijke CTC's

De volgende CTC's zijn van toepassing op de hieronder beschreven methodes:

- HEC-CTC-201 (aangifte van onzekerheden); HEC-CTC-302 (beschrijving van het afval); HEC-CTC-307 (fysische en chemische gegevens);
- HOC-CTC-201; HOC-CTC-302; HOC-CTC-307;
- HEC-B-CTC-201; HEC-B-CTC-302; HEC-B-CTC-307;
- HOC-B-CTC-201; HOC-B-CTC-302; HOC-B-CTC-307;
- CT3-CTC-201; CT3-CTC-304.

2.3.2 Voorbeeld van een aangifte voor toekomstig A0-afval, inclusief ontmantelingsafval

Om dit afvaltype te karakteriseren, moet Electrabel chemische analyses uitvoeren om het chloor-, sulfaat- en cellulosegehalte te bepalen.

Electrabel is verantwoordelijk voor de monsternemingsoperaties en het nemen van monsters.

Voor de monsternemingsmethodes zal Electrabel bij voorkeur bestaande erkende of gestandaardiseerde methodes toepassen. Electrabel mag echter zijn eigen monsternemingsmethodes ontwikkelen en ze ter goedkeuring voorleggen aan de Staat of zijn afgevaardigde, voordat ze op industriële schaal worden gebruikt.

De gebruikte monsternemingsprocedure, die willekeurig is (zodat er geen statistische vertekening optreedt), moet ervoor zorgen dat het afvalmonster dat voor analyse wordt genomen, representatief is voor de volledige afvalpartij. De rechtvaardiging van de representativiteit zal gebaseerd zijn op een beschrijving van de afvalproducties en een analyse van de gelijkaardige afvalproducties. Een beperkt aantal overeen te komen monsters kan gebruikt worden om deze gelijkenis te bevestigen. Alle informatie met betrekking tot de toegepaste monsterneming wordt bewaard en ter beschikking gesteld van de Staat of zijn afgevaardigde om de traceerbaarheid en kwaliteitscontrole van de toegepaste procedures te garanderen.

De methode voor de karakterisering van A0-afval vóór conditionering kan bijvoorbeeld het gebruik van een vermaalmachine in een laboratorium inhouden, waarbij representatieve monsters worden genomen uit een partij colli. Deze monsters worden gehomogeniseerd en

geprepareerd in een vorm die Electrabel in staat stelt fysisch-chemische analyses uit te voeren op het chloor-, sulfaat- en cellulosegehalte, waarvan de resultaten zullen dienen om de aangifte te doen en een raming te maken van de onzekerheden die met deze aangifte gepaard gaan. De opgegeven waarden zullen gebaseerd zijn op gemiddelden van de verschillende monsters in de partij. De standaardafwijkingen berekend op de beschouwde populatie van monsters (uit een partij of een cumulatie) zullen worden gebruikt om de onzekerheden aan te geven.

In het specifieke geval van A0-afval met contactdosistempi hoger dan 2 mSv/h (dat verwerkt en geconditioneerd zal worden met heterogene conditioneringsprocessen, momenteel WB03 – TC/01), kan dit afval vrijgesteld worden van monsterneming op voorwaarde dat Electrabel het bewijs levert dat dit afval > 2 mSv/h gelijkaardig is en vergelijkbaar met afval < 2 mSv/h. Deze gelijkenis kan worden gerechtvaardigd op basis van andere monsters van niet-geconditioneerd afval dat in identieke omstandigheden is geproduceerd.

Voor het ASR/DEF-criterium kan HEC-CTC-408C worden gebruikt.

Nadat alles in het werk is gesteld om het radioactieve afval te sorteren, kan er een restfractie overblijven met een zeer heterogene inhoud (fractie A0). Dit radioactieve afval bevat voornamelijk zeer kleine bestanddelen, stof en substanties die niet of niet meer op industriële schaal gesorteerd kunnen worden.

Minimalisering van de A0-fractie – op basis van HEC-CTC-302 (deze algemene principes gelden ook voor CT3): *“De AO-code mag worden gebruikt voor een afvalfractie (‘restfractie’) op voorwaarde dat de massa van deze restfractie in aanmerking is genomen in het ‘goedkeuringsdossier voor transfer’ van het procédé (vermeld in criterium 201)”*

In de Nuclear Waste Packages kan de aanwezigheid van een restfractie A0-afval worden toegestaan op voorwaarde dat Electrabel aantoont dat redelijke industriële inspanningen zijn geleverd om de A0-fractie te minimaliseren en te isoleren van andere welomschreven afvalstromen (bijvoorbeeld zuiver metaalafval) door de toepassing en/of invoering van kwaliteitsprocedures, waaronder sorteerprocedures, opleidingsprogramma's voor operatoren enzovoort. Electrabel zal deze aspecten documenteren in het goedkeuringsdossier voor transfer.

2.4 CHEMISCHE KARAKTERISERING – AANGIFTE VAN MASSA'S EN ONZEKERHEDEN

2.4.1 Toepasselijke CTC's

De volgende CTC's zijn van toepassing op de hieronder beschreven methodes:

- HEC-CTC-201; HEC-CTC-302; HEC-CTC-307; HEC-CTC-404 A/B/C/D; HEC-CTC-409 A/B/C; HEC-CTC-406 A/B/C; HEC-CTC-408 A/B/C;
- HOC-CTC-201; HOC-CTC-302; HOC-CTC-307; HOC-CTC-404 A/B/C; HOC-CTC-409; HOC-CTC-406; HOC-CTC-408;
- HEC-B-CTC-201; HEC-B-CTC-302; HEC-B-CTC-307; HEC-B-CTC-404; HEC-B-CTC-409; HEC-B-CTC-406; HEC-B-CTC-408;
- HOC-B-CTC-201; HOC-B-CTC-302; HOC-B-CTC-307; HOC-B-CTC-404; HOC-B-CTC-409; HOC-B-CTC-406; HOC-B-CTC-408;

- CT3-CTC-201; CT3-CTC-304; CT3-CTC-404 A/B; CT3-CTC-405 A/B; CT3-CTC-407; CTE-CTC A/B/C; CT3-CTC-408; CT3-CTC-409.

2.4.2 Kleppen

Kleppen zijn zeer heterogene materialen die niet individueel gekarakteriseerd kunnen worden op industriële schaal. Er moet een pragmatische maar conservatieve aanpak worden gedefinieerd en aangenomen om een efficiënte karakterisering mogelijk te maken.

Dit soort metaalafval kan worden aangegeven met AO-code C7 ('niet gespecificeerde metaalstructuur') of M0 ('niet gespecificeerd metaal'). De aangifte en rechtvaardiging zijn beschrijvend en documentair van aard (technische fiche).

2.4.2.1 Wateroplosbare chloriden

a) Massa-aangifte

De kleppen van de primaire kring bevatten geen chloor omdat dit product strikt beperkt is door de technische specificaties van het primaire systeem (zie werkprocedure CHEM/02). Toch kunnen er sporen van chloor aanwezig zijn, maar deze worden verondersteld kleiner te zijn dan de onzekerheden (zie hierboven). Bijgevolg worden daarom massa's van 0 gram aangegeven.

b) Aangifte van onzekerheden

Er kunnen sporen van chloor aanwezig zijn, voornamelijk afkomstig van gedroogde chemische residu's van primaire systemen (zie ook werkprocedure CHEM/02 [13]). Op basis daarvan zal Electrabel het maximumresidu conservatief berekenen, rekening houdend met de maximaal toelaatbare concentratie in het primaire systeem. Deze waarde zal worden gebruikt om de onzekerheid aan te geven.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van massa en onzekerheden zal als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als 1) nul gram de aangegeven waarde is; 2) een onzekerheidsaangifte wordt gedaan; 3) het gebruik van de AO-codes M0 of C7 in de aangifte geldig is gemotiveerd.

2.4.2.2 Wateroplosbare sulfaten

a) Massa-aangifte

Kleppen bevatten geen in wateroplosbare sulfaten. De generieke waarde die moet worden aangegeven is 0 gram. In uitzonderlijke gevallen kunnen kleponderdelen echter sporen van sulfaat bevatten. Deze worden verondersteld kleiner te zijn dan de onzekerheden (zie hierboven). Massa's van 0 gram worden daarom aangegeven.

b) Aangifte van onzekerheden

De maximale hoeveelheid sulfaat zal door Electrabel worden geëvalueerd en gedocumenteerd (bijvoorbeeld door middel van argumenten op basis van de technische specificaties van representatieve kleppen). Deze waarde zal worden gebruikt om de onzekerheid aan te geven.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden zullen als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als 1) nul gram de aangegeven waarde is; 2) een onzekerheidsaangifte wordt gedaan; 3) het gebruik van de AO-codes M0 of C7 in de aangifte geldig is gemotiveerd.

2.4.2.3 Cellulose

a) Massa-aangifte

Kleppen bevatten geen cellulose. De aangifte zal 0 gram zijn. Er kan echter een beperkte, lokale aanwezigheid worden waargenomen. Dit punt is gedekt door de onzekerheden.

b) Aangifte van onzekerheden

In uitzonderlijke situaties mogen kleppen stickers of afdichtingen hebben die cellulose bevatten (dit moet bijvoorbeeld worden bevestigd op basis van de technische specificaties van representatieve kleppen). De maximale hoeveelheid cellulose zal door Electrabel worden geëvalueerd en gedocumenteerd (bijvoorbeeld door middel van argumenten op basis van de technische specificaties van representatieve kleppen). Deze waarde zal worden gebruikt om de onzekerheid aan te geven.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden zullen als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als 1) nul gram de aangegeven waarde is; 2) een onzekerheidsaangifte wordt gedaan; 3) het gebruik van de AO-codes M0 of C7 in de aangifte geldig is gemotiveerd.

2.4.2.4 Elektropositieve metalen

a) Massa-aangifte

Sommige kleppen kunnen een beperkt aantal aluminiumonderdelen bevatten (zoals afdichtingen). De massa die overeenkomt met deze onderdelen wordt conservatief aangegeven. Dit punt zal worden gemotiveerd door een gedocumenteerde argumentatie.

b) Aangifte van onzekerheden

De maximale hoeveelheid aluminium zal door Electrabel worden geëvalueerd en gedocumenteerd (bijvoorbeeld door middel van argumenten op basis van de technische specificaties van representatieve kleppen). Deze waarde zal worden gebruikt om de onzekerheid aan te geven.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden zullen als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als deze informatie wordt verstrekt door middel van een argumentatie op basis van de technische specificaties van de kleppen.

2.4.2.5 ASR – DEF

Niet van toepassing voor kleppen.

2.4.3 Betonpuin

Betonpuin is van diverse oorsprong:

- beton geproduceerd bij het verwijderen van grote onderdelen;
- beton geproduceerd bij de ontmanteling van lokalen in een gecontroleerde zone;
- betonafval geproduceerd bij de ontsmetting van gebouwen.

De mogelijk toepasbare karakteriseringsregels zijn opgenomen in de nota NIRAS 2023-0904. Deze moeten worden toegepast op al het betonafval voor de ASR/DEF-criteria. In bepaalde uitzonderlijke situaties, bijvoorbeeld voor een deel van het betonpuin waarover onvoldoende informatie beschikbaar is, is tratering en karakterisering voor elke afzonderlijke partij niet mogelijk op industriële schaal, waardoor de toepassing van de nota NIRAS 2023-0904 potentieel onmogelijk is.

In deze uitzonderlijke situaties kan Electrabel een statistische benadering voorstellen op basis van representatieve monsters van dit betonpuin. Deze aanpak zal ervoor zorgen dat monsters willekeurig worden geselecteerd (om statistische vertekening te vermijden – statistische vertekening kan bijvoorbeeld worden geïntroduceerd door bepaalde minder toegankelijke zones van het gebouw uit te sluiten of door radioactief beton uit te sluiten van de analyses).

Electrabel kan voor elke centrale een ASR/DEF-, chloor- en sulfaatkaart opstellen op basis van enkele tientallen monsters, waarvan het uiteindelijke aantal moet worden overeengekomen om een realistisch beeld te krijgen van de ASR/DEF-, chloor- en sulfaatrisico's voor al het betonafval van de centrale. Deze kaarten zullen deel uitmaken van het goedkeuringsdossier voor transfer.

2.4.3.1 ASR/DEF

Er zijn drie mogelijke gevallen:

- Geen enkel monster is gevoelig voor ASR/DEF → betonafval wordt a priori beschouwd als niet gevoelig voor ASR/DEF en wordt aangegeven overeenkomstig de criteria CT3-CTC-407A of HEC-CTC-408A (niet bewezen ASR).
- Een door Electrabel gerechtvaardigde opsplitsing tussen zones die gevoelig en niet gevoelig zijn voor ASR kan worden voorgesteld → Het afval kan door Electrabel worden gesorteerd en gedeeltelijk worden aangegeven onder de criteria CT3-CTC-407A of HEC-CTC-408A (niet bewezen ASR) en CT3-CTC-407B of HEC-CTC-408B (bewezen ASR).
- Er kan geen enkele statistische conclusie worden getrokken → puin zal worden aangegeven in het kader van criterium CT3-CTC-407C of HEC-CTC-408C (risico op ASR).

2.4.3.2 Chloor en sulfaat

a) Massa-aangifte

De chloor- en sulfaatmassa's in een statistisch representatief aantal monsters worden aangegeven op basis van metingen volgens de Belgische norm NBN-B15-250:1991 [9]. De aangegeven waarden zullen gebaseerd zijn op de gemiddelden van verschillende monsters ter uitvoering van deze norm.

b) Aangifte van onzekerheden

De aangifte van onzekerheden voor betonpuin zal gebaseerd zijn op de berekening van de standaardafwijking van de individuele massametingen van chloor en sulfaat van elk monster dat in de cartografie vermeld staat.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden zullen als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als deze informatie wordt verstrekt door middel van een argumentatie op basis van de resultaten van deze metingen.

2.4.3.3 Cellulose

a) Massa-aangifte

Bij de bouw van de centrales werd er geen cellulose vrijwillig aan het beton toegevoegd. De aangifte zal dan ook nul gram vertonen. Er zou echter een beperkte en lokale aanwezigheid kunnen worden waargenomen (bijvoorbeeld etiketten, organische verontreiniging). Deze worden door Electrabel verondersteld kleiner te zijn dan de onzekerheden (zie hieronder).

Gezien de grootte van het betonpuin zoals geproduceerd met klassieke industriële middelen (drilboor, insnijdingen enzovoort) kan de aanwezigheid van cellulose ook visueel worden uitgesloten.

b) Aangifte van onzekerheden

De eventuele aanwezigheid van cellulose zal worden geëvalueerd en gedocumenteerd door Electrabel, dat daarvan een maximumhoeveelheid zal berekenen. Deze maximumhoeveelheid zal worden beschouwd als een onzekerheid.

c) Geldigheidsvoorwaarde van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden worden als geldig beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als 1) nul gram de aangegeven waarde is; 2) in de onzekerheden rekening is gehouden met bepaalde potentiële residu's; 3) visuele controles door Electrabel de aanwezigheid van cellulose uitsluiten; 4) de aangifte geldig is gemotiveerd zoals gedefinieerd in de paragrafen a) en b).

2.4.4 Betonblokken afkomstig van de ontmanteling van de biologische afscherming

De toepasbare karakteriseringsregels zijn opgenomen in de nota NIRAS 2023-0904. Deze moeten worden toegepast op al het betonafval voor de ASR/DEF-criteria, voor zover ze toepasbaar zijn vanuit industrieel oogpunt (beschikbaarheid van specifieke informatie en traceerbaarheid).

Uitzonderlijk, in gevallen waarin de opsplitsing in 'structurelementen' zoals voorzien in de nota NIRAS 2023-0904 niet kan worden gerechtvaardigd (met name door een gebrek aan informatie), kan Electrabel een statistische benadering gebruiken zoals beschreven in deel 2.4.3. In dat geval kan Electrabel NIRAS een cartografie voorstellen met de locatie van de monsters die willekeurig zijn genomen, om de representativiteit te garanderen en de voorgestelde aanpak te rechtvaardigen.

2.5 TOEPASSINGSVOORBEELD VAN EEN UITLOGINGSTEST VOOR CTC– HOC – CTC437

2.5.1 Toepasselijke CTC's

HOC-CTC-307 beschrijft de inhoud van het Productiedocumentatiedossier Dit dossier verwijst in het bijzonder naar de methode die moet worden gebruikt om de uitlogingstest uit te voeren. Deze test is beschreven in HOC-CTC-437.

437 (L)

De producent moet een **uitlogingstest** uitvoeren zoals beschreven in de NIRAS technische fiches TFT-3 [37] en TFT-4 [38], om een indicatie te geven van de insluitingscapaciteit van het immobilisatieproduct. Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:

- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
- In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.

Electrabel mag een andere methode voor uitlogingstests voorstellen dan de methodes die in CTC- HOC - CTC437 vermeld zijn.

Een alternatieve methode voor uitlogingstests voor homogeen afval zou bijvoorbeeld gebaseerd kunnen zijn op het gebruik van de norm ANSI/ANS-16.1-2003 (R2017) [12].

2.6 REFERENTIES

- [1] NIRAS-nota 40097/-3497, Technische nota NTC-6: Meetmethoden en meetinstallaties voor de bepaling van de activiteit van geconditioneerd afval
 - [2] 10000303141/000/00, Note de methodologie CNT - sit. act.
 - [3] 10000735463/000/00 Afvalkarakterisatie - Amande-meetsysteem
 - [4] IAEA-TECDOC-1672, Modelling of Transport of Radioactive Substances in the Primary Circuit of Water Cooled Reactors
 - [5] NIRAS-nota 2020-0827, technische nota: 'TNT-2: codering van het NGA'
 - [6] Niet gebruikte referentie
 - [7] NIRAS-nota 2023-0839, Productie van bergingsconform niet-geconditioneerd afval op basis van de afvalomschrijvingen (AO-codes)
 - [8] NIRAS-nota 2023-0904, Guidance concernant l'insensibilité à la dégradation due à la réaction ASR et à la réaction DEF
 - [9] NBN-B15-250 :1991, Analyse chimique des mortiers et bétons durcis
 - [10] NIRAS-nota 1988-1185: 'TFT-3: Résistance à la lixiviation'
 - [11] NIRAS-nota 1998-1196: 'TFT-4: Expression et présentation des résultats des essais de lixiviation'
 - [12] ANSI/ANS-16.1-2003 (R2017)
 - [13] CHEM/02 'Chemische specificaties en analysefrequentie der primaire kringen en hulpkringen Doel 4' (= voorbeeld ZST.10000734283.000.00 voor Doel 4)
 - [14] NIRAS-nota 2023-1185: Technische nota TNT6.1A: Standaardinhoud van een erkenningsdossier voor methoden en voorzieningen op basis van een analyse van niet-geconditioneerd radioactief afval door gammaspectrometrie
-

Gezien om gevoegd te worden bij Ons besluit van [DATUM] inzake de indeling van het radioactief afval en de verbruikte kernbrandstof, de meeteenheden en de wijze van verbruik van de volumekredieten, en de contractuele overdrachtscriteria.

Van Koningswege,

De Minister van Energie

Tinne Van der Straeten

Contractual Transfer Criteria – HOC-B

Datum: 20 juni 2023

Korte inhoud

Dit document bevat de Contractual Transfer Criteria (i.e. contractuele overdrachtscriteria) voor homogeen afval geconditioneerd in een cementmatrix.

Dit document is van toepassing op afval van het type OF (toekomstig afval) en P (POP-afval), dat niet voldoet aan de contractuele overdrachtscriteria met betrekking tot de radiologische eigenschappen van het afval.

De contractuele overdrachtscriteria zijn voornamelijk gebaseerd op de documenten: 'Transfercontract HOC' en de contractuele overdrachtscriteria voor het afvalfamilies 'DSZ-KCD-CSD' en 'DSZ-CNT-CSD'.

Bijlage 8 geeft voorbeelden van de principes voor de karakterisering van bepaald Electrabel-afval, die industrieel toepasbaar zijn met het oog op de overdracht.

1	INLEIDENDE BEPALINGEN	4
1.1	OMSCHRIJVING VAN HET RADIOACTIEVE AFVAL	4
1.1.1	Algemene omschrijving	4
1.1.2	Toepasselijke configuraties van het collo GA	4
1.2	INSTRUCTIES VOOR DE GEBRUIKER VAN DIT DOCUMENT	4
1.2.1	Codering van de overdrachtscriteria	4
1.2.2	Verantwoording van de overdrachtscriteria	5
1.2.3	Referentiedocumenten	5
1.2.4	Terminologie	5
2	GOEDKEURING VOOR TRANSFER	6
3	DOCUMENTATIE VAN HET RADIOACTIEVE AFVAL	6
3.1	C-FORMULIER	6
3.2	HET PRODUCTIEDOCUMENTATIEDOSSIER (PDD)	8
4	FYSISCHE EN CHEMISCHE AFVALKENMERKEN	11
4.1	DE AFVALVORM	11
4.1.1	Fysieke verschijningsvorm	11
4.1.2	Fysische en chemische stabiliteit	11
4.1.3	Chloriden	11
4.1.4	Biologisch afbreekbare stoffen	11
4.1.5	Gevaarlijke stoffen	11
4.2	HET RUWE EN/OF VERWERKTE AFVAL	12
4.2.1	Processen die kunnen leiden tot expansie van het geconditioneerde afval	12
4.2.2	Sulfaten	12
4.2.3	Elektropositieve metalen	12
4.2.4	Chemische samenstelling en eigenschappen	12
4.3	DE IMMOBILISATIEMATRIX	12
4.3.1	Grondstoffen voor de immobilisatiematrix	12
4.4	HET IMMOBILISATIEPRODUCT	14
4.4.1	Overdraagbaarheid en opschaalbaarheid	14
4.4.2	Het verse immobilisatieproduct	14
4.4.3	Het verharde immobilisatieproduct	15
4.5	TOEGEVOEGDE ONDERDELEN	19
4.5.1	Radiologische afscherming	19
4.5.2	Betonstop	21
5	RADIOLOGISCHE AFVALKENMERKEN	23
5.1	MAXIMALE ACTIVITEITSCONCENTRATIES	23
5.2	KRIKALITEIT	23
6	PRIMAIRE VERPAKKING EN COLLO	24
6.1	DE PRIMAIRE VERPAKKING	24
6.2	HET PRIMAIRE COLLO	25
6.2.1	Fysische en chemische criteria voor het primaire collo	25
6.2.2	Operationele radiologische veiligheid	25
6.2.3	Opschriften en pictogrammen	25
7	BIOLOGISCHE ZIEKTEVERWEKKERS	26
8	ADMINISTRATIEVE BEPALINGEN	28
8.1	NON-CONFORMITEITEN	28
8.2	AFWIJKINGEN	28
9	REFERENTIES	28
BIJLAGE 1	VERANTWOORDING VAN DE OVERDRACHTSCriteria	32
BIJLAGE 2	REFERENTIEBEHEERTRAJECT	47

BIJLAGE 3	TOEPASSELIJKE CONFIGURATIES VAN HET COLLO GA	48
BIJLAGE 4	OVERZICHT VAN DE GEVAARZINNEN VAN DE UITGESLOTEN GEVAARLIJKE STOFFEN EN	
MENGSELS	51	
BIJLAGE 5	HET C-FORMULIER: VOORBLAD EN BIJLAGE	53
BIJLAGE 6	LIJST MET ELEKTROPOSITIEVE METALEN	57
BIJLAGE 7	LIJST MET AFKORTINGEN	58

1 INLEIDENDE BEPALINGEN

1.1 Omschrijving van het radioactieve afval

1.1.1 Algemene omschrijving

Deze contractuele overdrachtscriteria hebben betrekking op homogeen afval geconditioneerd in een cementmatrix (HOC). Het gaat om de OF- en P-producties.

Het referentiebeheertraject van het radioactieve afval waarop deze contractuele overdrachtscriteria betrekking hebben, wordt beschreven in Bijlage 2.

Verder beperkt het toepassingsdomein van dit document zich tot het geconditioneerde afval (GA) met de configuraties die hieronder (zie § 1.1.2) zijn beschreven.

1.1.2 Toepasselijke configuraties van het collo GA

De configuraties waarop dit document van toepassing is, zijn bepaald aan de hand van de illustraties in Bijlage 3.

Samengevat is dit document van toepassing op de volgende configuraties van het collo GA:

1. gecementeerd zeer fijn bulkafval zoals: assen, shaverstof¹, concentraten, harsen of slib;
2. gecementeerd zeer fijn bulkafval zoals: assen, shaverstof, concentraten, harsen of slib met interne afscherming;
3. gecementeerd zeer fijn bulkafval zoals: assen, shaverstof, concentraten, harsen of slib met betonstop.

1.2 Instructies voor de gebruiker van dit document

1.2.1 Codering van de contractuele overdrachtscriteria

De contractuele overdrachtscriteria bevinden zich in de Hoofdstukken 2 tot en met 7.

Een contractueel **overdrachts criterium** is herkenbaar aan een tussen haakjes geplaatste lettercode in de linkermarge van de pagina. Deze lettercode wordt voorafgegaan door een nummer, waarmee het betrokken contractueel overdrachts criterium geïdentificeerd kan worden.

De **lettercodes** hebben de volgende betekenis:

- lettercode O geeft een operationeel criterium aan. Een dergelijk criterium betreft de veiligheid van het beheer van het radioactieve afval tijdens de exploitatie van een installatie uit het referentiebeheertraject. In dit document is dat in eerste instantie opslaggebouw 151 of 127;
- lettercode L geeft een langetermijncriterium aan. Een dergelijk criterium betreft de passieve veiligheid na de sluiting van de referentie-eindbestemming van het radioactieve afval.
 - Lettercode Lc geeft een kritisch criterium aan. Een dergelijk criterium is een langetermijncriterium waarvan NIRAS aanneemt dat het zal evolueren.

¹ Hiermee wordt bedoeld: betonstof afkomstig van ontmantelingsactiviteiten.

Het **symbol**  in de linkermarge van de pagina verduidelijkt de context van bepaalde contractuele overdrachtscriteria. Deze informatie is toegevoegd om de correcte interpretatie van de contractuele overdrachtscriteria te bevorderen, maar is zelf geen contractueel overdrachts criterium.

1.2.2 Verantwoording van de contractuele overdrachtscriteria

De verantwoordingen van de contractuele overdrachtscriteria zijn verzameld in Bijlage 1 van dit document. De nummers van de verantwoordingen zijn dezelfde als die van de contractuele overdrachtscriteria.

Een verantwoording verklaart de bestaansreden van het contractueel overdrachts criterium en geeft de manier aan waarop eventuele limietwaarden zijn afgeleid. Een verantwoording kan ook extra informatie en verduidelijkingen geven. Het uiteindelijke doel van de verantwoordingen is het bevorderen van de correcte interpretatie van de contractuele overdrachtscriteria. Een verantwoording is van informatieve aard en maakt geen deel uit van het criterium.

1.2.3 Referentiedocumenten

De lijst met referentiedocumenten bevindt zich in Hoofdstuk 9 van dit document. In deze lijst zijn technische nota's als dusdanig geïdentificeerd. Ook koninklijke besluiten en wetten (Belgische federale wetgeving), alsook verordeningen (Europese wetgeving) zijn er als dusdanig in geïdentificeerd.

Van al de referentiedocumenten vermeld in hoofdstuk 9 moet de versie gebruikt worden die van kracht was, of die toegelaten was, op datum van de ondertekening van de transactiedocumenten. Dit geldt evenzeer voor de in deze lijst is vermelde wetgeving.

Van alle technische nota's wordt de van kracht zijnde versie gegeven de Overzichtslijst van Goedgekeurde Documenten (OGD)[5]. Voor alle vermelde normen is de meest recente versie beperkt tot de datum van ondertekening van de transactiedocumenten.

1.2.4 Terminologie

De terminologie die in de documenten met betrekking tot de contractuele overdrachtscriteria wordt gebruikt, wordt verklaard in de technische nota GLOSS [6].

In deze contractuele overdrachtscriteria:

- heeft 'het radioactieve afval' betrekking op de partij radioactief afval ('lot') die wordt getoetst aan de onderstaande overdrachtscriteria.
- wordt er met de termen 'primair collo' en 'collo GA' hetzelfde bedoeld, namelijk het eindproduct dat verkregen wordt na het immobiliseren en conditioneren van het radioactieve afval.
- wordt er in hoofdstuk 4 met 'cementpasta' een mengeling van cement en aanmaakwater bedoeld, zonder dat er granulaten worden aan toegevoegd.
- wordt er in hoofdstuk 4 met het 'immobilisatieproduct' de combinatie van het ruwe en/of verwerkte afval en de immobilisatiematrix bedoeld. Eventuele radiologische afscherming of betonstop en de lege ruimtes behoren hier dus niet bij.
- wordt er met de 'afvalvorm' het primair collo bedoeld zonder zijn primaire verpakking.

Een overzicht van de in dit document gebruikte afkortingen wordt gegeven in Bijlage 7.

2 GOEDKEURING VOOR TRANSFER

- 201 (L,O) De **verwerking en conditionering** van elk primair collo moet het eindproduct zijn van een **procedé** met bijbehorende **installatie** dat voor overdracht goedgekeurd is door NIRAS. Daartoe moet de producent een goedkeuringsdossier voor overdracht opstellen volgens de voorschriften van de technische nota NTC-4 [7]. Hierin moet gedocumenteerd zijn hoe bij de appreciatie van meetwaarden ten opzichte van limietwaarden in de contractuele overdrachtscriteria, de onzekerheden in rekening worden gebracht. Numerieke limietwaarden in de contractuele overdrachtscriteria zijn telkens uitgedrukt met het aantal significante cijfers dat in overeenstemming is met de vereiste nauwkeurigheid van de te meten grootheid.
- 202 (L,O) De **radiologische karakterisering** van elk primair collo moet gebaseerd zijn op een meetinstallatie en/of methode die voor overdracht goedgekeurd is door NIRAS. Daartoe moet de producent een goedkeuringsdossier voor overdracht opstellen volgens de voorschriften van de technische nota NTC-6 [8]. Hierin moet gedocumenteerd zijn hoe bij de appreciatie van meetwaarden ten opzichte van limietwaarden in de contractuele overdrachtscriteria, de onzekerheden in rekening worden gebracht. Numerieke limietwaarden in de contractuele overdrachtscriteria zijn telkens uitgedrukt met het aantal significante cijfers dat in overeenstemming is met de vereiste nauwkeurigheid van de te meten grootheid.
- 203 (L,O) De **kwantitatieve radiologische gegevens** moeten gemeten zijn met een door NIRAS voor overdracht goedgekeurde methode. Daartoe moet de producent een goedkeuringsdossier voor overdracht opstellen volgens de voorschriften van de technische nota NTC-6/A [9], NTC-6/B [10] of NTC-6/C [11]. Het goedkeuringsdossier voor overdracht moet melding maken van de toegepaste normen.
- 204 (L,O) De **primaire verpakking**, gebruikt door de producent om er het ruwe en/of verwerkte afval in te verpakken, moet voor overdracht goedgekeurd zijn door NIRAS. Daartoe moet de producent een goedkeuringsdossier voor overdracht opstellen volgens de voorschriften van de technische nota NTC-9 [12].

3 DOCUMENTATIE VAN HET RADIOACTIEVE AFVAL

-  Dit hoofdstuk bevat een opsomming van de gegevens over de primaire colli en de inhoud ervan. Ze moet gedocumenteerd zijn om het radioactieve afval te kunnen overdragen. Er wordt van uitgegaan dat al deze gegevens zich bevinden in het productiedocumentatiedossier (PDD) en op het C-formulier (voorblad en bijlage, zie Bijlage 5).

3.1 C-Formulier

- 301 (L,O) De volgende **algemene gegevens** over de partij moeten vermeld zijn op het voorblad van het C-formulier:
- nummer van het C-formulier
 - datum waarop het formulier is opgesteld
 - aantal bijlagen bij het C-formulier
 - contactgegevens van de producent
 - ophalingsplaats
 - conditioneringsvariant (volgens NTC-3 [13])
 - referentie van de overeenkomstige campagne
 - lijst met de op te halen primaire colli
 - opmerkingen

- handtekening en naam van een erkend deskundige van de dienst voor fysieke controle van de producent, om de radiologische kenmerken van de primaire colli te certificeren

302 (L,O) De volgende **fysische en chemische gegevens** van elk collo GA moeten beschikbaar zijn in de bijlage bij het C-formulier (identificatiefiche):

- collonummer
- nummer van het bijbehorende C-formulier en de bijbehorende campagne
- productiedatum van het collo GA (datum van de immobilisatie van het collo GA)
- referentie van het lot van de primaire verpakking
- conditioneerder
- massa van het collo GA
- afvalomschrijving (volgens NTC-3 [13]).
- type gebruikte primaire verpakking, gebruikte sluiting, gebruikte interne afscherming en gebruikte immobilisatiematrix (volgens NTC-3 [13])
- indien het collo GA een gevaarlijke stof of mengsel bevat (wat wil zeggen dat er een H-zin of EUH-zin op van toepassing is, op basis van de massa van de afvalvorm² en rekening houdend met de criteria en limietwaarden voor gevaarlijke stoffen in de CLP-Verordening [14] en in de technische richtsnoeren voor de indeling van afvalstoffen [15]), per veroorzakende gevaarlijke stof:
 - naam van de veroorzakende gevaarlijke stof
 - toepasselijke H-zinnen (inclusief EUH-zinnen)
- referentie van het goedkeuringsdossier 'Procedé', met versienummer
- referentie van het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking', met versienummer

303 (L,O) De bijlage bij het C-formulier moet de activiteiten bevatten van de **radionucliden** die aanwezig zijn in het radiologisch spectrum van elk collo GA en die vermeld zijn in Tabel 1.

 Alles onder de 1 Bq mag als nul aanschouwd worden en mag als nul gedeclareerd worden op de bijlage bij het C-formulier. Deze waarde wordt opgelegd, om te vermijden dat mogelijk fictieve zeer lage activiteiten worden opgegeven die uitsluitend het resultaat zijn van berekeningen.

Tabel 1: Standaardlijst van verplicht op te geven radionucliden

H-3	Ni-63	Ag-108m	Cs-137	Th-229	Pu-238	Cm-243
C-14	Se-79	Ag-110m	Ce-144	Th-230	Pu-239	Cm-244
S-35	Kr-85	Sn-121m	Pm-147	Th-232	Pu-240	Cm-245
Cl-36	Sr-90	I-125	Sm-151	Pa-231	Pu-241	Cm-246
Ar-39	Mo-93	I-129	Eu-152	U-233	Pu-242	Cm-247
Ca-41	Zr-93	I-131	Eu-154	U-234	Pu-244	Cm-248
Mn-54	Nb-94	Sb-125	Eu-155	U-235	Am-241	
Co-58	Tc-99	Sn-126	Ho-166m	U-236	Am-242m	
Co-60	Ru-106	Cs-134	Hf-178n	U-238	Am-243	
Ni-59	Pd-107	Cs-135	Ra-226	Np-237	Cm-242	

² De massa van de afvalvorm is gelijk aan de massa van het collo verminderd met de massa van zijn primaire verpakking.

 Opmerkingen:

- Voor de radionucliden die op korte termijn ($T_{1/2} < 30$ dagen) in seculair evenwicht verkeren met hun moedernuclide (Cs-137/Ba-137m, Sr-90/Y-90, Ru-106/Rh-106 en Ce-144/Pr-144), wordt enkel de activiteit van de moedernuclide vermeld.
- Natuurlijk thorium wordt verondersteld in seculair evenwicht te zijn met zijn dochters. Het volstaat dus om enkel de moedernuclide Th-232 op te geven.

304 (L,O) De volgende **radiologische gegevens** moeten voor de aanwezige radionucliden van criterium **303** voor elk primair collo vermeld zijn in de bijlage bij het C-formulier:

- datum van bepaling van de aanwezige activiteit
- totale alfa-activiteit
- totale bèta/gamma-activiteit
- maximaal dosistempo bij contact en op 1 m van het primair collo, met de datum van de metingen (zie ook **610**)
- bevestiging (ja/nee) dat de gemeten afneembare oppervlaktebesmetting onder de limietwaarde ligt (zie ook **611**) met de datum van de meting
- de massa's van de splijtstoffen U-235, Pu-239 en Pu-241
- bevestiging (ja/nee) dat het radioactieve afval hoogverrijkt (≥ 20 %) uranium bevat (met inachtneming van een drempelwaarde van 1 mg)
- gebruikte methodologie voor de radiologische karakterisering
- referentie van het goedkeuringsdossier 'Radiologisch' voor het bepalen van de aanwezige activiteit met versienummer
- eventuele referentie van het goedkeuringsdossier 'Meetinstallatie' met versienummer

305 (L,O) De bijlage bij het C-formulier van elk collo GA moet de bevestiging bevatten dat het radioactieve afval niet besmet of mogelijk besmet is met **biologische ziekteverwekkers**. Zie Hoofdstuk 7 voor de precieze omschrijving van 'biologische ziekteverwekkers'.

3.2 Het productiedocumentatiedossier (PDD)

306 (L,O) De producent moet het geconditioneerde radioactieve afval verder documenteren door middel van een **productiedocumentatiedossier** (PDD). Het originele PDD wordt bijgehouden en gearchiveerd door de producent gedurende een periode die overeengekomen wordt met NIRAS. Tevens moet een kopie naar NIRAS gestuurd worden.

307 (L,O) **Per campagne** moet een PDD opgesteld worden, waarvan de exacte inhoud afhankelijk is van het conditioneringsprocedé en de conditioneringsvariant. In het PDD moeten **minimaal** volgende gegevens gedocumenteerd worden:

- Algemene informatie over de campagne:
 - aantal aangemaakte colli
 - conditioneringsperiode
 - gebruikte immobilisatiematrix (volgens NTC-3 [13])
 - conditioneringsprocedé en conditioneringsvariant
 - referentie van: de goedkeuring 'Procedé', de goedkeuring 'Radiologisch', de goedkeuring 'Meetinstallatie' (indien van toepassing) en de goedkeuring 'Primaire verpakking' met versienummers
- Verpakkingen: keuringsrapporten voor de gebruikte primaire verpakkingen.

- Verslagen en rapporten over de productiecontroles door de producent die de kwaliteit van het eindproduct en de conformiteit met dit document aantonen. Deze verslagen en rapporten hebben minstens betrekking op de volgende controles:
 - controles bij de ontvangst van de primaire verpakkingen
 - controles bij de cementering
 - controles bij de sluiting
- Immobilisatiematrix en immobilisatieproduct:
 - grondstoffen van de immobilisatiematrix:
 - herkomst van de gebruikte grondstoffen
 - analyse- en/of kwaliteitscertificaten van de grondstoffen die aantonen dat ze voldoen aan de criteria beschreven in 412, 413, 415, 417 en 419 van dit document
 - nominale chemische samenstelling van het ruwe en/of verwerkte afval, zoals beschreven in criterium 411.
 - Indien het ruwe en/of verwerkte afval harsen zijn: de merknamen van de harsen (indien beschikbaar).
 - nominale samenstelling van het immobilisatieproduct zoals beschreven in criterium 424.
 - samenstelling van het immobilisatieproduct per collo.
 - resultaten van de volgende testen op representatieve stalen, waarvan de frequentie in het goedkeuringsdossier wordt bepaald:
 - druksterkte (zie ook 432)
 - buigsterkte (zie ook 433)
 - bestandheid tegen water (zie ook 434)
 - bestandheid tegen koude (zie ook 436)
 - uitlogingtest (zie ook 437)
 - duurzaamheid (zie ook 438)
 - robuustheid (zie ook 439)
- Radiologische afscherming:
 - indien de fabrikant van de radiologische afscherming over een BENOR-keurmerk of een gelijkwaardig keurmerk³ beschikt:
 - resultaten van de test 'bestandheid tegen water' (zie ook 434) van representatieve stalen, waarvan de frequentie in het goedkeuringsdossier wordt bepaald:
 - BENOR-certificaat van de fabrikant van de afscherming
 - zo niet, moeten de gegevens van de uit te voeren testen (zie criterium 442) worden opgegeven, waarbij 'immobilisatiematrix' en 'immobilisatieproduct' vervangen wordt door 'radiologische afscherming'.
- Betonstop:
 - gegevens van de uit te voeren testen (zie criterium 446), waarbij 'immobilisatiematrix' en 'immobilisatieproduct' vervangen wordt door 'betonstop'.
- Herkomst en omschrijving van het ruwe en/of verwerkte afval (volgens NTC-3 [13]).
- Het type en de chemische samenstelling van de chemicaliën gebruikt bij een eventuele voorbehandeling van het ruwe en/of verwerkte afval.

³ Met een aan BENOR gelijkwaardig keurmerk wordt bedoeld: een equivalent (of beter) keurmerk van een ander land zoals AFNOR van Frankrijk of KOMO (KIWA) van Nederland. De gelijkwaardigheid wordt nagegaan via het goedkeuringstraject.

- Documenten met de radiologische resultaten (de activiteiten van de radionucliden, zoals gevraagd in criterium 303) van metingen die op het eindproduct en/of halfproduct zijn uitgevoerd.
- Referentie van het C-formulier inclusief bijlagen, wanneer het C-formulier eerder werd ontvangen door NIRAS, of een exemplaar ingevuld volgens de criteria 301 tot en met 305, indien NIRAS het nog niet eerder ontvangen heeft.
- Volgende fysische en chemische gegevens per collo:
 - bevestiging (ja/nee) dat er naast cellulosehoudende stoffen nog biologisch afbreekbare stoffen aanwezig zijn (zie 405)
 - totale massa van de aanwezige cellulosehoudende stoffen (zie 406)
 - massa aan minerale chloride-ionen in de afvalvorm (zie 404)
 - massa van de aanwezige wateroplosbare sulfaationen SO_4^{2-} in de afvalvorm (alle anorganische sulfaten met uitzondering van bariumsulfaat, zie 409):
 - van elk aanwezig complex- of chelaatvormend agens:
 - naam van het agens
 - massa
 - Van elk aanwezig elektropositief metaal (zie exhaustieve lijst in 0 en zie 410):
 - naam van het metaal
 - massa
 - Van elk aanwezig organisch of anorganisch absorbeermiddel (met inbegrip van silicagel en vermiculiet):
 - naam van het absorbeermiddel
 - massa
- Documenten over incidentmeldingen.



De colli kunnen als volgt onderverdeeld worden in campagnes:

- Colli geconditioneerd volgens een bepaald conditioneringsprocedé worden in eenzelfde campagne samengebracht.
- Colli geconditioneerd in éénzelfde productieperiode worden in één campagne samengebracht. Bij een continue productie mag een campagne de colli van een productieperiode van maximaal zes maanden omvatten.
- Eventueel op basis van andere voorwaarden, na overleg met NIRAS (zoals type afval volgens NTC-3 [13]).

4 FYSISCH EN CHEMISCH AFVALKENMERKEN

4.1 De afvalvorm

4.1.1 Fysieke verschijningsvorm

- 401 (L,O) De afvalvorm moet een **vast, compact en niet-verspreidbaar geheel** vormen dat fysisch en chemisch **stabiel** is in de omstandigheden die verwacht worden tijdens het transport en de opslag.

4.1.2 Fysische en chemische stabiliteit

- 402 (L,O) Mogelijke gasontwikkeling ten gevolge van corrosie, radiolyse en/of ontbinding van organische stoffen mag geen afbreuk doen aan **de integriteit van de afvalvorm** en mag niet tot onaanvaardbare vervorming van de primaire verpakking leiden. De evolutie van de gasontwikkeling in de afvalvorm moet dan ook in het goedkeuringsdossier gedocumenteerd worden.
- 403 (L,O) De **temperatuur** mag op geen enkel punt van de afvalvorm groter dan of gelijk aan 100 °C geweest zijn.

4.1.3 Chloriden

- 404 (Lc) In geen enkel primair collo mag de hoeveelheid minerale **chloride-ionen** in de afvalvorm groter zijn dan 0,4 m% van de bindmiddelmassa in de afvalvorm. Alle anorganische chloriden moeten hierbij in rekening gebracht worden. Alle organische chloriden worden als niet in water oplosbaar beschouwd. Hiervoor geldt het criterium dus niet.

4.1.4 Biologisch afbreekbare stoffen

- 405 (L,O) **Biologisch afbreekbare stoffen**, met uitzondering van cellulosehoudende stoffen, mogen niet in de afvalvorm aanwezig zijn.

 Organische absorbeermiddelen (zie ook verantwoording 307) worden niet beschouwd als 'biologisch afbreekbare stoffen' en zijn bijgevolg niet expliciet verboden in de afvalvorm. NIRAS raadt echter aan om deze stoffen zoveel mogelijk te beperken voor de oppervlakteberging. Er wordt best voor anorganische alternatieven gekozen.

- 406 (Lc) In geen enkel primair collo mag de totale massa aan **cellulosehoudende stoffen** in de afvalvorm groter zijn dan 0,1 kg.

4.1.5 Gevaarlijke stoffen

- 407 (L,O) De afvalvorm mag geen gevaarlijke **stoffen of mengsels** bevatten die door de CLP-Verordening [14] worden ingedeeld bij de **fysische gevaren** én:
- ofwel volgens Bijlage I ervan worden aangeduid door een specifieke H-zin;
 - ofwel volgens Bijlage II ervan worden aangeduid door een specifieke EUH-zin met betrekking tot **materiële eigenschappen**.

 Bijlage 4 bevat een overzicht van de gevaarzinnen van de stoffen en mengsels die uitgesloten zijn door dit criterium, op basis van de CLP-Verordening die van kracht is op het moment waarop dit document goedgekeurd werd. Deze bijlage is daarom louter illustratief en bedoeld als hulpmiddel voor de gebruiker van dit document.

4.2 Het ruwe en/of verwerkte afval

-  Tabel 15-3 van § 15.4.2.7 van het veiligheidsrapport voor de oppervlaktebergingsinrichting weergeeft een minimumlijst van stoffen die uitgesloten worden als ze in zulke hoeveelheden aanwezig zijn dat ze interageren met de hydratatiereactie tijdens het uitharden van de mortel en kunnen leiden tot een onaanvaardbare daling van de kwaliteit van de mortel wat betreft de chemische retentie ervan of de beperking van de waterdoorstroming. Deze stoffen zijn echter al behandeld in verschillende contractuele overdrachtscriteria in dit document (biologisch afbreekbare stoffen (zie 405), gevaarlijke stoffen of mengsels (zie 407) ...), zodat bijgevolg tabel 15-3 in § 15.4.2.7 van het veiligheidsrapport voor de oppervlaktebergingsinrichting louter illustratief is.

4.2.1 Processen die kunnen leiden tot expansie van het geconditioneerde afval

- 408 (Lc,O) Betonpuin of mortelpuin (zoals shaverstof) in het ruwe en/of verwerkte afval moet **ongevoelig zijn voor ASR⁴ en DEF⁵**. Deze ongevoeligheid moet in het goedkeuringsdossier aangetoond zijn op basis van de gekende eigenschappen van het beton⁶ of de mortel. Indien dit niet mogelijk is, moet de ongevoeligheid worden aangetoond op representatieve proefstukken en aan de hand van geschikte testmethodes (bijvoorbeeld de methode beschreven in [16]).

4.2.2 Sulfaten

- 409 (Lc) In geen enkel primair collo mag de massa aan sulfaationen (SO_4^{-2}) in **wateroplosbare sulfaten** afkomstig van het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval groter zijn dan 12 g per kilogram van de afvalvorm.
Alle anorganische sulfaten, met uitzondering van bariumsulfaat ($BaSO_4$), worden beschouwd als wateroplosbare sulfaten. Alle organische sulfaten worden beschouwd als niet in water oplosbaar. Hiervoor geldt het criterium dus niet.

4.2.3 Elektropositieve metalen

- 410(L) **Elektropositieve metalen** (zie 0) mogen niet in het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval aanwezig zijn, tenzij de producent in zijn goedkeuringsdossier kan aantonen dat de corrosiekinetiek traag genoeg is om de binding en uitharding van het immobilisatieproduct niet te verstoren.

4.2.4 Chemische samenstelling en eigenschappen

- 411 (L,O) De **nominale chemische samenstelling** en **eigenschappen** van het ruwe en/of verwerkte afval en de bijhorende maximale variaties moeten vastgelegd zijn in het goedkeuringsdossier.

4.3 De immobilisatiematrix

4.3.1 Grondstoffen voor de immobilisatiematrix

-  De hieronder beschreven contractuele overdrachtscriteria zijn specifiek voor de bestanddelen die bij de productie van de immobilisatiematrix worden gebruikt en moeten niet noodzakelijk allemaal voorkomen in de samenstelling van de immobilisatiematrix. De bestanddelen van de immobilisatiematrix behoren uitsluitend tot de volgende vijf

⁴ Alkali-silica reactie

⁵ Delayed ettringite formation.

⁶ Bij een maximale nominale grootste korrelafmeting van het granulaat (D_{max}) groter dan 4 mm wordt de term 'beton' gebruikt. Bij een D_{max} kleiner dan of gelijk aan 4 mm wordt de term 'mortel' gebruikt.

categorieën: bindmiddel, granulaat, water, hulpstof of toevoegstof. Ze zijn gedefinieerd in de hieronder vermelde normen.

Ter herinnering: een hulpstof is een product dat bij het aanmaken van beton of mortel wordt toegevoegd in kleine hoeveelheden in verhouding tot de bindmiddelmassa om de eigenschappen van het beton of de mortel in verse en/of uitgeharde toestand aan te passen.

Een toevoegstof is een fijn verdeeld materiaal dat in beton of mortel wordt gebruikt om specifieke eigenschappen te verbeteren of om er bijzondere eigenschappen aan te verlenen. De norm NBN EN 206: 2013+A1: 2016 [17] verklaart het verschil tussen nagenoeg inerte toevoegstoffen (type I) en puzzolaan- of latent hydraulische toevoegstoffen (type II). De verschillende toegelaten toevoegstoffen zijn beschreven in de hieronder vermelde normen. De kwaliteitscontrole en kwaliteitsborging van de grondstoffen worden beschreven in het goedkeuringsdossier (zie criterium 423).

- 412 (L,O) Het **bindmiddel** dat gebruikt wordt voor de immobilisatiematrix moet:
- Ofwel een klassiek bindmiddel zijn en dus voldoen aan de eisen van NBN EN 197-1 [18].
 - Ofwel het alternatief hydraulische bindmiddel 'alkali-geactiveerde slakken' zijn.
- 413 (L,O) De **granulaten** die gebruikt worden voor de immobilisatiematrix moeten voldoen aan de eisen van NBN EN 12620 [19] of NBN EN 13139 [20].
- 414 (L,O) De granulaten die gebruikt worden voor de immobilisatiematrix moeten ongevoelig zijn voor **ASR**. ASR moet worden uitgesloten voor alle granulaten volgens de methode beschreven in ASTM C1260 (2014). Als het resultaat van deze test onbeslist is, moeten de granulaten beproefd worden volgens de methode beschreven in ASTM C1293 (2015).
- 415 (L,O) Het **aanmaakwater** dat gebruikt wordt voor de immobilisatiematrix moet voldoen aan de eisen van NBN EN 1008 [21].
- 416 (L) **Organische hulpstoffen** zijn niet toegelaten, met uitzondering van superplastificeerders op basis van (in volgorde van voorkeur):
- naftaleensulfonaat
 - polycarboxylaat
 - melaminesulfonaat
- De producent moet in het goedkeuringsdossier de eventuele keuze van een van bovenstaande organische hulpstoffen beargumenteren.
- 417 (L,O) De **hulpstoffen** die gebruikt worden voor de immobilisatiematrix moeten voldoen aan de eisen van NBN EN 934-1 [22], NBN EN 934-2 [23], NBN EN 934-3 [24], NBN EN 934-4 [25], NBN EN 934-5 [26] of NBN EN 934-6 [27].
- 418 (L) De **toevoegstoffen** moeten **anorganisch** zijn.
- 419 (L,O) De **toevoegstoffen** die aan het mengsel worden toegevoegd tijdens de productie van de colli GA moeten voldoen aan NBN EN 197-1 [18] en aan de eisen van de hieronder vermelde norm voor dat type toevoegstof:
- Hoogovenslak (S) moet voldoen aan NBN EN 15167-1 [28].
 - Silica fume (D) moet voldoen aan NBN EN 13263-1 [29].
 - Siliciumhoudende (V) of calciumhoudende (W) vliegashoudende moet voldoen aan NBN EN 450-1 [30].
 - Kalksteenmeel (L of LL) moet voldoen aan de definitie in NBN EN 12620 [19].
-  Dit criterium heeft geen betrekking op cement conform NBN EN 197-1 dat reeds toevoegstoffen bevat.

- 420 (L,O) Het **kalksteenmeel (L of LL)** (zie criterium 419) moet ongevoelig zijn voor ASR. De producent moet dit aantonen:
- ofwel door het moedergesteente van het kalksteenmeel te testen volgens de methode beschreven in ASTM C1260 (2014);
 - ofwel door de immobilisatiematrix te testen volgens de methode beschreven in ASTM C1293 (2015).

4.4 Het immobilisatieproduct

4.4.1 Overdraagbaarheid en opschaalbaarheid

- 421 (L,O) De testresultaten van de proeven op het inactieve immobilisatieproduct (de surrogaatsamenstelling) moeten **overdraagbaar** zijn naar het actieve immobilisatieproduct. Door middel van een testprogramma moet de producent de representativiteit aantonen van de gebruikte surrogaatsamenstelling bij de testen in de criteria 431 tot en met 439. De methodologie en evaluatiemethode van dit testprogramma moeten beschreven staan in het goedkeuringsdossier.
- 422 (L,O) De testresultaten van de laboratoriumproeven op kleine schaal moeten **opschaalbaar** zijn naar het immobilisatieproduct op reële schaal. Door middel van een testprogramma moet de producent de opschaalbaarheid aantonen van de gebruikte proefstukken bij de testen in de criteria 430 tot en met 439. De methodologie en evaluatiemethode van dit testprogramma moeten beschreven staan in het goedkeuringsdossier.

4.3.2 Het verse immobilisatieproduct

-  De hieronder beschreven contractuele overdrachtscriteria hebben betrekking op de samenstelling van het immobilisatieproduct, de eigenschappen van het verse materiaal en het gebruik ervan. De naleving van deze contractuele overdrachtscriteria garandeert een efficiënte, gecontroleerde en reproduceerbare solidificatie van het radioactieve afval.

- 423 (L,O) De samenstelling (zie criterium 424 en 425) en de eigenschappen van het immobilisatieproduct moeten worden gewaarborgd door het **kwaliteitssysteem van het verwerkings- en conditioneringsprocedé** (zie criterium 201). Dit kwaliteitssysteem moet in het goedkeuringsdossier beschreven worden en moet:
- alle stappen in het procedé omschrijven die te maken hebben met het immobilisatieproduct, dus vanaf de ontvangst van de grondstoffen van het immobilisatieproduct tot en met het eindproduct van het procedé, zijnde het collo geconditioneerd afval;
 - bepalen met welke frequentie de testen vastgelegd in de contractuele overdrachtscriteria (414, 420, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 438 en 439) uitgevoerd worden;
 - omschrijven welke kwaliteitscontroles, naast de hierboven vermelde testen, uitgevoerd worden en in welke stap van het procedé, en bepalen met welke frequentie deze kwaliteitscontroles worden uitgevoerd;
 - Bepalen onder welke voorwaarden de hierboven vermelde testen zullen worden herhaald in het kader van de eerder vermelde kwaliteitscontroles.

- 424 (L,O) De **nominale samenstelling** van het immobilisatieproduct moet vastgelegd zijn in het goedkeuringsdossier.

 De nominale samenstelling houdt geen rekening met de doseernauwkeurigheid (zie hiervoor criterium 425), maar omvat de identificatie van de bestanddelen van het immobilisatieproduct en de doseringen.

- 425 (L,O) De **doseernauwkeurigheid** van de bestanddelen van het immobilisatieproduct moet:
- voor het ruwe en/of verwerkte afval een tolerantie van ± 3 m% hebben.
 - voor de overige bestanddelen van het immobilisatieproduct voldoen aan de vereisten van de norm NBN EN 206: 2013+A1: 2016 [17].

Als de producent bovenstaande toleranties niet kan garanderen, moet hij eigen toleranties opgeven in het goedkeuringsdossier en garanderen dat de criteria 412 tot en met 439 altijd gerespecteerd zullen worden binnen de marges van deze tolerantie.

- 426 (L,O) Het immobilisatieproduct moet in één stap gegoten worden om de **continuïteit** van de immobilisatiematrix te garanderen, tenzij de tijd tussen twee opeenvolgende stappen kleiner is dan de tijd tot aan de binding⁷ van de eerste stap.

- 427 (L,O) Het verse immobilisatieproduct moet tijdens de bindingstijd beschermd zijn tegen overmatig **waterverlies door verdamping**. De producent moet in het goedkeuringsdossier verantwoorden hoe dit criterium gegarandeerd wordt.

- 428 (L,O) Bij de sluiting van het collo mag er geen **vrijstaand water aan het bovenoppervlak** van de afvalvorm aanwezig zijn. Dit wordt visueel gecontroleerd voor het definitief sluiten van het collo. Water dat tijdens de binding op het oppervlak staat, mag dus niet manueel verwijderd worden.

- 429 (L,O) Tijdens de binding van het immobilisatieproduct moet het primaire collo **onbeweeglijk** gehouden zijn. Het begin en einde van de binding moet bepaald zijn in het goedkeuringsdossier.

4.3.3 Het verharde immobilisatieproduct

 De hieronder beschreven criteria hebben betrekking op de eigenschappen van het uitgeharde materiaal. Ze bestaan uit twee categorieën: de mechanische en structurele eigenschappen van het immobilisatieproduct en de eigenschappen met betrekking tot het gedrag ervan op langere termijn.

- 430 (L,O) Het geheel aan **scheuren** in het immobilisatieproduct moet beperkt zijn. De producent moet dit aantonen door een visuele controle uit te voeren op een verticale doorsnede van een (niet-)actief collo op ware grootte, dat werd geproduceerd in omstandigheden die representatief zijn voor de werkelijke productie. Deze controle verloopt als volgt:

- Op het snijoppervlak van een van de twee helften verkregen na de verticale doorsnede van het collo wordt een verticale lijn getrokken die het bovenvlak van het immobilisatieproduct met het ondervlak verbindt.
- De gecumuleerde opening van alle scheuren die deze lijn kruisen, wordt gemeten. Enkel scheuren die een opening hebben groter dan of gelijk aan 0,1 mm worden in aanmerking genomen.
- De getrokken verticale lijn en de beschouwde doorsnede zijn zo gekozen dat de gecumuleerde opening zo groot mogelijk is.
- De gecumuleerde opening mag niet groter zijn dan 4 mm/m, tenzij de producent in zijn goedkeuringsdossier kan aantonen dat de gecumuleerde opening niet groter is dan de krimpwaarde. De krimpwaarde wordt bepaald op representatieve proefstukken volgens de normen NBN B15-216 [31] voor beton en NBN B14-217 [32] voor mortel en cementpasta.

⁷ Dit is de tijd tussen het gieten van het immobilisatieproduct in het vat en het begin van de binding.

De resultaten van deze test moeten opgenomen zijn in het goedkeuringsdossier.

Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:

- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
- In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.

De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

Het (niet-)radioactieve collo dat voor de verificatie van dit criterium in aanmerking zou komen, kan ook worden gebruikt voor de meting van de inwendige temperaturen tijdens de hydratatie en de binding van het materiaal (zie criterium 435).

431 (L,O) Het immobilisatieproduct moet **homogeen** zijn. Dit betekent dat er een goede menging moet geweest zijn en er geen ontmenging (segregatie) plaatsgevonden mag hebben tijdens de binding. Dit moet worden aangetoond door middel van het verticaal doorsnijden van een (niet-)actief collo (de test in criterium 430 kan hierbij helpen), waarbij er visueel wordt nagegaan of er geen ontmenging plaatsgevonden heeft. De resultaten van deze test moeten opgenomen zijn in het goedkeuringsdossier.

Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:

- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
- In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.

De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

432 (O) De finale **druksterkte** van het immobilisatieproduct moet groter dan of gelijk aan 8 MPa zijn.

Deze druksterkte moet bepaald zijn op genormaliseerde proefstukken bewaard in afgesloten vormen (die geen vochtuitwisseling toelaten) en/of in een vochtkamer overeenkomstig de van toepassing zijnde normen. In Tabel 2 **Error! Reference source not found.** worden de toepasbare normen en de dimensies van het proefstuk weergegeven.

De evolutie van de druksterkte tot het bereiken van een plateau moet worden aangetoond in het goedkeuringsdossier.

Tabel 2: Toepasbare norm voor de bepaling van de druksterkte

Immobilisatieproduct	Toepasbare norm	Dimensies van het proefstuk
Beton	NBN EN 12390-3 [33]	150 x 150 x 150 mm of Ø 150 mm x 300 mm
Mortel, cementpasta	NBN EN 1015-11 [34]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-3 [33]	150 x 150 x 150 mm

433 (L,O) De finale **buigsterkte** van het immobilisatieproduct moet groter dan of gelijk aan 1 MPa zijn. Deze buigsterkte moet bepaald zijn op genormaliseerde proefstukken, bewaard in afgesloten vormen (die geen vochtuitwisseling toelaten) en/of in een vochtkamer, overeenkomstig de van toepassing zijnde normen. In Tabel 3 **Error! Reference source**

not found. worden de toepasbare normen en dimensies van het proefstuk voor de bepaling van de buigsterkte weergegeven.

De evolutie van de buigsterkte tot het bereiken van een plateau moet worden aangetoond in het goedkeuringsdossier.

Tabel 3: Toepasbare norm voor de bepaling van de buigsterkte

Immobilisatieproduct	Toepasbare norm	Dimensies van het proefstuk
Beton	NBN EN 12390-5 [35]	Prisma, met dimensies volgens norm
Mortel, cementpasta	NBN EN 1015-11 [34]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-5 [35]	Prisma, met dimensies volgens norm

434 (L) Het immobilisatieproduct moet **bestand zijn tegen water**. Dit betekent dat uitgeharde proefstukken van de immobilisatiematrix met dimensies uit Tabel 3 **Error! Reference source not found.** ondergedompeld moeten zijn in water gedurende een periode van minstens 90 dagen. De testcondities en de inspectieprocedure voor de proefstukken na de test moeten met voldoende details beschreven zijn in het goedkeuringsdossier, om de proef eenduidig te kunnen reproduceren. Met testcondities wordt minstens bedoeld:

- het volume van het water ten opzichte van het proefstuk
- de samenstelling van het water en de verversingsfrequentie
- de ouderdom van het proefstuk bij aanvang van de proef
- de geometrie van de opstelling
- de temperatuur van het water

Elk proefstuk moet na de test:

- vrij zijn van enige structurele verandering (bijvoorbeeld scheuren, afbrokkeling, vervorming ...);
- een buigsterkte hebben die groter dan of gelijk aan 1 MPa is, bepaald volgens de overeenkomstige norm in Tabel 3 **Error! Reference source not found.**

Eventuele volume- en massaveranderingen moeten opgegeven zijn in het goedkeuringsdossier. De proeven moeten altijd met verschillende proefstukken uitgevoerd worden en de proefstukken set moet als geheel beoordeeld worden.



De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

435 (L,O) De immobilisatiematrix moet:

- ofwel tijdens en na de binding een evolutie van haar interne temperatuur hebben gekend, waarbij deze op ieder punt kleiner dan of gelijk aan 60 °C is gebleven;
- ofwel ongevoelig zijn voor **DEF**, waarbij deze ongevoeligheid moet worden aangetoond op representatieve proefstukken aan de hand van geschikte testmethodes.

Deze ongevoeligheid voor DEF moet worden aangetoond aan de hand van de testmethode beschreven in de nota 2014-3049 [36]. Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:

- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
- In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.

 De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

- 436 (L,O) Het immobilisatieproduct moet **bestand zijn tegen koude**. De producent controleert dit in een koudetest op representatieve proefstukken met dimensies uit Tabel 3 **Error! Reference source not found.**

De koudetest bestaat uit het bewaren van de proefstukken in een hermetisch gesloten zak gedurende 120 dagen bij temperaturen tussen 0°C en 10°C. De dimensionele vervorming moet op regelmatige tijdstippen opgemeten worden, alsook moeten de proefstukken op regelmatige tijdstippen geïnspecteerd worden op scheurvorming, afbrokkelingen en andere anomalieën.

Elk proefstuk moet na de test:

- vrij zijn van enige structurele verandering (bijvoorbeeld scheuren, afbrokkeling, vervorming);
- een buigsterkte hebben die groter of gelijk is aan 1 MPa, bepaald volgens de overeenkomstige norm in Tabel 3 **Error! Reference source not found.**

Eventuele volume- en massaveranderingen moeten opgeven zijn in het goedkeuringsdossier. De proeven moeten steeds met verschillende proefstukken uitgevoerd worden en de proefstukken set moet als geheel beoordeeld worden.

- 437 (L) De producent moet een **uitlogingstest** uitvoeren zoals beschreven in de NIRAS technische fiches TFT-3 [37] en TFT-4 [38], om een indicatie te geven van de insluitingscapaciteit van het immobilisatieproduct. Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:
- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
 - In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.

 De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

- 438 (L) Het verharde immobilisatieproduct moet **duurzaam** zijn. Dit moet worden aangetoond aan de hand van een versnelde verouderingstest in overeenstemming met de methode beschreven in ANDRA : ACO SP ASRE 00-064 – partie B [39]. De uitvoering en de resultaten van deze verouderingstest moeten opgenomen zijn in het goedkeuringsdossier.

Hierbij moet:

- elk proefstuk vrij zijn van enige structurele verandering (bijvoorbeeld scheuren, afbrokkeling, vervorming). De producent moet duidelijke foto's toevoegen aan het goedkeuringsdossier om dit te verantwoorden.
- een uitgebreide microscopische analyse (bijvoorbeeld EDX gekoppeld aan een SEM) van snijplaatjes of breukvlakken ontnomen van de verschillende proefstukken de afwezigheid van waarnemingen bevestigen, die de integriteit van het immobilisatieproduct kunnen aantasten.

De randvoorwaarden voor het uitvoeren van deze verouderingstest zijn:

- De verouderingstest moet volgehouden worden tot wanneer de toestand van de proefstukken zich heeft gestabiliseerd. De verouderingstest mag niet eerder stopgezet worden dan 12 maanden na zijn aanvang.
- De dimensies en massa's van de proefstukken moeten regelmatig gemeten worden.
- De proefstukken moeten regelmatig geïnspecteerd worden op scheurvorming, afbrokkelingen en andere anomalieën.

- De waarnemingen en de tijdstippen wanneer deze zijn waargenomen, moeten gerapporteerd worden in het goedkeuringsdossier.

Na het stopzetten van de verouderingstest moeten de volume- en massaveranderingen alsook de buigsterkte van de proefstukken worden gemeten. Deze buigsterkte moet worden bepaald volgens de toepasselijke norm in Tabel 3 **Error! Reference source not found..**

- 439 (L) Het immobilisatieproduct moet **robuust** zijn ten opzichte van de variaties op de chemische eigenschappen van het ruwe en/of verwerkte afval (zie criterium 411) en de variaties als gevolg van de doseernauwkeurigheid (zie criterium 425). De producent moet dit aantonen tijdens de ontwikkeling van het immobilisatieproces in twee fases, die beide beschreven moeten worden in het goedkeuringsdossier:

- In de, eerste, demonstratiefase wordt een referentieproces ontwikkeld, waarbij er rekening gehouden wordt met de nominale chemische samenstelling en eigenschappen van het ruwe en/of verwerkte afval (zoals gedefinieerd in het goedkeuringsdossier, zie criterium 411).
- In de hierop volgende robuustheidsbeproeving wordt de invloed van de variaties van de chemische samenstelling en eigenschappen van het ruwe en/of verwerkte afval (zoals gedefinieerd in het goedkeuringsdossier, zie criterium 411) en de variaties als gevolg van de doseernauwkeurigheid (zoals gedefinieerd in het goedkeuringsdossier, zie criterium 425) op het immobilisatieproduct onderzocht.

Ongeacht deze variaties, moet het immobilisatieproduct steeds aan alle overdrachtscriteria voldoen, behalve 'duurzaam' (zie criterium 438).

4.5 Toegevoegde onderdelen

- 440 (L,O) De verschillende materialen waaruit de radiologische afscherming, betonstop of menger vervaardigd is, moeten **fysisch en chemisch** compatibel zijn met elkaar en met het immobilisatieproduct.

4.5.1 Radiologische afscherming

- 441 (L) De **radiologische afscherming** moet vervaardigd zijn uit beton (bijvoorbeeld hematietbeton, barietbeton ...), mortel (bijvoorbeeld hematietmortel, barietmortel ...), cementpasta, staal of lood.

- 442 (L,O) Indien de fabrikant van de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta **beschikt over een BENOR-keurmerk of een gelijkwaardig keurmerk**⁸ voor het beton, de mortel of de cementpasta dat hiervoor gebruikt wordt, moet deze radiologische afscherming voldoen aan de volgende criteria die al beschreven werden in § 4.3 en § 4.4 (waarbij 'immobilisatiematrix' en 'immobilisatieproduct' vervangen moeten worden door 'radiologische afscherming'):

- ongevoeligheid voor ASR (zie criterium 414)
- anorganische hulpstoffen (zie criterium 416)
- nominale samenstelling van het immobilisatieproduct (zie criterium 424)
- bestandheid tegen water (zie criterium 434)
- ongevoeligheid voor DEF (zie criterium 435)

Indien de fabrikant van de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta **niet beschikt over een BENOR keurmerk** voor het beton, de mortel of de cementpasta van de radiologische afscherming of een gelijkwaardig keurmerk, moet deze radiologische

⁸ Met een aan BENOR gelijkwaardig keurmerk wordt bedoeld: een equivalent (of beter) keurmerk van een ander land zoals AFNOR in Frankrijk of KOMO (KIWA) in Nederland. De gelijkwaardigheid wordt nagegaan via het goedkeuringstraject.

afscherming voldoen aan dezelfde contractuele overdrachtcriteria als die voor de immobilisatiematrix en het immobilisatieproduct (met andere woorden de criteria vanaf 412 tot en met 435) behalve 'overdraagbaar' (zie criterium 421), 'opschaalbaar' (zie criterium 422), 'scheuren' (zie criterium 430), 'druksterkte' (zie criterium 432) en 'buigsterkte' (zie criterium 433).

Hierbij moet "immobilisatiematrix" en "immobilisatieproduct" vervangen worden door "radiologische afscherming".

443 (L,O) Indien de fabrikant van de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta niet beschikt over een BENOR keurmerk voor het beton, de mortel of de cementpasta van de radiologische afscherming of een gelijkwaardig keurmerk, moet de **druksterkte** op 28 dagen van de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta:

- groter dan of gelijk aan 30 MPa zijn;
- voldoen aan een van de onderstaande criteria:
 - ofwel ligt de gemeten druksterkte binnen het 95%-betrouwbaarheidsinterval, waarbij dat interval kleiner dan of gelijk aan 20 MPa [40] moet zijn;
 - ofwel ligt de gemeten druksterkte buiten het 95%-betrouwbaarheidsinterval, maar voldoet de geteste mortel of het geteste beton aan een reeks bijkomende controles verschillend van de courante kwaliteitscontroles (zie criterium 423) die vastgelegd zijn in het goedkeuringsdossier.

Deze druksterkte moet bepaald zijn op genormaliseerde proefstukken bewaard in afgesloten vormen (die geen vochtuitwisseling toelaten) en/of in een vochtkamer overeenkomstig de van toepassing zijnde normen. Daarnaast moet de producent het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de druksterkte op 28 dagen in zijn goedkeuringsdossier opnemen. Tabel 4 **Error! Reference source not found.** geeft de toepasbare norm en de dimensies van het proefstuk weer.

Tabel 4: Toepasbare norm voor de bepaling van de druksterkte

Radiologische afscherming	Toepasbare norm	Dimensies van het proefstuk
Beton	NBN EN 12390-3 [33]	150 x 150 x 150 mm of Ø 150 mm x 300 mm
Mortel, cementpasta	NBN EN 1015-11 [34]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-3 [33]	150 x 150 x 150 mm

444 (L,O) Indien de fabrikant van de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta niet beschikt over een BENOR keurmerk voor het beton, de mortel of de cementpasta van de radiologische afscherming of een gelijkwaardig keurmerk, moet de **buigsterkte** op 28 dagen van de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta groter dan of gelijk aan 1 MPa zijn. Deze buigsterkte moet bepaald zijn op genormaliseerde proefstukken, bewaard in afgesloten vormen (die geen vochtuitwisseling toelaten) en/of in een vochtkamer, overeenkomstig de van toepassing zijnde normen. Tabel 5 **Error! Reference source not found.** geeft de toepasbare norm en de dimensies van het proefstuk voor de bepaling van de buigsterkte weer.

Tabel 5: Toepasbare norm voor de bepaling van de buigsterkte

Radiologische afscherming	Toepasbare norm	Dimensies van het proefstuk
---------------------------	-----------------	-----------------------------

Beton	NBN EN 12390-5 [35]	Prisma, met dimensies volgens norm
Mortel, cementpasta	NBN EN 1015-11 [34]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-5 [35]	Prisma, met dimensies volgens norm

4.5.2 Betonstop

- 445 (L)** De **betonstop** moet vervaardigd zijn uit beton (bijvoorbeeld hematietbeton, barietbeton ...), mortel (bijvoorbeeld hematietmortel, barietmortel ...) of cementpasta.
- 446 (L,O)** De **betonstop** moet voldoen aan dezelfde contractuele overdrachtscriteria als die voor de immobilisatiematrix en het immobilisatieproduct (met andere woorden de criteria vanaf **412** tot en met **435**) behalve 'overdraagbaar' (zie criterium **421**), 'opschaalbaar' (zie criterium **422**), 'scheuren' (zie criterium **430**), 'druksterkte' (zie criterium **432**) en 'buigsterkte' (zie criterium **433**).
Hierbij moet "immobilisatiematrix" en "immobilisatieproduct" vervangen worden door "betonstop".
- 447 (L,O)** De **druksterkte** op 28 dagen van de verharde betonstop, moet:
- groter dan of gelijk aan 30 MPa zijn;
 - voldoen aan één van de onderstaande criteria:
 - ofwel ligt de gemeten druksterkte binnen het 95%-betrouwbaarheidsinterval, waarbij dat interval kleiner dan of gelijk aan 20 MPa [40] moet zijn;
 - ofwel ligt de gemeten druksterkte buiten het 95%-betrouwbaarheidsinterval, maar voldoet de geteste mortel of het geteste beton aan een reeks bijkomende controles verschillend van de courante kwaliteitscontroles (zie criterium **423**) die vastgelegd zijn in het goedkeuringsdossier.

Deze druksterkte moet bepaald zijn op genormaliseerde proefstukken bewaard in afgesloten vormen (die geen vochtuitwisseling toelaten) en/of in een vochtkamer overeenkomstig de van toepassing zijnde normen. Daarnaast moet de producent het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de druksterkte op 28 dagen in zijn goedkeuringsdossier opnemen. Tabel 6 **Error! Reference source not found.** geeft de toepasbare norm en de dimensies van het proefstuk weer.

Tabel 6: Toepasbare norm voor de bepaling van de druksterkte

Betonstop	Toepasbare norm	Dimensies van het proefstuk
Beton	NBN EN 12390-3 [33]	150 x 150 x 150 mm of Ø 150 mm x 300 mm
Mortel, cementpasta	NBN EN 1015-11 [34]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-3 [33]	150 x 150 x 150 mm

- 448 (L,O)** De **buigsterkte** op 28 dagen van de betonstop moet groter dan of gelijk aan 1 MPa zijn. Deze buigsterkte moet bepaald zijn op genormaliseerde proefstukken, bewaard in afgesloten vormen (die geen vochtuitwisseling toelaten) en/of in een vochtkamer, overeenkomstig de van toepassing zijnde normen. Tabel 7 **Error! Reference source not**

found. geeft de toepasbare norm en de dimensies van het proefstuk voor de bepaling van de buigsterkte weer.

Tabel 7: Toepasbare norm voor de bepaling van de buigsterkte

Betonstop	Toepasbare norm	Dimensies van het proefstuk
Beton	NBN EN 12390-5 [35]	Prisma, met dimensies volgens norm
Mortel, cementpasta	NBN EN 1015-11 [34]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-5 [35]	Prisma, met dimensies volgens norm

5 RADIOLOGISCHE AFVALKENMERKEN

5.1 Maximale activiteitsconcentraties

- 501**(L,O) In elk primair collo moet de activiteitsconcentratie van de totale hoeveelheid bèta/gammastralers lager dan of gelijk zijn aan 37 TBq/m³.
- 502** (L,O) In elk primair collo moet de activiteitsconcentratie van de totale hoeveelheid alfastralers lager dan of gelijk zijn aan 37 TBq/m³.
- 503** (L,O) In elk primair collo moet de totale radiologische inventaris zodanig worden beperkt dat op 01/01/2080 het maximale dosistempo van een monoliet van type CB-5 gevuld met acht van deze primaire colli, beperkt is tot 25 µSv/h op 1 meter.
- 504** (L,O) In elk primair collo moet de som van de activiteiten van Ra-226 en Th-232 per massa-eenheid kleiner dan of gelijk aan 1000 Bq/kg zijn. Hierbij wordt de activiteit per massa-eenheid berekend op de massa van de afvalvorm.

5.2 Kritikaliteit



Deze contractuele overdrachtscriteria bevatten enkel beperkingen op de aanwezigheid van splijtbare nucliden in het afval om het risico op kritikaliteit uit te sluiten. Deze contractuele overdrachtscriteria doen geen afbreuk aan de contractuele overdrachtscriteria **501** tot en met **504**.

- 505** (L,O) Indien er splijtstoffen aanwezig zijn in het primaire collo, moeten de hoeveelheid en configuratie ervan (fysische en chemische vorm, onderverdeling, aanwezigheid van absorbeermaterialen, reflectoren en neutronenvertragers) zodanig zijn dat het risico op kritikaliteit te allen tijde wordt vermeden.
Meer specifiek moet de hoeveelheid splijtstoffen worden beperkt volgens de onderstaande sommatieregel:

$$\frac{\text{massa Pu-239 (g)}}{219} + \frac{\text{massa Pu-241 (g)}}{112} + \frac{\text{massa U-235 (g)}}{326} \leq 1$$

, wanneer het verrijkningsniveau van het collo meer dan 5% bedraagt. Indien het verrijkningsniveau minder dan 5% bedraagt, is de massa van U-235 beperkt tot 700 g.

6 PRIMAIRE VERPAKKING EN COLLO

6.1 De primaire verpakking

- 601 (O) De primaire verpakking moet zodanig zijn dat het primaire collo voldoet aan de vereisten voor een transportcollo **type IP-2**, zoals bepaald in de 'IAEA Safety Standards' [41]. Naast de resultaten van de valtest en de stapeltest moet de producent ook het IP-2-certificaat van het transportcollo opnemen in het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking'.
- 602 (L,O) Van elk collo geconditioneerd afval moet de primaire verpakking behoren tot de lijst in Tabel 8 **Error! Reference source not found.** (de codes zijn in overeenstemming met de technische nota NTC-3 [13]).

Tabel 8: Lijst van toegelaten verpakkingen voor de colli geconditioneerd afval

Code	Omschrijving van de verpakking	Inhoud
FS04D	Vernieuwd standaardvat 400-l	400 liter
FS04F	Vernieuwd standaardvat 400-l, centrering galetten	400 liter

- 603 (L,O) De verschillende materialen waaruit de primaire verpakking is vervaardigd, moeten **fysisch en chemisch compatibel** zijn met elkaar en met:
- de materialen en uitrustingen gebruikt bij het transport en in de opslaginfrastructuur;
 - de gebruikte bestanddelen voor de immobilisatiematrix en het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval;
 - de eventueel aanwezige radiologische afscherming of betonstop.
-  Typische voorbeelden van materialen, toegepast in het productieproces van een primaire verpakking, waarvan de fysische en chemische compatibiliteit geëvalueerd en gedocumenteerd wordt in het goedkeuringsdossier zijn:
- het basismateriaal waaruit de primaire verpakking is opgebouwd (inclusief het deksel)
 - het basismateriaal waaruit de toegevoegde onderdelen (zie Bijlage 3) vervaardigd worden
 - het lasmateriaal
 - de gebruikte galvanische bescherming
 - de gebruikte coating (bijvoorbeeld epoxyverf)
 - de gebruikte (radiologische) afscherming
 - de gebruikte interne beschermingsmantel
- 604 (O) De **integriteit, mechanische weerstand, vorm en afmetingen** van de primaire verpakking moeten, onder de normale statische en dynamische belastingen, behouden blijven voor een minimale periode van 75 jaar. Dit geldt voor alle normale handelingen tijdens de opslag van de lege primaire verpakking, het vullen van de primaire verpakking met afval en immobilisatiematrix, de laad- en losoperaties en de opslag van het primaire collo in het daartoe bestemde opslaggebouw.
- 605 (O) De primaire verpakking moet bestand zijn tegen **corrosie en chemische aantasting** gedurende een opslagperiode van minimaal 75 jaar onder normale omstandigheden in het daartoe bestemde opslaggebouw. Deze weerstand moet aangetoond zijn in het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking'.
-  Het voldoen aan de criteria 603, 604 en 605 wordt in belangrijke mate beïnvloed door de randvoorwaarden van de fabricage van de verpakking, de opslag van de lege verpakking

in een magazijn, het vullen van de verpakking met ruw en/of verwerkt afval en immobilisatiematrix, alsook de betrokken mechanische handelingen.

6.2 Het primaire collo

6.2.1 Fysische en chemische criteria voor het primaire collo

- 606 (L,O) Van geen enkel primair collo mag het totaal aan macroscopische **lege ruimtes** groter zijn dan 15% van het nominale volume van het primaire collo (dit is 0,4 m³ voor een 400-liter vat). Dit volumepercentage aan lege ruimtes moet vermeld zijn in het goedkeuringsdossier 'Procedé', waarbij ook de methode om dit volumepercentage te bepalen gepreciseerd moet zijn.
-  Om aan dit criterium te voldoen, kan het in sommige gevallen nodig zijn om de lege ruimtes verder op te vullen. In dat geval moeten er materialen gebruikt worden die voldoen aan criterium 442.
- 607 (L,O) Van geen enkel primair collo mag de **totale massa** groter dan 1,5 x 10³ kg zijn.
- 608 (L) In elk primair collo moet de bindmiddelmassa groter dan of gelijk aan 10 m% zijn van de totale massa van het primaire collo.
- 609 (L,O) Geen enkel primair collo mag **vrije vloeistoffen** bevatten.
-  Interstitieel water (bijvoorbeeld in de poriën van betonpuin) wordt niet als een vrije vloeistof beschouwd.

6.2.2 Operationele radiologische veiligheid

- 610 (O) Van geen enkel primair collo mag het bij contact met de primaire verpakking gemeten **maximale dosistempo** groter zijn dan 2 Sv/h.
- Zo niet, mag het op 1 meter afstand gemeten maximale dosistempo niet groter zijn dan 0,2 Sv/h.
- 611 (O) Van geen enkel primair collo mag de **afneembare oppervlaktebesmetting** groter zijn dan:
- 0,4 Bq/cm² voor het totaal van bèta/gammastralers;
 - 0,04 Bq/cm² voor het totaal van alfastralers.

6.2.3 Opschriften en pictogrammen

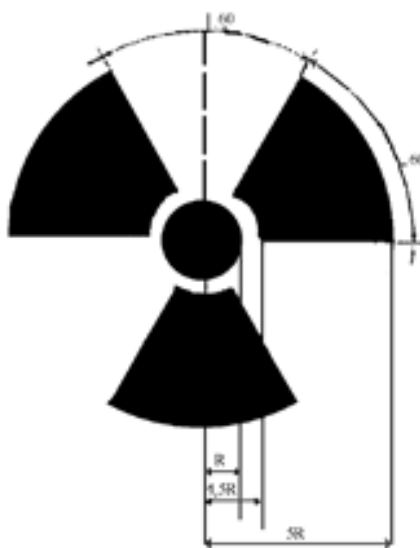
- 615 (L,O) Elk primair collo moet een **unieke identificatiecode** dragen die het radioactieve afval eenduidig verbindt met zijn documentatie (zie hoofdstuk 3).
- 616 (L,O) De **aangebrachte identificatiecode** moet voldoen aan alle onderstaande voorwaarden:
- De code moet bestaan uit een combinatie van achtereenvolgens een letter (L), een getal van twee cijfers (C), een koppelteken en een getal van vier cijfers (C) (zie Figuur 1: theoretische identificatiecode voor een collo GA
 -). Hierbij gelden de volgende regels:
 - De letter stemt overeen met de producent (zie NTC-3 [13]).
 - Het getal van twee cijfers voor het koppelteken bestaat uit de laatste twee cijfers van het jaar waarin de primaire verpakking werd gefabriceerd.
 - Het getal van vier cijfers na het koppelteken is het volgnummer dat aan het collo is toegekend.

- De code moet bestaan uit letters en cijfers met een grootte van 75 mm of meer.
- De code moet zijn aangebracht voordat de primaire verpakking gevuld wordt met afval.
- De code moet zijn aangebracht op het zijvlak van het metalen vat en op het deksel of de bodem.
- De code moet minimaal 75 jaar (periode van de opslag) leesbaar blijven.

L	C	C	-	C	C	C	C
---	---	---	---	---	---	---	---

Figuur 1: theoretische identificatiecode voor een collo GA

- 617 (O) Elk primair collo moet een **waarschuwingsteken voor ioniserende straling** dragen, dat gekenmerkt wordt door het symbool afgebeeld in Figuur 2. Het waarschuwingsteken moet voldoen aan alle onderstaande voorwaarden:
- Het teken moet een hoogte hebben van 200 mm of meer en moet voldoen aan de verhoudingen vermeld in Figuur 2.
 - Het teken moet duidelijk zichtbaar en goed herkenbaar zijn.
 - Het teken moet zijn aangebracht op het zijvlak van het metalen vat, op een plaats onder de identificatiecode.



Figuur 2: Symbool in het waarschuwingsteken voor ioniserende straling op een collo GA

7 BIOLOGISCHE ZIEKTEVERWEKKERS

- 701 (L,O) Het radioactieve afval mag niet besmet of mogelijk besmet zijn met **biologische ziekteverwekkers**.

Met biologische ziekteverwekkers wordt bedoeld:

- infectieuze stoffen (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 6.2)
- biotoxines (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 6.1-code T1, T2)
- medisch afval (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 6.2-UN 3291)
- genetisch gemodificeerde organismen (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 9-code M8)

- 702 (L,O) **Biologisch geïnactiveerd** radioactief afval moet worden beschouwd als mogelijk besmet met biologische ziekteverwekkers.

8 ADMINISTRATIEVE BEPALINGEN

8.1 Non-conformiteiten

Het is niet mogelijk om af te wijken van de contractuele overdrachtscriteria.

8.2 Afwijkingen

Het is niet mogelijk om af te wijken van de contractuele overdrachtscriteria.

9 REFERENTIES

- [1] NIRAS-nota 2000-3264 (herziening 2): 'ACRIA-DC-LAGA-HOC-151', auteur: M. Demarche, R. Gens en J. Lenssens;
- [2] NIRAS-nota 2000-4221: 'ACRIA-DC-LAGAT-HOC-151', auteur: M. Demarche, R. Gens en J. Lenssens;
- [3] NIRAS-nota 2010-1067 (herziening 1): 'ACRIA-DC-MAGA-HOC-127', auteur: C. De Bock;
- [4] NIRAS-nota 2010-1077 (herziening 1): 'ACRIA-DC-MAGAT-HOC-127', auteur: C. De Bock;
- [5] NIRAS-nota 98-1446, 'Overzichtslijst van goedgekeurde documenten met betrekking tot de acceptatiecriteria voor radioactief afval / Liste récapitulative des documents approuvés relatifs aux critères d'acceptation de déchets radioactifs';
- [6] NIRAS-nota 2012-0982, technische nota: 'GLOS: Glossarium met betrekking tot de acceptatiecriteria van NIRAS';
- [7] NIRAS-nota 400-89/623, technische nota NTC-4: 'Kwalifikatie van een procédé en een installatie voor de verwerking/konditionering van radioactief afval-richtlijnen voor het opstellen van een technisch dossier.', auteur: A. De Goeyse;
- [8] NIRAS-nota 97-3497: 'Technische nota NTC-6: Meetmethoden en meetinstallaties voor de bepaling van de activiteit van geconditioneerd afval.', auteur: A. De Goeyse;
- [9] NIRAS-nota 97-4696: 'Technische nota NTC-6/A: Type-inhoud van een technisch dossier voor methodes gebaseerd op de analyse van primaire colli via gamma-spectrometrie', auteur: A. De Goeyse;
- [10] NIRAS-nota 97-4700: 'Technische nota NTC-6/B: Type-inhoud van een technisch dossier voor methodes gebaseerd op de analyse van primaire colli via neutronenmetingen', auteur: A. De Goeyse;
- [11] NIRAS-nota 2020-2682: 'Technische nota NTC-6/C: Type-inhoud van een erkenningsdossier voor de meetinstallatie en methodes gebaseerd op de analyse van primaire colli via dosistempometingen.', auteur: J. Becker;
- [12] NIRAS-nota 2000-1049: 'Technische nota NTC-9: Type-inhoud van de goedkeuringsdossiers van de primaire verpakkingen voor geconditioneerd afval.', auteur: M. Voet;
- [13] NIRAS-nota 2021-0334, technische nota: 'Technische nota NTC-3', auteur: N. Van Houtven;
- [14] 'CLP-verordening', zijnde Verordening (EG) nr. 1272/2008 van het Europees Parlement en de Raad van 16 december 2008 (en latere wijzigingen) betreffende de indeling, etikettering en verpakking van stoffen en mengsels tot wijziging en intrekking

- van de Richtlijnen 67/548/EEG en 1999/45/EG en tot wijziging van Verordening (EG) nr. 1907/2006;
- [15] 'Technische richtsnoeren voor de indeling van afvalstoffen', Mededeling (EG) nr. 2018/C124/01 van de Europese Commissie van 9 april 2018;
 - [16] NIRAS-nota 2018-2897: 'Assessment van ASR en/of DEF in betonpuin voor de oppervlakteberging te Dessel – conform het veiligheidsdossier Versie 3', auteur: E. Coppens;
 - [17] NBN EN 206+A2: 'Beton – Specificatie, prestatie, productie en conformiteit', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2021 of een recentere versie;
 - [18] NBN EN 197-1, 'Cement – Deel 1 : Samenstelling, specificatie en overeenkomstigheidscriteria voor gewone cementsoorten', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2011 of een recentere versie;
 - [19] NBN EN 12620, 'Toeslagmateriaal voor beton', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2013 of een recentere versie;
 - [20] NBN EN 13139, 'Toeslagmateriaal voor mortel', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2013 of een recentere versie;
 - [21] NBN EN 1008, 'Aanmaakwater voor beton: Specificatie voor monsterneming, beproeving en beoordeling van de geschiktheid van water, inclusief spoelwater van reinigingsinstallaties in de betonindustrie, als aanmaakwater voor beton.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2002 of een recentere versie;
 - [22] NBN EN 934-1, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 1: Algemene eisen.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2008 of een recentere versie;
 - [23] NBN EN 934-2+A1, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 2: Hulpstoffen voor beton – Definities, eisen, conformiteit, markering en etikettering.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2012 of een recentere versie;
 - [24] NBN EN 934-3+A1, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 3: Hulpstoffen voor metselmortel – Definities, eisen, conformiteit, markering en etikettering.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2012 of een recentere versie;
 - [25] NBN EN 934-4, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 4: Hulpstoffen voor injectiemortel voor voorspankabels – Definities, eisen, conformiteit, markering en etikettering.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2009 of een recentere versie;
 - [26] NBN EN 934-5, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 5: Hulpstoffen voor spuitbeton – Definities, eisen, conformiteit, markering en etikettering.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2008 of een recentere versie;
 - [27] NBN EN 934-6, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 6: Monsterneming, beoordeling en verificatie van prestatiebestendigheid', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2019 of een recentere versie;
 - [28] NBN EN 15167-1, 'Gemalen gegraneerde hoogovenslak voor gebruik in beton, mortel en injectiemortel – Deel 1 : Definities, specificaties en conformiteitscriteria.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2007 of een recentere versie;
 - [29] NBN EN 13263-1+A1, 'Silicafume voor beton – Deel 1: Definitie, eisen en overeenkomstigheidscriteria.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2009 of een recentere versie;
 - [30] NBN EN 450-1, 'Vliegask voor beton – Deel 1: Definitie, specificaties en overeenkomstigheidscriteria', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2012 of een recentere versie;
 - [31] NBN B15-216, 'Proeven op beton – Krimpen en zwellen', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 1974 of een recentere versie;

-
- [32] NBN B14-217, 'Testen op mortel – Krimpen en zwellen', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 1983 of een recentere versie;
 - [33] NBN EN 12390-3, 'Testen op gehard beton – Deel 3: Druksterkte van proefstukken', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2019 of een recentere versie;
 - [34] NBN EN 1015-11, 'Testmethodes voor mortel voor metselwerk – Deel 11: Bepaling van de buig- en druksterkte van de geharde mortel.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2019 of een recentere versie;
 - [35] NBN EN 12390-5, 'Testen op gehard beton – Deel 5: Buigsterkte van proefstukken', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2019 of een recentere versie;
 - [36] NIRAS-nota 2014-3049, 'Beproeving van een matrix tot interne sulfiet aantasting (DEF)', auteur: E. Coppens;
 - [37] NIRAS-nota 1998-1185: 'TFT 3: Résistance à la lixiviation', auteur: R. Gens;
 - [38] NIRAS-nota 1998-1196: 'TFT 4: Expression et présentation des résultats des essais de lixiviation', auteur: R. Gens;
 - [39] ANDRA specificatie: 'ACO.SP.ASRE.00-064 : Evaluation de la stabilité mécanique d'un bloc de déchets dont la matrice est un liant hydraulique alcalin.', uitgave juni 2006 of een recentere versie;
 - [40] NIRAS-nota 2018-0265, 'Het betrouwbaarheidsinterval voor de individuele waarde, toegepast op betonproductie', auteur: E. Coppens ;
 - [41] IAEA Safety Standards – Specific Safety Requirements no. SSR-6 (Rev. 1): 'Regulations for the safe transport of radioactive material (edition 2018)', Vienna: International Atomic Energy Agency, uitgave 2018 of een recentere versie, ISBN 978-92-0-107917-6;
 - [42] NIRAS-nota 2011-0860, technische nota: "*NTC-14 : Contenu type d'une AA ou d'une RANC par rapport à un critère à long terme applicable aux déchets conditionnés*" – auteur: C. De Bock
 - [43] Koninklijk besluit van 18 november 2002 (en latere wijzigingen) houdende regeling van de erkenning van uitrustingen bestemd voor de opslag, verwerking en conditionering van radioactieve afval houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen;
 - [44] NBN EN 1744-1+A1, 'Beproevingsmethoden voor de chemische eigenschappen van toeslagmaterialen – Deel 1: Chemische analyse', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2013 of een recentere versie;
 - [45] Tractebel-nota BP400L/4NT.0346002/000/00, technische nota: 'BP 400L drum impact analysis (additional calculations)', Tractebel engineering;
 - [46] NIRAS-nota 1997-2207: 'TFT 2: Détermination de la résistance aux effets thermiques des colis enrobés de déchets solides';
 - [47] NBN B05-203, 'Proeven op bouwmaterialen – Vorstbestendigheid - Vorstdooicyclussen', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 1977;
 - [48] NBN B15-231, 'Proeven op beton – Vorstbestandheid', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 1987;
 - [49] NIRAS-nota 2019-0624, 'Bepaling van $C_{i, max}$ -waarden voor gebruik in de ACRIA's voor bergingsafval", auteur: E. Vermariën;
 - [50] NIRAS-nota 2005-1858, 'Synthesenota bepaling onderlimiet Ra-226/Th-232 in RAGAL.', auteur: Auteur: J. Lenssens;

- [51] 'ARBIS', zijnde het koninklijke besluit van 20 juli 2001 (en latere wijzigingen) houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen;
- [52] 'ADR' in voege op 1 januari 2021 (en latere wijzigingen), zijnde het Europees Verdrag betreffende het internationaal vervoer van gevaarlijke goederen over de weg, gepubliceerd in het Belgisch Staatsblad op 23 december 2020;

Bijlage 1 Verantwoording van de contractuele overdrachtscriteria

- 201 De goedkeuring van de uitrustingen, geregeld door het koninklijk besluit van 18 november 2002 [43], vormen een essentieel element bij het verzekeren van de conformiteit van het geconditioneerde afval met de contractuele overdrachtscriteria. De goedkeuring voor overdracht impliceert immers:
- dat de afvalproducent met de gebruikte methode, uitrusting, installatie of het gebruikte procedé in staat is om radioactief afval te verwerken en te conditioneren dat beantwoordt aan de van toepassing zijnde contractuele overdrachtscriteria;
 - dat het gaat om een uitrusting waarbij voorrang wordt gegeven aan de toepassing van technologieën voor de verwerking, conditionering en radiologische karakterisering van de primaire colli GA, waarvan de uitvoerbaarheid voldoende beproefd is en waarbij het principe van optimalisering van de stralingsbescherming (ALARA) wordt toegepast.
- De goedkeuring voor overdracht houdt in:
- dat het ruwe en/of verwerkte afval geconditioneerd is volgens een goedgekeurd procedé;
 - dat het GA radiologisch gekarakteriseerd is volgens een goedgekeurde methode en/of meetinstallatie;
 - dat het GA verpakt is in een goedgekeurde primaire verpakking.
- 202 Idem verantwoording 201.
- 203 NIRAS legde de meetmethodes die het onontbeerlijk vindt voor het verkrijgen van correcte kwalitatieve radiologische gegevens over GA vast in deze technische nota's. Voor de goedkeuring van methodes en meetinstallaties voor de radiologische karakterisering van GA gebruikt NIRAS deze technische nota's dan ook alsof het normen zijn.
- 204 Idem verantwoording 201.
- 301 Het C-formulier is gestructureerd in twee grote delen: (1) het voorblad met de gegevens die van toepassing zijn op alle colli en (2) de bijlage met specifieke gegevens per collo. Dit overdrachtscriterium somt de gegevens op die de producent opgeeft op het voorblad.
- 302 De specifieke gegevens per collo zijn gestructureerd in twee grote delen: (a) fysische en chemische gegevens en (b) radiologische gegevens. Dit contractueel overdrachtscriterium somt de fysische en chemische gegevens op die de producent opgeeft in de bijlage bij het C-formulier.
- Wat betreft 'gevaarlijke stoffen' of 'gevaarlijke mengsels':
- Het 'gevaarlijk' zijn van een stof of een mengsel in het afval van elk primair collo is niet alleen een kwestie van de aanwezigheid van een bepaalde 'gevaarlijke' stof, maar ook van de concentratie waarin deze stof in het afval aanwezig is. Hieronder staat een rekenvoorbeeld van de beoordeling van het 'gevaarlijk' zijn van een stof of een mengsel, alsook welke gegevens op de bijlage van het C-formulier opgegeven worden.
- Veronderstel een primair collo met 100 kg aan afvalvorm, waarvan 5 kg asbest:
- De concentratie aan asbest in de afvalvorm is dus 5%.
 - Volgens de CLP-Verordening [14] is asbest een gevaarlijke stof, aangeduid met de H-zin H350 (carcinogeen, categorie IA/B).
 - Volgens § 3.6.3 van Bijlage I van de CLP-Verordening is dit gevaar van toepassing indien de concentratie aan asbest groter is dan 0,1%.
→ Bijgevolg is H350 van toepassing.
 - Volgens de CLP-Verordening is asbest ook een gevaarlijke stof aangeduid met de H-zin H372 (schadelijk voor bepaalde organen, categorie 2).
 - Volgens § 3.9.3 van Bijlage I van de CLP-Verordening is dit gevaar van toepassing indien de concentratie aan asbest groter is dan 10%.
→ Bijgevolg is H372 niet van toepassing.
 - De gegevens voor de bijlage bij het C-formulier zijn: De afvalvorm bevat de gevaarlijke stof 'asbest' met de toepasselijke H-zin: H350.
- 303 De activiteit van de radionucliden wordt opgevraagd wegens het belang van deze nucliden voor de operationele veiligheid, de langetermijnveiligheid in de referentie-eindbestemming of beide. De selectie van de radionucliden werd uitgebreid om de geologische berging waar mogelijk te vrijwaren

als terugvaloptie voor het betrokken afval. Bovendien wordt op deze manier de traceerbaarheid van het radioactieve afval gevrijwaard.

- 304 De specifieke gegevens per collo zijn gestructureerd in twee grote delen: (a) fysische en chemische gegevens en (b) radiologische gegevens. Dit overdrachts criterium somt de radiologische gegevens op die de producent opgeeft in de bijlage bij het C-formulier.
- 305 Dit gegeven is nodig voor de contractuele overdrachts criteria in Hoofdstuk 7.
- 306 Het productiedocumentatiedossier (PDD) bevat alle relevante informatie over de colli GA. Met dit dossier kan NIRAS nagaan of er voldaan is aan de van toepassing zijnde contractuele overdrachts criteria. Daarnaast bevat dit dossier ook gegevens over het radioactieve afval die een betere traceerbaarheid van het afval garanderen.
- 307 Een PDD bevat alle gegevens die, aan de ene kant, vereist worden in dit document (het aantonen van de naleving van de overdrachts criteria) en, aan de andere kant, gedocumenteerd worden volgens het goedkeuringsdossier (bijvoorbeeld procesparameters, grondstofcertificaten ...). Het PDD kadert tevens in de NIRAS-vereisten inzake kwaliteitsborging en is nodig om de aangeboden primaire colli GA te accepteren.

Bij de productiecontroles tijdens de ontvangst van de primaire verpakkingen wordt nagegaan of er scheuren, blutsen, krassen ..., aanwezig zijn. Bij controles tijdens de cementering kijkt de producent naar het tijdstip (begin en einde) waarop het collo onbeweeglijk gehouden werd, de vulhoogte van het collo ..., terwijl de controles bij de sluiting vooral focussen op: de kwaliteit van het felswerk, de afwezigheid van vrijstaand water op het bovenoppervlak ...

Voor segregatie (zie criterium 431), ASR (zie criterium 414) en DEF (zie criterium 435), is het voldoende om de resultaten van de testen op representatieve stalen van de immobilisatiematrix of het immobilisatieproduct in het goedkeuringsdossier op te nemen. Deze hoeven niet in het PDD opgenomen te worden.

Wat betreft 'cellulosehoudende stoffen':

Cellulosehoudende stoffen bestaan hoofdzakelijk of geheel uit cellulose. Cellulose is opgebouwd als een aaneenschakeling van glucose-eenheden en wordt dus beschouwd als 'putrifieerbare' of vergankelijke organische stof. ISA, een afbraakproduct van cellulose, is een complex- of chelaatvormend agens (zie verder), waarvan het verstorende effect op de cementshoudende barrières in de berging gekend is.

Voorbeelden van cellulosehoudende stoffen zijn papier, karton, hout en katoen. In de praktijk kunnen cellulosehoudende stoffen ook voorkomen in bouwmaterialen, zoals houtvezelcementplaten, gyproc (gipsplaat) of linoleum. Ook in grond komen ze typisch voor (vanwege takjes en bladeren). Leder (schoenen) daarentegen is geen cellulosehoudende stof.

Wat betreft 'minerale chloriden':

In het algemeen zijn chloriden verbindingen waarin chloor in de oxidatietoestand '-1' voorkomt. Een chloride-ion is het negatief geladen ion Cl^- . Chloride-ionen in een waterige oplossing kunnen op twee manieren de langetermijnveiligheid in het gedrang brengen:

- Chloride-ionen kunnen een verstrend effect hebben op de stalen wapening van de caisson.
- Chloride-ionen kunnen, net zoals cellulosehoudende stoffen, een verstrend effect hebben op de chemische retentie van op cement gebaseerde barrières. In geval van een hoge concentratie aan opgeloste chloride-ionen kan de cementmatrix zelf worden aangetast.

De kennis van de massa chloride-ionen die door oplossing van chloriden in water kan vrijkomen, is daarom belangrijk voor de documentatie van het radioactieve afval.

Voor de toepassing van dit document worden alle anorganische chloriden in rekening gebracht. Minerale chloriden zijn zouten waarin het negatief geladen ion ('anion') een chloride-ion is. Een zout is een elektrostatische (dus niet-covalente) binding tussen positieve en negatieve ionen. Een voorbeeld van een mineraal chloride is NaCl (keukenzout). In de praktijk kunnen minerale chloriden typisch voorkomen in radioactief afval afkomstig van verdampingsresiduen, absorbeermaterialen, sedimentaire gesteenten of bouwmaterialen afgeleid van sedimentaire gesteenten (zoals zand, baksteen en betonpuin) of in afval afkomstig van het gebruik van decontaminatie- en schoonmaakmiddelen.

Organische chloriden komen enkel voor in covalente verbindingen. Voor deze types afval wordt er in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 5.3.2.10.4 van het veiligheidsrapport) aangetoond dat ze geen aanleiding geven tot het vrijkomen van meer dan 0,4 m% chloride-ionen ten opzichte van de bindmiddelmassa in de immobilisatiematrix. Voorbeelden van chemische verbindingen waarin het element chloor covalent gebonden is, zijn polyvinylchloride (PVC) of andere chloorhoudende plastics.

Hieronder volgt een rekenvoorbeeld om de afleiding van de gegevens voor het PDD te illustreren.

Veronderstel een primair collo met daarin ruw en/of verwerkt afval dat 2 kg AgCl, 1 kg NaCl, en 20 kg PVC bevat en 350 kg immobilisatiematrix (schattingen):

- Alleen de minerale zouten AgCl en NaCl in het ingebrachte ruwe en/of verwerkte afval worden als wateroplosbaar beschouwd.
- De massa chloride-ionen in elk chloride kan worden afgeleid van de massa van het chloride en de atoommassa's van de elementen (35,45 voor Cl, 107,87 voor Ag, 22,99 voor Na).
- Zo is de massa chloride-ionen in NaCl gelijk aan $1 \text{ kg} \times (35,45 / (35,45 + 22,99)) = 0,6 \text{ kg}$.
- De gebruikte bestanddelen voor de immobilisatiematrix in dit voorbeeld staan vermeld in Tabel 9 **Error! Reference source not found.**

Tabel 9: bestanddelen fictieve immobilisatiematrix

Bestanddeel	Massa [kg]	% Cl ⁻	Massa Cl ⁻ [kg]
Granulaat 1	135	0,001	0,00135
Granulaat 2	51	0,001	0,00051
Water	62,5	0,025	0,0156
Cement (type CEM I)	100	0,1	0,1
Hulpstof	1,5	0,1	0,0015

- De percentages aan chloride-ionen van de gebruikte granulaten moeten getest worden volgens de norm NBN EN 1744-1 [44]. Voor dit voorbeeld is er een conservatieve waarde van 0,001 m% genomen. De Belgische norm voor drinkwater legt een maximum aan chloride-ionen op van 250 mg/l, ofwel 0,025 m%. Volgens de respectievelijke normen NBN EN 197-1 [18] en NBN EN 934-1 [22] mogen cement en hulpstoffen gebruikt in de immobilisatiematrix niet meer dan 0,1 m% chloride-ionen bevatten. Merk op dat het cement de belangrijkste bijdrage levert tot de massa chloride-ionen in de immobilisatiematrix.
- De gegevens voor het PDD zijn dus: AgCl (2 kg AgCl, 0,5 kg chloride-ionen), NaCl (1 kg NaCl, 0,6 kg chloride-ionen) en immobilisatiematrix (350 kg, 0,1 kg chloride-ionen).

Wat betreft 'wateroplosbare sulfaten':

Met sulfaten worden chemische verbindingen met het sulfaation bedoeld. Een sulfaation is een polyatomisch oxoanion van zwavel met als brutoformule SO_4^{-2} . Sulfaationen in een waterige oplossing kunnen de langetermijnveiligheid in het gedrang brengen, doordat ze de cementmatrix aantasten en zo de integriteit kunnen aantasten van de cementgebonden barrières van de oppervlaktebergingsinrichting.

Voor de toepassing van dit document worden alle anorganische sulfaten, met uitzondering van BaSO_4 (bariumsulfaat), beschouwd als wateroplosbare sulfaten. Anorganische sulfaten zijn zouten waarin het negatief geladen ion ('anion') een sulfaation (SO_4^{-2}) is. Een zout is een elektrostatische (dus niet-covalente) binding tussen positieve en negatieve ionen. Een voorbeeld van een anorganisch sulfaat is NaSO_4 . In de praktijk kunnen anorganische sulfaten typisch voorkomen in radioactief afval afkomstig van verdampingsresiduen, kunstmeststoffen (bv. ammonsulfaat), sedimentaire gesteenten of bouwmaterialen afgeleid van sedimentaire gesteenten (bijvoorbeeld gips in gipsplaat of gyproc) of in afval afkomstig van het gebruik van decontaminatie- en schoonmaakmiddelen.

Organische sulfaten komen enkel voor in homogeen geconditioneerde harsen en kleine heterogeen geconditioneerde harsenkolommen. Voor deze types afval wordt er in het

veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 5.3.2.10.5 van het veiligheidsrapport) aangetoond dat ze geen aanleiding geven tot het vrijkomen van meer dan 12 g sulfaationen per kilogram van de afvalvorm. Een voorbeeld van organische sulfaten zijn sulfaatesters (zoals dimethylsulfaat).

Wat betreft 'complex- of chelaatvormende agentia':

Complexen en chelaten zijn op elektrostatische aantrekkingskracht gebaseerde verbindingen tussen een centraal metaalion en omgevende organische liganden. Het complex of chelaat kan aanzienlijk andere migratie-eigenschappen hebben dan het afzonderlijke metaalion. Op deze wijze kunnen complex- of chelaatvormende agentia een verstorend effect hebben op de chemische retentie van op cement gebaseerde barrières. Daarom worden complex- en chelaatvormende agentia in het afval beperkt. Het gamma van complex- of chelaatvormende agentia is echter heel uitgebreid en de eigenschappen ervan zijn heel divers. Om die reden kan NIRAS geen specifieke vereisten of limietwaarden opleggen, maar vraagt ze enkel dat de aanwezigheid van complex- of chelaatvormende agentia in het afval gedocumenteerd wordt. Dit zal toelaten specifieke veiligheidsstudies uit te voeren, die, al dan niet, aantonen dat het afval veilig geborgen kan worden in de oppervlaktebergingsinrichting mits eventuele maatregelen zoals een aanpassing van de radiologische criteria en/of opvulstrategie.

Voorbeelden van complex- of chelaatvormende agentia zijn EDTA, DPTA, NTA, wijnsteenzuur, citroenzuur, oxaalzuur, alkylsulfonzuur, gesubstitueerde fenolen ... In de praktijk kunnen complex- of chelaatvormende agentia typisch voorkomen in radioactief afval afkomstig van het gebruik van decontaminatie- en schoonmaakmiddelen in ziekenhuizen, onderzoeksinstellingen, chemiebedrijven en bij de ontmanteling van nucleaire installaties.

Wat betreft 'absorbeermiddelen':

Anorganische absorbeermiddelen (bijvoorbeeld silicagel en vermiculiet) kunnen uitzetten in contact met water. Organische absorbeermiddelen kunnen complex- of chelaatvormende agentia bevatten of hun afbraakproducten kunnen dat zijn. Zo zouden absorbeermiddelen hypothetisch afbreuk kunnen doen aan de veiligheid van het langetermijnbeheer van het radioactief afval. NIRAS beschikt niet over een voldoende gefundeerde argumentatie om bepaalde limietwaarden op te leggen. Absorbeermiddelen komen echter slechts in beperkte hoeveelheden per collo voor. NIRAS zal daarom de aanwezigheid van organische of anorganische absorbeermiddelen in het afval tolereren, maar niettemin vereisen dat deze stoffen worden geïdentificeerd en hun massa opgegeven.

- 401 In vergelijking met vloeistoffen, gassen, poeders ..., heeft een vaste en niet-verspreidbare afvalvorm betere fysische, mechanische en chemische eigenschappen voor een veilig beheer. Vloeistoffen, gassen, poeders ..., houden een groter risico in op mogelijke lekken van radioactiviteit naar de omgeving.
Een compacte afvalvorm vormt één aaneengesloten niet-verspreidbaar geheel.
Een stabiele afvalvorm zorgt ervoor dat de evolutie van de afvalvorm beperkt blijft en hij niet zal degraderen onder invloed van de omgeving, zijn eigen inhoud of ten gevolge van de normale handelingen in de verschillende stappen van het beheer.
- 402 Dit criterium is een operationeel criterium omdat gas zich kan ontwikkelen door reacties tussen het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval en de immobilisatiematrix, ten gevolge van corrosie, radiolyse of ontbinding van organische stoffen. Dit gas kan de integriteit van de afvalvorm aantasten door scheuren, barsten, gaten en/of vervormingen te veroorzaken. Ook de integriteit van de primaire verpakking kan erdoor worden aangetast. Aldus kunnen de operationele veiligheidsfuncties van de primaire colli GA (insluiting, afscherming en afzondering) worden verstoord.
Tegelijkertijd beoogt dit contractueel overdrachtscriterium ook de geologische berging waar mogelijk te vrijwaren als terugvaloptie. In de geologische berging is gasgeneratie een belangrijk fenomeen. Daarom kan dit overdrachtscriterium ook beschouwd worden als een langtermijncriterium.
- 403 Dit contractueel overdrachtscriterium zorgt ervoor dat excessieve verdamping van het water in de afvalvorm vermeden wordt. Excessieve verdamping van water kan leiden tot scheuren, barsten ..., van de afvalvorm, waardoor de duurzaamheid van het immobilisatieproduct negatief beïnvloed kan worden.
- 404 Minerale chloride-ionen kunnen de veiligheid op twee manieren negatief beïnvloeden: aan de ene kant kunnen zij een verstorend effect hebben op de stalen wapeningsstaven van de caisson; aan de andere kant kunnen zij, net zoals cellulosehoudende stoffen, stabiele complexen vormen met

bepaalde radionucliden, waardoor de retentiefuncties van de kunstmatige barrières worden verstoord. Indien er veel chloride-ionen aanwezig zijn, kunnen ze de cementmatrix zelf aantasten. De limietwaarde in dit contractueel overdrachts criterium komt voort uit de conformiteitscriteria voor afval bestemd voor oppervlakteberging (zie § 15.4.2.2 van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting). In het veiligheidsrapport wordt de hoeveelheid minerale chloride-ionen in de afvalvorm beperkt tot 0,4 m% van de massa cement in de immobilisatiematrix. Het gebruik van alternatieve hydraulische bindmiddelen sluit NIRAS a priori niet uit, zie hiervoor criterium 412. Daarom is in het contractueel overdrachts criterium "cementmassa" vervangen door "bindmiddelmassa". De afvalvorm omvat het ingebrachte ruwe en/of verwerkte afval, de interne onderdelen, de immobilisatiematrix en de eventuele interne afscherming of betonstop (zie Bijlage 3), zodat de som van alle minerale chloride-ionen van elk van deze componenten de totale hoeveelheid aan minerale chloride-ionen vormt die in dit criterium in beschouwing genomen wordt. In het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 5.3.2.10.4 van het veiligheidsrapport) is aangetoond dat organische chloriden geen aanleiding geven tot het vrijkomen van meer dan 0,4 m% chloride-ionen ten opzichte van de bindmiddelmassa in de immobilisatiematrix (zie ook verantwoording 307).

- 405 Dit overdrachts criterium berust op een beslissing van NIRAS, die daarmee het courante beheer met betrekking tot 'putrifieerbare stoffen' in het afval wil handhaven. Met 'putrifieerbare stoffen' worden organische stoffen bedoeld die een gepast substraat (= voedingsbodem voor micro-organismen) kunnen vormen voor een biologisch afbraakproces en/of gemakkelijk kunnen afbreken door basische hydrolyse. Putrifieerbare stoffen zijn daarom eigenlijk biologisch afbreekbare stoffen en vetten. Biologisch afbreekbare stoffen zijn immers stoffen die een gepast substraat kunnen vormen voor een biologisch afbraakproces. Vetten zijn stoffen die door basische hydrolyse uiteenvallen in een zeep (= zout van een vetzuur) en glycerol. De hierboven vermelde reacties resulteren in producten die de operationele- en langetermijnveiligheidsfuncties kunnen verstoren (bijvoorbeeld door corrosie van de metalen verpakking of aantasting van de cementmatrix), afhankelijk van de hoeveelheid waarmee ze in het afval aanwezig zijn. Het criterium maakt een uitzondering voor het geval van de cellulosehoudende stoffen, omdat hiervoor een specifieke maximumlimiet bestaat (zie § 15.4.2.1 van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting). Het contractueel overdrachts criterium maakt tevens de abstractie dat vetten in de praktijk ofwel tot de biologisch afbreekbare stoffen behoren, ofwel slechts in verwaarloosbaar kleine hoeveelheden in het afval voorkomen. Het overdrachts criterium is niet van toepassing op de primaire verpakking, aangezien hierbij geen biologisch afbreekbare stoffen aanwezig zijn. Dit contractueel overdrachts criterium is niet kwantitatief. Het is niet uitgedrukt in numerieke limietwaarden. Het verbod op de aanwezigheid van biologisch afbreekbare stoffen mag dus niet worden gelijkgesteld met de nullimietwaarde. Het contractueel overdrachts criterium is kwalitatief. Verwaarloosbare hoeveelheden van de stoffen in kwestie, die de performantie van de veiligheidsfuncties niet verstoren, kunnen dus worden getolereerd.
- 406 Isosaccharinezuur (ISA), het belangrijkste degradatieproduct van cellulose in bergingsomstandigheden, kan stabiele complexen vormen met bepaalde radionucliden. Dit verstoort de retentie-eigenschappen van de cementbarrières en kan dus leiden tot een hogere radiologische impact door uitloging van de oppervlaktebergingsinstallatie. De aanwezigheid van cellulosehoudende stoffen in de afvalvorm moet daarom worden beperkt. Het verband tussen de aanwezigheid van ISA en de invloed ervan op de retentie-eigenschappen van de cementbarrières is echter niet evenredig. Er bestaat een maximumwaarde voor de concentratie van ISA waaronder er geen invloed is op deze retentie-eigenschappen. De limiet van 0,1 kg voor een 400-litercollo is rechtstreeks overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.4.2.1 van het veiligheidsrapport). Het contractueel overdrachts criterium is niet van toepassing op de primaire verpakking, aangezien hierbij geen cellulosehoudende stoffen aanwezig zijn. Enkele voorbeelden van cellulosehoudende stoffen worden gegeven in verantwoording 307.
- 407 Dit contractueel overdrachts criterium komt voort uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.4.2.5 van het veiligheidsrapport). Hierin staat dat stoffen of mengsels die geklasseerd zijn onder de 'fysische gevaren' uitgesloten worden in het bergingsafval. Het is een beslissing van NIRAS om een aanvulling met betrekking tot de EUH-zinnen toe te voegen. Deze EUH-zinnen leveren extra informatie over specifieke gevaren voor stoffen die als fysisch gevaarlijk ingedeeld worden. Bij de beoordeling van het gevaarlijk zijn van bepaalde stoffen, speelt de concentratie ook een rol. NIRAS heeft ervoor gekozen het individuele collo GA als eenheid te nemen voor deze beoordeling en als dusdanig de concentraties van potentieel gevaarlijke stoffen te berekenen op de massa van de afvalvorm van het collo GA. Het contractueel overdrachts criterium is niet van toepassing op de primaire verpakking, aangezien hierbij geen gevaarlijke stoffen of mengsels aanwezig zijn.

Dit criterium is niet kwantitatief. Het is niet uitgedrukt in numerieke limietwaarden. Het verbod op de aanwezigheid van gevaarlijke stoffen of mengsels mag daarom niet worden gelijkgesteld met de nullimietwaarde. Het contractueel overdrachtscriterium is kwalitatief. Verwaarloosbare hoeveelheden van de stoffen in kwestie, die de performantie van de veiligheidsfuncties niet verstoren, kunnen dus worden getolereerd.

- 408 In het afval dat bestemd is voor oppervlakteberging mogen volgens het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.3.4 van het veiligheidsrapport) geen processen optreden die door expansie van het bergingsafval (zoals gelvorming) zouden kunnen leiden tot scheurvorming en dus aantasting van de fysieke integriteit van de cementgebonden barrières (*in casu* de caisson, de opvulmortel of het bergingsafval zelf). Dit zou een verstoring van de veiligheidsfuncties met zich kunnen meebrengen.
Voor betonpuin (zoals shaverstof) zijn ASR en DEF geïdentificeerd als de enige processen waarvoor bijkomende criteria en vereisten gedefinieerd moeten worden om dergelijke verstoringen te vermijden.
- 409 Deze limietwaarde in het contractueel overdrachtscriterium is overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.4.2.3 van het veiligheidsrapport). Hierin wordt voor elk collo geconditioneerd afval het massa-aandeel aan sulfaationen (massa SO_4^{2-}) van wateroplosbare sulfaten beperkt tot 12 g per kilogram van de afvalvorm. Tot aan de limiet van 12 g per kilogram van de afvalvorm heeft het vrijkomen van sulfaationen uit het geconditioneerde radioactieve afval geen invloed op de aantasting van de cementmatrix van de betonbarrières uit de veiligheidsevaluatie. Ter herinnering: de massa van de afvalvorm is gelijk aan de massa van het collo verminderd met de massa van zijn primaire verpakking.
In het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 5.3.2.10.5 van het veiligheidsrapport) is aangetoond dat organische sulfaten geen aanleiding geven tot het vrijkomen van meer dan 12 g sulfaationen per kilogram van de afvalvorm (zie ook verantwoording 307).
- 410 Elektropositieve metalen (zoals aluminium, beryllium en magnesium) kunnen normaliter niet geïmmobiliseerd worden in een matrix op basis van cement als hydraulisch bindmiddel. Deze vormen een redoxkoppel, waarbij een niet-verwaarloosbare hoeveelheid H_2 vrijkomt tijdens de binding en uitharding van de matrix (merk op dat een bindingsreactie in een cementmatrix lang kan duren). Het immobiliseren van dergelijke metalen in een matrix op basis van cement als hydraulisch bindmiddel is enkel mogelijk als de producent kan aantonen dat de kinetiek van de reactie traag genoeg is, zodat ze de binding en uitharding van de matrix niet verstoort. Dit kan door een matrixsamenstelling te gebruiken die een toevoegstof bevat (bijvoorbeeld lithiumnitraat) die de corrosiereactie inhibeert.
Dit contractueel overdrachtscriterium is niet kwantitatief. Het is niet uitgedrukt in numerieke limietwaarden. Het verbod op de aanwezigheid van elektropositieve metalen mag daarom niet worden gelijkgesteld met de nullimietwaarde. Het contractueel overdrachtscriterium is kwalitatief. Verwaarloosbare hoeveelheden van de stoffen in kwestie, die de performantie van de veiligheidsfuncties niet verstoren, kunnen dus worden getolereerd.
- 411 De chemische samenstelling en eigenschappen van het ruwe en/of verwerkte afval kunnen een grote invloed hebben op de kwaliteit en de eigenschappen van het immobilisatieproduct. Daarom wordt er aan de producent gevraagd om de nominale en extreme samenstelling van het afval en zijn corresponderende eigenschappen op te geven, zodat deze gekend zijn bij het ontwikkelen van de matrixsamenstelling. De lijst van de eigenschappen van het ruwe en/of verwerkte afval die opgenomen wordt in het goedkeuringsdossier is afhankelijk van: de conditioneringsvariant, de producent, de eventuele aanwezige radiologische afscherming of betonstop ..., en wordt tijdens het goedkeuringstraject overeengekomen met NIRAS.
Dit contractueel overdrachtscriterium is gekoppeld met het contractueel overdrachtscriterium 439, waarin vereist wordt dat de immobilisatiematrix compatibel is met alle mogelijke (chemische) samenstellingen van het ingebrachte ruwe en/of verwerkte afval.
- 412 Wanneer het gebruikte bindmiddel in de immobilisatiematrix voldoet aan de norm vermeld in het contractueel overdrachtscriterium, kan de kwaliteit van het cement gegarandeerd worden. Een kwaliteitsvol bindmiddel is noodzakelijk, echter toch niet voldoende voor een kwaliteitsvolle immobilisatiematrix. Alkali-geactiveerde slakken zijn hoogovenslakken welke geactiveerd worden door een base zoals NaOH of KOH na menging. De eigenschappen van dit alternatief hydraulisch bindmiddel zijn gelijkaardig aan die van een CEM III/C cement, welke geactiveerd worden door $\text{Ca}(\text{OH})_2$, zodat dit alternatief hydraulisch bindmiddel het vrijkomen van de radionucliden uit het ruwe en/of verwerkte afval beperkt.
NIRAS sluit het gebruik van andere alternatieve hydraulische bindmiddelen (zoals geopolymere, fosformagnesiumcement, sulfoalumineuscement ...) à priori niet uit. Echter er zijn bijkomende vereisten indien de producent bij de aanmaak van zijn immobilisatiematrix gebruik wil maken van deze andere alternatieve bindmiddelen, welke NIRAS later zal definiëren en ontwikkelen.

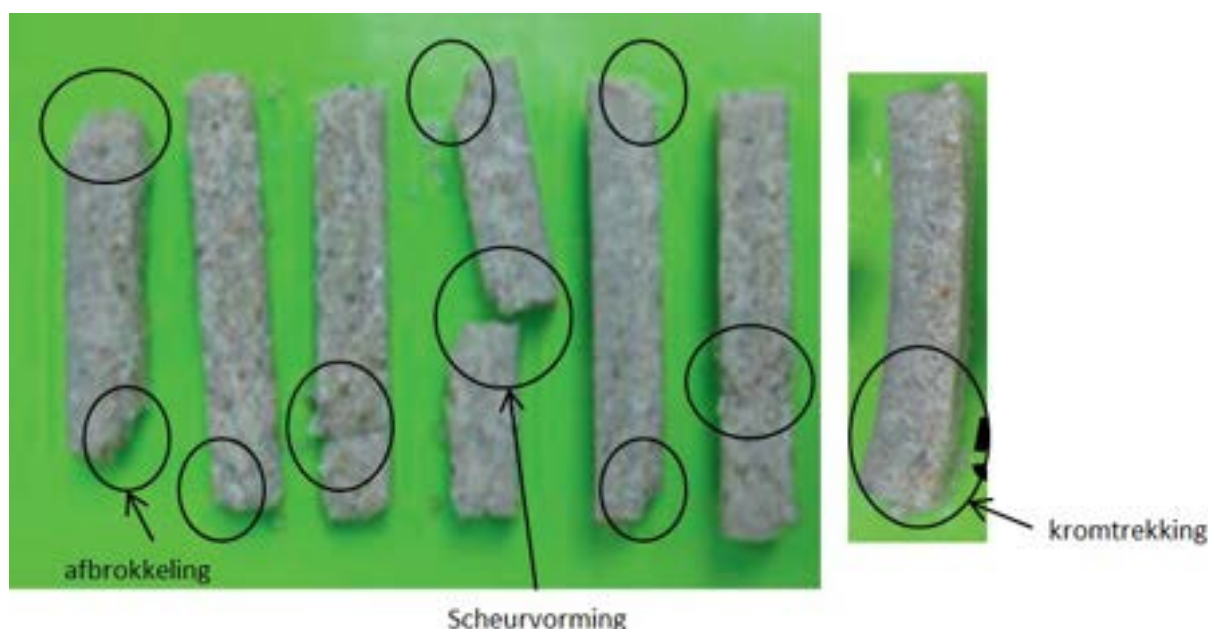
- 413 Wanneer de gebruikte granulaten in de immobilisatiematrix voldoen aan de norm vermeld in het contractueel overdrachts criterium, kan de kwaliteit van de granulaten gegarandeerd worden. Kwaliteitsvolle granulaten zijn noodzakelijk, echter toch niet voldoende om een kwaliteitsvolle immobilisatiematrix te verkrijgen.
- 414 De alkali-silica reactie (ASR) is een chemische reactie tussen aggregaten met reactieve silica en alkaliën die aanwezig zijn in de immobilisatiematrix. Deze reactie kan leiden tot expansie van de afvalvorm (zie verantwoording 408), die op haar beurt kan leiden tot barsten en scheurvorming in het immobilisatieproduct.
De methode beschreven in ASTM C1260 is een oriënterende test met één van de volgende resultaten:
- het aggregaat is gevoelig voor ASR;
 - het aggregaat is ongevoelig voor ASR;
 - het aggregaat is potentieel gevoelig voor ASR.
- In het laatste geval zal het uitvoeren van de test ASTM C1293 leiden tot een classificatie van het aggregaat als 'gevoelig voor ASR' of 'ongevoelig voor ASR'. Het is belangrijk om alle gebruikte granulaten te onderzoeken, ongeacht of ze silicium- of kalkhoudend zijn. Lage gehalten aan reactief silicium, dolomiet en/of klei kunnen immers al leiden tot een expansieve reactie in een alkalisch midden.
- 415 Idem verantwoording 413
- 416 De degradatie van organische verbindingen kan leiden tot de vorming van complex- of chelaatvormende agentia. Deze agentia kunnen de speciatie van de radionucliden in oplossing veranderen door de oplosbaarheid van de radionucliden te verhogen en/of door de sorptie te verminderen op de kunstmatige barrières (immobilisatiematrix en/of radiologische afscherming) of sedimentaire gesteenten in het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval. De producent kan best gebruik maken van anorganische hulpstoffen om de vorming van complex- en chelaatvormende agentia in de immobilisatiematrix zoveel mogelijk te vermijden. Indien gebruikt gemaakt wordt van organische hulpstoffen zal de producent deze keuze beargumenteren in het goedkeuringsdossier. Op basis van internationaal onderzoek naar de complex- en chelaatvormende capaciteit van superplastificeerders laat NIRAS de volgende superplasten toe mits ze correct gedoseerd⁹ zijn: superplastificeerders gebaseerd op naftaleensulfonaat, polycarboxylaat of melaminesulfonaat. Het gebruik van naftaleensulfonaat, polycarboxylaat en melaminesulfonaat wordt ondersteund door het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (voor naftaleensulfonaat en polycarboxylaat zie § 5.3.4 van het veiligheidsrapport, voor melaminesulfonaat zie § 5.3.1.2.9 van het veiligheidsrapport). Voor melaminesulfonaat wordt er geen sorptieverlaging verwacht op de kunstmatige barrières.
- 417 Idem verantwoording 413
- 418 Enkel minerale toevoegstoffen aan de immobilisatiematrix zijn toegelaten, om de hoeveelheid organische stoffen in het geconditioneerde afval te beperken. De degradatie van deze stoffen kan immers leiden tot de vorming van complex- of chelaatvormende agentia (zie ook verantwoording 416).
- 419 De normen garanderen een minimale kwaliteit en een nauwkeurige en ondubbelzinnige identificatie van de toevoegstoffen. Zo worden bepaalde siliciumhoudende granulaten geclassificeerd als silica fume wegens hun korrelgrootte en worden ze gecertificeerd en gecodificeerd volgens de opgegeven norm. Kwaliteitsvolle toevoegstoffen zijn noodzakelijk, echter toch niet voldoende voor een kwaliteitsvolle immobilisatiematrix.
- 420 Gezien het eerder kleine risico op ASR-gevoeligheid van kalksteenmeel, kan de producent deze ongevoeligheid aantonen op basis van de chemische samenstelling ervan. Omdat voor fijne componenten van de immobilisatiematrix zoals kalksteenmeel (L of LL) de korte test ASTM C1260 niet van toepassing is, kan het moedergesteente van het kalksteenmeel, indien beschikbaar met een voldoende grote korrelverdeling, getest worden volgens de kortere testmethode beschreven in ASTM C1260.
De producent kan de ASR-ongevoeligheid ook aantonen door het uitvoeren van de gestandaardiseerde test ASTM C1293 op de volledige mortel, cementpasta of het volledige beton.

⁹ Met 'correcte dosering' wordt bedoeld een normale dosering zoals gebruikelijk in de klassieke betontechnologie (maximaal enkele percenten ten opzichte van de massa van het cement), waarbij de hulpstof(fen) bovendien geen negatieve effecten hebben op de eigenschappen van het verse beton, de verse mortel of cementpasta (zoals segregatie, overmatig zweten ...).

- 421 De producent mag de testen in criteria 421 tot en met 431 uitvoeren op inactieve proefstukken, waarbij gebruik gemaakt wordt van een surrogaat van het reële afval (dat wil zeggen een niet-radioactief immobilisatieproduct met dezelfde chemische eigenschappen). Dit kan gebeuren om redenen van stralingsbescherming en gezien de industriële en economische beperkingen om testen uit te voeren op actieve proefstukken van het immobilisatieproduct. Het is zeer belangrijk dat deze testen op niet-actieve proefstukken representatief zijn voor de reële productie van het GA. Deze representativiteit toont de producent aan door een complementair testprogramma uit te voeren op actieve proefstukken (hierin worden vaak testen gebruikt die gemakkelijker uitvoerbaar zijn op actieve proefstukken dan de testen van de overdrachtscriteria).
- 422 De representativiteit houdt in dat de proefstukken tijdens hun binding en uitharding, in verhouding, minstens dezelfde condities (zoals belastingen, krachten, temperatuursevolutie ...) hebben ervaren als het immobilisatieproduct in een reëel collo. Immers bij de homogene cementering van een reëel collo zullen er veranderingen optreden door aanpassing (vergroting) van de schaal waarmee rekening gehouden moet worden, omdat deze anders kunnen zorgen voor nadelige gevolgen. Zo zijn:
- de fysische en chemische eigenschappen van het immobilisatieproduct tijdens het mengen afhankelijk van het volume en de hoeveelheden van de gebruikte bestanddelen. Bijvoorbeeld de hydratatiereacties van cement zijn exothermisch, wat een niet-verwaarloosbare en niet-uniforme toename van de temperatuur induceert. Zowel de temperatuurstijging als de temperatuurgradiënt zijn hoger bij een groter volume immobilisatieproduct.
 - de kwaliteitseigenschappen van het verse en uitgeharde immobilisatieproduct afhankelijk van het goed mengen van het immobilisatieproduct. Het mengen van een grote hoeveelheid immobilisatieproduct in een industriële installatie brengt bijkomende moeilijkheden met zich mee ten opzichte van het mengen van een kleine hoeveelheid in een laboratorium.
 - de reproduceerbaarheid en de robuustheid voor een reëel collo zowel afhankelijk van de foutenmarges die gedefinieerd zijn bij het mengen van het immobilisatieproduct (bijvoorbeeld mengtijd en mengvermogen), als de foutenmarges die gedefinieerd zijn bij de hoeveelheden van de gebruikte bestanddelen.
- Deze representativiteit toont de producent aan door een complementair testprogramma uit te voeren op proefstukken op reële schaal (hierin worden vaak testen gebruikt die gemakkelijker uitvoerbaar zijn op proefstukken op reële schaal dan de testen van de contractuele overdrachtscriteria).
- 423 Het kwaliteitssysteem moet de kwaliteit van het immobilisatieproduct garanderen, zodat altijd aan alle contractuele overdrachtscriteria voor het immobilisatieproduct voldaan is. Aangezien de meeste samenstellende delen van het immobilisatieproduct natuurproducten zijn, kan elke wijziging van de herkomst van deze samenstellende delen (inclusief een wijziging van de leverancier, steengroeve, cementoven, ...) een impact hebben op de eigenschappen van het immobilisatieproduct.
- 424 Het gebruik van een hydraulisch bindmiddel in de samenstelling van een immobilisatieproduct is cruciaal voor haar chemische, fysische en mechanische eigenschappen (en dus de kwaliteit). Daarom eist NIRAS van de producent dat de nodige procedures geïmplementeerd zijn. Hierdoor wordt een constante samenstelling van het immobilisatieproduct, binnen de gedefinieerde en aanvaarde tolerantie marges, gewaarborgd en wordt deze samenstelling correct gedocumenteerd in het bijbehorende goedkeuringsdossier.
- 425 De nominale samenstelling wordt gecontroleerd en gegarandeerd op basis van doseernauwkeurigheden van de gebruikte bestanddelen van het immobilisatieproduct conform de opgegeven norm of opgegeven tolerantie. Als de producent niet kan voldoen aan deze norm, mag er in het goedkeuringsdossier een eigen doseernauwkeurigheid opgegeven worden, op voorwaarde dat er door deze variaties geen andere contractuele overdrachtscriteria geschonden worden. De variaties op de nominale samenstelling zijn bovendien van belang bij het aantonen van de robuustheid (zie criterium 439).
- 426 Wanneer de binding van het immobilisatieproduct gegoten in de eerste stap begint vooraleer de tweede stap aangevangen wordt, kunnen er zich discontinuïteiten vormen tussen opeenvolgende stappen. Deze problemen worden vermeden wanneer het immobilisatieproduct in één keer gegoten wordt of de tijd tussen twee opeenvolgende stappen voldoende klein is, zodat de binding van de eerste stap nog niet begonnen is.

- 427 Overmatig waterverlies door verdamping tijdens de bindingsfase kan leiden tot een tekort aan water voor de binding en uitharding, waardoor de duurzaamheid van het immobilisatieproduct negatief beïnvloed kan worden.
Een mogelijke manier om aan dit contractueel overdrachts criterium te voldoen, is het deksel op het primaire collo GA te plaatsen zonder het definitief te sluiten.
- 428 Tijdens de binding en uitharding van een cementhoudend immobilisatieproduct zal het immobilisatieproduct in een eerste fase 'zweten' (er wordt dus water vrijgezet). Dit water wordt nadien opnieuw opgenomen en gebonden, zodat er op het oppervlak geen vrijstaand water achterblijft. De aanwezigheid van vrijstaand water na de binding en uitharding van het immobilisatieproduct is een indicatie dat er segregatie heeft plaatsgevonden of dat er initieel te veel water werd toegevoegd (bijvoorbeeld verkeerde bepaling van de watervraag, fout bij de dosering van het water, ...). Beide gevallen kunnen nadelig zijn voor de kwaliteit van het immobilisatieproduct. Daarnaast kan het vrijstaande water preferentiële wegen voor migratie van radionucliden bevorderen, waardoor het risico op besmetting binnen en buiten het primaire collo GA toeneemt. Dit brengt de integriteit van het primaire collo met betrekking tot de insluiting van de radionucliden in gedrang.
- 429 NIRAS vraagt om het primaire collo gedurende een bepaalde tijd onbeweeglijk te houden om er zeker van te zijn dat de zetting voldoende gevorderd is (vermindering van de plasticiteit tijdens de zetting), zodat er geen verlies van cohesie tussen het immobilisatieproduct en het ruwe en/of verwerkte afval (ten gevolge van manipulaties) optreedt. Dit kan nadelige effecten hebben op de kwaliteit van het primaire collo GA. Tussen de start en het einde van de binding mag het collo niet verplaatst worden, omdat het immobilisatieproduct op dat moment in een semi-plastische toestand verkeert met zeer zwakke mechanische eigenschappen. Eventuele schade (zoals scheuren) is blijvend.
- 430 Scheuren in de immobilisatiematrix zijn niet gewenst, aangezien ze enerzijds kunnen wijzen op een slechte kwaliteit van één van de componenten van de immobilisatiematrix en anderzijds op een probleem bij de productie van het radioactieve immobilisatieproduct. Omwille van de representativiteit, verkiest NIRAS dat de producent het (niet-)actieve collo produceert met dezelfde cementeerinstallatie als voor de conditionering van het ruwe en/of verwerkte afval. Indien dat niet mogelijk is, mag het collo worden aangemaakt in zo representatief mogelijke condities. De versnijdingswijze wordt zodanig bepaald door de producent, zodat eventuele bijkomende scheurvorming tijdens het versnijden zoveel mogelijk beperkt wordt.
Als de waarde voor de krimp meer dan 4 mm/m bedraagt en de cumulatieve opening voor het (niet-)actieve collo op ware grootte deze gemeten krimpwaarde niet overschrijdt, wordt aangenomen dat de ontstane scheuren een gevolg zijn van de krimp en niet van de opschaling. De producent mag dan de gemeten krimpwaarde als bovengrens van de toelaatbare cumulatieve opening gebruiken. Bij gebrek aan een bevredigende norm om de krimpwaarde te bekomen op cementpasta's, wordt dezelfde norm gebruikt die geldig is voor mortels.
Met dit contractueel overdrachts criterium wordt een mogelijke verstoring van de veiligheidsfuncties (insluiting van de radionucliden) niet tegengegaan, echter toch enigszins beperkt. Enkel visueel waarneembare scheuren of met andere woorden scheuren die een breedte hebben van 0,1 mm of meer, worden beschouwd wegens praktische uitvoerbaarheid. De controle tracht op deze manier de mogelijke scheurvorming die niet het gevolg is van scheuren ten gevolge van krimp in kaart te brengen. Immers deze mogelijke scheuren zijn niet verklaarbaar en kunnen mogelijk het gevolg zijn van een pathologie op lange termijn die niet opgemerkt werd op laboschaal.
- 431 Dit criterium is vereist om het fenomeen van segregatie te vermijden, wat een negatieve invloed heeft op de kwaliteit en de homogeniteit van het immobilisatieproduct. Segregatie vormt mogelijke preferentiële wegen van uitloging, die de migratie van radionucliden kan bevorderen en de insluiting van radionucliden in het gedrang kan brengen.
- 432 De historische en arbitraire minimumlimiet van 20 MPa blijkt in bepaalde gevallen eerder penaliserend te zijn voor de kwaliteit van het immobilisatieproduct. Een lagere minimale druksterkte werd daarom bepaald, gebaseerd op simulaties van de schade die een standaard 400l-vat oploopt in functie van de druksterkte van de matrix die het bevat (zie [45]). Bij een val van 6 m hoogte is de vervorming van het vat beperkt tot minder dan de helft van de "ultimate strain", indien de druksterkte van het immobilisatieproduct 8 MPa bedraagt.
Omdat de druksterkte van een homogeen gecementeerd immobilisatieproduct na het bereiken van een maximum (licht) kan zakken, wordt er aan de producent gevraagd om in zijn goedkeuringsdossier het verloop van de druksterkte in de tijd (tot het bereiken van een steady-state of plateau) te beschrijven. Op die manier wordt aangetoond of de druksterkte steeds minimaal 8 MPa zal bedragen.

- 433 De buigsterkte geeft een indicatie van het al dan niet aanwezig zijn van scheuren in het immobilisatieproduct. Indien er scheuren zijn in het product, zal de buigsterkte nagenoeg nihil zijn. Scheuren kunnen het transport van radionucliden uit het collo bevorderen en zo de integriteit van het primaire collo in gedrang brengen. NIRAS heeft beslist om 1 MPa als onderlimiet te gebruiken om praktische redenen. Omdat de buigsterkte van een homogeen gecementeerd immobilisatieproduct na het bereiken van een maximum (licht) kan zakken, wordt er aan de producent gevraagd om in zijn goedkeuringsdossier het verloop van de buigsterkte in de tijd (tot het bereiken van een steady-state of plateau) te beschrijven. Op die manier wordt aangetoond of de buigsterkte steeds minimaal 1 MPa zal bedragen.
- 434 Dit criterium geeft een indicatie van de duurzaamheid van het immobilisatieproduct en het gedrag van het immobilisatieproduct bij onderdompeling in water. Aantastingsmechanismen van cementhoudende materialen vereisen meestal de aanwezigheid van water en/of worden versneld in vochtige omstandigheden. Bovendien evolueert zowel een oppervlaktebergingsinrichting als een geologischebergingsinrichting op lange termijn naar een systeem met hoge relatieve vochtigheid. Een test uitvoeren bij een relatieve vochtigheid van 100% is, met andere woorden, conservatief (of op zijn minst representatief) ten opzichte van de te verwachten relatieve vochtigheden in een bergingsinstallatie. Een zekere duurzaamheid van het immobilisatieproduct is tijdens de operationele fase van het beheer, als op lange termijn belangrijk. In de bergingsinstallatie zal een hogere duurzaamheid van het immobilisatieproduct en een hogere bestandheid tegen agressieve stoffen, in combinatie met water, helpen de compatibiliteit met het kunstmatige barrièresysteem gedurende langere tijd te verzekeren en de verenigbaarheid met de bergingsinstallatie te verbeteren. Het is onmogelijk om in het contractueel overdrachtscriterium alle mogelijke structurele veranderingen op zo'n manier te beschrijven dat geen enkele kwalitatieve beoordeling meer nodig zou zijn. Om de producenten meer duiding te geven bij het contractueel overdrachtscriterium worden enkele voorbeelden gegeven van onaanvaardbare structurele veranderingen (zie Figuur 3 **Error! Reference source not found.**).



Figuur 3: Voorbeelden van onaanvaardbare structurele veranderingen (afbrokkeling, scheurvorming en kromtrekking) van proefstukken (omcirkeld).

- 435 Indien de temperatuur in beton, mortel of cementpasta tijdens of na de binding oploopt tot boven 60 °C, bestaat de kans op interne sulfaataantasting via vertraagde ettringietvorming (DEF) en bijgevolg zwellen, scheuren of barsten van de afvalvorm. Dit zou een verstoring van de veiligheidsfuncties voor de oppervlakteberging met zich kunnen meebrengen.
- 436 Specifieke aantastingsmechanismen kunnen geïnduceerd worden door koude temperaturen. Enkele voorbeelden zijn: thaumasiet aantasting wat resulteert in een totaal verlies van coherentie en rekristallisatie van geïmmobiliseerde zouten wat kan leiden tot scheurvorming en afbrokkelingen. Bovendien geeft dit contractueel overdrachtscriterium een indicatie over de duurzaamheid van het immobilisatieproduct. Een zekere duurzaamheid van het immobilisatieproduct is van belang zowel

tijdens de operationele fase van het beheer van het radioactieve afval, als op lange termijn. In de berging zal een hogere duurzaamheid van het immobilisatieproduct en een hogere bestandheid tegen agressieve stoffen in combinatie met water bijdragen tot een langer verzekerde compatibiliteit met het kunstmatige barrièresysteem en tot een betere verenigbaarheid met de bergingsinstallatie.

De koudetest voor het immobilisatieproduct is gelijkaardig aan de vries-dooi test voor de heterogene immobilisatiematrix, beschreven in de TFT-2 [46]. Echter omwille van de industriële haalbaarheid en dat de normen NBN B05-203 [47] en NBN B15-231 [48], waarop de test beschreven in de TFT-2 gebaseerd is, niet van toepassing zijn op een immobilisatieproduct, worden er minder strenge eisen op het immobilisatieproduct opgelegd.

- 437 Dit contractueel transfeercriterium geeft een indicatie over de capaciteit van het immobilisatieproduct om de geïmmobiliseerde radionucliden ook op lange termijn in te sluiten.
- 438 De duurzaamheidstest is gebaseerd op ASTM C1293, die beproeft naar ASR. De hier beschreven beproeving voor homogeen gecementeerd afval, beproeft echter ook andere, mogelijk nadelige, reacties in het immobilisatieproduct. De afwezigheid van deze reacties wordt aangetoond door middel van microscopische analyses. De volume- en massaveranderingen en de uiteindelijke buigsterkte van de monsters kunnen bijkomende informatie aanleveren ter ondersteuning van een beter begrip van deze microscopische analyses. Het objectief van deze microscopische analyses is een kwalitatieve beschrijving van de microstructuur van het immobilisatieproduct te verkrijgen. De producent onderzoekt en beschrijft hiervoor de verschillende technieken, en bij verschillende schalen, de verschillende punten van belang (zoals de structuur van de cementgebonden matrix, interfaces met aggregaten of het afval ...). De samples die hierbij onderzocht worden, zijn zo representatief mogelijk voor de ganse afvalvorm. Immers het tijdstip van optreden van anomalieën en waarnemingen kan bijkomende informatie geven over welke reactie deze afwijkingen veroorzaakt heeft.
- Wanneer de analyses met een voldoende hoge frequentie uitgevoerd worden, is het mogelijk om met de meetresultaten een eventuele stabilisatie van de toestand van de proefstukken te identificeren (met andere woorden uitblijven van dimensionele veranderingen, massaveranderingen, scheuren, afbrokkelingen ...). Het is mogelijk dat een stabilisatie van de toestand van de proefstukken pas optreedt (lang) nadat de 12 maanden na aanvang van de test verlopen zijn. Daarom wordt de producent aangeraden om de test pas te stoppen na onderling overleg met NIRAS.
- 439 De kwaliteit en de eigenschappen van het immobilisatieproduct zijn gegarandeerd, als de samenstelling van het immobilisatieproduct voldoende robuust is ten opzichte van de variaties in chemische samenstelling van het ruwe en/of verwerkte afval die kunnen optreden binnen het volledige domein van criterium.
- Voor het contractueel overdrachts criterium 'duurzaam' (zie criterium 438) hoeven de variaties van de chemische samenstelling van het ruwe en/of verwerkte afval niet in rekening gebracht te worden en is het voldoende om de conformiteit met dit contractueel overdrachts criterium na te gaan enkel op basis van de nominale samenstelling.
- 440 De compatibiliteit tussen twee cementgebonden materialen (radiologische afscherming of betonstop en het immobilisatieproduct) is afhankelijk van de uitwisseling van water en de chemische interacties die gebeuren op hun scheidingslaag. Specifiek: wanneer de twee materialen een belangrijk verschil in samenstelling van hun interstitiële oplossing vertonen, kan er door een chemische gradiënt een mogelijke incompatibiliteit optreden. Zo is het mogelijk dat een sulfaataantasting in het ene materiaal optreedt als gevolg van de incompatibiliteit met het andere materiaal.
- De uitwisseling van water tussen de twee cementgebonden materialen versnelt dit soort van chemische interacties op de scheidingslaag door middel van advectie in de interstitiële oplossing. De eventuele aanwezigheid van een menger mag geen negatieve invloed hebben op het immobilisatieproduct, de primaire verpakking en de radiologische afscherming van het primaire colloïd, zodat de integriteit van alle of een van deze onderdelen niet aangetast wordt.
- 441 De materialen die de producent kan gebruiken voor een eventuele radiologische afscherming worden beperkt, om geen bijkomende moeilijkheden te creëren bij het aantonen van de compatibiliteit tussen de componenten van het primaire colloïd en de compatibiliteit met de bergingsinstallatie (zie criterium 603). Het gebruik van deze materialen voor de radiologische afscherming houdt onder meer in dat het GA de gewenste fysische en chemische eigenschappen bezit om het vrijkomen van radionucliden uit het ruwe en/of verwerkte afval te beperken (zie § 15.3.2.1 van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting). De keuze aan te gebruiken materialen is ook beperkt wegens de beperkte scope van de toegelaten configuraties van de colli GA in dit document.

- 442 Omdat een radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta het afval niet moet solidificeren, volstaat een beperktere set van contractuele overdrachtscriteria dan die voor de immobilisatiematrix en het immobilisatieproduct. Deze contractuele overdrachtscriteria vermijden een potentiële verstoring van de veiligheidsfuncties van de oppervlakteberging. Bovendien is het voldoende dat de fabrikant van deze componenten over een BENOR-keurmerk (of een gelijkwaardig keurmerk) beschikt om NIRAS te tonen dat de kwaliteit gegarandeerd blijft tijdens de productie. Het werken volgens een dergelijk keurmerk betekent dat automatisch is voldaan aan een aantal criteria die betrekking hebben op de kwaliteitscontrole en -garantie en ze dus niet meer expliciet moeten worden aangetoond. De fabrikant kan een onderaannemer van de afvalproducent zijn of de afvalproducent zelf.
Wanneer de producent niet beschikt over een BENOR-keurmerk (of een gelijkwaardig keurmerk), gelden er bijkomende contractuele overdrachtscriteria voor de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta om NIRAS te tonen dat de kwaliteit gegarandeerd blijft tijdens de productie.
- 443 Omdat de radiologische afscherming gezien wordt als een standaardbeton in tegenstelling tot het immobilisatieproduct, wordt voor de druksterkte op 28 dagen gebruikt gemaakt van 30 MPa wat in de klassieke bouw beschouwd wordt als de ondergrens voor een standaard beton, mortel of cementpasta. Om in accidentele omstandigheden nog steeds een goede omsluiting en veiligheid voor het personeel ten opzichte van het radioactieve afval te garanderen, is de druksterkte ook van belang voor de operationele veiligheid. Een analoge redenering geldt voor de buigsterkte van de radiologische afscherming.
- 444 Zie verantwoording 443.
- 445 De materialen die de producent kan gebruiken voor een eventuele betonstop worden beperkt om geen bijkomende moeilijkheden te creëren bij het aantonen van de compatibiliteit tussen de componenten van het primaire collo en de compatibiliteit met de oppervlaktebergingsinstallatie (zie criterium 603). De keuze aan te gebruiken materialen is ook beperkt wegens de beperkte scope van de toegelaten configuraties van de colli GA in dit document.
- 446 Omdat een betonstop uit beton, mortel of cementpasta het afval niet moet solidificeren, volstaat een beperktere set van criteria dan die voor de immobilisatiematrix en immobilisatieproduct. Aan de hand van deze contractuele overdrachtscriteria kan aangetoond worden dat de kwaliteit gegarandeerd blijft tijdens de productie, waardoor een verstoring van de veiligheidsfuncties van het collo GA vermeden wordt.
- 447 Omdat de betonstop gezien wordt als een standaardbeton in tegenstelling tot het immobilisatieproduct, wordt voor de druksterkte op 28 dagen gebruikt gemaakt van 30 MPa wat in de klassieke bouw beschouwd wordt als de ondergrens voor een standaard beton, mortel of cementpasta. Om in accidentele omstandigheden nog steeds een goede omsluiting en veiligheid voor het personeel ten opzichte van het radioactieve afval te garanderen, is de druksterkte ook van belang voor de operationele veiligheid. Een analoge redenering geldt voor de buigsterkte van de betonstop.
- 448 Zie verantwoording 447.
- 501 De limiet van de activiteitsconcentratie van de totale hoeveelheid bèta/gammastralers is overgenomen uit het veiligheidsrapport van opslaggebouw 127.
- 502 De limiet van de activiteitsconcentratie van de totale hoeveelheid alfastralers is overgenomen uit het veiligheidsrapport van opslaggebouw 127.
- 503 In de geologische berging is het maximale dosistempo van een monoliet type CB-5 gevuld met acht primaire colli met maximale activiteitsconcentraties (zie contractuele overdrachtscriteria 501 en 502) beperkt tot 25 $\mu\text{Sv/h}$ op 1 meter.
- 504 Radium/thoriumhoudend afval wordt geweerd uit de oppervlaktebergingsinrichting, om te vermijden dat radonemanatie uit het afval de radiologische metingen zou verstoren. Door de toegelaten som van de concentraties aan Ra-226 en Th-232 in het ruwe en/of verwerkte afval te beperken tot 1000 Bq/kg, wordt verzekerd dat een eventuele emanatie en/of uitloging geen significante effecten veroorzaakt ten opzichte van de achtergrondconcentraties of concentraties in constructiematerialen zoals het beton van de berging (zie § 14.3.1.5 van het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting). NIRAS hanteert de waarde van 1000 Bq/kg als algemene limietwaarde voor het van *nature* aanwezige radium en thorium [50]. Deze limietwaarde is ook

gebruikt in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.6.1.2 van het veiligheidsrapport).

- 505 De limiet van de hoeveelheid splijtstoffen is overgenomen uit het veiligheidsrapport van opslaggebouw 127.
- 601 NIRAS eist dat de primaire verpakking voldoet aan de internationale criteria voor een transportcollo van het type IP-2, zodat de primaire verpakking over zodanige mechanisch-fysische eigenschappen beschikt dat het in alle veiligheid gebruikt kan worden tijdens de opslagperiode.
De valtest houdt rekening met de mogelijke ongevallen die zich kunnen voordoen tijdens het transport, terwijl de stapeltest rekening houdt met de belastingen waaraan het primaire collo GA onderworpen kan worden tijdens het transport.
- 602 Wanneer gebruikgemaakt wordt van een primaire verpakking uit Tabel 8 **Error! Reference source not found.**, waarvan de code in overeenstemming is met de technische nota NTC-3 [13], voldoet het collo GA automatisch aan de afmetingen en massa's die toegelaten zijn in de oppervlaktebergingsinrichting (zie tabel 6 van het document ONDRAF/4NT/0573726/000/01 getiteld 'All - Structural Design Caissons/Monoliths'. Dit document kan gevonden worden in Annex I van NIROND TR-2011-63 E V3).
- 603 De fysische en chemische compatibiliteit houdt in dat er, zowel op korte als op lange termijn, geen nadelige consequenties mogen zijn voor de integriteit van het primaire collo, onder meer ten gevolge van:
- de incompatibiliteit tussen het contactoppervlak van een primaire verpakking en de verschillende andere uitrustingen;
 - de afstotingsverschijnselen en/of een slechte aanhechting van de immobilisatiematrix met de (binnen)wand van de primaire verpakking;
 - interne corrosie door contact tussen de matrix en de wand;
 - het inbrengen van het ruwe en/of verwerkte afval en de immobilisatiematrix tijdens de conditionering.
- Dit contractueel overdrachts criterium impliceert bijgevolg dat er geen fysische en chemische aantastingen van de primaire verpakking met inwendige oorsprong kunnen optreden in het collo GA.
- 604 Dit contractueel overdrachts criterium impliceert dat er geen fysische beschadigingen van de primaire verpakking van uitwendige afkomst kunnen optreden in het collo GA voor een minimale periode van 75 jaar. NIRAS heeft beslist om deze periode te laten beginnen vanaf het jaar waarin de primaire verpakking geproduceerd wordt.
Het contractueel overdrachts criterium zorgt ervoor dat de primaire verpakking kan weerstaan aan alle mechanische belastingen die kunnen optreden onder normale bedrijfsomstandigheden en er dus geen doorboringen, scheuren of barsten, diepe krassen, deuken, bulten en chemische en thermische aantastingen optreden. Het criterium beantwoordt ook aan de eis dat het onderste collo de belasting kan weerstaan, wanneer colli vier rijen hoog (voor opslaggebouw G127) of zes rijen hoog (voor opslaggebouw G155) gestapeld worden tijdens de tijdelijke opslag.
- 605 Dit contractueel overdrachts criterium impliceert dat er geen chemische aantastingen van de primaire verpakking van uitwendige oorsprong kunnen optreden in het collo GA. Hiervoor eist NIRAS onder andere dat de primaire verpakking van het GA corrosiebestendig is tijdens alle fases van zijn beheer voorafgaand aan de eindconditionering. Corrosiebestendigheid heeft betrekking op corrosieverschijnselen van zowel interne als externe oorsprong, waarbij de voorziene periode wordt vastgelegd op 75 jaar.
De integriteit van de primaire verpakking is van cruciaal belang voor de veiligheid tijdens de volledige opslagperiode en heeft rechtstreeks invloed op het latere ontladen van de primaire colli uit het opslaggebouw.
- 606 De conformiteitscriteria uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.3.2.2 van het veiligheidsrapport) leggen deze beperking op voor een collo heterogeen geconditioneerd afval, om zo van boven tot beneden aaneengesloten lege ruimtes te vermijden en het mogelijke transport van radionucliden doorheen het collo of het vrijkomen van radionucliden uit het collo tot een minimum te beperken. Echter de radiologische evaluaties in hoofdstuk 14 van het veiligheidsrapport gaan uit van een maximum van 15 % aan lege ruimte in het collo GA, ongeacht of het hierbij gaat om homogeen of heterogeen in een cementmatrix geconditioneerd afval. Zodat bijgevolg deze maximumlimiet ook opgelegd kan worden aan colli homogeen geconditioneerd afval. Merk op dat de opgegeven limietwaarde van 15 % aan lege ruimte op een conservatieve manier de compatibiliteit met de geologische berging garandeert. NIRAS wenst

hiermee rekening te houden voor het geval dat de eindbestemming van het collo toch niet de oppervlakteberging zou zijn.

- 607 NIRAS en Belgoprocess gaan voorzichtigheidshalve uit van een maximale massa van $1,5 \times 10^3$ kg voor het primaire collo. Deze limietwaarde is afkomstig van de grijper in de opslaggebouwen, maar omvat tegelijkertijd op een conservatieve manier de maximale massa af voor colli GA die volgens het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting toegelaten zijn in een monoliet van Type I.
- 608 Omwille van de langetermijnveiligheid moet het GA de fysische en chemische eigenschappen hebben die het vrijkomen van radionucliden uit het ruwe en/of verwerkte afval beperken. Dit houdt onder meer in dat het GA een voldoende grote hoeveelheid massa bindmiddel (zie criterium 412) moet bevatten. De radionucliden worden immers in essentie vastgehouden in de uitgeharde bindmiddel. De limietwaarde is rechtstreeks overgenomen uit het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.3.2.1 van het veiligheidsrapport).
- 609 Om de monoliet te behoeden voor verstoring van de operationele- en langetermijnveiligheidsfuncties beschreven in het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting (zie § 15.3.3 van het veiligheidsrapport), mag er geen radioactief besmette vloeistof uit de monoliet lopen. Bovendien kunnen vrije vloeistoffen, in het bijzonder water, dienen als medium voor versturende chemische reacties zoals corrosie en daarom worden ze zoveel mogelijk vermeden. Enkel vrije macroscopische vloeistoffen zijn uitgesloten. Interstitieel water wordt dus niet als een vrije vloeistof beschouwd. Interstitieel water wordt ter plaatse gehouden door capillaire krachten en draagt daarom niet bij aan processen die een stroming van vloeistof in het bergingscollo veronderstellen.
- 610 De limiet van het dosistempo is overgenomen uit het veiligheidsrapport van opslaggebouw 127.
- 611 Het contractueel overdrachtscriterium voor afneembare oppervlaktebesmetting is een operationele parameter die van belang is voor de bescherming van mens en omgeving tijdens de verschillende fasen van het verdere beheer (transport en opslag in de respectievelijke opslaggebouwen). Bovendien is dit criterium opgenomen in het veiligheidsrapport van de betrokken opslaggebouwen.
- 615 Een unieke identificatiecode op een collo zorgt voor een eenduidige verbinding met zijn radiologische en chemische inhoud, zodat men steeds weet hoe de operationele veiligheid gegarandeerd kan worden. Naast een operationeel criterium is dit ook een langetermijncriterium, omdat het de traceerbaarheid en (radiologische en chemische) inhoud van het afval omvat die van belang is voor de berging van het collo en voor het garanderen van de langetermijnveiligheid van de oppervlaktebergingsinrichting.
- 616 Om het identificatienummer vanop afstand en onder verschillende invalshoeken leesbaar te maken, zal het identificatienummer voldoende groot aangebracht worden op meerdere plaatsen op het vat. Om de uniformiteit te verzekeren, wordt er een bepaalde structuur gehanteerd voor het identificatienummer, zoals vermeld is in het contractueel overdrachtscriterium.
- 617 Het ARBIS [51] legt het volgende op:
- Elk collo GA moet een waarschuwingsteken voor ioniserende straling dragen. Dit volgt uit artikel 31.2 c van het ARBIS, dat bepaalt dat het waarschuwingsteken moet voorkomen op elk recipiënt waarin zich radioactieve stoffen bevinden. De afmetingen van het etiket en de plaats(en) op het collo waar het wordt aangebracht, staan in functie van de duidelijke zichtbaarheid en de goede herkenbaarheid van het waarschuwingsteken.
 - Het waarschuwingsteken moet gelijken op het waarschuwingsteken voor radioactieve stoffen, dat wordt omschreven in het koninklijk besluit van 17 juni 1997 betreffende de veiligheids- en gezondheidssignalering op het werk (waar ook de Codex over het welzijn op het werk naar verwijst). Dit volgt uit artikel 31.1 van het ARBIS, dat zich verder focust op het symbool dat het belangrijkste kenmerk is van dit waarschuwingsteken. Hierbij wordt opgemerkt dat het koninklijk besluit van 17 juni 1997 niet oplegt dat het waarschuwingsteken voor radioactieve stoffen moet voorkomen op recipiënten.
- 701 Dit contractueel overdrachtscriterium is een langetermijncriterium omdat het veiligheidsrapport van de oppervlaktebergingsinrichting de aanwezigheid van infectueuze stoffen in het bergingsafval verbiedt (zie § 15.5 van het veiligheidsrapport). Dit criterium is ook een operationeel criterium omdat het de veiligheid van de operatoren van het betrokken opslaggebouw, de IPM-installatie en de oppervlaktebergingsinrichting betreft. Het contractueel overdrachtscriterium is (lichtjes) meer beperkend dan het overeenkomstig conformiteitscriterium van de oppervlaktebergingsinrichting;

het verbod geldt voor alle 'biologische ziekteverwekkers' en niet alleen voor 'infectieuze stoffen', dit om operationele redenen. Voor de omschrijving van 'biologische ziekteverwekkers' wordt een beroep gedaan op definities uit het ADR [52], wegens de nauwkeurigheid van deze definities en de algemene bekendheid van deze wetgeving.

- 702 Dit contractueel overdrachts criterium is gebaseerd op het voorzichtigheidsprincipe. Biologische inactivatietechnieken zijn doorgaans niet voor 100% effectief in het vernietigen van de aanwezige biologische ziekteverwekkers.

Bijlage 2 Referentiebeheertraject

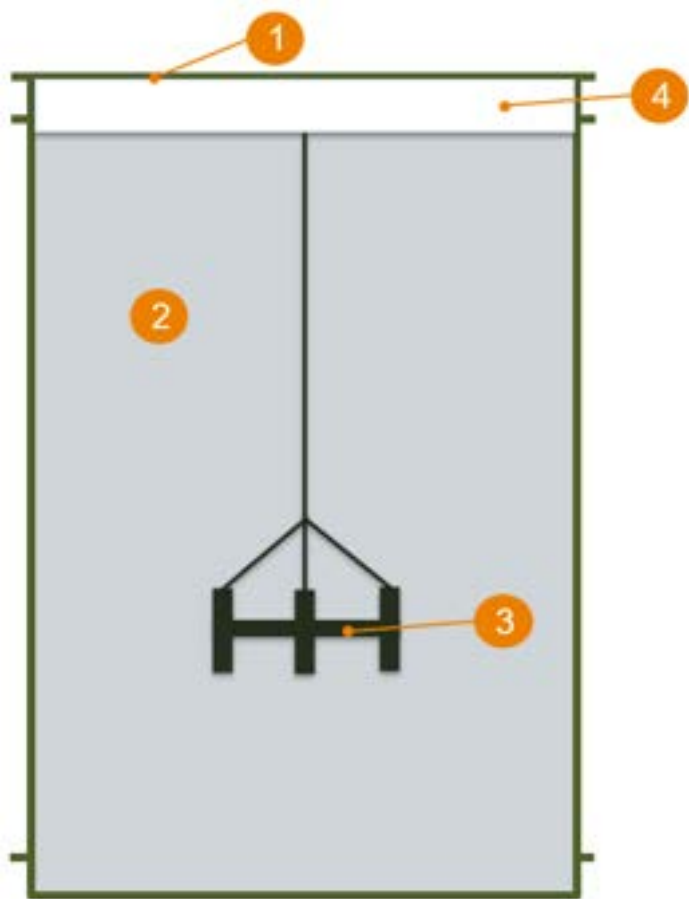
Een referentiebeheertraject is de opeenvolging van beheeractiviteiten, dat door NIRAS gepland is in overeenstemming met het Nationale Programma, zoals bedoeld in de wet van 3 juni 2014 houdende wijziging van artikel 179 van de wet van 8 augustus 1980.

Het referentiebeheertraject van het radioactieve afval waarop deze contractuele overdrachtscriteria betrekking hebben, bestaat uit de volgende stappen:

1. Transfer van de colli geconditioneerd afval (GA) aan de Belgische Staat en transport naar site 1 van Belgoprocess (ingeval de colli niet geproduceerd zijn op deze site).
2. Opslag van de colli in opslaggebouw 127.
3. Acceptatie en overbrenging van de colli GA vanuit het opslaggebouw naar de toekomstige eindconditioneringsinstallatie.
4. Het product van de eindconditionering zijn bergingscolli ('monolieten') Type B.
5. Acceptatie en overbrenging van de monolieten type B vanuit de eindconditioneringsinstallatie naar de (geplande) geologische bergingsinstallatie.
6. Berging van de B-monolieten.
7. Beheer van het radioactieve afval na berging.

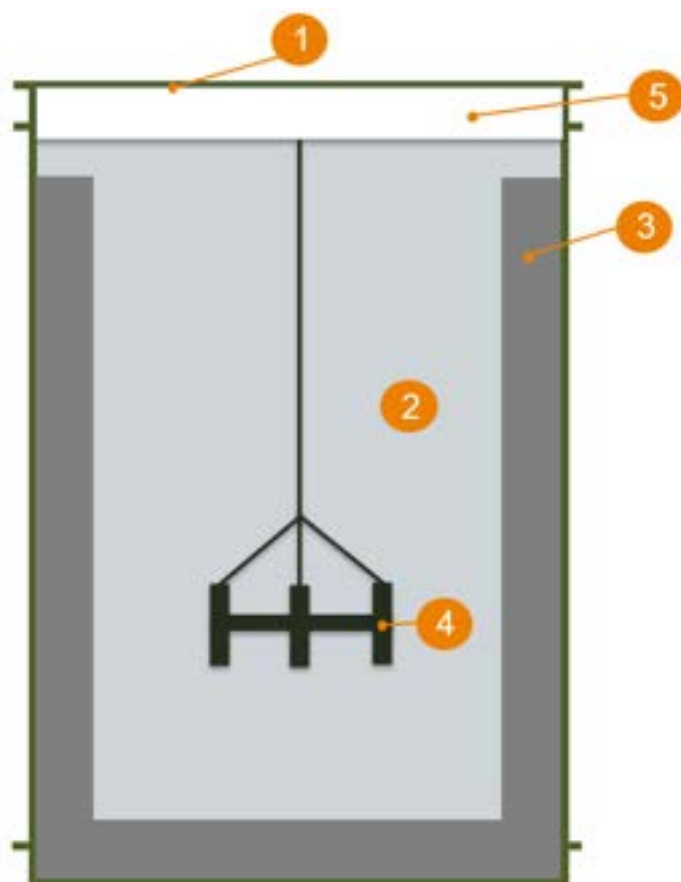
Bijlage 3 Toepasselijke configuraties van het collo GA

Configuratie 1: Homogene conditionering zonder interne afscherming



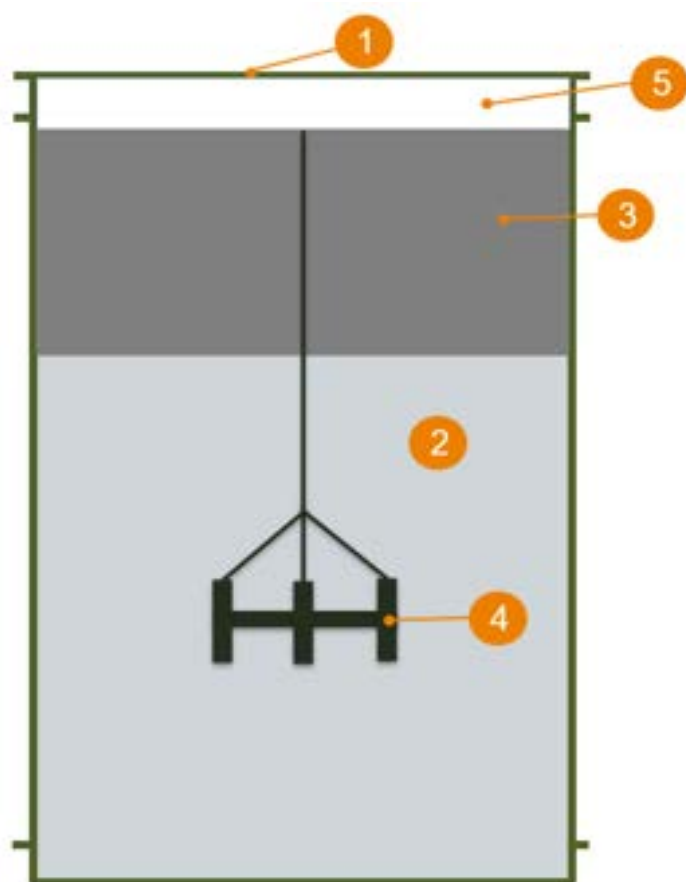
Nr.	Onderdeel	Basiscomponent
1	Metalen vat: <ul style="list-style-type: none">▪ kuip (inclusief eventuele beschermingsmantel)▪ deksel	Primaire verpakking
2	Immobilisatieproduct: <ul style="list-style-type: none">▪ het ruwe en/of verwerkte afval▪ immobilisatiematrix (conditioneringsmortel of -beton)	Afvalvorm
3	Menger (Optioneel)	
4	Vrije ruimte	(Opzettelijk vrij gelaten lege ruimte)

Configuratie 2: Homogene conditionering met interne afscherming



Nr.	Onderdeel	Basiscomponent
1	Metalen vat: <ul style="list-style-type: none">▪ kuip (inclusief eventuele beschermingsmantel)▪ deksel	Primaire verpakking
2	Immobilisatieproduct: <ul style="list-style-type: none">▪ het ruwe en/of verwerkte afval▪ immobilisatiematrix (conditioneringsmortel of -beton)	Afvalvorm
3	Interne afscherming (bijvoorbeeld uit hematiet- of barietbeton/mortel, cementpasta, staal of lood)	
4	Menger (Optioneel)	
5	Vrije ruimte	(Opzettelijk vrij gelaten lege ruimte)

Configuratie 3: Homogene conditionering met betonstop



Nr.	Onderdeel	Basiscomponent
1	Metalen vat: <ul style="list-style-type: none"> ▪ kuip (inclusief eventuele beschermingsmantel) ▪ deksel 	Primaire verpakking
2	Immobilisatieproduct: <ul style="list-style-type: none"> ▪ het ruwe en/of verwerkte afval ▪ immobilisatiematrix (conditioneringsmortel of -beton) 	Afvalvorm
3	Betonstop (uit hematiet- of barietbeton/mortel of cementpasta)	
4	Menger (Optioneel)	
5	Vrije ruimte	(Opzettelijk vrij gelaten lege ruimte)

Bijlage 4 Overzicht van de gevaa-zinnen van de uitgesloten gevaarlijke stoffen en mengsels

H-zin	begeleidend GHS-pictogram	Beschrijving
ontploffbare stoffen		
H200		instabiele ontploffbare stof
H201		ontploffbaar; gevaar voor massaexplosie
H202		ontploffbaar; ernstig gevaar voor scherfwerking
H203		ontploffbaar; gevaar voor brandluchtdrukwerking of scherfwerking
H204		gevaar voor brand of scherfwerking
H205	geen	gevaar voor massa-explosie bij brand
ontvlambare gas-sen of aerosolen		
H221	geen	ontvlambaar gas
H220		zeer licht ontvlambaar gas
H222		zeer licht ontvlambare aerosol
H223		ontvlambare aerosol
ontvlambare vloeistoffen of vaste stoffen		
H224		zeer licht ontvlambare vloeistof en damp
H225		licht ontvlambare vloeistof en damp
H226		ontvlambare vloeistof en damp
H228		ontvlambare vaste stof
zelf ontledende stoffen en mengsels, alsook organische peroxiden		
H240	 of 	ontploffingsgevaar bij verwarming
H241		brand of ontploffingsgevaar bij verwarming
H242		Brandgevaar bij verwarming
pyrofore stoffen en stoffen en mengsels die voor zelfverhitting vatbaar zijn		
H250		vat spontaan vlam bij blootstelling aan lucht
H251		vatbaar voor zelfverhitting; kan vlam vatten
H252		in grote hoeveelheden vatbaar voor zelfverhitting; kan vlam vatten
stoffen en mengsels die in contact met water ontvlambare gas-sen ontwikkelen		
H260		in contact met water komen ontvlambare gas-sen vrij die spontaan kunnen ontbranden
H261		in contact met water komen ontvlambare gas-sen vrij
oxiderende vaste stoffen en vloeistoffen en gas-sen		

H-zin	begeleidend GHS-pictogram	Beschrijving
H270		Gas dat kan brand of ontploffingen veroorzaken; sterk oxiderend
H271		kan brand of ontploffingen veroorzaken; sterk oxiderend
H272		kan brand bevorderen; oxiderend
gassen onder druk		
H280		bevat gas onder druk; kan ontploffen bij verwarming
H281		bevat sterk gekoeld gas; kan cryogene brandwonden of letsel veroorzaken
stoffen en mengsels die bijtend zijn voor metalen		
H290		kan bijtend zijn voor metalen
EUH-zin	begeleidend GHS-pictogram	Beschrijving
materiële eigenschappen		
EUH001	geen	in droge toestand ontplofbaar
EUH014		reageert heftig met water
EUH018		kan bij gebruik een ontvlambaar/ontplofbaar damp-luchtmengsel vormen
EUH019		kan ontplofbare peroxiden vormen
EUH044		ontploffingsgevaar bij verwarming in afgesloten toestand

Opmerking: EUH006, "Ontplofbaar met en zonder lucht.", is geschrapt door de Europese Verordening (EU) nr. 487/2013 van 8 mei 2013.

Acceptatie- en Ophalingsaanvraag Geconditioneerd Radioactief Afval

 <p>NIRAS (Dienst Acceptatie) Kunstlaan 14 1210 BRUSSEL</p>	<p><i>Veld voorbehouden aan NIRAS</i></p>
---	---

Aantal bijlagen:

2.4	Telefoonnummer:
-----	-----------------

3.1

4.1 Code (volgens NTC-3):

5.1

6.1

[illegible]

7. Opmerkingen

7.1

--

8. Validering radiologische gegevens

Ondergetekende, erkend deskundige bevoegd in de fysische controle, verklaart dat de opgegeven radiologische gegevens correct en conform de goedgekeurde methode voor radiologische karakterisering zijn.

8.1

Naam:
Datum:

8.3

Handtekening:

Identificatiefiche van het collo GA

A1 Identificatie

A1.1	Collonummer:	A1.2	Nummer C-formulier (idem pagina 1):
A1.3	Productiedatum collo:	A1.4	Referentie van het lot van de primaire verpakking:
A1.5	Conditioneerder:	A1.6	Campagne (idem pagina 1):

A2 Fysische en chemische gegevens

A2.1	Massa (kg):												
A2.2	Afvalomschrijving (volgens NTC-3):												
A2.3	Indien 'DO' in A2.2 gebruikt is, geef dan voor elke afvalfractie de overeenstemmende AO-code en de massa (inschatting):												
	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	
A2.4	Type primaire verpakking (volgens NTC-3):					A2.5	Type sluiting (volgens NTC-3):						
A2.6	Type interne afscherming (volgens NTC-3):					A2.7	Type immobilisatiematrix (volgens NTC-3):						
A2.8	Bevat het collo GA een gevaarlijke stof of een gevaarlijk mengsel ?											☐ ja	☐ nee
A2.9	Indien ja, specificeer de veroorzakende gevaarlijke stoffen en de toepasselijke H-zinnen (en/of EUH-zinnen):												
A2.10	Referentienummer van het erkenningsdossier 'Procedé':												
A2.11	Referentienummer van het erkenningsdossier 'Primaire verpakking':												

A3 Radiologische gegevens

Radiologische inhoud

A3.1	Specificeer de activiteit (Bq*) per radionuclide:					
	H-3:	Se-79:	I-125:	Eu-152:	U-236:	Am-243:
	Be-10:	Kr-85:	I-129:	Eu-154:	U-238:	Cm-242:
	C-14:	Sr-90:	I-131:	Eu-155:	Np-237:	Cm-243:
	S-35:	Mo-93:	Sb-125:	Ra-226:	Pu-238:	Cm-244:
	Cl-36:	Zr-93:	Sn-126:	Th-229:	Pu-239:	Cm-245:
	Ca-41:	Nb-94:	Cs-134:	Th-230:	Pu-240:	Cm-246:
	Mn-54:	Tc-99:	Cs-135:	Th-232:	Pu-241:	Cm-247:
	Co-58:	Ru-106:	Cs-137:	Pa-231:	Pu-242:	Cm-248:
	Co-60:	Pd-107:	Ce-144:	U-233:	Pu-244:	
	Ni-59:	Ag-108m:	Pm-147:	U-234:	Am-241:	
	Ni-63:	Ag-110m:	Sm-151:	U-235:	Am-242m:	
A3.2	Datum bepaling activiteiten:					

Activiteitsconcentraties

A3.3	Totale α -activiteit (Bq*):	A3.4	Totale β/γ -activiteit (Bq*):
------	------------------------------------	------	--

Radiologische operationele veiligheid

A3.5	Maximaal dosistempo bij contact (mSv/h):	A3.6	Datum meting dosistempo:
A3.7	Maximaal dosistempo op 1 m (mSv/h):		
A3.8	Is de afneembare oppervlaktebesmetting voor het totaal aan β/γ -stralers $\leq 0,4$ Bq/cm ² ? ☐ ja ☐ nee		
A3.9	Is de afneembare oppervlaktebesmetting voor het totaal aan α -stralers $\leq 0,04$ Bq/cm ² ? ☐ ja ☐ nee		

Splijtstoffen

A3.10	Massa U-235 (g):	Massa Pu-239 (g):	Massa Pu-241 (g):
A3.11	Is er hoogverrijkt ($\geq 20\%$) uranium aanwezig in het afval ? ☐ ja ☐ nee		

Radiologische karakterisering

A3.12	Gebruikte methodologie voor de radiologische karakterisering:
A3.13	Referentie naar het erkenningsdossier 'Radiologisch':
A3.14	Referentie naar het erkenningsdossier 'Meetinstallatie':

* formaat: a,bb E+cc

A4 Gegevens i.v.m. biologische ziekteverwekkers

A4.1 Is het geconditioneerde radioactieve afval besmet of mogelijks besmet met biologische ziekteverwekkers? ☐ ja ☐ nee

A5 Opmerkingen

A5.1

Bijlage 6 Lijst met elektropositieve metalen

Elektropositieve metalen zijn elementen in metaalvorm, waarvan de standaardelektrodepotentiaal (E^0) in een waterige oplossing ten opzichte van de standaard-waterstofelektrode lager is dan -0.84 V, zijnde de E^0 van het koppel waterstof/waterstofhydroxide (H_2/OH).

De onderstaande tabel bevat een exhaustieve lijst van de elektropositieve metalen met hun standaardelektrodepotentiaal.

Zink en titanium zijn niet in deze lijst opgenomen, omdat deze metalen zeer snel een uiterst weinig oplosbare oxidelaag vormen die stabiel is over een breed spectrum van pH-waarden.

	Element (zuiver metaal)	E^0 (Volt)
ELEKTROPOSITIEVE METALEN	Li	-3.04
	Rb	-2.98
	K	-2.93
	Cs	-2.92
	Ba	-2.91
	Sr	-2.89
	Ca	-2.76
	Na	-2.71
	Mg	-2.38
	Be	-1.85
	Al	-1.66
	Mn	-1.19
Ref.	$2H_2O \leftrightarrow H_2 + 2OH^-$	-0.83

Bron: CRC Handbook of Chemistry and Physics 64th Ed (1983)

Bijlage 7 Lijst met afkortingen

ASR	Alkali-silica reactie.
ARBIS	Algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen, koninklijk besluit van 20 juli 2001 en wijzigingen.
CLI	Absolute radiologische concentratielimiet per kritieke radionuclide.
DEF	Vertraagde ettringietvorming (<i>delayed ettringite formation</i>).
DFC	Dienst voor fysische controle
EDX	Energy-Dispersive X-ray spectroscopy
GA	Geconditioneerd afval.
HOC	Homogene conditionering in een cementmatrix.
IPA	Interne project aanvraag
IPM	Installatie voor de productie van monolieten.
ISA	Isosaccharinezuur.
PDD	Productiedocumentatiedossier: noodzakelijk voor de documentatie van de colli GA.
SEM	Scanning Electron Microscopy

Bijlage 8

Voorbeelden van karakteriseringsprincipes voor bepaald afval van Electrabel, die industrieel toepasbaar zijn met het oog op de transfer ervan

1	Inleiding	3
2	Voorbeelden van industriële KARAKTERISERING van radioactief afval met het oog op de transfer ervan.....	4
2.1	Door NIRAS erkende karakteriseringsmethodes.....	4
2.2	RADIOLOGISCHE KARAKTERISERING – aangifte van onzekerheden voor criterium CTC-202	4
2.2.1	Toepasselijke CTC's	4
2.2.2	Voorbeeld van een aangifte van onzekerheden over de radiologische metingen van radioactief afval vóór de productie van Nuclear Waste Packages door of voor rekening van Electrabel met het oog op de transfer ervan	4
2.3	fysisch-chemische karakterisering – aangifte van inhoud en onzekerheden	6
2.3.1	Toepasselijke CTC's	6
2.3.2	Voorbeeld van een aangifte voor toekomstig A0-afval, inclusief ontmantelingsafval	6
2.4	chemische karakterisering – aangifte van massa's en onzekerheden	7
2.4.1	Toepasselijke CTC's	7
2.4.2	Kleppen	8
2.4.2.1	In water oplosbaar chloor.....	8
2.4.2.2	In water oplosbaar sulfaat.....	8
2.4.2.3	Cellulose.....	9
2.4.2.4	Elektropositieve metalen.....	9
2.4.2.5	ASR – DEF	10
2.4.3	Betonpuin	10
2.4.3.1	ASR/DEF	10
2.4.3.2	Chloor en sulfaat.....	11
2.4.3.3	Cellulose.....	11
2.4.4	Betonblokken afkomstig van de ontmanteling van de biologische afscherming 12	
2.5	Toepassingsvoorbeeld van een uitlogingstest voor CTC– HOC – CTC437	12
2.5.1	Toepasselijke CTC's	12
2.6	Referenties	14

1 INLEIDING

De voorbeelden van afvalkarakterisering in deze bijlage lopen geenszins vooruit op de latere goedkeuring van hun goedkeuringsdossiers voor de transfer van de Nuclear Waste Packages door de Belgische Staat of zijn afgevaardigde. Dit document houdt geen verplichting voor Electrabel in om deze algemene principes toe te passen. In dat geval moet Electrabel alternatieve methodes ontwikkelen en ter goedkeuring voorstellen aan de Belgische Staat. Er dient opgemerkt dat deze bijlage niet limitatief wil zijn voor alle CTC's of alle afvaltypes die door ENGIE worden geproduceerd.

Niettemin zou de toepassing van deze illustratieve principes voor de ontwikkeling van toekomstige industrialiseerbare afvalkarakteriseringsmethodes beide partijen een hoge mate van vertrouwen moeten geven in de slaagkansen van de latere goedkeuringsdossiers voor transfer. De toepassing van de resulterende methodes zou de transfer van het afval binnen de best mogelijke termijnen vergemakkelijken.

De elementen met betrekking tot de latere fases, zoals de opstelling van een goedkeuringsdossier voor transfer door Electrabel, onafhankelijke controles, de transfer van afval en de bijbehorende modaliteiten ... zijn niet gedekt door deze bijlage.

2 VOORBEELDEN VAN INDUSTRIËLE KARAKTERISERING VAN RADIOACTIEF AFVAL MET HET OOG OP DE TRANSFER ERVAN

2.1 DOOR NIRAS ERKENDE KARAKTERISERINGSMETHODES

De door NIRAS erkende karakteriseringsmethodes in het kader van de tenuitvoerlegging van haar afvalacceptatiesysteem en de verificatie van de bijbehorende acceptatiecriteria blijven van toepassing. Deze methodes kunnen dus worden toegepast op de industriële karakterisering van radioactief afval vóór transfer.

2.2 RADIOLOGISCHE KARAKTERISERING – AANGIFTE VAN ONZEKERHEDEN VOOR CRITERIUM CTC-202

2.2.1 Toepasselijke CTC's

De CTC's die radiologische onzekerheden behandelen zijn: HEC-CTC-202¹, HEC-B-CTC-202, HOC-CTC-202, HOC-B-CTC-202 en CT3-CTC-202.

2.2.2 Voorbeeld van een aangifte van onzekerheden over de radiologische metingen van radioactief afval vóór de productie van Nuclear Waste Packages door of voor rekening van Electrabel met het oog op de transfer ervan

Electrabel kan de exploitant kiezen die zijn afval zal verwerken en conditioneren, alsook de vorm en inhoud van zijn aangifte.

De exploitant van deze dienst baseert zijn aangifte van onzekerheden over de radiologische inventaris echter minimaal op de eisen van de nota NIRAS-nota NTC-6/A [1] voor geconditioneerd afval en de nota NIRAS-nota TNT6.1/A [14] voor niet-geconditioneerd afval.

De bepaling van de onzekerheden in de AMANDE-geometrieën voor het afval dat geconditioneerd wordt door Electrabel [2], vermeld in de nota Electrabel 10000735463 [3] over de onzekerheden, zijn bijvoorbeeld reeds gebaseerd op de nota NIRAS NTC-6/A.

Deze onzekerheidsaangifte is beperkt tot de radionucliden die als kritiek worden beschouwd voor de bergingsinstallatie voor categorie A-afval en die in de onderstaande tabel zijn opgenomen.

¹ De volgende codering wordt gebruikt om een CTC te identificeren: XXX-CTC-NNN, waarbij XXX het afvaltype is en NNN het nummer van het transfercriterium.

Ag-108m	Cs-137	Pu-239	U-235
Am-241	I-129	Pu-240	U-236
Am-243	Mo-93	Pu-241	U-238
C-14	Nb-94	Se-79	Zr-93
Ca-41	Ni-59	Sn-126	
Cl-36	Ni-63	Sr-90	
Cm-244	Np-237	Tc-99	
Cs-135	Pu-238	U-234	

Electrabel zal in zijn goedkeuringsdossier voor transfer bevestigen dat het radioactieve afval van de centrales geen radium- of thoriumhoudend afval is ($Ra-226 + Th-232 < 1Bq/g$). De onzekerheden over de aangifte van deze nucliden moeten daarom niet worden aangegeven.

De volgende onzekerheden moeten in aanmerking worden genomen:

- de statistische telonzekerheid,
- de onzekerheid over de efficiëntie,
- de onzekerheid in verband met de waarschijnlijkheid van een gamma-emissiepiek,
- de onzekerheid in verband met de activiteit van de standaardbronnen die worden gebruikt om de telefficiëntie te bepalen,
- de onzekerheid in verband met de meetgeometrie en de ruimtelijke verdeling van de activiteit in het collo,
- de onzekerheid ten gevolge van de afvalmatrix, die aan de ene kant te maken heeft met het verschil tussen de soortelijke massa van het afval in de gemeten colli en die van de referentiecolli (of de berekeningsaannames) en, aan de andere kant, met de heterogeniteit van de soortelijke massa in de afvalmatrix.

Daarnaast moeten de onzekerheid in verband met de isotopensamenstelling van radioactief afval en de onzekerheid in verband met de verhouding tussen de activiteit van sleutelisotopen en de totale activiteit op empirische basis worden geëvalueerd of, als dat niet mogelijk is, op basis van een studie van de documentatie.

Deze onzekerheden komen niet bovenop de opgegeven activiteitswaarden van de 28 radio-nucliden die als kritiek worden beschouwd bij het beoordelen van de meetwaarden vergeleken met de grenswaarden van de transfercriteria. Er moet worden opgemerkt dat deze onzekerheden alleen dienen om de erkenning van de meetinstallatie en/of -methode op te volgen.

Voor de aangifte van deze onzekerheden met betrekking tot de isotopensamenstelling:

1. houden de onzekerheden over de empirische correlatiefactoren minimaal rekening met de volgende onzekerheden:
 - de onzekerheden over de gemeten radiologische waarden verkregen tijdens de radiologische analyse van monsters in het kader van de validatie van numerieke modellen, zoals LLWAA;
 - de onzekerheden die het resultaat zijn van een statistische analyse van de gemeten waarden die worden gebruikt om empirische correlatiefactoren vast te stellen.
2. De onzekerheden over de correlatiefactoren van de niet-meetbare isotopen worden bepaald op basis van internationale literatuur, zoals bijvoorbeeld de informatie in het document IAEA-TECDOC-1672 [4].

2.3 FYSISCH-CHEMISCHE KARAKTERISERING – AANGIFTE VAN INHOUD EN ONZEKERHEDEN

2.3.1 Toepasselijke CTC's

De volgende CTC's zijn van toepassing op de hieronder beschreven methodes:

- HEC-CTC-201 (aangifte van onzekerheden); HEC-CTC-302 (beschrijving van het afval); HEC-CTC-307 (fysische en chemische gegevens);
- HOC-CTC-201; HOC-CTC-302; HOC-CTC-307;
- HEC-B-CTC-201; HEC-B-CTC-302; HEC-B-CTC-307;
- HOC-B-CTC-201; HOC-B-CTC-302; HOC-B-CTC-307;
- CT3-CTC-201; CT3-CTC-304.

2.3.2 Voorbeeld van een aangifte voor toekomstig A0-afval, inclusief ontmantelingsafval

Om dit afvaltype te karakteriseren, moet Electrabel chemische analyses uitvoeren om het chloor-, sulfaat- en cellulosegehalte te bepalen.

Electrabel is verantwoordelijk voor de monsternemingsoperaties en het nemen van monsters.

Voor de monsternemingsmethodes zal Electrabel bij voorkeur bestaande erkende of gestandaardiseerde methodes toepassen. Electrabel mag echter zijn eigen monsternemingsmethodes ontwikkelen en ze ter goedkeuring voorleggen aan de Staat of zijn afgevaardigde, voordat ze op industriële schaal worden gebruikt.

De gebruikte monsternemingsprocedure, die willekeurig is (zodat er geen statistische vertekening optreedt), moet ervoor zorgen dat het afvalmonster dat voor analyse wordt genomen, representatief is voor de volledige afvalpartij. De rechtvaardiging van de representativiteit zal gebaseerd zijn op een beschrijving van de afvalproducties en een analyse van de gelijkaardige afvalproducties. Een beperkt aantal overeen te komen monsters kan gebruikt worden om deze gelijkenis te bevestigen. Alle informatie met betrekking tot de toegepaste monsterneming wordt bewaard en ter beschikking gesteld van de Staat of zijn afgevaardigde om de traceerbaarheid en kwaliteitscontrole van de toegepaste procedures te garanderen.

De methode voor de karakterisering van A0-afval vóór conditionering kan bijvoorbeeld het gebruik van een vermaalmachine in een laboratorium inhouden, waarbij representatieve monsters worden genomen uit een partij colli. Deze monsters worden gehomogeniseerd en

geprepareerd in een vorm die Electrabel in staat stelt fysisch-chemische analyses uit te voeren op het chloor-, sulfaat- en cellulosegehalte, waarvan de resultaten zullen dienen om de aangifte te doen en een raming te maken van de onzekerheden die met deze aangifte gepaard gaan. De opgegeven waarden zullen gebaseerd zijn op gemiddelden van de verschillende monsters in de partij. De standaardafwijkingen berekend op de beschouwde populatie van monsters (uit een partij of een cumulatie) zullen worden gebruikt om de onzekerheden aan te geven.

In het specifieke geval van A0-afval met contactdosistempi hoger dan 2 mSv/h (dat verwerkt en geconditioneerd zal worden met heterogene conditioneringsprocessen, momenteel WB03 – TC/01), kan dit afval vrijgesteld worden van monsterneming op voorwaarde dat Electrabel het bewijs levert dat dit afval > 2 mSv/h gelijkaardig is en vergelijkbaar met afval < 2 mSv/h. Deze gelijkenis kan worden gerechtvaardigd op basis van andere monsters van niet-geconditioneerd afval dat in identieke omstandigheden is geproduceerd.

Voor het ASR/DEF-criterium kan HEC-CTC-408C worden gebruikt.

Nadat alles in het werk is gesteld om het radioactieve afval te sorteren, kan er een restfractie overblijven met een zeer heterogene inhoud (fractie A0). Dit radioactieve afval bevat voornamelijk zeer kleine bestanddelen, stof en substanties die niet of niet meer op industriële schaal gesorteerd kunnen worden.

Minimalisering van de A0-fractie – op basis van HEC-CTC-302 (deze algemene principes gelden ook voor CT3): *“De AO-code mag worden gebruikt voor een afvalfractie (‘restfractie’) op voorwaarde dat de massa van deze restfractie in aanmerking is genomen in het ‘goedkeuringsdossier voor transfer’ van het procédé (vermeld in criterium 201)”*

In de Nuclear Waste Packages kan de aanwezigheid van een restfractie A0-afval worden toegestaan op voorwaarde dat Electrabel aantoont dat redelijke industriële inspanningen zijn geleverd om de A0-fractie te minimaliseren en te isoleren van andere welomschreven afvalstromen (bijvoorbeeld zuiver metaalafval) door de toepassing en/of invoering van kwaliteitsprocedures, waaronder sorteerprocedures, opleidingsprogramma's voor operatoren enzovoort. Electrabel zal deze aspecten documenteren in het goedkeuringsdossier voor transfer.

2.4 CHEMISCHE KARAKTERISERING – AANGIFTE VAN MASSA'S EN ONZEKERHEDEN

2.4.1 Toepasselijke CTC's

De volgende CTC's zijn van toepassing op de hieronder beschreven methodes:

- HEC-CTC-201; HEC-CTC-302; HEC-CTC-307; HEC-CTC-404 A/B/C/D; HEC-CTC-409 A/B/C; HEC-CTC-406 A/B/C; HEC-CTC-408 A/B/C;
- HOC-CTC-201; HOC-CTC-302; HOC-CTC-307; HOC-CTC-404 A/B/C; HOC-CTC-409; HOC-CTC-406; HOC-CTC-408;
- HEC-B-CTC-201; HEC-B-CTC-302; HEC-B-CTC-307; HEC-B-CTC-404; HEC-B-CTC-409; HEC-B-CTC-406; HEC-B-CTC-408;
- HOC-B-CTC-201; HOC-B-CTC-302; HOC-B-CTC-307; HOC-B-CTC-404; HOC-B-CTC-409; HOC-B-CTC-406; HOC-B-CTC-408;

- CT3-CTC-201; CT3-CTC-304; CT3-CTC-404 A/B; CT3-CTC-405 A/B; CT3-CTC-407; CTE-CTC A/B/C; CT3-CTC-408; CT3-CTC-409.

2.4.2 Kleppen

Kleppen zijn zeer heterogene materialen die niet individueel gekarakteriseerd kunnen worden op industriële schaal. Er moet een pragmatische maar conservatieve aanpak worden gedefinieerd en aangenomen om een efficiënte karakterisering mogelijk te maken.

Dit soort metaalafval kan worden aangegeven met AO-code C7 ('niet gespecificeerde metaalstructuur') of M0 ('niet gespecificeerd metaal'). De aangifte en rechtvaardiging zijn beschrijvend en documentair van aard (technische fiche).

2.4.2.1 Wateroplosbare chloriden

a) Massa-aangifte

De kleppen van de primaire kring bevatten geen chloor omdat dit product strikt beperkt is door de technische specificaties van het primaire systeem (zie werkprocedure CHEM/02). Toch kunnen er sporen van chloor aanwezig zijn, maar deze worden verondersteld kleiner te zijn dan de onzekerheden (zie hierboven). Bijgevolg worden daarom massa's van 0 gram aangegeven.

b) Aangifte van onzekerheden

Er kunnen sporen van chloor aanwezig zijn, voornamelijk afkomstig van gedroogde chemische residu's van primaire systemen (zie ook werkprocedure CHEM/02 [13]). Op basis daarvan zal Electrabel het maximumresidu conservatief berekenen, rekening houdend met de maximaal toelaatbare concentratie in het primaire systeem. Deze waarde zal worden gebruikt om de onzekerheid aan te geven.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van massa en onzekerheden zal als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als 1) nul gram de aangegeven waarde is; 2) een onzekerheidsaangifte wordt gedaan; 3) het gebruik van de AO-codes M0 of C7 in de aangifte geldig is gemotiveerd.

2.4.2.2 Wateroplosbare sulfaten

a) Massa-aangifte

Kleppen bevatten geen in wateroplosbare sulfaten. De generieke waarde die moet worden aangegeven is 0 gram. In uitzonderlijke gevallen kunnen kleponderdelen echter sporen van sulfaat bevatten. Deze worden verondersteld kleiner te zijn dan de onzekerheden (zie hierboven). Massa's van 0 gram worden daarom aangegeven.

b) Aangifte van onzekerheden

De maximale hoeveelheid sulfaat zal door Electrabel worden geëvalueerd en gedocumenteerd (bijvoorbeeld door middel van argumenten op basis van de technische specificaties van representatieve kleppen). Deze waarde zal worden gebruikt om de onzekerheid aan te geven.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden zullen als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als 1) nul gram de aangegeven waarde is; 2) een onzekerheidsaangifte wordt gedaan; 3) het gebruik van de AO-codes M0 of C7 in de aangifte geldig is gemotiveerd.

2.4.2.3 Cellulose

a) Massa-aangifte

Kleppen bevatten geen cellulose. De aangifte zal 0 gram zijn. Er kan echter een beperkte, lokale aanwezigheid worden waargenomen. Dit punt is gedekt door de onzekerheden.

b) Aangifte van onzekerheden

In uitzonderlijke situaties mogen kleppen stickers of afdichtingen hebben die cellulose bevatten (dit moet bijvoorbeeld worden bevestigd op basis van de technische specificaties van representatieve kleppen). De maximale hoeveelheid cellulose zal door Electrabel worden geëvalueerd en gedocumenteerd (bijvoorbeeld door middel van argumenten op basis van de technische specificaties van representatieve kleppen). Deze waarde zal worden gebruikt om de onzekerheid aan te geven.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden zullen als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als 1) nul gram de aangegeven waarde is; 2) een onzekerheidsaangifte wordt gedaan; 3) het gebruik van de AO-codes M0 of C7 in de aangifte geldig is gemotiveerd.

2.4.2.4 Elektropositieve metalen

a) Massa-aangifte

Sommige kleppen kunnen een beperkt aantal aluminiumonderdelen bevatten (zoals afdichtingen). De massa die overeenkomt met deze onderdelen wordt conservatief aangegeven. Dit punt zal worden gemotiveerd door een gedocumenteerde argumentatie.

b) Aangifte van onzekerheden

De maximale hoeveelheid aluminium zal door Electrabel worden geëvalueerd en gedocumenteerd (bijvoorbeeld door middel van argumenten op basis van de technische specificaties van representatieve kleppen). Deze waarde zal worden gebruikt om de onzekerheid aan te geven.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden zullen als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als deze informatie wordt verstrekt door middel van een argumentatie op basis van de technische specificaties van de kleppen.

2.4.2.5 ASR – DEF

Niet van toepassing voor kleppen.

2.4.3 Betonpuin

Betonpuin is van diverse oorsprong:

- beton geproduceerd bij het verwijderen van grote onderdelen;
- beton geproduceerd bij de ontmanteling van lokalen in een gecontroleerde zone;
- betonafval geproduceerd bij de ontsmetting van gebouwen.

De mogelijk toepasbare karakteriseringsregels zijn opgenomen in de nota NIRAS 2023-0904. Deze moeten worden toegepast op al het betonafval voor de ASR/DEF-criteria. In bepaalde uitzonderlijke situaties, bijvoorbeeld voor een deel van het betonpuin waarover onvoldoende informatie beschikbaar is, is tratering en karakterisering voor elke afzonderlijke partij niet mogelijk op industriële schaal, waardoor de toepassing van de nota NIRAS 2023-0904 potentieel onmogelijk is.

In deze uitzonderlijke situaties kan Electrabel een statistische benadering voorstellen op basis van representatieve monsters van dit betonpuin. Deze aanpak zal ervoor zorgen dat monsters willekeurig worden geselecteerd (om statistische vertekening te vermijden – statistische vertekening kan bijvoorbeeld worden geïntroduceerd door bepaalde minder toegankelijke zones van het gebouw uit te sluiten of door radioactief beton uit te sluiten van de analyses).

Electrabel kan voor elke centrale een ASR/DEF-, chloor- en sulfaatkaart opstellen op basis van enkele tientallen monsters, waarvan het uiteindelijke aantal moet worden overeengekomen om een realistisch beeld te krijgen van de ASR/DEF-, chloor- en sulfaatrisico's voor al het betonafval van de centrale. Deze kaarten zullen deel uitmaken van het goedkeuringsdossier voor transfer.

2.4.3.1 ASR/DEF

Er zijn drie mogelijke gevallen:

- Geen enkel monster is gevoelig voor ASR/DEF → betonafval wordt a priori beschouwd als niet gevoelig voor ASR/DEF en wordt aangegeven overeenkomstig de criteria CT3-CTC-407A of HEC-CTC-408A (niet bewezen ASR).
- Een door Electrabel gerechtvaardigde opsplitsing tussen zones die gevoelig en niet gevoelig zijn voor ASR kan worden voorgesteld → Het afval kan door Electrabel worden gesorteerd en gedeeltelijk worden aangegeven onder de criteria CT3-CTC-407A of HEC-CTC-408A (niet bewezen ASR) en CT3-CTC-407B of HEC-CTC-408B (bewezen ASR).
- Er kan geen enkele statistische conclusie worden getrokken → puin zal worden aangegeven in het kader van criterium CT3-CTC-407C of HEC-CTC-408C (risico op ASR).

2.4.3.2 Chloor en sulfaat

a) Massa-aangifte

De chloor- en sulfaatmassa's in een statistisch representatief aantal monsters worden aangegeven op basis van metingen volgens de Belgische norm NBN-B15-250:1991 [9]. De aangegeven waarden zullen gebaseerd zijn op de gemiddelden van verschillende monsters ter uitvoering van deze norm.

b) Aangifte van onzekerheden

De aangifte van onzekerheden voor betonpuin zal gebaseerd zijn op de berekening van de standaardafwijking van de individuele massametingen van chloor en sulfaat van elk monster dat in de cartografie vermeld staat.

c) Geldigheidsvoorwaarden van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden zullen als geldig worden beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als deze informatie wordt verstrekt door middel van een argumentatie op basis van de resultaten van deze metingen.

2.4.3.3 Cellulose

a) Massa-aangifte

Bij de bouw van de centrales werd er geen cellulose vrijwillig aan het beton toegevoegd. De aangifte zal dan ook nul gram vertonen. Er zou echter een beperkte en lokale aanwezigheid kunnen worden waargenomen (bijvoorbeeld etiketten, organische verontreiniging). Deze worden door Electrabel verondersteld kleiner te zijn dan de onzekerheden (zie hieronder).

Gezien de grootte van het betonpuin zoals geproduceerd met klassieke industriële middelen (drilboor, insnijdingen enzovoort) kan de aanwezigheid van cellulose ook visueel worden uitgesloten.

b) Aangifte van onzekerheden

De eventuele aanwezigheid van cellulose zal worden geëvalueerd en gedocumenteerd door Electrabel, dat daarvan een maximumhoeveelheid zal berekenen. Deze maximumhoeveelheid zal worden beschouwd als een onzekerheid.

c) Geldigheidsvoorwaarde van de aangifte

De aangifte van de massa en de onzekerheden worden als geldig beschouwd voor de evaluatie van de conformiteit met de contractuele transfercriteria als 1) nul gram de aangegeven waarde is; 2) in de onzekerheden rekening is gehouden met bepaalde potentiële residu's; 3) visuele controles door Electrabel de aanwezigheid van cellulose uitsluiten; 4) de aangifte geldig is gemotiveerd zoals gedefinieerd in de paragrafen a) en b).

2.4.4 Betonblokken afkomstig van de ontmanteling van de biologische afscherming

De toepasbare karakteriseringsregels zijn opgenomen in de nota NIRAS 2023-0904. Deze moeten worden toegepast op al het betonafval voor de ASR/DEF-criteria, voor zover ze toepasbaar zijn vanuit industrieel oogpunt (beschikbaarheid van specifieke informatie en traceerbaarheid).

Uitzonderlijk, in gevallen waarin de opsplitsing in 'structurelementen' zoals voorzien in de nota NIRAS 2023-0904 niet kan worden gerechtvaardigd (met name door een gebrek aan informatie), kan Electrabel een statistische benadering gebruiken zoals beschreven in deel 2.4.3. In dat geval kan Electrabel NIRAS een cartografie voorstellen met de locatie van de monsters die willekeurig zijn genomen, om de representativiteit te garanderen en de voorgestelde aanpak te rechtvaardigen.

2.5 TOEPASSINGSVOORBEELD VAN EEN UITLOGINGSTEST VOOR CTC– HOC – CTC437

2.5.1 Toepasselijke CTC's

HOC-CTC-307 beschrijft de inhoud van het Productiedocumentatiedossier Dit dossier verwijst in het bijzonder naar de methode die moet worden gebruikt om de uitlogingstest uit te voeren. Deze test is beschreven in HOC-CTC-437.

437 (L)

De producent moet een **uitlogingstest** uitvoeren zoals beschreven in de NIRAS technische fiches TFT-3 [37] en TFT-4 [38], om een indicatie te geven van de insluitingscapaciteit van het immobilisatieproduct. Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:

- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
- In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.

Electrabel mag een andere methode voor uitlogingstests voorstellen dan de methodes die in CTC- HOC - CTC437 vermeld zijn.

Een alternatieve methode voor uitlogingstests voor homogeen afval zou bijvoorbeeld gebaseerd kunnen zijn op het gebruik van de norm ANSI/ANS-16.1-2003 (R2017) [12].

2.6 REFERENTIES

- [1] NIRAS-nota 40097/-3497, Technische nota NTC-6: Meetmethoden en meetinstallaties voor de bepaling van de activiteit van geconditioneerd afval
 - [2] 10000303141/000/00, Note de methodologie CNT - sit. act.
 - [3] 10000735463/000/00 Afvalkarakterisatie - Amande-meetsysteem
 - [4] IAEA-TECDOC-1672, Modelling of Transport of Radioactive Substances in the Primary Circuit of Water Cooled Reactors
 - [5] NIRAS-nota 2020-0827, technische nota: 'TNT-2: codering van het NGA'
 - [6] Niet gebruikte referentie
 - [7] NIRAS-nota 2023-0839, Productie van bergingsconform niet-geconditioneerd afval op basis van de afvalomschrijvingen (AO-codes)
 - [8] NIRAS-nota 2023-0904, Guidance concernant l'insensibilité à la dégradation due à la réaction ASR et à la réaction DEF
 - [9] NBN-B15-250 :1991, Analyse chimique des mortiers et bétons durcis
 - [10] NIRAS-nota 1988-1185: 'TFT-3: Résistance à la lixiviation'
 - [11] NIRAS-nota 1998-1196: 'TFT-4: Expression et présentation des résultats des essais de lixiviation'
 - [12] ANSI/ANS-16.1-2003 (R2017)
 - [13] CHEM/02 'Chemische specificaties en analysefrequentie der primaire kringen en hulpkringen Doel 4' (= voorbeeld ZST.10000734283.000.00 voor Doel 4)
 - [14] NIRAS-nota 2023-1185: Technische nota TNT6.1A: Standaardinhoud van een erkenningsdossier voor methoden en voorzieningen op basis van een analyse van niet-geconditioneerd radioactief afval door gammaspectrometrie
-

Gezien om gevoegd te worden bij Ons besluit van [DATUM] inzake de indeling van het radioactief afval en de verbruikte kernbrandstof, de meeteenheden en de wijze van verbruik van de volumekredieten, en de contractuele overdrachtscriteria.

Van Koningswege,

De Minister van Energie

Tinne Van der Straeten

N2. Déchets radioactifs de catégorie B, unités et méthodes de consommation des crédits de volume pour les déchets de catégorie B et critères de transfert contractuels pour les déchets de catégorie B;

Annexe 2
Volumes et critères de transfert contractuels des déchets de catégorie B

1. VOLUMES

Voir le tableau dans l'annexe « VOLUMES ET CRITÈRES DE TRANSFERT CONTRACTUELS CONVENUS POUR LES DÉCHETS SUIVANTS » ainsi que le tableau dans l'annexe « Déchets historiques de Catégorie B » ci-dessous.

Au moment du transfert des déchets historiques de catégorie B, le volume suivant sera déduit du total des crédits de volume : 626,68 m de longueur de l'installation de stockage définitive (comme mentionné dans l'annexe « Déchets historiques de catégorie B »), qui, pour éviter toute ambiguïté, n'inclut pas les crédits de volume pour les déchets futurs de catégorie B.

2. CRITÈRES DE TRANSFERT CONTRACTUELS CONVENUS POUR LES DÉCHETS DE CATÉGORIE B

Les documents de référence pour les critères de transfert contractuels des paquets de déchets radioactifs de catégorie B sont les suivants :

- Critères de transfert pour les déchets des familles RPVINT-KCD-MLW et RPVINT-CNT-MLW (21/06/2023)
- Critères de transfert pour les déchets des familles MAD-CNT-EOPEOR et MAD-KCD-EOPEOR (21/06/2023)
- Critères de transfert pour les déchets des familles MAD-KCD-CSD et MAD-CNT-CSD (21/06/2023).

Les critères de transfert contractuels convenus sont mentionnés dans l'annexe de la présente annexe « VOLUMES ET CRITÈRES DE TRANSFERT CONTRACTUELS CONVENUS POUR LES DÉCHETS SUIVANTS ».

Les parties se sont engagées à développer la cimentation homogène comme solution de conditionnement pour les résines pyrolysées. Si cette solution n'est pas techniquement réalisable dans un délai raisonnable et au plus tard le 31 décembre 2035, les Parties évalueront le développement de nouveaux critères de transfert contractuels basés sur la cimentation hétérogène comme solution de conditionnement pour les résines pyrolysées.

3. TRANSFERT DES DÉCHETS HISTORIQUES DE CATÉGORIE B

Les déchets historiques de catégorie B seront transférés à l'Etat belge moyennant le paiement des montants forfaitaires, dans l'état où ils se trouvent à ce moment, à condition que l'opérateur nucléaire fournisse à l'ONDRAF toutes les informations dont l'opérateur nucléaire dispose à ce sujet. Ceci constitue les critères de transfert contractuels pour ces déchets historiques de catégorie B.

4. TRANSFERT DES DÉCHETS FUTURS DE CATÉGORIE B

Pour chaque paquet de déchets primaires appartenant à l'une des familles suivantes :

- MAD-CNT-CSD,
- MAD-KCD-CSD,
- MAD-CNT-EOPEOR,
- MAD-KCD-EOPEOR,
- RPVINT-CNT-MLW
- RPVINT-KCD-MLW

le crédit de volume correspondant est calculé comme suit :

- En utilisant une méthodologie approuvée par l'ONDRAF (sans tenir compte de l'incertitude du contenu radiologique déclaré), le débit de dose à 1 mètre autour d'un monolithe de type CB-5 dans lequel x fois le même paquet de déchets primaires serait conditionné, est calculé. La valeur la plus élevée de x ($x_{\max}$) est alors déterminée pour laquelle, le 01/01/2080, le débit de dose maximal du monolithe est limité à 25 $\mu\text{Sv/h}$ à 1 mètre.
- La consommation du volume de crédit correspondant pour les déchets futurs de catégorie B par ce paquet de déchets primaires est égale à $1/x_{\max}$.
- La longueur maximale d'un monolithe CB-5, tel que décrit dans l'annexe 6 des CTC de RPVINT-KCD-MLW et/ou RPVINT-CNT-MLW, peut être ajustée jusqu'à une valeur maximale de 3 mètres sans autre changement.

Si la mise en conformité avec les CTC portant les numéros #501, #610, #615, #617 ou #618 contenus dans les « Critères de transfert pour les déchets des familles RPVINT-KCD-MLW et RPVINT-CNT-MLW (21/06/2023) » nécessite la construction d'un nouveau bâtiment de stockage pour les conteneurs TSC, le coût y associé sera pris en charge par l'exploitant nucléaire. L'ONDRAF et l'exploitant nucléaire s'engagent à travailler conjointement à l'optimisation de la solution.

ANNEXE : VOLUMES ET CRITÈRES DE TRANSFERT CONTRACTUELS CONVENUS POUR LES DÉCHETS SUIVANTS

Regroupement	Code de la famille	TC des PAQUETS DE DÉCHETS	Unité pour les PAQUETS DE DÉCHETS PRIMAIRES	Paquet transféré	NBR Paquets transférés [#]	NBR de crédit de volume [#]
P-01-Resines EBL	MAD-CNT-CSD,	CSD	TSC	TSC 400 l	102.50	15
	MAD-KCD-CSD,	CSD	TSC	TSC 400 l	102.50	15
P-02-EOP EBL	MAD-CNT- EOPEOR,	EOP	Robatel R86	Robatel R86 de 2,852 m³ avec un panier de 812 l	34.50	17
	MAD-KCD- EOPEOR,	EOP	Robatel R86	Robatel R86 de 2,852 m³ avec un panier de 812 l	34.50	17
D-01-RPVI EBL	RPVINT-CNT-MLW	RPVI	TSC	TSC avec panier de 645 L	194.00	146
	RPVINT-KCD-MLW	RPVI	TSC	TSC avec panier de 645 L	194.00	146
Total						356

ANNEXE : Déchets historiques de catégorie B

E = Déchets historiques de catégorie B présents sur le site BP au 31/12/2021 / OE = Déchets historiques de catégorie B présents sur le site EBL au 31/12/2021

OF = Déchets futurs de catégorie B liés à l'exploitation / P = Déchets futurs de catégorie B liés à la phase post-opérationnelle (POP) / D = Déchets futurs de catégorie B liés au démantèlement

Code technique tel que prévu à l'annexe 1 du Contrat pour l'enlèvement des déchets radioactifs à convertir en code financier utilisé pour déterminer les facteurs VRF et EQ (AO étant la description du déchet selon TNT-2 réf. 2020-0827F).

Formules applicables :

Volume de déchets de l'entreposage provisoire [m³] = NBR paquets de l'entreposage provisoire CNT+KCD [#] * Volume unitaire des paquets de l'entreposage provisoire [m³/paquet]

NBR Monolithes [#] = (NBR Paquets de l'entreposage provisoire CNT+KCD [#]) / NBR paquets de l'entreposage provisoire par Monolithe [# / Mon]

Équivalent volume de stockage [m³] = NBR Monolithes [#] * Volume unitaire de Monolithe [m³ / #]

Consommation de la longueur de stockage [m] = Facteur de conversion [m / Unité pour les DÉCHETS PRIMAIRES] * Quantité de déchets primaires [Unité pour les DÉCHETS PRIMAIRES]

Facteur de conversion [m / Unité pour les DÉCHETS PRIMAIRES] =
$$\frac{\text{Unité de longueur du Monolithe [m / Mon]}}{\text{Taux de remplissage pour l'entreposage provisoire [Unité pour le taux de remplissage] * NBR Paquets de l'entreposage provisoire par Monolithe [# / Mon]}}$$

Regroupement	FamCode	Commentaire	Unité pour DÉCHETS PRIMAIRES	Taux de remplissage pour l'entreposage provisoire	Emballage	NBR paquets CNT+KCD [#]	Volume unitaire des paquets d'entreposage provisoire [m³/paquet]	Volume des déchets de l'entreposage provisoire [m³]	Monolithe	Taux de remplissage Monolithes = NBR paquets par Monolithe [# / Mon]	NBR Monolithes [#]	Unité de longueur du Monolithe [m / Monolithe]	Longueur de l'installation de stockage définitive [m]	Facteur de conversion [m / Unité pour les DÉCHETS PRIMAIRES]
				A		B	C	D=B*C		E	F=B/E	G	H=F*G	I=G/(A*E)
E-01-Filtres EBL	FILTR-CNT-400-B	Historique	Nombre de fûts de 400 l	1	Fût de 400 l	41,00	0,40	16,40	CB-5	8,00	5,13	2,84	14,53	0,354
	FILTR-KCD-400-B	Historique	Nombre de fûts de 400 l	1	Fût de 400 l	9,00	0,40	3,60	CB-5	8,00	1,13	2,84	3,19	0,354
	FILTR-CNT-1600-B	Historique	Nombre de fûts de 1600 l	1	Fût de 1600 l	22,00	1,60	35,20	CB-1	1,00	22,00	1,95	42,90	1,950
	FILTR-CNT-400-B	Historique	Nombre de fûts de 400 l	1	Fût de 400 l	60,00	0,40	24,00	CB-5	8,00	7,50	2,84	21,26	0,354
E-02-Résines CNT	RESIN-CNT-C400-B	Historique	Nombre de fûts de 400 l	1	Fût de 400 l	4,00	0,40	1,60	CB-5	8,00	0,50	2,84	1,42	0,354
	RÉSINE-CNT-C400-B	Historique	Nombre de fûts de 400 l	1	Fût de 400 l	8,00	0,40	3,20	CB-5	8,00	1,00	2,84	2,84	0,354
	RESIN-CNT-R1500-B	Historique	Nombre de fûts de 1500 l	1	Fût de 1500 l	3,00	1,50	4,50	CB-1	1,00	3,00	1,95	5,85	1,950
E-03-Resines KCD	RESIN-KCD-1000-B	Historique	Nombre de fûts de 1000 l	1	Fût de 1000 l	32,00	1,00	32,00	CB-1	1,00	32,00	1,95	62,40	1,950
	RÉSINE-KCD-400-B	Historique	Nombre de fûts de 400 l	1	Fût de 400 l	8,00	0,40	3,20	CB-5	8,00	1,00	2,84	2,84	0,354
	RESIN-KCD-1000-B	Historique	Nombre de fûts de 1000 l	1	Fût de 1000 l	43,00	1,00	43,00	CB-1	1,00	43,00	1,95	83,85	1,950
E-04-Divers EBL	MIXED-KCD-400-B	Historique	Nombre de fûts de 400 l	1	Fût de 400 l	1,00	0,40	0,40	CB-5	8,00	0,13	2,84	0,35	0,354
	VARIA-CNT-400-B	Historique	Nombre de fûts de 400 l	1	Fût de 400 l	43,00	0,40	17,20	CB-5	8,00	5,38	2,84	15,24	0,354
	VARIA-KCD-400-B	Historique	Nombre de fûts de 400 l	1	Fût de 400 l	8,00	0,40	3,20	CB-5	8,00	1,00	2,84	2,84	0,354
	MIXED-KCD-400-B	Historique	Nombre de fûts de 400 l	1	Fût de 400 l	1,00	0,40	0,40	CB-5	8,00	0,13	2,84	0,35	0,354

	MIXED-KCD-400V-B	Historique	Nombre de fûts de 400 l	1	Fût de 400 l	3,00	0,40	1,20	CB-5	8,00	0,38	2,84	1,06	0,354
	VARIA-CNT-1500-B	Historique	Nombre de fûts de 1500 l	1	Fût de 1500 l	1,00	1,50	1,50	CB-1	1,00	1,00	1,95	1,95	1,950
	VARIA-CNT-1600-B	Historique	Nombre de fûts de 1600 l	1	Fût de 1600 l	66,00	1,60	105,60	CB-1	1,00	66,00	1,95	128,70	1,950
	VARIA-CNT-400-B	Historique	Nombre de fûts de 400 l	1	Fût de 400 l	5,00	0,40	2,00	CB-5	8,00	0,62	2,84	1,77	0,354
E-05-Déchets Compactés	LOW-A3X-400	Historique	Nombre de fûts de 400 l	1	Fût de 400 l	0,87	0,40	0,35	CB-5	8,00	0,11	2,84	0,31	0,354
	SCOMP-TRACY-400	Historique	Nombre de fûts de 400 l	1	Fût de 400 l	3,37	0,40	1,35	CB-5	8,00	0,42	2,84	1,19	0,354
E-06-Cendres	ASHES-TRACY-400	Historique	Nombre de fûts de 400 l	1	Fût de 400 l	96,12	0,40	38,45	CB-5	8,00	12,01	2,84	34,06	0,354
E-07-HRASol	SOLID-HRA-SOL-400-B	Historique	Nombre de fûts de 400 l	1	Fût de 400 l	12,28	0,40	4,91	CB-5	8,00	1,54	2,84	4,35	0,354
E-08-Boues	BOUE-400-B	Historique	Nombre de fûts de 400 l	1	Fût de 400 l	21,22	0,40	8,49	CB-5	8,00	2,65	2,84	7,52	0,354
Inventaire des déchets radioactifs de catégorie B de Synatom de liés au retraitement	CSD-B	Historique	Nombre de CSD	1	Fût de 180 l	35,00	0,18	6,30	CB-2	1,94	18,00	2,59	46,64	1,330
	CSD-C	Historique	Nombre de CSD	1	Fût de 180 l	431,00	0,18	77,58	CB-2	8,00	53,88	2,59	139,27	0,323
TOTAL													626,68	

Critères de transfert contractuels – « MAD-KCD-CSD » et « MAD-CNT-CSD »

Version 21 juin 2023

Résumé

Cette note comprend les critères de transfert contractuels relatifs aux déchets radioactifs des familles MAD-KCD-CSD et MAD-CNT-CSD. Ces déchets comprennent des résines cationiques et anioniques provenant de la décontamination chimique du circuit primaire des centrales nucléaires de Doel et de Tihange, qui seront pyrolysées. Les critères de transfert contractuels concernent le colis primaire contenant le produit de pyrolyse cimenté de manière homogène.

1 DISPOSITIONS DE BASE

1.1 Description des déchets radioactifs

1.1.1 Description générale

Ce document couvre les déchets radioactifs issus de la cimentation homogène de résines pyrolysées provenant de la décontamination chimique des circuits primaires des centrales nucléaires de Doel et de Tihange. Le stockage géologique constitue la destination finale de référence pour le déchet en question.

Le trajet de gestion de référence des déchets radioactifs couverts par cet ACRIA est défini à l'Annexe 2.

1.2 Instructions pour l'utilisateur de ce document

1.2.1 Codification des critères de transfert contractuels

Les critères de transfert contractuels figurent dans les Chapitres 2 à 7 inclus.

Un **critère de transfert contractuel** est reconnaissable à un code alphabétique placé entre parenthèses dans la marge gauche de la page. Ce code est précédé d'un numéro qui permet d'identifier le critère de transfert contractuel concerné.

Les **codes alphabétiques** ont la signification suivante :

- la lettre O indique un critère opérationnel. Un tel critère concerne la sûreté de la gestion des déchets radioactifs pendant l'exploitation d'une installation dans le trajet de gestion de référence. Dans le présent document, il s'agit en premier lieu du bâtiment d'entreposage 127.
- la lettre L indique un critère à long terme. Un tel critère concerne la sûreté passive après la fermeture de la destination finale de référence des déchets radioactifs.

Le **symbole**  dans la marge gauche de la page éclaire le contexte de certains critères de transfert contractuels. Ces informations ont été ajoutées afin de promouvoir l'interprétation correcte des critères de transfert contractuels, mais ne constituent pas en soi un critère de transfert contractuel.

1.2.2 Explications et justifications des critères de transfert contractuels

Les justifications et les explications des critères de transfert contractuels figurent à l'annexe 1 du présent document. Leurs numéros sont identiques à ceux des critères de transfert contractuels.

Une justification explique la raison d'être du critère de transfert contractuel. Une déclaration explique comment une valeur limite numérique a été obtenue ou clarifie la description concluante utilisée pour le critère. L'objectif final des justifications et des explications est de promouvoir l'interprétation correcte des critères de transfert contractuels. Les justifications et les déclarations sont informatives et ne font pas partie des critères.

1.2.3 Documents de référence

La liste des documents de référence figure au Chapitre 8 de cette note. Cette liste identifie les notes techniques en tant que telles. Elle identifie également des arrêtés royaux et des lois (législation fédérale belge) ainsi que des règlements (législation européenne) en tant que tels.

Parmi tous les documents de référence énumérés au chapitre 8, la version en vigueur, ou autorisée, à la date de signature des documents de transaction doit être utilisée. Ceci s'applique également à la législation mentionnée dans cette liste.

Pour toutes les notes techniques, la version en vigueur est indiquée dans la liste récapitulative des documents approuvés (LDA) [1]. Pour toutes les normes énumérées, la dernière version est limitée à la date de signature des documents de transaction.

La version des autres documents de référence visés au chapitre 8 doit être utilisée.

Lorsque ces documents de référence font référence aux critères d'acceptation, il faut lire « critères de transfert contractuels ».

1.2.4 Terminologie

La terminologie utilisée dans les documents relatifs aux critères de transfert contractuels est expliquée dans la note technique « GLOS » [2]. Un aperçu des abréviations utilisées dans le présent document figure en Annexe 7.

Plus précisément dans ce document :

- l'expression « déchets radioactifs » désigne le lot de déchets radioactifs qui est contrôlé au regard des critères de transfert contractuels ci-dessous.
- les déchets « bruts » désignent les résines non pyrolysées.
- les déchets « traités » désignent les résines pyrolysées (également appelées « char »).
- les termes « colis primaire » et « colis DC » signifient la même chose, à savoir le produit final obtenu après l'immobilisation et le conditionnement des déchets radioactifs.
- dans le chapitre 4, le terme « pâte de ciment » signifie un mélange de ciment et d'eau de gâchage sans ajout de granulats.
- au chapitre 4, on entend par « produit d'immobilisation » la combinaison des déchets bruts et/ou traités et de la matrice d'immobilisation. L'éventuel blindage radiologique ou le bouchon en béton et les espaces vides n'en font donc pas partie.
- On entend par « forme du déchet » le colis primaire sans son emballage primaire.

2 APPROBATION POUR TRANSFERT

- 201 (L,O) Le **traitement et le conditionnement** de chaque colis primaire doivent constituer le produit final d'un **procédé** dans une **installation** associée qui est approuvée par l'ONDRAF. À cette fin, le producteur doit établir un dossier d'approbation conformément aux prescriptions de la note technique NTC-4 [3]. Celui-ci doit documenter la manière dont les incertitudes sont prises en compte dans l'appréciation des valeurs de mesure par rapport aux valeurs limites des critères de transfert contractuels. Les valeurs limites numériques dans les critères de transfert contractuels sont exprimées avec le nombre de chiffres significatifs correspondant à la précision requise de la grandeur à mesurer.
- 202 (L,O) La **caractérisation radiologique** de chaque colis primaire doit être basée sur une installation de mesure et/ou une méthode approuvée par l'ONDRAF. À cette fin, le producteur doit établir un dossier d'approbation conformément aux prescriptions de la note technique NTC-6 [4]. Celui-ci doit documenter la manière dont les incertitudes sont prises en compte dans l'appréciation des valeurs de mesure par rapport aux valeurs limites des critères de transfert contractuels. Les valeurs limites numériques dans les critères de transfert contractuels sont exprimées par le nombre de chiffres significatifs correspondant à la précision requise de la grandeur à mesurer.

- 203 (L,O) Les **données radiologiques quantitatives** doivent avoir été mesurées selon une méthode approuvée par l'ONDRAF. À cette fin, le producteur doit établir un dossier d'approbation pour le transfert, conformément aux prescriptions de la note technique NTC-6/A [5], NTC-6/B [6] ou NTC-6/C [7]. Le dossier d'approbation doit mentionner les normes appliquées.
- 204 (L,O) L'**emballage primaire**, utilisé par le producteur pour conditionner les déchets bruts et/ou traités, doit être approuvé par l'ONDRAF. À cette fin, le producteur doit établir un dossier d'approbation conformément aux prescriptions de la note technique NTC-9 [8].
-  Dans la suite du présent document, le « dossier d'approbation pour le transfert » sera dénommé plus simplement « dossier d'approbation ».

3 DOCUMENTATION RELATIVE AUX DECHETS RADIOACTIFS

Ce chapitre énumère les informations sur les colis primaires et leur contenu. Elles doivent être documentées afin de pouvoir transférer les déchets radioactifs. Toutes ces données sont supposées figurer dans le dossier documentaire de production (DDP) et dans le formulaire C (page de garde et annexe(s) associée(s), voir Annexe 5).

3.1 Formulaire C

- 301 (L,O) Les **données générales** suivantes sur le lot doivent être indiquées sur la page de garde du formulaire C :
- numéro du formulaire C
 - date à laquelle le formulaire a été établi
 - nombre d'annexes au formulaire C
 - coordonnées du producteur
 - lieu d'enlèvement
 - variante de conditionnement (selon la NTC-3 [9])
 - référence de la campagne correspondante
 - liste des colis primaires à enlever
 - remarques
 - référence des critères de transfert contractuels concernés (numéro de note et révision)
 - référence des lettres d'approbation (procédé, radiologique, installation de mesure, emballage primaire)
 - données quantitatives :
 - nombre de colis primaires
 - volume (nombre de colis primaires multiplié par le volume nominal d'un colis primaire)
 - masse brute et masse nette (respectivement, la somme des masses brutes et la somme des masses nettes de chaque colis primaire)
 - teneur totale en activité (alpha, bêta/gamma) et débit de dose le plus élevé mesuré sur l'emballage de transport
 - déclaration (oui/non) :
 - les déchets radioactifs contiennent des matières nucléaires (dans l'affirmative, ajouter la référence au bon de transfert et une copie du bon de transfert, le bon de transfert original devant accompagner le colis de déchets radioactifs)
 - les déchets radioactifs contiennent des substances ou mélanges dangereux (voir critère 407)

- les déchets radioactifs sont (potentiellement) contaminés par des agents pathogènes biologiques (voir critère 701 et suivants)
- données requises pour le transport (au minimum lieu d'enlèvement, numéro ONU, activité en fonction de la valeur A2 et référence de l'agrément du transporteur si le producteur organise lui-même le transport)
- référence au rapport de contrôle physique et ajout d'une copie de ce rapport au formulaire (le cas échéant)

302 (L,O) Les **données physiques et chimiques** suivantes de chaque colis de DC doivent être disponibles dans l'annexe du formulaire C (fiche d'identification) :

- code d'identification du colis primaire
- numéro du formulaire C et de la campagne correspondants
- date de production du colis de DC (date d'immobilisation du colis de DC)
- référence du lot de l'emballage primaire
- conditionneur
- masse brute et nette du colis primaire de DC
- description des déchets (selon la NTC-3 [9])
- type d'emballage primaire utilisé, fermeture utilisée, blindage interne utilisé et matrice d'immobilisation utilisée (selon la NTC-3 [9]) ;
- si le colis de DC contient des substances ou des mélanges dangereux (c'est-à-dire qu'une phrase H ou EUH y est applicable, sur la base de la masse de la forme du déchet¹ et compte tenu des critères et valeurs limites pour les substances dangereuses dans le règlement CLP [10] et dans les directives techniques pour la classification des déchets [11]), pour chaque substance dangereuse qui en est la cause :
 - nom de la substance dangereuse
 - phrases H applicables (y compris les phrases EUH)
- référence du dossier d'approbation « Procédé » avec numéro de version
- référence du dossier d'approbation « Emballage primaire » avec numéro de version
- déclaration (oui/non) :
 - les déchets radioactifs contiennent des substances biodégradables
 - les déchets radioactifs contiennent des agents complexants ou chélatants

303 (L,O) Les radionucléides présents dans le spectre radiologique des déchets radioactifs et mentionnés dans le Tableau 1 doivent être inclus dans le dossier d'approbation pour la caractérisation radiologique et leur activité doit être déclarée dans l'annexe du formulaire C.

Tableau 1 : Liste standard des radionucléides à déclarer obligatoirement

H-3	Ni-63	Ag-108m	Cs-137	Ra-226	Np-237	Cm-242
C-14	Se-79	Ag-110m	Ce-144	Th-229	Pu-238	Cm-243
S-35	Kr-85	I-125	Pm-147	Th-230	Pu-239	Cm-244
Cl-36	Sr-90	I-129	Sm-151	Th-232	Pu-240	Cm-245
Ar-39	Mo-93	I-131	Eu-152	Pa-231	Pu-241	Cm-246
Ca-41	Zr-93	Sb-125	Eu-154	U-233	Pu-242	Cm-247
Mn-54	Nb-94	Sn-121m	Eu-155	U-234	Pu-244	Cm-248
Co-58	Tc-99	Sn-126	Ho-166m	U-235	Am-241	
Co-60	Ru-106	Cs-134	Hf-178n	U-236	Am-242m	

¹La masse de la forme du déchet est égale à la masse du colis moins celle de son emballage primaire.

Ni-59	Pd-107	Cs-135		U-238	Am-243	
-------	--------	--------	--	-------	--------	--

À cet égard, la règle suivante s'applique :

- Pour les radionucléides qui sont en équilibre séculaire avec leur nucléide père (Cs-137/Ba-137m, Sr-90/Y-90, Ru-106/Rh-106 et Ce-144/Pr-144) à court terme ($T_{1/2} < 30$ jours), seule l'activité du nucléide père sera indiquée.
- Le thorium naturel est censé être en équilibre séculaire avec ses fils. Il suffit donc de spécifier uniquement le nucléide père Th-232.



Toute activité inférieure à 1 Bq peut être considérée comme nulle et peut être déclarée comme 0 dans l'annexe du formulaire C. Ce seuil est imposé pour éviter que des activités très faibles potentiellement fictives soient déclarées alors qu'elles ne sont que le résultat de calculs.

304 (L,O) Les **données radiologiques** des radionucléides présents dans chaque colis primaire et visés par le critère 303 doivent être mentionnées dans l'annexe du formulaire C :

- date de détermination de l'activité des nucléides
- activité alpha totale (en Bq)
- activité totale bêta/gamma (en Bq)
- débit de dose maximal au contact et à 1 m du colis primaire, avec la date des mesures (voir aussi 610).
- confirmation (oui/non) que la contamination surfacique transférable mesurée est inférieure à la valeur limite (voir aussi 611), avec la date de la mesure
- les masses des matières fissiles U-235, Pu-239 et Pu-241
- confirmation (oui/non) que les déchets radioactifs contiennent de l'uranium hautement enrichi ($\geq 20\%$) (avec une valeur seuil de 1 mg)
- méthodologie utilisée pour la caractérisation radiologique
- références des dossiers d'approbation « radiologique » et « installations de mesure », avec les numéros de version
- toutes les données nécessaires pour calculer la consommation des quotas (« volume credits ») alloués à Engie conformément à [Schedule 2]. La méthode de calcul du débit de dose à un mètre autour du monolithe pour différentes configurations (combinaisons du type de colis primaire ou de panier, du nombre de colis/paniers et du type et de la longueur du monolithe) doit faire partie du dossier d'approbation pour transfert « caractérisation radiologique ». La manière dont les résultats de ces calculs sont utilisés pour calculer la consommation des quotas est expliquée dans [Schedule 2].

305 (L,O) Si les déchets radioactifs sont contaminés ou susceptibles d'être contaminés par des **agents pathogènes biologiques**, il faut le mentionner sur le formulaire. Dans les annexes au formulaire, le producteur doit spécifier, par colis primaire :

- les précautions nécessaires
- d'autres informations utiles (nom scientifique de l'agent pathogène, classe de risque, etc.).

3.2 Le dossier documentaire de production (DDP)

306 (L,O) Le producteur doit documenter les déchets radioactifs conditionnés au moyen d'un **dossier documentaire de production** (DDP). Le DDP original est conservé et archivé par le producteur pendant une période convenue avec l'ONDRAF. Une copie doit également en être envoyée à l'ONDRAF.

307 (L,O) Un DDP doit être établi **par campagne**, et son contenu exact dépendra du procédé de conditionnement ainsi que de la variante de conditionnement. Dans le DDP, les données suivantes doivent être **documentées au minimum** :

- Informations générales concernant la campagne :
 - nombre de colis produits
 - période de conditionnement
 - matrice d'immobilisation utilisée (selon la NTC-3 [9])
 - procédé et variante de conditionnement
 - référence des approbations « Procédé », « Radiologique », « Installation de mesure » (si applicable) et « Emballage primaire » avec les numéros de version
- Emballages : rapports de réception pour les emballages primaires utilisés.
- Rapports et comptes rendus sur les contrôles de production effectués par le producteur démontrant la qualité du produit final et sa conformité à l'ACRIA. Ces rapports et comptes rendus couvrent au moins les contrôles suivants :
 - contrôles à la réception des emballages primaires
 - contrôles à la cimentation
 - contrôles à la fermeture
- Matrice d'immobilisation et produit d'immobilisation :
 - matières premières de la matrice d'immobilisation :
 - provenance des matières premières utilisées
 - certificats d'analyse et/ou de qualité des matières premières démontrant qu'elles répondent aux critères décrits sous 408, 409, 411, 413 et 415 du présent ACRIA
 - la composition chimique nominale des déchets bruts, telle que décrite dans le critère 407.
 - Si les déchets bruts et/ou traités sont des résines : la ou les marques des résines (si disponibles).
 - composition chimique nominale des déchets traités, telle que décrite dans le critère 407.
 - composition nominale du produit d'immobilisation, telle que décrite dans le critère 420.
 - composition du produit d'immobilisation par colis.
 - résultats des essais sur des échantillons représentatifs, dont la fréquence est définie dans le dossier d'approbation :
 - résistance à la compression (voir aussi 432)
 - résistance à la flexion (voir aussi 433)
 - résistance à l'eau (voir aussi 434)
 - résistance au gel-dégel (voir aussi 436)
 - test de lixiviation (voir aussi 437)
 - durabilité (voir aussi 438)
 - robustesse (voir aussi 439)
- Blindage radiologique :
 - si le fabricant du blindage radiologique possède un label BENOR ou équivalent ² :
 - les résultats de l'essai « résistance à l'eau » (voir également 434) et
 - le certificat BENOR du fabricant du blindage
 - dans le cas contraire, il convient d'indiquer les données des essais à réaliser (voir le critère 442), en remplaçant « matrice d'immobilisation » et « produit d'immobilisation » par « blindage radiologique ».
- Bouchon en béton :

² Par un équivalent du label BENOR, on entend un label similaire (ou supérieur) d'un autre pays tel que l'AFNOR en France ou le KOMO (KIWA) aux Pays-Bas. L'équivalence est vérifiée par le processus d'approbation.

- les données des essais à effectuer (voir critère 446), en remplaçant « matrice d'immobilisation » et « produit d'immobilisation » par « bouchon en béton ».
 - Provenance et description des déchets bruts et traités (selon la NTC-3 [9]).
 - Le type et la composition chimique des produits utilisés dans tout prétraitement des déchets bruts et/ou traités.
 - Documents contenant les résultats radiologiques (c'est-à-dire les activités des radionucléides comme demandé dans le critère 303) des mesures prises sur le produit final et/ou du demi-produit.
 - Référence du formulaire C, annexes comprises, si l'ONDRAF a déjà reçu ledit formulaire C, ou un exemplaire rempli conformément aux critères 301 à 305 inclus, si l'ONDRAF ne l'a pas encore reçu.
 - Les données physiques et chimiques suivantes, par colis :
 - confirmation (oui/non) de la présence de substances biodégradables ? (voir 404).
 - de chaque agent complexant ou chélatant présent :
 - nom de l'agent
 - masse
 - de chaque métal électropositif présent (liste exhaustive donnée en Annexe 6 et voir 406) :
 - nom du métal
 - masse
 - de chaque absorbant organique ou inorganique présent (y compris le gel de silice et la vermiculite) :
 - nom de l'absorbant ;
 - masse
 - Documents sur les notifications d'incidents, les demandes de dérogation et les demandes de régularisation.
-  Les colis peuvent se subdiviser en campagnes comme suit :
- Les colis conditionnés selon un certain procédé de conditionnement sont réunis dans une même campagne.
 - Les colis conditionnés au cours d'une même période de production sont réunis dans une même campagne. Dans le cas d'une production continue, une campagne peut inclure des colis provenant d'une période de production ne dépassant pas six mois.
 - Éventuellement sur la base d'autres conditions, après concertation avec l'ONDRAF (comme le type de déchets selon la NTC-3 [9]).

4 CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES DECHETS

4.1 La forme du déchet

4.1.1 Aspect physique

- 401 (L,O) La forme du déchet doit former un **ensemble solide, compact et non dispersable**, physiquement et chimiquement **stable** dans les conditions prévues pendant le transport et le stockage.

4.1.2 Stabilité physique et chimique

- 402 (L,O) La formation éventuelle de gaz suite à la corrosion, à la radiolyse et/ou à la décomposition de matières organiques ne peut porter atteinte à l'**intégrité de la forme du déchet** et ne peut entraîner de déformation inacceptable de l'emballage primaire. L'évolution de la

formation de gaz dans la forme du déchet doit dès lors être documentée dans le dossier d'approbation.

- 403 (L,O) En aucun point de la forme du déchet, la **température** ne peut avoir été supérieure ou égale à 100°C.

4.1.3 Substances biodégradables

- 404 (L,O) Des **substances biodégradables**, y compris des substances cellulosiques, ne peuvent être présentes dans les déchets radioactifs.

4.1.4 Substances dangereuses

- 405 (L,O) La forme du déchet ne peut contenir de **substances** ou de **mélanges** dangereux classés comme **dangers physiques** en vertu du règlement CLP [10] et :

- soit, conformément à son annexe I, être désignés par une phrase H spécifique,
- soit, conformément à son annexe II, être désignés par une phrase EUH spécifique relative aux propriétés physiques.

 L'Annexe 4 contient un aperçu des phrases de danger ou des mélanges qui sont exclus par ce critère, sur la base du règlement CLP en vigueur au moment de l'approbation du présent critère de transfert contractuel. Cette annexe est donc purement illustrative et a pour but d'aider l'utilisateur de ces critères de transfert contractuels.

4.2 Les déchets bruts et/ou traités

4.2.1 Métaux électropositifs

- 406 (L) Les **métaux électropositifs** (voir Annexe 6) ne peuvent pas être présents dans les déchets radioactifs bruts et/ou traités, sauf si le producteur peut démontrer dans son dossier d'approbation que la cinétique de corrosion est suffisamment lente pour ne pas perturber la prise et le durcissement du produit d'immobilisation.

4.2.2 Composition chimique et propriétés

- 407 (L,O) La **composition chimique nominale** et les **propriétés** des déchets bruts et traités, ainsi que les **variations** maximales associées, doivent être consignées dans le dossier d'approbation. Le producteur doit y démontrer comment il s'assurera que la composition effective est toujours comprise dans les variations maximales.

4.3 La matrice d'immobilisation

 Les critères décrits ci-dessous sont spécifiques aux composantes utilisées dans la production de la matrice d'immobilisation et ne doivent pas nécessairement tous être présents dans la composition de la matrice d'immobilisation. Les composantes de la matrice d'immobilisation appartiennent exclusivement aux cinq catégories suivantes : liant, granulat, eau, adjuvant ou additif. Elles sont définies dans les normes énumérées ci-dessous.

Pour rappel, un adjuvant est un produit ajouté, lors de la fabrication du béton ou du mortier, en petites quantités par rapport à la masse de liant pour modifier les propriétés du béton ou du mortier lorsqu'il est frais et/ou durci.

Un additif est un matériau finement divisé qui est utilisé dans le béton ou le mortier pour améliorer des propriétés spécifiques ou pour lui donner des propriétés particulières. La norme NBN EN 206 [12] explique la différence entre les additifs pratiquement inertes (type I) et les additifs hydrauliques pouzzolaniques ou latents (type II). Les différents additifs

autorisés sont décrits dans les normes mentionnées ci-dessous. Le contrôle et l'assurance de la qualité des matières premières sont décrits dans le dossier d'approbation (voir critère 419)

- 408 (L,O) Le **liant** utilisé pour la matrice d'immobilisation doit :
- Soit être un liant classique et donc répondre aux exigences de la norme NBN EN 197-1 [13].
 - Soit être le liant hydraulique alternatif « laitier par activation alcaline ».
- 409 (L,O) Les **granulats** utilisés pour la matrice d'immobilisation doivent être conformes aux exigences de la norme NBN EN 12620 [14] ou NBN EN 13139 [15].
- 410 (L,O) Les granulats utilisés pour la matrice d'immobilisation doivent être insensibles à **l'ASR**. L'ASR doit être exclue pour tous les granulats, selon la méthode décrite dans l'ASTM C1260 (2014). Si le résultat de ce test est incertain, les granulats doivent ensuite être testés conformément à la méthode décrite dans l'ASTM C1293 (2015).
- 411(L,O) **L'eau de gâchage** utilisée pour la matrice d'immobilisation doit être conforme aux exigences de la norme NBN EN 1008 [16].
- 412(L) Les **adjuvants organiques** ne sont pas autorisés, à l'exception des superplastifiants à base de (par ordre de préférence) :
- sulfonate de naphthalène ;
 - polycarboxylate ;
 - sulfonate de mélamine.
- Le producteur doit justifier le choix éventuel d'un des adjuvants organiques ci-dessus dans le dossier d'approbation.
- 413 (L,O) Les **adjuvants** utilisés pour la matrice d'immobilisation doivent être conformes aux exigences des normes NBN EN 934-1 [17], NBN EN 934-2 [18], NBN EN 934-3 [19], NBN EN 934-4 [20], NBN EN 934-5 [21] ou NBN EN 934-6 [22].
- 414(L) Les **additifs** doivent être **inorganiques**.
- 415(L,O) Les **additifs** ajoutés au mélange lors de la production des colis de DC doivent être conformes à la norme NBN EN 197-1 [13] et aux exigences de la norme indiquée ci-dessous pour ce type d'additif :
- Le laitier de haut fourneau (S) doit être conforme à la norme NBN EN 15167-1 [23].
 - La fumée de silice (D) doit être conforme à la norme NBN EN 13263-1 [24].
 - Les cendres volantes contenant du silicium (V) ou du calcium (W) doivent être conformes à la norme NBN EN 450-1 [25].
 - Le filler calcaire (L ou LL) doit répondre aux définitions de la norme NBN EN 12620 [14].
-  Ce critère ne s'applique pas au ciment conforme à la norme EN 197-1 qui contient déjà des additifs.
- 416 (L,O) Le **filler calcaire (L ou LL)** (voir critère 415 **Error! Reference source not found.**) doit être insensible à l'ASR. Le producteur doit le démontrer :
- soit en testant la roche mère du filler calcaire selon la méthode décrite dans l'ASTM C1260 (2014) ;
 - soit en testant la matrice d'immobilisation selon la méthode décrite dans l'ASTM C1293 (2015).

4.4 Le produit d'immobilisation

4.4.1 Transférabilité et extrapolabilité

- 417 (L,O) Les résultats des essais réalisés sur le produit d'immobilisation inactif (la composition de substitution) doivent pouvoir être **transférés** au produit d'immobilisation actif. Dans le cadre d'un programme d'essais, le producteur doit démontrer la représentativité de la composition de substitution utilisée dans les essais selon les critères 430 à 439. La méthodologie et la méthode d'évaluation de ce programme de tests doivent être décrites dans le dossier d'approbation.
- 418 (L,O) Les résultats des essais en laboratoire à petite échelle doivent être **extrapolables** au produit d'immobilisation à l'échelle réelle. Dans le cadre d'un programme d'essais, le producteur doit démontrer le caractère extrapolable de la composition de substitution utilisée dans les essais selon les critères 430 à 439. La méthodologie et la méthode d'évaluation de ce programme de tests doivent être décrites dans le dossier d'approbation.

4.4.2 Le produit d'immobilisation frais



Les critères décrits ci-dessous concernent la composition du produit d'immobilisation, les propriétés de la matière fraîche et son utilisation. Le respect de ces critères garantit un enrobage efficace, contrôlé et reproductible des déchets radioactifs.

- 419 (L,O) La composition (voir critères 420 et 421) et les propriétés du produit d'immobilisation doivent être garanties par le **système de qualité du procédé de traitement et conditionnement** (voir critère 201). Le système de qualité doit être décrit dans le dossier d'approbation et doit :
- décrire toutes les étapes du procédé liées au produit d'immobilisation, c'est-à-dire de la réception des matières premières du produit d'immobilisation au produit final du procédé, à savoir le colis de déchets conditionnés ;
 - déterminer la fréquence à laquelle sont menés les tests prévus dans les critères de transfert contractuels (critères 410, 416, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 438 et 439) ;
 - décrire quels contrôles de qualité, en plus des tests mentionnés ci-dessus, sont effectués et à quel stade du procédé et déterminer la fréquence à laquelle ces contrôles de qualité sont menés ;
 - Définir sous quelles conditions les tests susmentionnés seront répétés dans le cadre des contrôles de qualité précités.
- 420 (L,O) La **composition nominale** du produit d'immobilisation doit être précisée dans le dossier d'approbation.
-  La composition nominale ne tient pas compte de la précision du dosage (voir à ce sujet le critère 421), mais comprend l'identification des composants du produit d'immobilisation et les dosages.
- 421 (L,O) La **précision du dosage** des composants du produit d'immobilisation doit :
- avoir une tolérance de ± 3 m% pour les déchets bruts et/ou traités.
 - répondre aux exigences de la norme NBN EN 206 [12] pour les autres composants du produit d'immobilisation.

Si le producteur ne peut pas garantir les tolérances ci-dessus, il doit indiquer ses propres tolérances dans le dossier d'approbation et assurer que les critères 408 à 439 seront toujours respectés dans les limites de cette tolérance.

- 422 (L,O) Le produit d'immobilisation doit être coulé en une seule étape pour assurer la **continuité** de la matrice d'immobilisation, sauf si le temps entre deux étapes consécutives est inférieur au temps de prise³ de la première étape.
- 423 (L,O) Lors de la prise, le produit d'immobilisation frais doit être protégé contre la **perte excessive d'eau par évaporation**. Le producteur doit justifier dans le dossier d'approbation comment ce critère est garanti.
- 424 (L,O) Lors de la fermeture du colis ou au moment du coulage du bouchon en béton, il ne doit pas y avoir d'**eau libre à la surface** du produit d'immobilisation. Ce point est vérifié visuellement. L'eau qui se trouve à la surface pendant la prise ne peut donc pas être enlevée manuellement.
- 425 (L,O) Pendant la prise du produit d'immobilisation, il faut que le colis primaire ait été maintenu **immobile**. Le début et la fin de la prise doivent être définis dans le dossier d'approbation.

4.4.3 Le produit d'immobilisation durci

 Les critères décrits ci-dessous concernent les propriétés du matériau durci. Elles se divisent en deux catégories : les propriétés mécaniques et structurelles du produit d'immobilisation et les propriétés relatives à son comportement à long terme.

- 430 (L,O) L'ensemble des **fissures** dans le produit d'immobilisation doit être limité. Le producteur doit le démontrer en effectuant un contrôle visuel sur une section verticale d'un colis (non) actif à taille réelle qui a été produit dans des conditions représentatives de la production réelle. Ce contrôle se présente comme suit :

- Sur la surface coupée de l'une des deux moitiés obtenues après la section verticale du colis, une ligne verticale est tracée pour relier la surface supérieure du produit d'immobilisation à la surface inférieure.
- L'ouverture cumulée de toutes les fissures traversant cette ligne est ensuite mesurée. Seules les fissures dont l'ouverture est supérieure ou égale à 0,1 mm seront prises en considération.
- La ligne verticale tracée et la section transversale considérée sont choisies de manière à ce que l'ouverture cumulée soit la plus grande possible.
- L'ouverture cumulée ne doit pas dépasser 4 mm/m, sauf si le producteur peut démontrer dans son dossier d'approbation que l'ouverture cumulée ne dépasse pas la valeur de retrait. La valeur de retrait est mesurée sur des éprouvettes représentatives, selon les normes NBN B15-216 [26] pour le béton et NBN B14-217 [27] pour le mortier et la pâte de ciment.

Les résultats de ce test doivent être inclus dans le dossier d'approbation.

Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies :

- Dans le dossier d'approbation, il convient d'expliquer pourquoi une méthode de test alternative est souhaitable.
- Le dossier d'approbation doit démontrer que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.

 L'approbation de la méthode de test alternative découle implicitement de la validation du dossier d'approbation.

 Le colis (non) radioactif qui serait pris en considération pour la vérification de ce critère pourrait également être utilisé pour mesurer les températures internes pendant l'hydratation et la prise du matériau (voir le critère 435).

³ Il s'agit du temps entre le coulage du produit d'immobilisation dans le fût et le début de la prise.

431 (L,O) Le produit d'immobilisation doit être **homogène**. Cela signifie qu'il doit y avoir eu un bon mélange et qu'aucune ségrégation ne doit survenir pendant la prise. Il convient de le démontrer en coupant verticalement un colis (non) actif (le test du critère 430 peut être utile à cet égard) et en vérifiant visuellement qu'il n'y a pas eu de ségrégation. Les résultats de ce test doivent être inclus dans le dossier d'approbation.

Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies :

- Dans le dossier d'approbation, il convient d'expliquer pourquoi une méthode de test alternative est souhaitable.
- Le dossier d'approbation doit démontrer que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.

 L'approbation de la méthode de test alternative découle implicitement de la validation du dossier d'approbation.

432 (O) La **résistance finale à la compression** du produit d'immobilisation doit être supérieure ou égale à 8 MPa.

Cette résistance à la compression doit être déterminée sur des échantillons standardisés et conservés dans un environnement confiné (qui ne permet pas l'échange d'humidité) et/ou dans une chambre humide conformément aux normes applicables. Le Tableau 2 indique les normes applicables et les dimensions de l'échantillon.

L'évolution de la résistance à la compression jusqu'à l'atteinte d'un plateau doit être démontrée dans le dossier d'approbation.

Tableau 2 : Normes applicables pour déterminer la résistance à la compression

Produit d'immobilisation	Norme applicable	Dimensions de l'échantillon
Béton	NBN EN 12390-3 [28]	150 x 150 x 150 mm ou Ø 150 mm x 300 mm
Mortier, pâte de ciment	NBN EN 1015-11 [29]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-3 [28]	150 x 150 x 150 mm

433 (O) La **résistance finale à la flexion** du produit d'immobilisation doit être supérieure ou égale à 1 MPa.

Cette résistance à la flexion doit être déterminée sur des échantillons standardisés et conservés dans un environnement confiné (qui ne permet pas l'échange d'humidité) et/ou dans une chambre humide conformément aux normes applicables. Le Tableau 3 présente les normes applicables et les dimensions de l'échantillon nécessaires à la détermination de la résistance de la flexion.

L'évolution de la résistance à la flexion jusqu'à l'atteinte d'un plateau doit être démontrée dans le dossier d'approbation.

Tableau 3 : Normes applicables pour déterminer la résistance à la flexion

Produit d'immobilisation	Norme applicable	Dimensions de l'échantillon
Béton	NBN EN 12390-5 [30]	Prisme, avec dimensions selon la norme
Mortier, pâte de ciment	NBN EN 1015-11 [29]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-5 [30]	Prisme, avec dimensions selon la norme

434 (L) Le produit d'immobilisation doit être **résistant à l'eau**, ce qui signifie que les échantillons durcis de la matrice d'immobilisation aux dimensions du Tableau 3 doivent être immergés dans l'eau pendant une période d'au moins 90 jours. Les conditions de test et la procédure d'inspection des échantillons après le test doivent être décrites suffisamment en détail dans le dossier d'approbation pour permettre de reproduire le test sans ambiguïté. Par conditions de test, on entend au moins :

- le volume d'eau par rapport à l'échantillon
- la composition de l'eau et la fréquence de renouvellement
- l'âge de l'échantillon au début du test
- la géométrie du dispositif
- la température de l'eau

Après le test, chaque échantillon doit :

- être exempt de toute modification structurelle (fissures, effritement, déformation, etc.) ;
- démontrer une résistance à la flexion supérieure ou égale à 1 MPa, déterminée conformément à la norme correspondante dans le Tableau 3.

Toute modification de volume et de masse doit être précisée dans le dossier d'approbation. Les essais doivent toujours être effectués avec des échantillons différents et il convient d'évaluer la série d'échantillons dans son ensemble.

 L'approbation de la méthode de test alternative découle implicitement de la validation du dossier d'approbation.

435 (L,O) Le produit d'immobilisation doit :

- soit, pendant et après la prise, avoir connu une évolution de sa température interne, qui doit être restée inférieure ou égale à 60°C en tout point ;
- soit être insensible à la **DEF**, et que cette insensibilité soit démontrée sur des échantillons représentatifs en utilisant des méthodes d'essai appropriées.

Cette insensibilité à la DEF doit être démontrée en utilisant la méthode d'essai décrite dans la note 2014-3049 [31]. Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies :

- Dans le dossier d'approbation, il convient d'expliquer pourquoi une méthode de test alternative est souhaitable.
- Le dossier d'approbation doit démontrer que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.

 L'approbation de la méthode de test alternative découle implicitement de la validation du dossier d'approbation.

436 (L) Le produit d'immobilisation doit être **résistant au froid**. Le producteur le vérifie lors d'un essai à froid sur des échantillons représentatifs aux dimensions du Tableau 3.

L'essai à froid consiste à conserver les échantillons dans un sac hermétiquement fermé pendant 120 jours à des températures comprises entre 0°C et 10°C. La déformation dimensionnelle doit être mesurée à intervalles réguliers, et les échantillons doivent être inspectés à intervalles réguliers pour détecter les fissures, les éclats et autres anomalies.

Après le test, chaque échantillon doit :

- être exempt de toute modification structurelle (fissures, effritement, déformation, etc.) ;
- démontrer une résistance à la flexion supérieure ou égale à 1 MPa, déterminée conformément à la norme correspondante dans le Tableau 3.

Toute modification de volume et de masse doit être précisée dans le dossier d'approbation. Les essais doivent toujours être effectués avec des échantillons différents et il convient d'évaluer la série d'échantillons dans son ensemble.

437 (L) Le producteur doit effectuer un **test de lixiviation** tel que décrit dans les fiches techniques TFT-3 [32] et TFT-4 [33] de l'ONDRAF afin de fournir une indication de la capacité de confinement du produit d'immobilisation. Si le producteur utilise une autre méthode de test, toutes les conditions suivantes doivent être remplies :

- Dans le dossier d'approbation, il convient d'expliquer pourquoi une méthode de test alternative est souhaitable.
- Le dossier d'approbation doit démontrer que la méthode de test alternative équivaut à la méthode décrite ci-dessus.

 L'approbation de la méthode de test alternative découle implicitement de la validation du dossier d'approbation.

438 (L) Le produit d'immobilisation durci doit être **durable**. Ceci doit être démontré par un essai de vieillissement accéléré conformément à la méthode décrite dans ANDRA : ACO SP ASRE 00-064 – partie B [34]. La réalisation et les résultats de ce test de vieillissement doivent être inclus dans le dossier d'approbation.

Ce faisant :

- tout échantillon doit être exempt de toute modification structurelle (fissures, effritement, déformation, etc.). Le producteur doit joindre des photos claires au dossier d'approbation à des fins de justification.
- une analyse microscopique complète (par exemple EDX combinée à un SEM) des plaques de coupe ou des surfaces de rupture extraites des différents échantillons doit confirmer l'absence d'observations susceptibles d'affecter l'intégrité du produit d'immobilisation.

Les conditions préalables à la réalisation de ce test de vieillissement sont les suivantes :

- Le test de vieillissement doit être poursuivi jusqu'à ce que l'état des échantillons se soit stabilisé. Le test de vieillissement ne doit pas être interrompu plus tôt que 12 mois après son début.
- Les dimensions et les masses des échantillons doivent être mesurées régulièrement.
- Il convient également d'inspecter régulièrement les échantillons afin de vérifier qu'ils ne présentent pas de fissuration, d'effritement ou d'autre anomalie.
- Les observations et les intervalles auxquelles elles ont été faites doivent être consignés dans le dossier d'approbation.
- Après l'arrêt du test de vieillissement, il convient de mesurer les changements de volume et de masse ainsi que la résistance à la flexion des échantillons. Cette résistance à la flexion doit être déterminée conformément à la norme applicable du Tableau 3.

439 (L) Le produit d'immobilisation doit être **robuste** par rapport aux variations des propriétés chimiques des déchets bruts et/ou traités (voir critère 407) et aux variations dues à la précision du dosage (voir critère 421). Le producteur doit en faire la démonstration lors de la mise au point du procédé d'immobilisation en deux phases, qui doivent être décrites dans le dossier d'approbation :

- Au cours de la première phase de démonstration, un procédé de référence est mis au point, en tenant compte de la composition chimique nominale et des propriétés des déchets bruts et/ou traités (telles que définies dans le dossier d'approbation, voir le critère 407).
- L'essai de robustesse suivant examine l'influence des variations de la composition chimique et des propriétés des déchets bruts et/ou traités (telles que définies dans le dossier d'approbation, voir le critère 407) et des variations dues à la précision du dosage (telles que définies dans le dossier d'approbation, voir le critère 421) sur le produit d'immobilisation.

Indépendamment de ces variations, le produit d'immobilisation doit toujours répondre à tous les critères de transfert contractuels, à l'exception du critère « durable » (voir le critère 438).

4.5 Éléments ajoutés

- 440 (L,O) Les différents matériaux composant le blindage radiologique, le bouchon en béton ou le mélangeur doivent être **physiquement et chimiquement** compatibles entre eux et avec le produit d'immobilisation.

4.5.1 Blindage radiologique

- 441 (L) Le **blindage radiologique** doit être constitué de béton (par exemple, béton d'hématite, béton baryté...), de mortier (par exemple, mortier d'hématite, mortier baryté...), de pâte de ciment, d'acier ou de plomb.

- 442 (L,O) Si le fabricant du blindage radiologique en béton, mortier ou pâte de ciment **possède un label BENOR ou équivalent**⁴ pour le béton, le mortier ou la pâte de ciment utilisés à cet effet, ce blindage radiologique doit répondre aux critères suivants déjà décrits aux § 4.3 et § 4.4 (où « matrice d'immobilisation » et « produit d'immobilisation » doivent être remplacés par « blindage radiologique ») :

- insensibilité à l'ASR (voir critère 410)
- adjuvants inorganiques (voir critère 412)
- composition nominale du produit d'immobilisation (voir critère 420)
- étanchéité à l'eau (voir aussi 434)
- insensibilité à la DEF (voir critère 435)

Si le fabricant du blindage radiologique en béton, mortier ou pâte de ciment **ne dispose pas d'un label de qualité BENOR ou un label équivalent** pour le béton, le mortier ou la pâte de ciment du blindage radiologique, ce blindage radiologique doit répondre aux mêmes critères que ceux de la matrice d'immobilisation et du produit d'immobilisation (en d'autres termes, les critères de 408 à 435) sauf les critères « transférable » (voir critère 417), « extrapolable » (voir critère 418), « fissuration » (voir critère 430), « résistance à la compression » (voir critère 432) et « résistance à la flexion » (voir critère 433).

À cet égard, « matrice d'immobilisation » et « produit d'immobilisation » doivent être remplacés par « blindage radiologique ».

- 443 (L,O) Si le fabricant du blindage radiologique en béton, mortier ou pâte de ciment ne dispose pas d'un label BENOR pour le béton, le mortier ou la pâte de ciment du blindage radiologique ou d'un label équivalent, la **résistance à la compression** à 28 jours du blindage radiologique en béton, mortier ou pâte de ciment doit :

- être supérieure ou égale à 30 MPa ;
- répondre à l'un des critères ci-dessous :
 - soit la résistance à la compression mesurée se situe dans l'intervalle de confiance de 95%, où cet intervalle doit être inférieur ou égal à 20 MPa [35] ;
 - soit la résistance à la compression mesurée se situe en dehors de l'intervalle de confiance de 95%, mais le mortier ou le béton testé satisfait à une série de contrôles supplémentaires différents des contrôles de qualité courants (voir critère 419) prévus dans le dossier d'approbation.

Cette résistance à la compression doit être déterminée sur des échantillons standardisés et conservés dans un environnement confiné (qui ne permet pas l'échange d'humidité) et/ou dans une chambre humide conformément aux normes applicables. Dans son dossier d'approbation, le producteur doit en outre renseigner l'intervalle de confiance à 95 % de la résistance de la matrice d'immobilisation à la compression à 28 jours. Le Tableau 4 présente la norme applicable et les dimensions de l'échantillon.

⁴ Par un équivalent du label BENOR, on entend un label similaire (ou supérieur) d'un autre pays tel que l'AFNOR en France ou le KOMO (KIWA) aux Pays-Bas. L'équivalence est vérifiée par le processus d'approbation.

Tableau 4 : Norme applicable pour déterminer la résistance à la compression

Blindage radiologique	Norme applicable	Dimensions de l'échantillon
Béton	NBN EN 12390-3 [28]	150 x 150 x 150 mm ou Ø 150 mm x 300 mm
Mortier, pâte de ciment	NBN EN 1015-11 [29]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-3 [28]	150 x 150 x 150 mm

- 444 (L,O) Si le fabricant du blindage radiologique en béton, mortier ou pâte de ciment ne dispose pas d'un label BENOR pour le béton, le mortier ou la pâte de ciment du blindage radiologique ou d'un label équivalent, la **résistance à la flexion** à 28 jours du blindage radiologique en béton, mortier ou pâte de ciment doit être supérieure ou égale à 1 MPa. Cette résistance à la flexion doit être déterminée sur des échantillons standardisés et conservés dans un environnement confiné (qui ne permet pas l'échange d'humidité) et/ou dans une chambre humide conformément aux normes applicables. Le Tableau 5 présente la norme applicable et les dimensions de l'échantillon nécessaires à la détermination de la résistance à la flexion.

Tableau 5: Norme applicable pour déterminer la résistance à la flexion

Blindage radiologique	Norme applicable	Dimensions de l'échantillon
Béton	NBN EN 12390-5 [30]	Prisme, avec dimensions selon la norme
Mortier, pâte de ciment	NBN EN 1015-11 [29]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-5 [30]	Prisme, avec dimensions selon la norme

4.5.2 Bouchon en béton

- 445 (L) Le **bouchon en béton** doit être constitué de béton (par exemple, béton d'hématite, béton baryté...), de mortier (par exemple, mortier d'hématite, mortier baryté...) ou de pâte de ciment.
- 446 (L,O) Le **bouchon en béton** doit répondre aux mêmes critères que ceux de la matrice d'immobilisation et du produit d'immobilisation (en d'autres termes, les critères de 408 à 435), à l'exception des critères « transférable » (voir critère 417), « extrapolable » (voir critère 418), « fissuration » (voir critère 430), « résistance à la compression » (voir critère 432) et « résistance à la flexion » (voir critère 433).
À cet égard, « matrice d'immobilisation » et « produit d'immobilisation » doivent être remplacés par « bouchon en béton ».
- 447 (L,O) La **résistance à la compression** à 28 jours du bouchon en béton durci doit :
- être supérieure ou égale à 30 MPa ;
 - répondre à l'un des critères ci-dessous :
 - soit la résistance à la compression mesurée se situe dans l'intervalle de confiance de 95%, où cet intervalle doit être inférieur ou égal à 20 MPa [35] ;
 - soit la résistance à la compression mesurée se situe en dehors de l'intervalle de confiance de 95%, mais le mortier ou le béton testé satisfait à une série de

contrôles supplémentaires différents des contrôles de qualité courants (voir critère 419) prévus dans le dossier d'approbation.

Cette résistance à la compression doit être déterminée sur des échantillons standardisés et conservés dans un environnement confiné (qui ne permet pas l'échange d'humidité) et/ou dans une chambre humide conformément aux normes applicables. Dans son dossier d'approbation, le producteur doit en outre renseigner l'intervalle de confiance à 95 % de la résistance de la matrice d'immobilisation à la compression à 28 jours. Le Tableau 6 présente la norme applicable et les dimensions de l'échantillon.

Tableau 6 : Norme applicable pour déterminer la résistance à la compression

Bouchon en béton	Norme applicable	Dimensions de l'échantillon
Béton	NBN EN 12390-3 [28]	150 x 150 x 150 mm ou Ø 150 mm x 300 mm
Mortier, pâte de ciment	NBN EN 1015-11 [29]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-3 [28]	150 x 150 x 150 mm

- 448 (L,O) La **résistance à la flexion** à 28 jours du bouchon en béton doit être supérieure ou égale à 1 MPa. Cette résistance à la flexion doit être déterminée sur des échantillons standardisés et conservés dans un environnement confiné (qui ne permet pas l'échange d'humidité) et/ou dans une chambre humide conformément aux normes applicables. Le Tableau 7 présente la norme applicable et les dimensions de l'échantillon nécessaires à la détermination de la résistance à la flexion.

Tableau 7 : Norme applicable pour déterminer la résistance à la flexion

Bouchon en béton	Norme applicable	Dimensions de l'échantillon
Béton	NBN EN 12390-5 [30]	Prisme, avec dimensions selon la norme
Mortier, pâte de ciment	NBN EN 1015-11 [29]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-5 [30]	Prisme, avec dimensions selon la norme

5 CARACTERISTIQUES RADIOLOGIQUES DES DECHETS

5.1 Activités volumiques maximales

- 501 (L,O) Dans chaque colis primaire, l'activité volumique totale d'émetteurs bêta/gamma doit être inférieure ou égale à 37 TBq/m³.
- 502 (L,O) Dans chaque colis primaire, l'activité de la quantité volumique totale d'émetteurs alpha doit être inférieure ou égale à 37 TBq/m³.
- 503 (L,O) Dans chaque colis primaire, l'inventaire radiologique total doit être limité de telle sorte que, le 01/01/2080, le débit de dose maximal d'un monolithe de type CB-5 (voir Annexe 8) ne contenant que ce colis primaire conditionné soit limité à 25 µSv/h à 1 mètre.
- 504 (L,O) Dans chaque colis primaire, la somme des activités de Ra-226 et Th-232 par unité de masse doit être inférieure ou égale à 1000 Bq/kg. L'activité par unité de masse est calculée en fonction de la masse de la forme du déchet.

5.2 Criticité

-  Ces critères de transfert contractuels ne contiennent que des restrictions sur la présence de nucléides fissibles dans les déchets afin d'exclure le risque de criticité. Ces critères de transfert contractuels sont sans préjudice des critères de transfert contractuels 501 à 504.

505 (L,O) Si des matières fissiles sont présentes dans le colis primaire, leur quantité et leur configuration (forme physique et chimique, compartimentation, présence d'absorbeurs, réflecteurs et retardateurs de neutrons) doivent être telles que le risque de criticité soit évité à tout moment.

Plus précisément, la quantité de matières fissiles doit être limitée selon la règle de sommation ci-dessous :

$$\frac{\text{masse Pu-239 (g)}}{219} + \frac{\text{masse Pu-241 (g)}}{112} + \frac{\text{masse U-235 (g)}}{326} \leq 1$$

lorsque le taux d'enrichissement du colis dépasse 5 %, tandis que lorsque le taux d'enrichissement est inférieur à 5 %, la masse d'U-235 est limitée à 700 g.

6 EMBALLAGE ET COLIS PRIMAIRE

6.1 L'emballage primaire

601 (O) L'emballage primaire doit être tel que le colis primaire satisfasse aux exigences relatives à un colis de transport de **type IP-2**, comme le stipulent les *Safety Standards* de l'AIEA [36].

En plus des résultats du test de chute et du test d'empilement, le producteur doit également inclure le certificat IP-2 du colis de transport dans le dossier d'approbation « Emballage primaire ».

602 (L,O) Pour chaque colis de déchets conditionnés, l'emballage primaire doit être inclus dans la liste du Tableau 8 (les codes sont conformes à la note technique NTC-3 [9]).

Tableau 8 : Liste des emballages autorisés pour les colis de déchets conditionnés

Code	Description de l'emballage	Contenu
FS04D	Nouveau fût standard de 400l	400 litres

Après consultation et approbation de l'ONDRAF, le producteur peut également utiliser un autre type d'emballage d'une capacité de ± 400 litres et compatible avec les installations de réception, de manutention et d'entreposage de Belgoprocess.

603 (L,O) Les différents matériaux à partir desquels l'emballage primaire est fabriqué doivent être **physiquement et chimiquement compatibles** entre eux et avec :

- les matériaux et équipements utilisés pour le transport et dans les infrastructures d'entreposage ;
- les composants utilisés pour la matrice d'immobilisation et les déchets radioactifs bruts et/ou traités ;
- les éventuels blindage radiologique ou bouchon en béton.

-  Parmi les exemples typiques de matériaux utilisés dans le processus de production d'un emballage primaire, dont la compatibilité physique et chimique doit être évaluée et documentée dans le dossier d'approbation, citons :

- le matériau de base dont est constitué l'emballage primaire (y compris le couvercle)
- le matériau de base à partir duquel les composants ajoutés (voir Annexe 3) sont fabriqués
- le matériel de soudage
- la protection galvanique utilisée

- le revêtement utilisé (par exemple, peinture époxy)
- le blindage (radiologique) utilisé
- le manteau de protection interne utilisé

604 (O) L'**intégrité, la résistance mécanique, la forme et les dimensions** de l'emballage primaire doivent être conservées, dans le cadre de charges statiques et dynamiques normales, pendant une période minimale de 75 ans. Ceci vaut pour toutes les actions normales pendant l'entreposage de l'emballage primaire vide, le remplissage de l'emballage primaire avec des déchets et la matrice d'immobilisation, les opérations de chargement et de déchargement et l'entreposage du colis primaire dans le bâtiment d'entreposage conçu à cet effet.

605 (O) L'emballage primaire doit être résistant à la **corrosion et aux attaques chimiques** pendant une période d'entreposage minimale de 75 ans dans des conditions normales d'utilisation dans le bâtiment d'entreposage conçu à cet effet. Cette résistance doit être démontrée dans le dossier d'approbation « Emballage primaire ».

 Le respect des critères 603, 604 et 605 est fortement influencé par les conditions connexes de la fabrication de l'emballage, l'entreposage de l'emballage vide dans un entrepôt, le remplissage de l'emballage avec des déchets bruts et/ou traités et une matrice d'immobilisation, ainsi que par les actions mécaniques y afférentes.

6.2 Le colis primaire

6.2.1 Critères physiques et chimiques pour le colis primaire

606 (L) Dans aucun emballage primaire, le total des **espaces vides** macroscopiques ne peut dépasser 15 % du volume nominal de du colis primaire (soit 0,4 m³ pour un fût de 400 litres). Ce pourcentage de volume d'espaces vides doit être mentionné dans le dossier d'approbation « Procédé », lequel doit également préciser la méthode pour déterminer ce pourcentage de volume.

 Pour répondre à ce critère, il peut être nécessaire, dans certains cas, de remplir davantage les espaces vides. Dans ce cas, il convient d'utiliser des matériaux qui répondent au critère 442.

607 (L,O) La **masse totale** d'aucun colis primaire ne peut dépasser 1,5 x 10³ kg.

608 (L) Dans chaque colis primaire, la **masse de liant** doit être supérieure ou égale à 10 m% de la masse totale du colis primaire.

609 (L,O) Aucun colis primaire ne peut contenir de **liquides libres**.

 L'eau interstitielle (par exemple dans les pores du béton concassé) n'est pas considérée comme un liquide libre.

6.2.2 Sûreté radiologique opérationnelle

610 (O) Aucun colis primaire ne peut avoir un **débit de dose maximal** supérieur, mesuré au contact de l'emballage primaire, à 2 Sv/h.

Sinon, le débit de dose maximal mesuré à une distance de 1 mètre ne doit pas dépasser 0,2 Sv/h.

611 (O) Aucun colis primaire ne peut avoir une **contamination surfacique transférable** supérieure à :

- 0,4 Bq/cm² pour le total des émetteurs bêta/gamma ;
- 0,04 Bq/cm² pour le total des émetteurs alpha.

6.2.3 Inscriptions et pictogrammes

612 (L,O) Chaque colis primaire doit porter un **code d'identification unique** qui relie sans ambiguïté les déchets radioactifs à leur documentation (voir chapitre 3).

613 (L,O) Le **code d'identification apposé** doit remplir toutes les conditions suivantes :

- Le code doit se composer d'une combinaison successive d'une lettre (L), d'un nombre à deux chiffres (C), d'un trait d'union et d'un nombre à quatre chiffres (C) (voir Figure 1). Les règles suivantes s'appliquent :
 - La lettre correspond au producteur (voir NTC-3 [9]).
 - Le nombre à deux chiffres avant le trait d'union correspond aux deux derniers chiffres de l'année de fabrication de l'emballage primaire.
 - Le nombre à quatre chiffres après le trait d'union est le numéro séquentiel attribué au colis.
- Le code doit se composer de lettres et de chiffres d'une taille de 75 mm ou plus.
- Le code doit être apposé avant que l'emballage primaire soit rempli de déchets.
- Le code doit être apposé sur la face latérale du fût métallique et sur le couvercle ou le fond.
- Le code doit rester lisible pendant au moins 75 ans (période d'entreposage).

L	C	C	-	C	C	C	C
---	---	---	---	---	---	---	---

Figure 1 : Code d'identification théorique d'un colis de DC

614 (O) Chaque colis primaire doit porter un **sigle d'avertissement indiquant la présence de rayonnements ionisants**, correspondant au symbole indiqué en Figure 2. (L,O) Le sigle d'avertissement apposé doit remplir toutes les conditions suivantes :

- Le sigle doit avoir une hauteur de 200 mm ou plus et doit respecter les proportions indiquées en Figure 2.
- Le sigle doit être clairement visible et facilement reconnaissable.
- Le sigle doit être apposé sur la face latérale du fût métallique à un endroit situé en dessous du code d'identification.

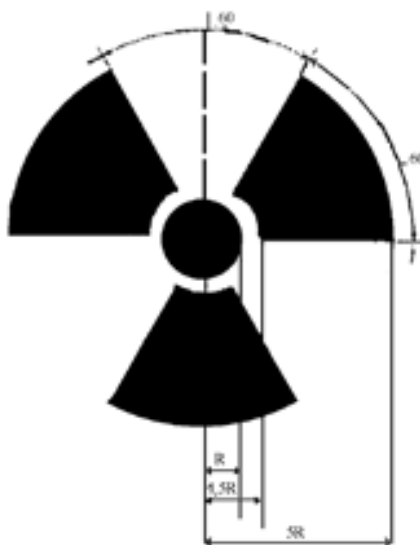


Figure 2 : Symbole dans le sigle d'avertissement de la présence de rayonnements ionisants sur un colis de DC

7 AGENTS PATHOGENES BIOLOGIQUES

701 (L,O) Les déchets radioactifs ne peuvent être contaminés ou potentiellement contaminés par des **agents pathogènes biologiques**.

Par agents pathogènes biologiques, on entend :

- des matières infectieuses (telles que définies pour la classe 6.2 de l'ADR)
- des biotoxines (telles que définies pour la classe 6.1 de l'ADR – code T1, T2)
- des déchets médicaux (tels que définis pour la classe 6.2 de l'ADR – UN 3291)
- des organismes génétiquement modifiés (tels que définis pour la classe 9 de l'ADR – code M8).

702 (L,O) Les déchets radioactifs **biologiquement inactivés** doivent être considérés comme potentiellement contaminés par des agents pathogènes biologiques.

8 RÉFÉRENCES

- [1] Note ONDRAF 98-1446, « Overzichtslijst van goedgekeurde documenten met betrekking tot de acceptatiecriteria voor radioactief afval / Liste récapitulative des documents approuvés relatifs aux critères d'acceptation de déchets radioactifs »;
- [2] Note ONDRAF 2012-0982, note technique : « GLOS : Glossaire relatif aux critères d'acceptation de l'ONDRAF »;
- [3] Note ONDRAF 400-89/623, note technique NTC-4 : « Qualification d'un procédé et d'une installation de traitement/conditionnement de déchets radioactifs - directives d'élaboration d'un dossier technique », auteur : A. De Goeyse;
- [4] Note ONDRAF 97-3497N : « Note technique NTC-6 : Méthodes et installations de mesure pour la détermination de l'activité des déchets conditionnés », auteur : A. De Goeyse;
- [5] Note ONDRAF 97-4696N : « Note technique NTC-6/A : Contenu type d'un dossier technique pour les méthodes basées sur l'analyse de colis primaires par spectrométrie gamma », auteur : A. De Goeyse;
- [6] Note ONDRAF 97-4700N : « Note technique NTC-6/B : Contenu type d'un dossier technique pour les méthodes basées sur l'analyse de colis primaires à l'aide de mesures neutroniques », auteur : A. De Goeyse;
- [7] Note ONDRAF 2020-2682 : « Note technique NTC-6/C : Contenu type d'un dossier d'agrément pour les méthodes basées sur l'analyse de colis primaires à l'aide de mesures de débit de dose. », auteur : J. Becker ;
- [8] Note ONDRAF 2000-1049 : « Note technique NTC-9 : Contenu type des dossiers d'approbation des emballages primaires pour les déchets conditionnés. », auteur : M. Voet;
- [9] Note ONDRAF 2021-0334, note technique : « Note technique NTC-3 », auteur : N. Van Houtven ;
- [10] « Règlement CLP », à savoir le Règlement (CE) no 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 (et modifications ultérieures) relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) no 1907/2006 » ;
- [11] « Directives techniques pour la classification des déchets », Communication (CE) no 2018/C124/01 de la Commission européenne du 9 avril 2018.
- [12] NBN EN 206+A2, « Béton – Spécification, performances, production et conformité », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2021 ou plus récente ;
- [13] NBN EN 197-1, « Ciment - Partie 1 : Composition, spécifications et critères de conformité des ciments courants », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2011 ou plus récente ;
- [14] NBN EN 12620, « Granulats pour béton », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2013 ou plus récente ;
- [15] NBN EN 13139, « Granulats pour mortiers », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2013 ou plus récente ;
- [16] NBN EN 1008, Eau de gâchage pour bétons : Spécifications d'échantillonnage, d'essais et d'évaluation de l'aptitude à l'emploi, y compris les eaux des processus de l'industrie du béton, telle que l'eau de gâchage pour béton. Bureau de Normalisation (NBN), édition 2002 ou plus récente ;

-
- [17] NBN EN 934-1, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 1 : Exigences communes », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2008 ou plus récente ;
 - [18] NBN EN 934-2, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 2 : Adjuvants pour bétons - Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2012 ou plus récente ;
 - [19] NBN EN 934-3, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 3 : Adjuvants pour mortier de montage – Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage. », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2012 ou plus récente ;
 - [20] NBN EN 934-4, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 4 : Adjuvants pour coulis de câble de précontrainte - Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2009 ou plus récente ;
 - [21] NBN EN 934-5, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 5 : Adjuvants pour bétons projetés - Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2008 ou plus récente ;
 - [22] NBN EN 934-6, « Adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 6 : Échantillonnage, évaluation et vérification de la constance des performances », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2019 ou plus récente ;
 - [23] NBN EN 15167-1, « Laitier granulé de haut-fourneau moulu pour utilisation dans le béton, mortier et coulis - Partie 1 » : Définitions, exigences et critères de conformité », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2007 ou plus récente ;
 - [24] NBN EN 13263-1+A1, « Fumée de silice pour béton - Partie 1 : définitions, exigences et critères de conformité », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2009 ou plus récente ;
 - [25] NBN EN 450-1, « Cendres volantes pour béton - Partie 1 : Définition, spécifications et critères de conformité », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2012 ou plus récente ;
 - [26] NBN B15-216, « Essais des bétons – Retrait et gonflement », Bureau de Normalisation (NBN), édition 1974 ou plus récente ;
 - [27] NBN B14-217, « Essais des mortiers - Retrait et gonflement », Bureau de Normalisation (NBN), édition 1983 ou plus récente ;
 - [28] NBN EN 12390-3, « Essais pour béton durci - Partie 3 : Résistance à la compression des éprouvettes », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2019 ou plus récente ;
 - [29] NBN EN 1015-11, « Méthodes d'essai des mortiers pour maçonnerie - Partie 11: Détermination de la résistance en flexion et en compression du mortier durci. » Bureau de Normalisation (NBN), édition 2019 ou plus récente ;
 - [30] NBN EN 12390-5, « Essais pour béton durci - Partie 5 : Résistance à la flexion des éprouvettes », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2019 ou plus récente ;
 - [31] Note ONDRAF 2014-3049, « Beproeving van een matrix tot interne sulfiet aantasting (DEF) », auteur : E. Coppens;
 - [32] Note ONDRAF 1998-1185 : « TFT 3 : Résistance à la lixiviation », auteur : R. Gens ;
 - [33] Note ONDRAF 1998-1196 : « TFT 4 : Expression et présentation des résultats des essais de lixiviation », auteur : R. Gens ;
 - [34] Spécification ANDRA : « ACO.SP.ASRE.00-064 : Evaluation de la stabilité mécanique d'un bloc de déchets dont la matrice est un liant hydraulique alcalin », édition juin 2006 ou plus récente ;
 - [35] Note ONDRAF 2018-0265, « L'intervalle de confiance pour la valeur individuelle appliquée à la production de béton", auteur : E. Coppens;

-
- [36] IAEA Safety Standards – Specific Safety Requirements no. SSR-6 (Rev. 1): 'Regulations for the safe transport of radioactive material (edition 2018)', Vienna: International Atomic Energy Agency, édition 2018 ou plus récente, ISBN 978-92-0-107917-6;
 - [37] NBN EN 1744-1+A1, « Essais visant à déterminer les propriétés chimiques des granulats - Partie 1 : analyse chimique », Bureau de Normalisation (NBN), édition 2013 ou plus récente ;
 - [38] Note Tractebel BP400L/4NT.0346002/000/00, note technique : 'BP 400L drum impact analysis (additional calculations)', Tractebel engineering;
 - [39] Note ONDRAF 1997-2207 : « TFT 2 : Détermination de la résistance aux effets thermiques des colis enrobés de déchets solides » ;
 - [40] NBN B05-203, « Essais sur les matériaux de construction - Résistance au gel - Cycles gel-dégel », Bureau de Normalisation (NBN), édition 1977 ;
 - [41] NBN B15-231, « Essais des bétons - Gélivité », Bureau de Normalisation (NBN), édition 1987 ;
 - [42] Note ONDRAF 2005-1858, « Note de synthèse : détermination de la limite inférieure pour le Ra-226 dans les déchets radioactifs radifères », auteur : J. Lenssens ;
 - [43] « RGPRI », soit l'arrêté royal du 20 juillet 2001 portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants ;
 - [44] « ADR » en vigueur au 1^{er} janvier 2021 (et ses modifications ultérieures), à savoir la Convention européenne relative au transport international des marchandises dangereuses par la route, publiée au Moniteur belge le 23 décembre 2020;

Annexe 1 Justifications des critères de transfert contractuels

- 201 Les approbations des équipements constituent un élément essentiel pour assurer la conformité des déchets conditionnés aux critères de transfert contractuels. Ces approbations sont aux critères de transfert contractuels ce que les agréments réglementés par l'arrêté royal du 18 novembre 2002 sont aux critères d'acceptation. En effet, l'approbation implique :
- que la méthode, le procédé, l'équipement ou l'installation que le producteur utilise permet de traiter ou de conditionner des déchets radioactifs qui répondent aux critères de transfert contractuels en vigueur.
 - qu'il s'agit d'un équipement pour lequel la priorité est donnée à l'application de technologies de traitement, de conditionnement et de caractérisation radiologique de colis primaires ou d'unités d'enlèvement de DC dont la faisabilité est suffisamment éprouvée et dans le cadre desquelles le principe d'optimisation de la protection radiologique (ALARA) est appliqué.
- L'approbation signifie :
- que les déchets conditionnés bruts et/ou traités sont conditionnés selon un procédé approuvé.
 - que les DC sont caractérisés radiologiquement selon une méthode et/ou avec une installation de mesure approuvées.
 - que les DC sont emballés dans un emballage primaire approuvé.
- 202 Idem justification 201.
- 203 L'ONDRAF a consigné dans ces notes techniques les méthodes de mesure qu'il juge indispensables pour obtenir des données radiologiques qualitatives correctes sur les DC. Pour l'approbation des méthodes et installations de mesure pour la caractérisation radiologique des DC, l'ONDRAF utilise ces notes techniques comme s'il s'agissait de normes.
- 204 Idem justification 201.
- 301 Le formulaire C est structuré en deux parties principales : 1) la page de garde contenant les informations applicables à tous les colis et 2) l'annexe contenant les informations spécifiques à chaque colis. Ce critère d'acceptation énumère les informations que le producteur doit fournir sur la première page.
- 302 Les données spécifiques par colis primaire sont structurées en deux parties principales : a) les données physiques et chimiques et b) les données radiologiques. Ce critère d'acceptation énumère les données physiques et chimiques que le producteur doit fournir en annexe au formulaire C.
- En ce qui concerne les « substances dangereuses » ou les « mélanges dangereux » :
- Le « danger » d'une substance ou d'un mélange dans les déchets d'un colis primaire ne concerne pas seulement la présence d'une certaine substance « dangereuse », mais aussi la concentration dans laquelle cette substance est présente dans les déchets. Vous trouverez ci-dessous un exemple de calcul de l'évaluation de la « dangerosité » d'une substance ou d'un mélange, ainsi que les données qui doivent figurer sur l'annexe au formulaire C.
- Supposons un colis primaire avec une forme de déchet de 100 kg, dont 5 kg d'amiante :
- La concentration d'amiante dans la forme de déchet est donc de 5 %.
 - Selon le règlement CLP[10], l'amiante est une substance dangereuse désignée par la phrase H350 (cancérogène, catégorie IA/B).
 - Conformément au § 3.6.3 de l'annexe I du règlement CLP, ce danger s'applique si la concentration d'amiante est supérieure à 0,1 %.
→ Par conséquent, la phrase H350 est d'application.
 - Selon le règlement CLP, l'amiante est également une substance dangereuse désignée par la phrase H372 (nocive pour certains organes, catégorie 2).
 - Conformément au § 3.9.3 de l'annexe I du règlement CLP, ce danger s'applique si la concentration d'amiante est supérieure à 10 %.
→ Par conséquent, la phrase H372 est d'application.
 - Les informations à fournir dans l'annexe du formulaire C sont les suivantes : La forme du déchet contient la substance dangereuse « amiante » avec la phrase H appropriée : H350.
- 303 La note contenant la déclaration relative à l'origine de la liste des 62 radionucléides importants pour la gestion des déchets de catégorie B figure dans la note portant la référence ONDRAF 2018-2496.

En outre, la déclaration de 4 nucléides de courte durée de vie (S-35, Co-58, I-125 et I-131) est requise pour la sûreté opérationnelle de Belgoprocess. L'activité des radionucléides est demandée en raison de l'importance de ces nucléides pour la sûreté opérationnelle, la sûreté à long terme dans la destination finale de référence, ou les deux. Tout ce qui est inférieur à 1 Bq peut être considéré comme nul et déclaré comme tel sur l'annexe au formulaire. Cette valeur seuil est imposée afin d'éviter que soient indiquées des activités très faibles potentiellement fictives qui ne sont que le résultat de calculs. De plus, ces activités sont trop faibles pour être pertinentes.

- 304 Les données spécifiques par colis sont structurées en deux grandes parties : a) les données physiques et chimiques et b) les données radiologiques. Ce critère d'acceptation énumère les données radiologiques fournies par le producteur dans les annexes au formulaire C.
- 305 Cette donnée est nécessaire au regard des critères de transfert contractuels du Chapitre 7.
- 306 Le dossier documentaire de production (DDP) doit contenir toutes les informations pertinentes sur les colis de DC. Ce dossier permet à l'ONDRAF de vérifier la conformité aux critères d'acceptation applicables. En outre, ce dossier contient également des données sur les déchets radioactifs qui garantissent une meilleure traçabilité des déchets.
- 307 Un DDP contient toutes les données requises, d'une part, dans l'ACRIA-GA applicable (démontrant la conformité aux critères d'acceptation) et, d'autre part, documentées conformément au dossier d'approbation (par exemple, les paramètres du procédé les certificats des matières premières...). Le DDP s'inscrit également dans le cadre des exigences de l'ONDRAF en matière d'assurance de la qualité et est requis pour accepter les colis primaires de DC qui sont présentés.

Les contrôles de production effectués lors de la réception de l'emballage primaire permettent de vérifier l'absence de fissures, de bosses, de rayures, etc. Lors des contrôles pendant la cimentation, le producteur examine le moment (du début à la fin) où le colis est resté immobile, la hauteur de remplissage du colis, etc., tandis que les contrôles pendant la fermeture portent principalement sur la qualité du sertissage, l'absence d'eau libre à la surface supérieure du colis, etc.

Pour la ségrégation (voir le critère 431), l'ASR (voir critère 410) et la DEF (voir le critère 435), il suffit d'inclure dans le dossier d'approbation les résultats des essais sur des échantillons représentatifs de la matrice d'immobilisation ou du produit d'immobilisation. Il n'est pas nécessaire de les inclure dans le DDP.

En ce qui concerne les « agents complexants ou chélatants » :

Les agents complexants et les chélatants sont des liaisons par attraction électrostatique entre un ion métallique central et les ligands organiques environnants. L'agent complexant ou chélatant peut avoir des propriétés de migration significativement différentes de celles de l'ion métallique individuel. De cette façon, les agents complexants ou chélatants peuvent avoir un effet perturbateur sur la rétention chimique des barrières à base de ciment. Les agents complexes et chélatants présents dans les déchets sont donc limités. Cependant, la gamme des agents complexants ou chélatants est très étendue et leurs propriétés sont très diverses. Par conséquent, l'ONDRAF ne peut imposer d'exigences ou de valeurs limites spécifiques, mais exige seulement que la présence d'agents complexants ou chélatants dans les déchets soit documentée. Cela permettra de réaliser des évaluations de sûreté spécifiques, qui pourront ou non démontrer que les déchets peuvent être stockés en toute sécurité dans l'installation, sous réserve d'éventuelles mesures telles qu'une adaptation de la stratégie de remplissage.

Exemples d'agents complexants ou chélatants : EDTA, DPTA, NTA, acide tartrique, acide citrique, acide oxalique, acide alkylsulfonique, phénols substitués ... Dans la pratique, des agents complexants ou chélatants peuvent généralement être présents dans les déchets radioactifs résultant de l'utilisation d'agents de décontamination et de nettoyage dans les hôpitaux, les instituts de recherche, les entreprises chimiques et lors du démantèlement d'installations nucléaires.

En ce qui concerne les « agents absorbants » :

Les agents absorbants inorganiques (par exemple gel de silice et vermiculite) peuvent se dilater au contact de l'eau. En outre, les agents absorbants organiques peuvent contenir des agents complexants ou chélatants, ou leurs produits de dégradation peuvent en être. Par exemple, les agents absorbants pourraient hypothétiquement porter atteinte à la sûreté de la gestion à long terme des déchets radioactifs. L'ONDRAF ne dispose pas d'une argumentation suffisamment solide pour imposer certaines valeurs limites. Les agents absorbants, cependant, ne sont présents qu'en quantités limitées par colis. L'ONDRAF tolérera donc la présence d'absorbants

organiques ou inorganiques dans les déchets, mais exigera néanmoins que ces substances soient identifiées et leur masse, déclarée.

- 401 Une forme du déchet solide et non dispersable possède de meilleures propriétés physiques, mécaniques et chimiques pour une gestion sûre que les liquides, les gaz, les poudres etc. Les liquides, les gaz, les poudres etc. présentent un risque plus important de fuites éventuelles de radioactivité dans l'environnement.
Une forme du déchet compacte constitue un ensemble continu non dispersable.
Une forme du déchet stable garantit que l'évolution de la forme du déchet soit restreinte et ne se dégradera pas sous l'influence de l'environnement, de son propre contenu, ou à la suite d'actions normales aux différentes étapes de la gestion.
- 402 Il s'agit d'un critère opérationnel, car des gaz peuvent se former à la suite de réactions entre les déchets radioactifs traités et la matrice d'immobilisation, en raison de la corrosion, de la radiolyse ou de la décomposition de substances organiques. Ce gaz peut affecter l'intégrité de la forme du déchet en provoquant des fissures, des fentes, des trous et/ou des déformations. Il peut également affecter l'intégrité de l'emballage primaire. Les fonctions de sûreté opérationnelle des colis primaires de DC (confinement, blindage et isolement) peuvent donc être perturbées.
Dans le même temps, ce critère de transfert contractuel vise également à préserver le stockage géologique, étant donné que la production de gaz est un phénomène important dans le cadre du stockage géologique. Par conséquent, ce critère d'acceptation peut également être considéré comme un critère à long terme.
- 403 Ce critère de transfert contractuel vise à prévenir une évaporation excessive de l'eau dans la forme du déchet. Une évaporation excessive de l'eau peut entraîner la fissuration, l'éclatement ... de la forme du déchet, ce qui peut nuire à la durabilité du produit d'immobilisation.
- 404 Ce critère de transfert contractuel repose sur une décision de l'ONDRAF, qui entend ainsi maintenir la gestion courante des « substances putrescibles » dans les déchets. Par « substances putrescibles », il est entendu des substances organiques formant un substrat approprié (= milieu de culture pour les micro-organismes) pour un processus de biodégradation et/ou pouvant se dégrader facilement par hydrolyse basique. Les substances putrescibles sont donc des substances et des graisses biodégradables. En effet, les substances biodégradables sont des substances qui peuvent former un substrat approprié pour un processus de biodégradation. Les graisses sont des substances qui se désintègrent par hydrolyse basique en un savon (= sel d'un acide gras) et en glycérol.
Les réactions susmentionnées donnent lieu à des produits susceptibles de perturber les fonctions de sûreté opérationnelle et à long terme (par exemple, par la corrosion de l'emballage métallique ou la dégradation de la matrice de ciment), selon leur quantité présente dans les déchets. Le critère fait abstraction du fait que, dans la pratique, les graisses sont soit biodégradables, soit présentes en quantités négligeables dans les déchets.
En raison de la nature des déchets radioactifs, aucune limite n'est imposée à la présence de substances biodégradables, mais celles-ci sont exclues. Ce critère peut être démontré sur la base des informations concernant les types de résine utilisés, les produits chimiques utilisés pour la décontamination chimique et la description des étapes de traitement et conditionnement.
- 405 Les substances ou mélanges classés sous « dangers physiques » sont exclus des déchets de stockage.
La concentration joue également un rôle dans l'évaluation du caractère dangereux de certaines substances. L'ONDRAF a choisi de prendre le colis de DC individuel comme unité pour cette évaluation et, à ce titre, de calculer les concentrations de substances potentiellement dangereuses sur la masse de la forme de déchet du colis de DC. Le critère d'acceptation ne s'applique pas à l'emballage primaire, celui-ci ne contenant aucune substance ou mélange dangereux.
- 406 Les métaux électropositifs (tels que l'aluminium, le béryllium et le magnésium) ne peuvent normalement pas être immobilisés dans une matrice à base de ciment comme liant hydraulique. Ceux-ci forment un couple redox, dans lequel une quantité non négligeable d' H_2 se libère pendant la prise et le durcissement de la matrice (à noter qu'une réaction de fixation dans une matrice de ciment peut prendre beaucoup de temps). L'immobilisation de ces métaux dans une matrice à base de ciment en tant que liant hydraulique n'est possible que si le producteur peut démontrer que la cinétique de la réaction est suffisamment lente pour qu'elle n'interfère pas avec la prise et le durcissement de la matrice. Pour ce faire, on peut utiliser une composition de matrice contenant un additif (par exemple, du nitrate de lithium) qui inhibe la réaction de corrosion.

- 407 La composition chimique et les propriétés des déchets bruts et traités peuvent grandement influencer la qualité et les propriétés du produit d'immobilisation. Il est donc demandé au producteur de préciser la composition nominale et extrême du déchet et ses propriétés correspondantes, afin qu'elles soient connues lors de l'élaboration de la composition de la matrice. La liste des propriétés des déchets bruts et traités incluse dans le dossier d'approbation dépend de la variante de conditionnement, du producteur, de la présence éventuelle d'un blindage radiologique ou d'un bouchon en béton ..., et est convenue avec l'ONDRAF au cours de la procédure d'approbation. Ce critère est lié au critère 439 qui exige que la matrice d'immobilisation soit compatible avec toutes les compositions (chimiques) possibles des déchets bruts et traités qui y figureront.
- 408 Si le liant utilisé dans la matrice d'immobilisation répond à la norme indiquée dans le critère, la qualité du liant peut être garantie. Un liant de qualité est nécessaire, mais pas suffisant pour obtenir une matrice d'immobilisation de qualité.
Le laitier par activation alcaline consiste en des scories de haut fourneau activées par une base telle que le NaOH ou KOH après mélange. Les propriétés de ce liant hydraulique alternatif sont équivalentes à celles d'un ciment CEM III/C, qui sont activées par le Ca(OH)_2 . Ce liant hydraulique alternatif limite donc la libération des radionucléides par les déchets bruts et/ou traités (voir critère 608).
L'ONDRAF n'exclut pas à priori l'utilisation d'autres liants hydrauliques alternatifs (tels que géopolymères, ciment phospho-magnésien, ciment sulfo-alumineux, etc.) Cependant, il existe des exigences supplémentaires si le producteur veut utiliser ces autres liants alternatifs dans la production de sa matrice d'immobilisation, que l'ONDRAF définira et développera ultérieurement.
- 409 Si les granulats utilisés dans la matrice d'immobilisation répondent à la norme indiquée dans le critère, la qualité des granulats peut être garantie. Des granulats de qualité sont nécessaires, mais pas suffisants pour obtenir une matrice d'immobilisation de qualité.
- 410 La réaction alcali-silice (ASR) est une réaction chimique entre des agrégats qui contiennent de la silice réactive et les alcalis présents dans matrice d'immobilisation. Cette réaction peut entraîner l'expansion de la forme du déchet, qui pourrait à son tour entraîner des fissures et des fentes dans le produit d'immobilisation.
La méthode décrite dans l'ASTM C1260 est un test d'orientation qui peut mener à l'un des résultats suivants :
 - l'agrégat est sensible à l'ASR ;
 - l'agrégat est insensible à l'ASR ;
 - l'agrégat est potentiellement sensible à l'ASR.Dans ce dernier cas, la réalisation du test ASTM C1293 conduira à une classification de l'agrégat comme « sensible à l'ASR » ou « insensible à l'ASR ». Il est important d'examiner tous les granulats utilisés, qu'ils contiennent du silicium ou du calcium. De faibles teneurs en silicium, en dolomite et/ou en argile réactifs peuvent déjà entraîner une réaction expansive en milieu alcalin.
- 411 Idem justification 409.
- 412 La dégradation de composés organiques peut conduire à la formation d'agents complexants ou chélatants. Ces agents peuvent modifier la spéciation des radionucléides en solution en augmentant la solubilité des radionucléides et/ou en réduisant la sorption sur les barrières artificielles (matrice d'immobilisation et/ou blindage radiologique) ou les roches sédimentaires dans les déchets radioactifs traités. Il est préférable que le producteur utilise des adjuvants inorganiques pour éviter autant que possible la formation d'agents complexants et chélatants dans la matrice d'immobilisation. S'il est fait usage d'adjuvants organiques, le producteur doit argumenter ce choix dans le dossier d'approbation.
Sur la base de recherches internationales sur la capacité complexante et chélatante des superplastifiants, l'ONDRAF permet l'utilisation des superplastifiants suivants, à condition que le dosage soit correct⁵, à savoir des superplastifiants à base de sulfonate de naphthalène, de polycarboxylate ou de sulfonate de mélamine.
- 413 Idem justification 409
- 414 Seuls les additifs minéraux à la matrice d'immobilisation sont autorisés, afin de limiter la quantité de substances organiques dans les déchets conditionnés. La dégradation de ces substances peut en effet conduire à la formation d'agents complexants ou chélatants (voir également justification 412).

⁵ Par « dosage correct », on entend un dosage normal comme il est d'usage dans la technologie classique du béton (maximum de quelques pour cent par rapport à la masse du liant), dans lequel la (les) adjuvant(s) n'a (n'ont) en outre pas d'effets négatifs sur les propriétés du béton frais, du mortier frais ou de la pâte de ciment (tels que la ségrégation, la transpiration excessive...).

-
- 415 Les normes garantissent une qualité minimale et une identification précise et univoque des additifs. Par exemple, certains granulats contenant du silicium sont classés comme fumée de silice en raison de leur granulométrie et sont certifiés et codifiés selon la norme spécifiée. Des additifs de qualité sont nécessaires, mais pas suffisants pour une matrice d'immobilisation de qualité.
- 416 Étant donné le risque plutôt faible de sensibilité à l'ASR du filler calcaire, le producteur peut démontrer cette insensibilité avec sa composition chimique.
Comme le test court ASTM-C1260 n'est pas applicable aux composantes fines de la matrice d'immobilisation telles que le filler calcaire (L ou LL), la roche mère du filler calcaire, si elle est disponible avec une granulométrie suffisamment large, peut être évaluée en utilisant la méthode de test plus courte décrite dans l'ASTM C1260.
Le producteur peut également démontrer l'insensibilité à l'ASR en effectuant le test standardisé ASTM C1293 sur l'ensemble du mortier, de la pâte de ciment ou l'ensemble du béton.
- 417 Le producteur peut inclure les tests des critères 417 à 431 réalisés sur des échantillons inactifs, à l'aide d'un substitut du déchet réel (c'est-à-dire un produit d'immobilisation non radioactif ayant les mêmes propriétés chimiques). Cela peut être fait pour des raisons de radioprotection et compte tenu des contraintes industrielles et économiques liées à la réalisation d'essais sur des échantillons actifs du produit d'immobilisation. Il est très important que ces tests sur des échantillons inactifs soient représentatifs de la production réelle de DC. Le producteur démontre cette représentativité en réalisant un programme d'essais complémentaires sur des échantillons actifs (il s'agit souvent d'essais qui sont plus faciles à réaliser sur des échantillons actifs que les essais des critères d'acceptation).
- 418 La représentativité implique que les échantillons ont subi, proportionnellement, au moins les mêmes conditions (telles que les charges, les forces, l'évolution de la température...) pendant leur prise et leur durcissement que le produit d'immobilisation dans un véritable colis. En effet, la cimentation homogène d'un véritable colis impliquera des changements dus à l'ajustement (agrandissement) de l'échelle qui doivent être pris en compte, sans quoi ils peuvent entraîner des effets négatifs. Ainsi :
- les propriétés physiques et chimiques du produit d'immobilisation lors du mélange dépendent du volume et des quantités de composants utilisés. Par exemple, les réactions d'hydratation du ciment sont exothermiques et induisent une augmentation non négligeable et non uniforme de la température. L'augmentation de la température et le gradient de température sont tous deux plus élevés lorsque le volume du produit d'immobilisation est plus important.
 - les propriétés qualitatives du produit d'immobilisation frais et durci dépendent du mélange correct du produit d'immobilisation. Le mélange d'une grande quantité de produit d'immobilisation dans une installation industrielle présente des difficultés supplémentaires par rapport au mélange d'une petite quantité en laboratoire.
 - la reproductibilité et la robustesse pour un colis véritable dépendent à la fois des marges d'erreur définies dans le mélange du produit d'immobilisation (par exemple, le temps et la puissance de mélange) et des marges d'erreur définies dans les quantités de composants utilisées.
- Le producteur démontre cette représentativité en réalisant un programme d'essais complémentaires sur des échantillons à échelle réelle (il s'agit souvent d'essais qui sont plus faciles à réaliser sur des échantillons à échelle réelle que les essais des critères de transfert contractuels).
- 419 Le système de qualité doit garantir la qualité du produit d'immobilisation, afin que tous les critères de transfert contractuels relatifs au produit d'immobilisation soient toujours respectés. Étant donné que la plupart des composants d'une matrice d'immobilisation sont des produits naturels, tout changement de l'origine de ces composants (y compris un changement de fournisseur/de carrière/de four à ciment, etc.) peut avoir un impact sur les propriétés du produit d'immobilisation.
- 420 L'utilisation d'un liant hydraulique dans la composition d'un produit d'immobilisation est déterminante pour ses propriétés chimiques, physiques et mécaniques (et donc sa qualité). C'est pourquoi l'ONDRAF exige du producteur qu'il mette en œuvre les procédures nécessaires. Ceci permet de garantir une composition constante du produit d'immobilisation, dans les marges de tolérance définies et acceptées, ainsi qu'une documentation correcte de cette composition dans le dossier d'approbation correspondant.
- 421 La composition nominale est contrôlée et garantie sur la base des précisions de dosage des composantes du produit d'immobilisation, conformément à la tolérance spécifiée. Si le producteur n'est pas en mesure de respecter ces tolérances, il peut indiquer sa propre précision de dosage dans le dossier d'approbation, à condition qu'aucun autre critère ne soit enfreint par ces variations.

Les variations de la composition nominale sont également importantes pour démontrer la robustesse (voir critère 439).

- 422 Si la prise du produit d'immobilisation coulé lors de la première étape commence avant que la deuxième étape soit entamée, des discontinuités peuvent se former entre les étapes successives. Il est possible d'éviter ces problèmes si le produit d'immobilisation est versé en une seule fois ou si le temps entre deux étapes consécutives est suffisamment court pour que la prise de la première étape n'ait pas encore commencé.
- 423 Une perte d'eau excessive due à l'évaporation pendant la phase de prise peut entraîner un manque d'eau pour la prise et le durcissement, ce qui peut nuire à la durabilité du produit d'immobilisation. Un moyen de satisfaire à ce critère est de placer le couvercle sur le colis primaire de DC sans le fermer de manière définitive.
- 424 Pendant la prise et le durcissement d'un produit d'immobilisation contenant du ciment, le produit d'immobilisation va d'abord « transpirer » (ce qui libère donc de l'eau). Cette eau est ensuite réabsorbée dans la matrice et liée, de sorte qu'il ne reste plus d'eau libre à la surface. La présence d'eau libre après la prise et le durcissement du produit d'immobilisation indique qu'une ségrégation a eu lieu ou que trop d'eau a été ajoutée au départ (par exemple, demande en eau mal évaluée, erreur dans le dosage de l'eau, ...). Les deux cas peuvent être préjudiciables à la qualité du produit d'immobilisation. En outre, l'eau libre peut favoriser des voies préférentielles de migration des radionucléides, ce qui augmente le risque de contamination à l'intérieur et à l'extérieur du colis primaire de DC. Ce qui compromet l'intégrité du colis primaire au niveau confinement des radionucléides.
- 425 L'ONDRAF demande que le colis primaire soit maintenu immobile pendant un certain temps pour s'assurer que le tassement est suffisamment avancé (réduction de la plasticité pendant le tassement), afin qu'il n'y ait pas de perte de cohésion entre la matrice d'immobilisation et les déchets traités (à la suite de manipulations). Cela peut avoir des effets négatifs sur la qualité du colis primaire de DC. Entre le début et la fin de la prise, le colis ne peut être déplacé car le produit d'immobilisation se trouve alors dans un état semi-plastique avec des propriétés mécaniques très faibles. Les dommages éventuels (comme les fissures) sont permanents.
- 430 Les fissures dans la matrice d'immobilisation ne sont pas souhaitables, car elles peuvent indiquer, d'une part, une mauvaise qualité de l'un des composants de la matrice d'immobilisation et, d'autre part, un problème dans la production du produit d'immobilisation radioactif. Dans un souci de représentativité, l'ONDRAF préfère que le producteur produise le colis (non) actif en utilisant la même installation de cimentation que pour le conditionnement des déchets traités. Si ce n'est pas possible, le colis peut être créé dans des conditions aussi représentatives que possible. La méthode de découpe est déterminée par le producteur de manière à minimiser toute fissuration supplémentaire lors de la découpe.
Si la valeur de retrait est supérieure à 4 mm/m et que l'ouverture cumulée pour le colis (non) actif à taille réelle ne dépasse pas cette valeur de retrait mesurée, les fissures qui se sont produites sont supposées être le résultat d'un retrait et non d'une extrapolation. Le producteur peut alors utiliser la valeur de retrait mesurée comme limite supérieure de l'ouverture cumulative autorisée. En l'absence d'une norme satisfaisante pour obtenir la valeur de retrait des pâtes de ciment, la même norme est utilisée que pour les mortiers.
Ce critère n'empêche pas les perturbations possibles des fonctions de sûreté (confinement des radionucléides), mais les limite quelque peu. Seules les fissures visuellement perceptibles, c'est-à-dire les fissures d'une largeur de 0,1 mm ou plus, sont prises en compte pour des raisons pratiques de faisabilité. Le contrôle vise donc à identifier une formation potentielle de fissures ne résultant pas de fissures dues au retrait. En effet, ces éventuelles fissures ne sont pas explicables et peuvent éventuellement être le résultat d'une pathologie à long terme qui n'a pas été remarquée à l'échelle du laboratoire.
- 431 Ce critère est nécessaire pour éviter le phénomène de ségrégation, qui a un impact négatif sur la qualité et l'homogénéité du produit d'immobilisation. La ségrégation forme des voies préférentielles potentielles de lixiviation, qui peuvent favoriser la migration des radionucléides et compromettre leur confinement.
- 432 Toutefois, la limite minimale historique et arbitraire de 20 MPa s'est avérée dans certains cas pénalisante pour la qualité du produit d'immobilisation. Une résistance à la compression minimale plus faible a donc été déterminée, sur la base de simulations des dommages subis par un fût standard de 400 litres en fonction de la résistance à la compression de la matrice qu'il contient (voir [38]). En cas de chute d'une hauteur de 6 m, la déformation du fût est limitée à moins de la moitié de l'*ultimate strain* si la résistance à la compression du produit d'immobilisation est de 8 MPa.

Comme la résistance à la compression d'un produit d'immobilisation cimenté peut diminuer (légèrement) après avoir atteint un maximum, le producteur doit décrire dans son dossier d'approbation l'évolution de la résistance à la compression dans le temps (jusqu'à ce qu'un *steady state*, ou plateau, soit atteint). Il démontre ainsi que la résistance à la compression sera toujours d'au moins 8 MPa.

- 433 La résistance à la flexion donne une indication de la présence ou de l'absence de fissures dans le produit d'immobilisation. S'il y a des fissures dans le produit, la résistance à la flexion sera pratiquement nulle. Les fissures peuvent favoriser le transport de radionucléides hors du colis et compromettre ainsi l'intégrité du colis primaire. Pour des raisons pratiques, l'ONDRAF a décidé d'utiliser la valeur de 1 MPa comme limite inférieure.
Comme la résistance à la flexion d'un produit d'immobilisation cimenté homogène peut diminuer (légèrement) après avoir atteint un maximum, le producteur doit décrire dans son dossier d'approbation l'évolution de la résistance à la flexion dans le temps (jusqu'à ce qu'un *steady state*, ou plateau, soit atteint). Il démontre ainsi que la résistance à la flexion sera toujours d'au moins 1 MPa.
- 434 Ce critère donne une indication de la durabilité du produit d'immobilisation et de son comportement en cas d'immersion dans l'eau.
Les mécanismes de corrosion de matériaux cimentaires nécessitent généralement la présence d'eau et/ou sont accélérés en conditions humides. De plus, une installation de stockage géologique évolue à long terme vers un système caractérisé par une humidité relative élevée. La réalisation d'un test avec une humidité relative de 100 % est, en d'autres termes, conservatrice (ou du moins représentative) pour les humidités relatives prévisibles dans une installation de stockage.
Tant pendant la phase opérationnelle de la gestion qu'à long terme, une certaine durabilité du produit d'immobilisation est importante. Dans l'installation de stockage, une plus grande durabilité du produit d'immobilisation et une plus grande résistance aux substances agressives en combinaison avec l'eau contribueront à assurer une compatibilité plus longue avec le système de barrières artificielles et à une meilleure compatibilité avec l'installation de stockage.
Il est impossible de décrire tous les changements structuraux potentiels dans le critère de telle sorte que plus aucune évaluation qualitative ne serait nécessaire. Quelques exemples de changements structuraux inacceptables sont indiqués (voir Figure 3) afin de mieux expliquer le critère d'acceptation aux producteurs.

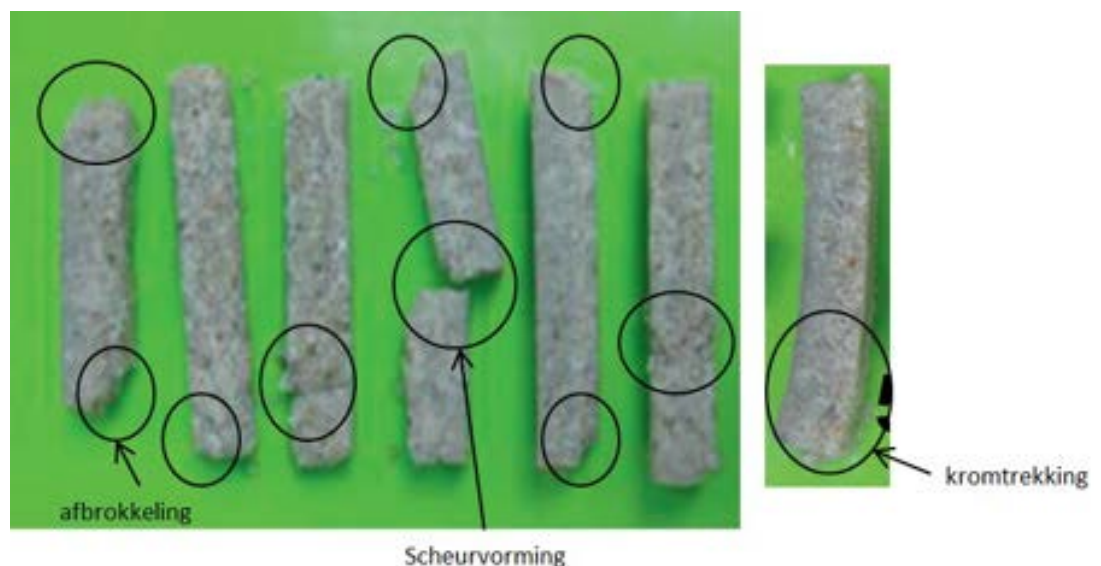


Figure 3 : Exemples de changements structuraux inacceptables (effritement, fissuration et gauchissement) d'échantillons (entourés).

- 435 Si la température du béton, du mortier ou d'une pâte de ciment dépasse 60 °C pendant ou après la prise, il y a un risque de corrosion interne par les sulfates en raison de la formation retardée d'étringite (DEF) et donc de gonflement, de fissuration ou de fractures de la forme du déchet. Ceci pourrait perturber les fonctions de sûreté de l'installation de stockage.
- 436 Des mécanismes de dégradation spécifiques peuvent être induits par le froid. Parmi les exemples, on peut citer : la dégradation de la thaumasite qui entraîne une perte totale de cohérence et la recristallisation des sels immobilisés qui peut conduire à la fissuration et à l'effritement.

En outre, ce critère donne une indication de la durabilité du produit d'immobilisation. Tant pendant la phase opérationnelle de la gestion qu'à long terme, une certaine durabilité du produit d'immobilisation est importante. Dans l'installation de stockage, une plus grande durabilité du produit d'immobilisation et une plus grande résistance aux substances agressives en combinaison avec l'eau contribueront à assurer une compatibilité plus longue avec le système de barrières artificielles et à une meilleure compatibilité avec l'installation de stockage.

Le test à froid pour le produit d'immobilisation est similaire au test de gel/dégel pour la matrice d'immobilisation hétérogène décrit dans la TFT-2 [39]. Toutefois, en raison de la faisabilité industrielle et du fait que les normes NBN B05-203 [40] et NBN B15-231 [41] sur lesquelles l'essai décrit dans la TFT-2 est basé, ne sont pas applicables à un produit d'immobilisation, des exigences moins strictes sont imposées au produit d'immobilisation.

- 437 Ce critère donne une indication de la capacité du produit d'immobilisation à contenir les radionucléides immobilisés, également à long terme.
- 438 Le test de durabilité est basé sur la norme ASTM C1293 qui teste l'ASR. Le test décrit ici pour les déchets cimentés homogènes porte toutefois également sur d'autres réactions potentiellement néfastes dans le produit d'immobilisation. L'absence de ces réactions est démontrée par des analyses microscopiques. Les altérations de volume et de masse ainsi que la résistance à la flexion finale des échantillons peuvent fournir des informations supplémentaires à l'appui d'une meilleure compréhension de ces analyses microscopiques. L'objectif de ces analyses microscopiques est de fournir une description qualitative de la microstructure du produit d'immobilisation. Pour ce faire, le producteur examine et décrit les différentes techniques et échelles ainsi que les différents points d'intérêt (tels que la structure de la matrice cimentaire, les interfaces avec les agrégats ou les déchets, etc.). Les échantillons examinés dans ce cadre sont aussi représentatifs que possible de l'ensemble de la forme du déchet. En effet, le moment de l'apparition des anomalies et des observations peut fournir des informations supplémentaires sur la réaction à l'origine de ces anomalies.
- Lorsque ces analyses sont effectuées à une fréquence suffisamment élevée, les résultats des mesures peuvent être utilisés pour identifier une stabilisation éventuelle de l'état des échantillons (c'est-à-dire l'absence d'altération dimensionnelle ou de masse, de fissures, d'effritement, etc.). Il est possible qu'une stabilisation de l'état des échantillons ne se produise que (longtemps) après que les 12 mois ne se soient écoulés depuis le début de l'essai. Il est donc conseillé au producteur de n'interrompre le test qu'après concertation mutuelle avec l'ONDRAF.
- 439 La qualité et les propriétés du produit d'immobilisation sont garanties si la composition du produit d'immobilisation est suffisamment robuste par rapport aux variations de la composition chimique des déchets traités qui peuvent se produire dans le domaine complet du critère 407.
- Pour le critère « durabilité » (voir critère 438), il n'est pas nécessaire de tenir compte des variations de la composition chimique des déchets traités et il suffit de vérifier la conformité à ce critère de transfert contractuel sur la base de la seule composition nominale.
- 440 La compatibilité entre deux matériaux cimentaires (le blindage radiologique ou le bouchon en béton et le produit d'immobilisation) dépend de l'échange d'eau et des interactions chimiques qui se produisent sur leur couche de séparation. Plus précisément, lorsque les deux matériaux présentent une différence significative dans la composition de leur solution interstitielle, une incompatibilité potentielle peut se produire en raison d'un gradient chimique. Ainsi, la corrosion par les sulfates d'un matériau peut être due à l'incompatibilité avec un autre matériau. L'échange d'eau entre les deux matériaux cimentaires accélère ce type d'interaction chimique au niveau de la couche de séparation par advection dans la solution interstitielle.
- La présence éventuelle d'un mélangeur ne doit pas nuire au produit d'immobilisation, à l'emballage primaire et au blindage radiologique du colis primaire, de sorte que l'intégrité de tous ces composants ou de l'un d'entre eux ne soit pas compromise.
- 441 Les matériaux que le producteur peut utiliser pour un blindage radiologique éventuel sont limités afin de ne pas générer de difficultés supplémentaires en ce qui concerne la démonstration de la compatibilité entre les composants du colis primaire et la compatibilité avec l'installation de stockage (voir le critère 603). L'utilisation de ces matériaux pour le blindage radiologique implique de s'assurer que les DC possèdent les propriétés physiques et chimiques souhaitées pour limiter le rejet de radionucléides depuis les déchets bruts et/ou traités. Le choix des matériaux à utiliser est également limité en raison de la portée restreinte des configurations autorisées des colis de DC dans le présent document.
- 442 Étant donné qu'un blindage radiologique en béton, mortier ou pâte de ciment n'a pas besoin de solidifier ou d'enrober les déchets, un ensemble de critères plus limité que ceux applicables à la matrice d'immobilisation et au produit d'immobilisation est suffisant. Ces critères permettent de démontrer que la qualité est garantie pendant la production, évitant ainsi de perturber les fonctions

de sûreté du colis de DC. En outre, il suffit que le fabricant de ces composants dispose d'un label BENOR (ou équivalent) pour démontrer à l'ONDRAF que la qualité reste garantie pendant la production. Le fait de travailler selon un tel label de qualité signifie qu'un certain nombre de critères relatifs au contrôle et à l'assurance de la qualité sont automatiquement remplis et ne doivent donc plus être explicitement démontrés. Le fabricant peut être un sous-traitant du producteur de déchets ou le producteur de déchets lui-même.

Si le producteur ne dispose pas d'un label de qualité BENOR (ou équivalent), il existe des critères supplémentaires pour le blindage radiologique en béton, mortier ou pâte de ciment afin de montrer à l'ONDRAF que la qualité reste garantie pendant la production.

- 443 Le bouclier radiologique étant considéré comme un béton standard, contrairement au produit d'immobilisation, la résistance à la compression à 28 jours est de 30 MPa, ce qui est considéré comme la limite inférieure pour un béton, un mortier ou une pâte de ciment standard dans la construction classique. Afin de continuer à garantir un bon confinement et la sécurité du personnel dans des circonstances accidentelles en rapport avec les déchets radioactifs, la résistance à la compression est également importante pour la sûreté opérationnelle. Un raisonnement analogue s'applique à la résistance à la flexion du blindage radiologique.
- 444 Voir justification 443.
- 445 Les matériaux que le producteur peut utiliser pour un bouchon en béton éventuel sont limités afin de ne pas générer de difficultés supplémentaires en ce qui concerne la démonstration de la compatibilité entre les composantes du colis primaire et la compatibilité avec l'installation de stockage (voir le critère 603). Le choix des matériaux à utiliser est également limité en raison de la portée restreinte des configurations autorisées des colis de DC dans le présent document.
- 446 Étant donné qu'un bouchon en béton, mortier ou pâte de ciment n'a pas besoin de solidifier ou d'enrober les déchets, un ensemble de critères plus limité que ceux applicables à la matrice d'immobilisation et au produit d'immobilisation est suffisant. Ces critères permettent de démontrer que la qualité est garantie pendant la production, évitant ainsi de perturber les fonctions de sûreté du colis de DC.
- 447 Le bouchon en béton étant considéré comme un béton standard, contrairement au produit d'immobilisation, la résistance à la compression à 28 jours est de 30 MPa, ce qui est considéré comme la limite inférieure pour un béton, un mortier ou une pâte de ciment standard dans la construction classique. Afin de continuer à garantir un bon confinement et la sécurité du personnel dans des circonstances accidentelles en rapport avec les déchets radioactifs, la résistance à la compression est également importante pour la sûreté opérationnelle. Un raisonnement analogue s'applique à la résistance à la flexion du bouchon en béton.
- 448 Voir justification 447.
- 501 L'activité alpha ou bêta/gamma totale est un paramètre important pour la sûreté du bâtiment d'entreposage. Dans des circonstances accidentelles, l'impact sur l'homme et l'environnement doit rester dans les limites légales. Ce paramètre dépend du type de bâtiment et est mentionné dans le rapport de sûreté y afférent.
- 502 L'activité alpha ou bêta/gamma totale est un paramètre important pour la sûreté du bâtiment d'entreposage. Dans des circonstances accidentelles, l'impact sur l'homme et l'environnement doit rester dans les limites légales. Ce paramètre dépend du type de bâtiment et est mentionné dans le rapport de sûreté y afférent.
- 503 Pour protéger les travailleurs de l'installation de post-conditionnement et de l'installation de stockage, l'ONDRAF a pris la décision stratégique que les colis de stockage (c'est-à-dire les monolithes de cat. B dans ce cas) devaient être conçus pour fournir un blindage radiologique permanent. Par conséquent, une limite de 25 µSv/h à 1 mètre de toute surface du monolithe de type B a été déterminée.
- 504 L'ONDRAF utilise la valeur de 1000 Bq/kg comme valeur limite générale pour la présence *naturelle* de radium et de thorium [42].
- 505 Pour des raisons de sécurité opérationnelle et à long terme, le risque de criticité dans l'installation de stockage doit être inexistant. Les valeurs limites du critère de transfert contractuel ont été reprises de la note 2019-03334 de Belgoprocess « Actieplan PVH site 1: actie S1-6.4 en S1-22 » car aucune valeur limite définitive n'a encore été déterminée pour le stockage géologique.

-
- 601 L'ONDRAF exige que l'emballage primaire réponde aux critères internationaux pour un colis de transport de type IP-2, afin qu'il dispose des propriétés physico-mécaniques permettant de l'utiliser en toute sécurité pendant la période d'entreposage.
Le test de chute prend en compte les accidents pouvant survenir lors du transport, tandis que le test d'empilement tient compte des charges auxquelles le colis primaire de DC peut être soumis pendant le transport.
- 602 En cas d'utilisation d'un emballage primaire du Tableau 8 dont le code est correspond à la note technique NTC-3, [9]le colis de DC respecte automatiquement les dimensions et les masses autorisées dans le bâtiment d'entreposage concerné.

Le critère de transfert contractuel permet l'utilisation d'un autre type d'emballage moyennant concertation et approbation préalables de l'ONDRAF et pour autant qu'un volume extérieur d'environ 400 litres soit utilisé et que l'emballage soit compatible avec l'équipement du bâtiment d'entreposage concerné.
- 603 La compatibilité physique et chimique signifie qu'à court et à long terme, il ne doit pas y avoir d'effets négatifs sur l'intégrité de l'emballage primaire, notamment en raison :
- de l'incompatibilité entre la surface de contact d'un emballage primaire et les divers autres équipements ;
 - des phénomènes de rejet et/ou de la mauvaise adhérence de la matrice d'immobilisation à la paroi (intérieure) de l'emballage primaire ;
 - de la corrosion interne due au contact entre la matrice et la paroi ;
 - l'introduction des déchets bruts et/ou traités et de la matrice d'immobilisation pendant le conditionnement.
- Ce critère implique donc qu'aucune dégradation physique et chimique de l'emballage primaire d'origine interne ne peut survenir dans le colis de DC.
- 604 Ce critère implique qu'aucun dommage physique de l'emballage primaire d'origine externe ne peut survenir dans le colis de DC pendant une période minimale de 75 ans. L'ONDRAF a décidé de faire commencer cette période à partir de l'année de production de l'emballage primaire.
Le critère de transfert contractuel garantit la résistance de l'emballage primaire à toutes les contraintes mécaniques qui peuvent survenir dans des conditions normales d'exploitation et donc sans perforations, fentes ou fissures, rayures profondes, coups, bosses et dégradations chimiques et thermiques. Le critère couvre également l'exigence selon laquelle le colis inférieur doit pouvoir supporter la charge lorsque, dans le bâtiment d'entreposage G127, quatre rangées sont empilées pendant l'entreposage provisoire.
- 605 Ce critère implique donc qu'aucune dégradation chimique de l'emballage primaire d'origine externe ne peut survenir dans le colis de DC. À cette fin, l'ONDRAF exige, entre autres, que l'emballage primaire de DC résiste à la corrosion durant toutes les phases de sa gestion préalablement au conditionnement final. La résistance à la corrosion porte sur les phénomènes de corrosion d'origine interne et externe, dont la période envisagée est fixée à 75 ans.
L'intégrité de l'emballage primaire est cruciale pour la sûreté pendant toute la période d'entreposage et a une incidence directe sur le déchargement ultérieur des colis primaires du bâtiment d'entreposage.
- 606 L'ONDRAF utilise ce critère pour éviter la corrosion (causée par l'eau libre, la condensation, etc.) qui peut causer des problèmes en termes de manipulabilité et compromettre l'intégrité du colis primaire de DC. Cela a pour effet de limiter le pourcentage d'espace libre sous le couvercle. Les espaces vides, dans le colis primaire et sous le couvercle, doivent en outre être limités pour la sûreté à long terme d'une installation de stockage géologique, car les espaces libres dans le colis primaire de DC peuvent influencer les propriétés mécaniques de l'installation de stockage (à (plus) long terme). La valeur de 15 % est analogue à la limite fixée pour les déchets destinés au stockage en surface.
- 607 L'ONDRAF et Belgoprocess se basent prudemment sur une masse maximale de $1,5 \times 10^3$ kg pour le colis primaire. Cette valeur limite est liée au grappin utilisé dans le bâtiment d'entreposage.
- 608 Dans l'intérêt de la sûreté à long terme, les DC doivent avoir les propriétés physiques et chimiques qui limitent la libération de radionucléides provenant des déchets bruts et/ou traités. Cela signifie, entre autres, que les DC doivent contenir une quantité suffisamment importante de masse de liant (voir critère 408). En effet, les radionucléides sont essentiellement retenus dans le liant durci.
- 609 Les liquides libres peuvent donner lieu à des fuites et à une contamination pendant le transport, et ils peuvent également servir de support à des réactions chimiques perturbatrices telles que la corrosion. C'est pourquoi convient de les éviter autant que possible.

Seuls les fluides macroscopiques libres sont exclus. L'eau interstitielle n'est donc pas considérée comme un liquide libre. L'eau interstitielle est maintenue en place par des forces capillaires et ne contribue donc pas aux processus qui supposent l'existence d'un flux de liquide dans le colis destiné au stockage. Ce critère peut être démontré sur la base de la description des étapes de traitement et conditionnement.

- 610 La valeur limite de 2 Sv/h provient du rapport de sûreté du bâtiment d'entreposage 127. L'ONDRAF utilise cette valeur limite dans la classification des DC destinés à l'entreposage. L'objectif fondamental (opérationnel) de cette classification est de diriger les DC, après transfert et enlèvement, vers un bâtiment d'entreposage approprié. Plus précisément, les colis de DC dont le débit de dose est compris entre plus de 5 mSv/h et 2 Sv/h font partie des DC de moyenne activité.
- 611 Le critère relatif à la contamination surfacique transférable est un paramètre opérationnel important pour la protection de la population et de l'environnement pendant les différentes phases de la gestion ultérieure (transport et entreposage dans le bâtiment d'entreposage). En outre, ce critère est inclus dans le rapport de sûreté du bâtiment d'entreposage concerné.
- 612 Un code d'identification unique apposé sur un colis assure un lien univoque avec son contenu radiologique et chimique, permettant d'assurer à tout moment la sûreté opérationnelle. En plus d'être un critère opérationnel, il s'agit aussi d'un critère à long terme, car il inclut la traçabilité et le contenu (radiologique et chimique) des déchets, qui sont importants pour le stockage du colis. Ceci est conforme à la Règle générale (pour l'établissement des critères d'acceptation de déchets radioactifs) qui exige qu'une unité de déchets radioactifs soit associée à sa documentation au moyen d'un code d'identification unique sur l'emballage, qui reste clairement lisible tant que l'unité proprement dite continue d'exister (voir le critère 613).
- 613 Afin de rendre le numéro d'identification lisible à distance et sous différents angles de vue, le numéro d'identification est apposé en plusieurs endroits du fût et en caractères suffisamment grands. À des fins d'uniformité, le numéro d'identification suit une structure déterminée, telle qu'indiquée dans le critère de transfert contractuel.
- 614 Le RGPRI [43] impose ce qui suit :
- Chaque colis de DC doit porter un sigle d'avertissement de la présence de rayonnements ionisants. Ceci découle de l'article 31.2 c du RGPRI, qui stipule que le sigle d'avertissement doit figurer sur chaque récipient contenant des substances radioactives. Les dimensions de l'étiquette et son ou ses emplacements sur le colis dépendent de la bonne visibilité et du caractère reconnaissable du sigle d'avertissement.
 - Le sigle d'avertissement doit être similaire au sigle d'avertissement pour les substances radioactives, qui est décrit dans l'arrêté royal du 17 juin 1997 concernant la signalisation de sécurité et de santé au travail (auquel le Code sur le bien-être au travail fait également référence). Ceci découle de l'article 31.1 du RGPRI, qui aborde plus en détail le symbole qui constitue la caractéristique principale de ce sigle d'avertissement. Il convient de noter que l'arrêté royal du 17 juin 1997 n'impose pas la présence du sigle d'avertissement indiquant la présence de substances radioactives sur les récipients.
- 701 Ce critère est un critère opérationnel car il porte sur la sécurité des opérateurs des installations de traitement et de conditionnement concernées, ainsi que du bâtiment d'entreposage concerné. Les définitions de l'ADR [44] ont été utilisées pour la description des « agents pathogènes biologiques », vu la précision de ces définitions et la notoriété générale de cette législation.
- En raison de la nature des déchets radioactifs, aucune limite n'est imposée à la présence de substances biodégradables, mais celles-ci sont exclues. Ce critère peut être démontré sur la base des informations concernant les types de résine utilisés, les produits chimiques utilisés pour la décontamination chimique et la description des étapes de traitement et conditionnement.
- 702 Ce critère est fondé sur le principe de précaution. Les techniques d'inactivation biologique ne sont généralement pas efficaces à 100 % pour détruire les agents pathogènes biologiques présents.
- En raison de la nature des déchets radioactifs, aucune limite n'est imposée à la présence de substances biodégradables, mais celles-ci sont exclues. Ce critère peut être démontré sur la base des informations concernant les types de résine utilisés, les produits chimiques utilisés pour la décontamination chimique et la description des étapes de traitement et conditionnement.

Annexe 2 Filière de gestion de référence

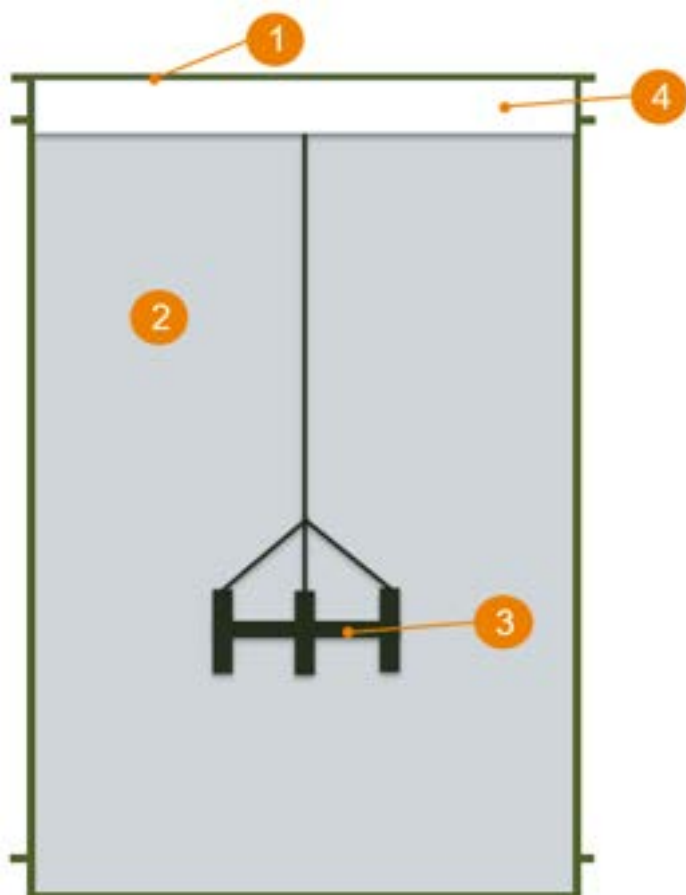
Une filière de gestion de référence est la séquence des activités de gestion prévues par l'ONDRAF conformément au programme national visé dans la loi du 3 juin 2014 modifiant l'article 179 de la loi du 8 août 1980.

La filière de gestion de référence pour les déchets radioactifs issus de la cimentation homogène de résines pyrolysées provenant de la décontamination chimique des circuits primaires des centrales nucléaires de Doel et de Tihange se compose des étapes suivantes :

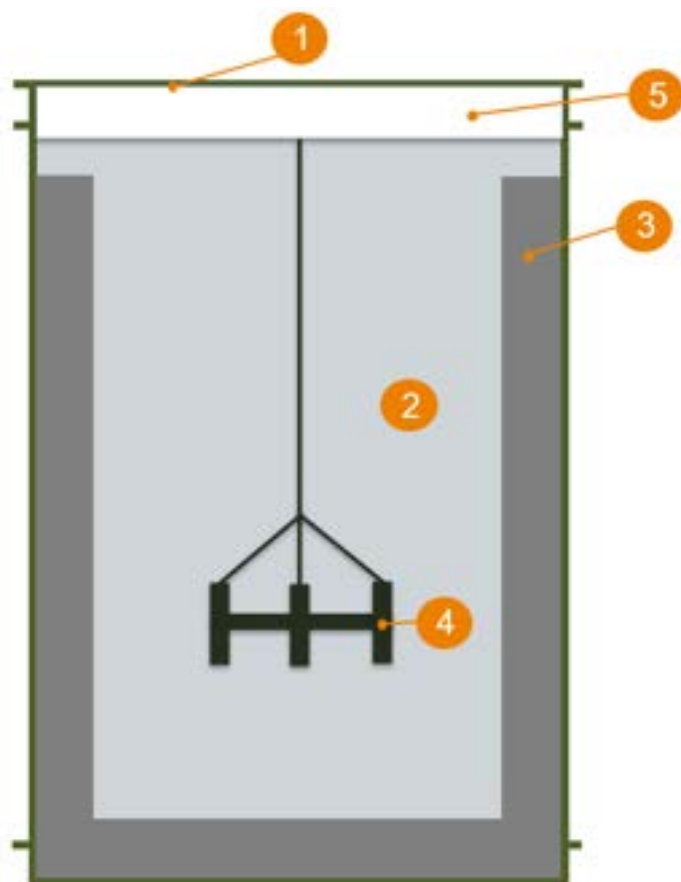
1. Transfert des colis de déchets conditionnés (DC) à l'État belge et transport vers le site 1 de Belgoprocess (dans le cas où les colis n'ont pas été produits sur ce site).
2. Entreposage des colis dans le bâtiment 127.
3. Acceptation et transfert des colis de DC depuis les bâtiments d'entreposage vers la future installation de conditionnement final.
4. Les produits du conditionnement final sont des colis de stockage (« monolithes ») de type B.
5. Acceptation et transfert des monolithes de l'installation de conditionnement final vers l'installation de stockage géologique (prévue).
6. Stockage des monolithes B.
7. Gestion des déchets radioactifs après stockage.

Annexe 3 Configurations applicables du colis de DC

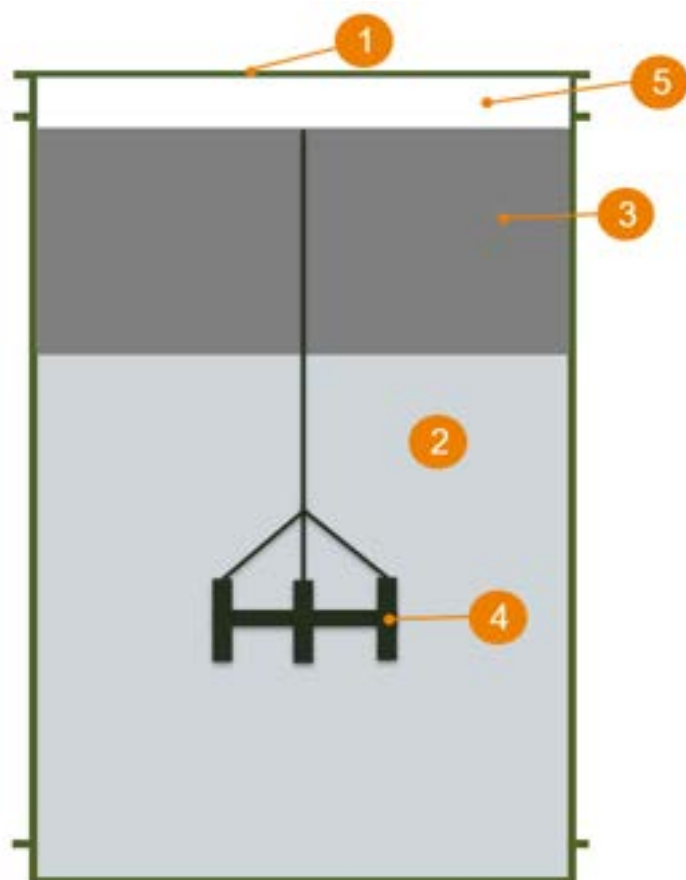
Configuration 1 : Conditionnement homogène sans blindage interne



N°	Élément	Composante de base
1	Fût métallique : <ul style="list-style-type: none">▪ Cuve (y compris un éventuel manteau de protection)▪ couvercle	Emballage primaire
2	Produit d'immobilisation : <ul style="list-style-type: none">▪ les déchets bruts et/ou traités▪ matrice d'immobilisation (mortier ou béton de conditionnement)	Forme du déchet
3	Mélangeur (optionnel)	
4	Espace libre	(Espace laissé délibérément vide)

Configuration 2 : Conditionnement homogène avec blindage interne

N°	Élément	Composante de base
1	Fût métallique : <ul style="list-style-type: none">cuve (y compris un éventuel manteau de protection)couvercle	Emballage primaire
2	Produit d'immobilisation : <ul style="list-style-type: none">les déchets bruts et/ou traitésmatrice d'immobilisation (mortier ou béton de conditionnement)	Forme du déchet
3	Blindage interne (par exemple, béton/mortier d'hématite ou baryté, pâte de ciment, acier ou plomb)	
4	Mélangeur (optionnel)	
5	Espace libre	(Espace laissé délibérément vide)

Configuration 3 : Conditionnement homogène avec bouchon en béton

N°	Élément	Composante de base
1	Fût métallique : <ul style="list-style-type: none"> ▪ cuve (y compris un éventuel manteau de protection) ▪ couvercle 	Emballage primaire
2	Produit d'immobilisation : <ul style="list-style-type: none"> ▪ les déchets bruts et/ou traités ▪ matrice d'immobilisation (mortier ou béton de conditionnement) 	Forme du déchet
3	Bouchon en béton (à partir de béton/mortier d'hématite ou baryté ou de pâte de ciment)	
4	Mélangeur (optionnel)	
5	Espace libre	(Espace laissé délibérément vide)

Annexe 4 Aperçu des phrases de danger des substances et mélanges dangereux exclus

Phrase H	Pictogramme d'accompagnement GHS	Description
substances explosives		
H200		substance explosive instable
H201		explosif ; danger d'explosion en masse
H202		explosif ; danger sérieux de projection
H203		explosif ; danger d'incendie, d'effet de souffle ou de projection
H204		danger d'incendie ou de projection
H205	néant	danger d'explosion en masse en cas d'incendie
gaz ou aérosols inflammables		
H221	néant	gaz inflammable
H220		gaz extrêmement inflammable
H222		aérosol extrêmement inflammable
H223		aérosol inflammable
liquides ou matières solides inflammables		
H224		liquide et vapeurs extrêmement inflammables
H225		liquide et vapeurs très inflammables
H226		liquide et vapeurs inflammables
H228		matière solide inflammable
Substances et mélanges autoréactifs, dont peroxydes organiques		
H240	 of 	peut exploser en cas d'échauffement
H241		peut s'enflammer ou exploser en cas d'échauffement
H242		peut s'enflammer en cas d'échauffement
substances pyrophoriques et substances et mélanges pyrophoriques susceptibles de s'enflammer		
H250		s'enflamme spontanément au contact de l'air
H251		matière autoéchauffante ; peut s'enflammer
H252		matière autoéchauffante en grande quantité ; peut s'enflammer
substances et mélanges qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables		
H260		dégage au contact de l'eau des gaz inflammables qui peuvent s'enflammer spontanément
H261		dégage au contact de l'eau des gaz inflammables

Phrase H	Pictogramme d'accompagnement GHS	Description
matières solides et liquides comburantes et gaz		
H270		Gaz pouvant provoquer un incendie ou une explosion ; comburant puissant
H271		peut provoquer un incendie ou une explosion ; comburant puissant
H272		peut aggraver un incendie ; comburant
gaz sous pression		
H280		contient un gaz sous pression ; peut exploser sous l'effet de la chaleur
H281		contient un gaz réfrigéré; peut causer des brûlures ou blessures cryogéniques
substances et mélanges corrosifs pour les métaux		
H290		peut être corrosif pour les métaux
Phrase EUH	Pictogramme d'accompagnement GHS	Description
propriétés physiques		
EUH001	néant	explosif à l'état sec
EUH014		réagit violemment au contact de l'eau
EUH018		lors de l'utilisation, formation possible de mélange vapeur-air inflammable/explosif
EUH019		peut former des peroxydes explosifs
EUH044		risque d'explosion si chauffé en ambiance confinée

Remarque : La phrase EUH006 « Danger d'explosion en contact ou sans contact avec l'air » a été supprimée par le règlement européen (UE) n° 487/2013 du 8 mai 2013.

Annexe 5 Le formulaire C : page de couverture et annexe

C-Formulier



NIRAS

Veld voorbehouden aan NIRAS

1.1 Nummer C-formulier:

1.2	Datum:
-----	--------

1.3 Aantal bijlagen:

2.1 Naam producent:

2.2 Adres:

2.3	Contactpersoon:
-----	-----------------

2.4	Telefoonnummer:
-----	-----------------

3.1

4.1 Code (volgens NTC-3):

5. Referentie van de overeenkomstige campagne

5.1

6.1

[illegible]

7. Opmerkingen

7.1

--

8. Validering radiologische gegevens

Ondergetekende, erkend deskundige bevoegd in de fysische controle, verklaart dat de opgegeven radiologische gegevens correct en conform de goedgekeurde methode voor radiologische karakterisering zijn.

8.1

Naam:

8.2

Datum:

8.3

Handtekening:

--

Identificatiefiche van het collo GA

A1 Identificatie

A1.1	Collonummer:	A1.2	Nummer C-formulier (idem pagina 1):
A1.3	Productiedatum collo:	A1.4	Referentie van het lot van de primaire verpakking:
A1.5	Conditioneerder:	A1.6	Campagne (idem pagina 1):

A2 Fysische en chemische gegevens

A2.1	Massa (kg):											
A2.2	Afvalomschrijving (volgens NTC-3):											
A2.3	Indien 'DO' in A2.2 gebruikt is, geef dan voor elke afvalfractie de overeenstemmende AO-code en de massa (inschatting):											
	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)
A2.4	Type primaire verpakking (volgens NTC-3):					A2.5	Type sluiting (volgens NTC-3):					
A2.6	Type interne afscherming (volgens NTC-3):					A2.7	Type immobilisatiematrix (volgens NTC-3):					
A2.8	Bevat het collo GA een gevaarlijke stof of een gevaarlijk mengsel ? ☐ ja ☐ nee											
A2.9	Indien ja, specificeer de veroorzakende gevaarlijke stoffen en de toepasselijke H-zinnen (en/of EUH-zinnen):											
A2.10	Referentienummer van het erkenningsdossier 'Procedé':											
A2.11	Referentienummer van het erkenningsdossier 'Primaire verpakking':											

A3 Radiologische gegevens

Radiologische inhoud

A3.1	Specificeer de activiteit (Bq*) per radionuclide:					
	H-3:	Se-79:	I-125:	Eu-152:	U-236:	Am-243:
	Be-10:	Kr-85:	I-129:	Eu-154:	U-238:	Cm-242:
	C-14:	Sr-90:	I-131:	Eu-155:	Np-237:	Cm-243:
	S-35:	Mo-93:	Sb-125:	Ra-226:	Pu-238:	Cm-244:
	Cl-36:	Zr-93:	Sn-126:	Th-229:	Pu-239:	Cm-245:
	Ca-41:	Nb-94:	Cs-134:	Th-230:	Pu-240:	Cm-246:
	Mn-54:	Tc-99:	Cs-135:	Th-232:	Pu-241:	Cm-247:
	Co-58:	Ru-106:	Cs-137:	Pa-231:	Pu-242:	Cm-248:
	Co-60:	Pd-107:	Ce-144:	U-233:	Pu-244:	
	Ni-59:	Ag-108m:	Pm-147:	U-234:	Am-241:	
	Ni-63:	Ag-110m:	Sm-151:	U-235:	Am-242m:	
A3.2	Datum bepaling activiteiten:					

Activiteitsconcentraties

A3.3	Totale α -activiteit (Bq*):	A3.4	Totale β/γ -activiteit (Bq*):
------	------------------------------------	------	--

Radiologische operationele veiligheid

A3.5	Maximaal dosistempo bij contact (mSv/h):	A3.6	Datum meting dosistempo:
A3.7	Maximaal dosistempo op 1 m (mSv/h):		
A3.8	Is de afneembare oppervlaktebesmetting voor het totaal aan β/γ -stralers $\leq 0,4$ Bq/cm ² ? ☐ ja ☐ nee		
A3.9	Is de afneembare oppervlaktebesmetting voor het totaal aan α -stralers $\leq 0,04$ Bq/cm ² ? ☐ ja ☐ nee		

Splijtstoffen

A3.10	Massa U-235 (g):	Massa Pu-239 (g):	Massa Pu-241 (g):
A3.11	Is er hoogverrijkt ($\geq 20\%$) uranium aanwezig in het afval ? ☐ ja ☐ nee		

Radiologische karakterisering

A3.12	Gebruikte methodologie voor de radiologische karakterisering:
A3.13	Referentie naar het erkenningsdossier 'Radiologisch':
A3.14	Referentie naar het erkenningsdossier 'Meetinstallatie':

* formaat: a,bb E+cc

A4 Gegevens i.v.m. biologische ziekteverwekkers

A4.1 Is het geconditioneerde radioactieve afval besmet of mogelijk besmet met biologische ziekteverwekkers? ☐ ja ☐ nee

A5 Opmerkingen

A5.1

--

Annexe 6 Liste des métaux électropositifs

Les métaux électropositifs sont des éléments métalliques dont le potentiel d'électrode standard (E^0) en solution aqueuse par rapport à l'électrode d'hydrogène standard est inférieur à -0.84 V, soit le E^0 du couple hydrogène/hydroxyde d'hydrogène (H_2/OH).

Le tableau ci-dessous fournit une liste exhaustive des métaux électropositifs, ainsi que leur potentiel d'électrode standard.

Le zinc et le titane ne sont pas inclus dans cette liste car ces métaux forment très rapidement une couche oxydée très peu soluble et qui est stable sur un large spectre de valeurs de pH.

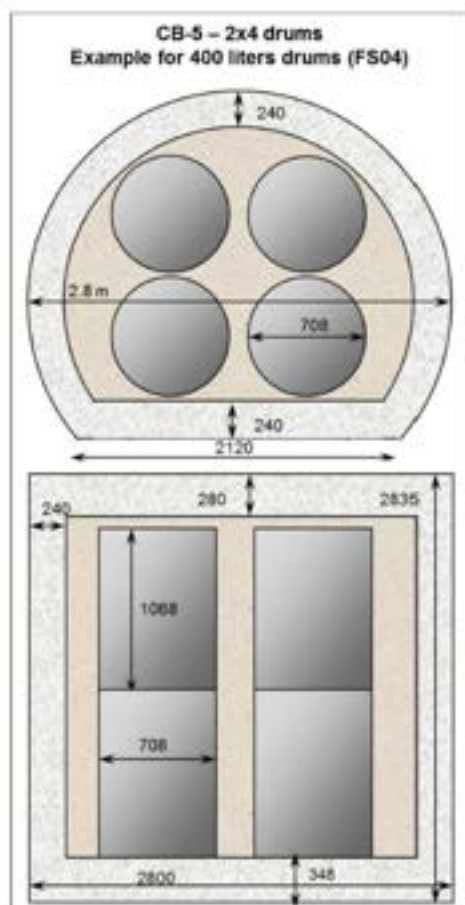
	Élément (métal pur)	E^0 (Volt)
MÉTAUX ÉLECTROPOSITIFS	Li	-3.04
	Rb	-2.98
	K	-2.93
	Cs	-2.92
	Ba	-2.91
	Sr	-2.89
	Ca	-2.76
	Na	-2.71
	Mg	-2.38
	Be	-1.85
	Al	-1.66
	Mn	-1.19
Ref.	$2H_2O \leftrightarrow H_2 + 2OH^-$	-0.83

Source : CRC Handbook of Chemistry and Physics 64th Ed (1983)

Annexe 7 Liste des abréviations

ASR	Réaction alcali-silice (<i>Alkali-Silica Reaction</i>)
SCP	Service de contrôle physique
DC	Déchets conditionnés
DDP	Dossier documentaire de production : nécessaire pour la documentation des colis de DC
DEF	Formation retardée d'ettringite (<i>Delayed Ettringite Formation</i>)
EDX	<i>Energy-Dispersive X-ray spectroscopy</i>
RGPRI	Règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants, arrêté royal du 20 juillet 2011 et modifications
SEM	<i>Scanning Electron Microscopy</i>

Annexe 8 Concept CB-5 (source : NIROND-TR 2017-10 E V3 (décembre 2019))



Types de caissons	CB-5
Outer length (mm)	2 835
Outer diameter (mm)	2 800
Base width (mm)	2 120
Height (mm)	2 310
Radial thickness (mm)	240
Axial thickness bottom (mm)	348
Axial thickness top (mm)	280
Mortar thickness top (mm)	71
Total volume (m ³)	15.43
Mass of caisson (kg)	18 047
Maximum mass of the monolith B (kg) ⁶	41 202

⁶ Calculated for the heaviest type of PWPs for each type of monolith B.

Critères de transfert contractuels – « MAD-CNT-EOPEOR et MAD-KCD-EOPEOR »

Version du 21 juin 2023

Résumé

Cette note contient les critères de transfert contractuels pour les déchets radioactifs des familles MAD-CNT-EOPEOR et MAD-KCD-EOPEOR. Ces déchets proviennent du projet « Emptying of Pools/Reactors » d'Electrabel, qui est réalisé pendant la mise à l'arrêt définitif des réacteurs belges.

Ces critères de transfert contractuels sont basés sur le projet d'ACRIA « ACRIA-V-EOP-HIC-136F », version 4R 1, distribué aux parties prenantes de l'ONDRAF et d'Electrabel le 22/12/2022.

[Ce document contient des critères de transfert contractuels pour les déchets non immobilisés. La décision de fixer des critères de transfert contractuels pour les déchets sous une forme non immobilisée a été prise conjointement par l'État belge et ENGIE Electrabel]

1 DISPOSITIONS INTRODUCTIVES

1.1 Description des déchets radioactifs

1.1.1 Description générale

Ce document concerne les déchets radioactifs issus du projet « Emptying of Pools/Reactors » (EOP/EOR) d'Electrabel, qui est réalisé pendant la mise à l'arrêt définitif des réacteurs nucléaires belges. Les déchets concernés ont pour destination finale de référence le stockage géologique et se composent des éléments suivants :

- Thimble plugs
- Barres de contrôle
- Crayons de poison
- Instrumentation thimbles
- Split pins & hold-down bolts
- Baffle bolts
- Top nozzle connectors
- Sources primaires et secondaires
- Circlips, fuel rod end plugs, plenum springs, bottom nozzle thimble screws
- Autres déchets métalliques similaires entreposés dans les piscines du réacteur ou présents dans le réacteur

Les déchets métalliques secondaires issus du traitement des types de déchets précités entrent également dans le champ d'application de ces critères de transfert contractuels.

La filière de gestion de référence des déchets radioactifs couverts par ce document est définie à l'Annexe 2.

1.2 Instructions pour l'utilisateur de ce document

1.2.1 Codification des critères de transfert contractuels

Les critères de transfert contractuels figurent dans les Chapitres 2 à 7 inclus.

Un **critère de transfert contractuel** est reconnaissable à un code alphabétique placé entre parenthèses dans la marge gauche de la page. Ce code est précédé d'un numéro qui permet d'identifier le critère de transfert contractuel concerné.

Les **codes alphabétiques** ont la signification suivante :

- la lettre O indique un critère opérationnel. Un tel critère concerne la sûreté de la gestion des déchets radioactifs pendant l'exploitation d'une installation dans la filière de gestion de référence. Dans le présent document, il s'agit initialement du bâtiment d'entreposage 136 zone F.
- la lettre L indique un critère à long terme. Un tel critère concerne la sûreté passive après la fermeture de la destination finale de référence des déchets radioactifs.

Le **symbole**  dans la marge gauche de la page éclaire le contexte de certains critères de transfert contractuels. Ces informations ont été ajoutées afin de promouvoir l'interprétation correcte des critères de transfert contractuels, mais ne constituent pas en soi un critère de transfert contractuel.

1.2.2 Explications et motivations des critères de transfert contractuels

Les justifications et les explications des critères de transfert contractuels figurent à l'Annexe 1 du présent document. Leurs numéros sont identiques à ceux des critères de transfert contractuels.

Une justification explique la raison d'être du critère de transfert contractuel. Une déclaration explique comment une valeur limite numérique a été obtenue ou clarifie la description concluante utilisée pour le critère. L'objectif final des justifications et des explications est de promouvoir l'interprétation correcte des critères de transfert contractuels. Les justifications et les déclarations sont informatives et ne font pas partie des critères.

1.2.3 Documents de référence

La liste des documents de référence figure au Chapitre 8 de cette note. Cette liste identifie les notes techniques en tant que telles, ainsi que des arrêtés royaux, des lois (législation fédérale belge) et des règlements (législation européenne).

Parmi tous les documents de référence énumérés au chapitre 8, la version en vigueur, ou autorisée, à la date de signature des documents de transaction doit être utilisée. Ceci s'applique également à la législation mentionnée dans cette liste.

Pour toutes les notes techniques, la version en vigueur est indiquée dans la liste récapitulative des documents approuvés (LDA) [1]. Pour toutes les normes énumérées, la dernière version est limitée à la date de signature des documents de transaction.

Des autres documents de référence, la version mentionnée au chapitre 8 doit être utilisée.

Lorsque ces documents de référence font référence aux critères d'acceptation, il faut lire les « critères de transfert contractuels ».

1.2.4 Terminologie

La terminologie utilisée dans les documents relatifs aux critères de transfert contractuels est expliquée dans la note technique « GLOSS » [2]. Un aperçu des abréviations utilisées dans le présent document est donné à l'Annexe 6.

En particulier dans ce document

- l'expression « déchets radioactifs » désigne le lot de déchets radioactifs qui est contrôlé au regard des critères de transfert contractuels ci-dessous.
- les termes « colis primaire » et « colis de déchets radioactifs » signifient la même chose, à savoir le produit final obtenu après le conditionnement des déchets radioactifs. Il s'agit des emballages primaires, y compris le panier présent, et des déchets radioactifs. Par conditionnement, il faut entendre ici l'ensemble des opérations nécessaires à la mise en place des déchets dans leur emballage et à leur séchage. Comme décrit dans la filière de gestion de référence, les déchets dans l'emballage primaire ne sont pas immobilisés.
- la « forme du déchet » désigne le colis primaire sans son emballage primaire.

2 APPROBATION POUR LE TRANSFERT

201 (L,O) Les déchets radioactifs doivent être produits et caractérisés par un équipement approuvé par l'ONDRAF. Concrètement, cela signifie que :

- Les déchets doivent avoir été produits pendant la période de validité du dossier d'approbation pour transfert « méthode » (DAM) tel qu'approuvé.
- Les déchets doivent avoir été caractérisés radiologiquement pendant la période de validité du dossier d'approbation pour transfert « caractérisation radiologique » (DAR) qui a été approuvé et, le cas échéant, avec l'installation de mesure mentionnée dans le DAR et pour laquelle un dossier d'approbation pour transfert est approuvé et valable.
- Les dossiers d'approbation pour transfert « méthode » (DAM) et « caractérisation radiologique » (DAR) doivent documenter la manière dont les incertitudes sont prises en compte. Les valeurs limites numériques dans les critères de transfert contractuels sont exprimées par le nombre de chiffres significatifs correspondant à la précision requise de la grandeur à mesurer.

202 (L,O) Les **données radiologiques quantitatives** doivent avoir été mesurées selon une méthode approuvée par l'ONDRAF. À cette fin, le producteur doit établir un dossier d'approbation pour le transfert, conformément aux prescriptions de la note technique NTC-6/A [3], NTC-6/B [4] ou NTC-6/C [5]. Le dossier d'approbation doit mentionner les normes appliquées.

- 🔗 Si le débit de dose est mesuré sous l'eau, la méthode de conversion du débit de dose sous l'eau en débit de dose dans l'air doit également faire partie de ce dossier d'approbation.

203 (L,O) L'**emballage primaire**, utilisé par le producteur pour conditionner les déchets bruts et/ou traités, doit être approuvé par l'ONDRAF. À cette fin, le producteur doit établir un dossier d'approbation pour transfert conformément aux prescriptions de la note technique NTC-9 [6].

En outre, le producteur doit inclure les éléments suivants dans le dossier d'approbation pour transfert « Emballage primaire » :

- la description de la méthode et de la procédure utilisées pour retirer les déchets radioactifs du colis primaire ;
- la manière dont le producteur s'assure que toute installation mobile éventuellement utilisée est disponible au moment où les déchets radioactifs sont retirés de leur emballage primaire.

- 🔗 Dans la suite du présent document, le « dossier d'approbation pour transfert » sera dénommé, tout simplement « dossier d'approbation ».

3 DOCUMENTATION RELATIVE AUX DECHETS RADIOACTIFS

Ce chapitre énumère les données relatives aux colis primaires, aux paniers et à leur contenu. Elles doivent être documentées afin de pouvoir transférer les déchets radioactifs au moyen d'un formulaire convenu avec l'ONDRAF (dénommé « formulaire » dans la suite du document).

3.1 Formulaire

301 (O) Il convient de remplir un **formulaire** distinct :

- par type d'emballage utilisé comme emballage de transport
- par véhicule de transport utilisé (c'est-à-dire le véhicule, y compris les remorques, avec lequel les déchets radioactifs seront transportés depuis le site du producteur)

- par période de validité de l'DAM
- par période de validité de l'DAR
- par période de validité du dossier d'approbation « Emballage primaire »
- si les déchets radioactifs contiennent des matières nucléaires
- si les déchets radioactifs sont des substances ou des mélanges dangereux.

302 (L,O) Les **données générales** suivantes sur le lot doivent être indiquées sur la première page du formulaire :

- coordonnées du producteur
- lieu de production/unité de réacteur des déchets (lieu interne chez le producteur) ;
- description des déchets
- codes d'emballage (selon la NTC-3) des éléments utilisés, tels que :
 - o emballage primaire
 - o fermeture
 - o emballage de transport
- référence des critères de transfert contractuels concernés (numéro de note et révision)
- référence des lettres d'approbation (DAM, DAR, installation de mesure, emballage primaire)
- données quantitatives :
 - o nombre de colis primaires
 - o volume (nombre de colis primaires multiplié par le volume nominal d'un colis primaire)
 - o masse brute et masse nette (respectivement, la somme des masses brutes et la somme des masses nettes de chaque colis primaire)
- teneur totale en activité (alpha, bêta/gamma) et débit de dose le plus élevé mesuré sur l'emballage de transport
- déclaration (oui/non) :
 - o les déchets radioactifs contiennent des matières nucléaires (dans l'affirmative, ajouter la référence au bon de transfert et une copie du bon de transfert, le bon de transfert original doit accompagner le colis de déchets radioactifs)
 - o les déchets radioactifs contiennent des substances ou mélanges dangereux (voir critère 403)
 - o les déchets radioactifs sont (potentiellement) contaminés par des agents pathogènes biologiques (voir critère 701 et suivants)
- données requises pour le transport (au minimum lieu d'enlèvement, numéro ONU, activité en fonction de la valeur A2 et référence de l'agrément du transporteur si le producteur organise lui-même le transport)
- référence au rapport de contrôle physique et ajout d'une copie de ce rapport au formulaire (le cas échéant)

303(L,O) Les **données physiques et chimiques** suivantes doivent être fournies pour chaque colis primaire dans les annexes au formulaire :

- code d'identification du colis primaire
- référence du lot de production et type (selon la NTC-3 [7]) d'emballage primaire utilisé
- date de production des déchets radioactifs (date de fermeture de l'emballage primaire), qui sert de référence pour la période de validité de DAM approuvé
- masse brute et nette du colis primaire (en kg)

- description et composition des déchets par fraction de déchets et par type de déchets
- si les déchets radioactifs contiennent des substances ou des mélanges dangereux (c'est-à-dire qu'une phrase H ou EUH y est applicable, sur la base de la masse nette du colis primaire et compte tenu des critères et valeurs limites applicables aux substances dangereuses énoncés dans le règlement CLP [8] et dans les directives techniques pour la classification des déchets [9]), pour chaque substance dangereuse présente dans le déchets il est important de renseigner :
 - o nom de la substance dangereuse qui en est la cause
 - o phrases H applicables (y compris les phrases EUH)
- déclaration (oui/non) :
 - o les déchets radioactifs contiennent des substances biodégradables
 - o les déchets radioactifs contiennent des agents complexants ou chélatants
- homologation/qualification de l'emballage de transport
- annexe avec photos de la composition du colis primaire (prises lors du colis primaire)
- plan de remplissage des déchets dans le colis primaire
- puissance calorifique (en W) au niveau du colis primaire
- identification du lot de production de chaque déchet présent dans le colis primaire (aussi détaillée que possible).
- caractéristiques physiques et chimiques de chaque déchet présent dans le colis primaire :
 - o types de matériaux (exemples : SS304, SS316, Inconel 718, AIC,...) avec leur masse respective, leur forme physique (par exemple poudre, bavures ou éléments solides,...) et leur surface réactive (y compris les surfaces intérieures)
 - o de chaque métal électropositif présent (liste exhaustive donnée à l'Annexe 4) :
 - nom du métal
 - masse (estimation)
 - o dimensions et dessins techniques
 - o toutes les informations pertinentes provenant des bases de données concernées (par ex. HISTELEM), dont (mais sans s'y limiter) : le positionnement dans le cœur et historique d'irradiation

304(L,O) Les **données radiologiques** suivantes doivent être fournies pour chaque colis primaire dans les annexes du formulaire :

- activité par nucléide (en Bq) (voir critère 305)
- date de détermination de l'activité des nucléides
- activité alpha totale (en Bq)
- activité bêta/gamma totale (en Bq)
- débit de dose maximal au contact avec le panier, dans l'air (mSv/h) et date de la mesure (sous l'eau ou dans l'air - voir également la puce informative du critère 202).
- débit de dose maximal au contact du colis primaire (mSv/h) et date de la mesure
- débit de dose maximal au contact de l'emballage de transport (mSv/h) et date de la mesure
- masse totale d'U-235, de Pu-239 et de Pu-241
- confirmation (oui/non) :
 - o La contamination surfacique transférable mesurée par des émetteurs bêta/gamma, sur la surface externe du colis primaire, est inférieure ou égale à 0,4 Bq/cm².

- o La contamination surfacique transférable mesurée par des émetteurs alpha, sur la surface externe du colis primaire, est inférieure ou égale à 0,04 Bq/cm².
- o La somme Ra-226 + Th-232 est inférieure ou égale à 1 000 Bq/kg.
- toutes les données nécessaires pour calculer la consommation des quotas (« volume credits ») alloués à Engie conformément à [Schedule 2]. La méthode de calcul du débit de dose à un mètre autour du monolithe dans différentes configurations (combinaisons du type de colis primaire ou de panier, du nombre de colis/paniers et du type et de la longueur du monolithe) doit faire partie du dossier d'approbation pour transfert « caractérisation radiologique » (DAR). La manière dont les résultats de ces calculs sont utilisés pour calculer la consommation des quotas est expliquée dans [Schedule 2].

305 (L,O) Les radionucléides présents dans le spectre radiologique des déchets radioactifs et mentionnés dans le

Tableau 1 doivent figurer dans le dossier d'approbation « caractérisation radiologique » et leur activité doit être déclarée dans le formulaire.



À cet égard, la règle suivante s'applique :

- pour les radionucléides qui sont en équilibre séculaire à court terme (T_{1/2} < 30 jours) avec leur nucléide parent (Cs-137/Ba-137m, Sr-90/Y-90, Ru-106/Rh-106 et Ce-144/Pr-144), seule l'activité du nucléide parent est donnée.
- le thorium naturel est supposé être en équilibre séculaire avec ses filles. Il suffit donc de spécifier uniquement le nucléide parent Th-232.



Tout ce qui est inférieur à 1 Bq peut être considéré comme nul et peut être déclaré comme nul dans l'annexe du formulaire. Cette valeur est imposée afin d'éviter des activités très faibles potentiellement fictives qui ne sont que le résultat de calculs.

Tableau 1 : Liste standard des radionucléides à déclarer obligatoirement

H-3	Ni-63	Ag-108m	Cs-137	Ra-226	Np-237	Cm-242
C-14	Se-79	Ag-110m	Ce-144	Th-229	Pu-238	Cm-243
S-35	Kr-85	I-125	Pm-147	Th-230	Pu-239	Cm-244
Cl-36	Sr-90	I-129	Sm-151	Th-232	Pu-240	Cm-245
Ar-39	Mo-93	I-131	Eu-152	Pa-231	Pu-241	Cm-246
Ca-41	Zr-93	Sb-125	Eu-154	U-233	Pu-242	Cm-247
Mn-54	Nb-94	Sn-121m	Eu-155	U-234	Pu-244	Cm-248
Co-58	Tc-99	Sn-126	Ho-166m	U-235	Am-241	
Co-60	Ru-106	Cs-134	Hf-178n	U-236	Am-242m	
Ni-59	Pd-107	Cs-135		U-238	Am-243	

306(L,O) Si les déchets radioactifs sont (potentiellement) contaminés par des **agents pathogènes biologiques**, il faut le mentionner sur le formulaire. Dans les annexes au formulaire, le producteur doit spécifier, par colis primaire :

- les précautions nécessaires
- d'autres informations utiles (nom scientifique de l'agent pathogène, classe de risque, etc.).

4 CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES DÉCHETS

4.1 Les déchets radioactifs

- 401(L,O) Des **substances biodégradables**, y compris des substances cellulosiques, ne peuvent être présentes dans les déchets radioactifs.
- 402(L) Les **agents complexants ou chélatants** ne doivent pas être présents dans les déchets radioactifs.
- 403 (L,O) Les déchets radioactifs ne doivent pas contenir de **substances** ou de mélanges **dangereux** classés par le règlement CLP dans les dangers physiques et :
- soit désignés selon son Annexe I par une phrase H spécifique
 - soit désignés selon son Annexe II par une phrase EUH spécifique concernant les propriétés physiques.
-  L'Annexe 3 contient un aperçu des phrases de danger des substances et des mélanges exclus par ce critère, sur la base du règlement CLP en vigueur au moment où cette note a été approuvée. Cette annexe est donc purement illustrative et a pour but d'aider l'utilisateur de ce document.
- 404(L,O) Les liquides **acides** absorbés dont le pH est inférieur à 2 ne doivent pas être présents dans les déchets radioactifs.
- 405 (L,O) Les liquides **basiques** absorbés dont le pH est supérieur à 11,5 ne doivent pas être présents dans les déchets radioactifs.
- 406 (O) Les liquides absorbés dont le **point d'éclair** est inférieur à 60°C ne doivent pas être présents dans les déchets radioactifs.
- 407 (O) Les déchets radioactifs ne doivent pas être **chimiquement ou physiquement incompatibles** avec la substance dont est constitué l'emballage du colis primaire. Cela signifie que les déchets ne doivent pas affecter la capacité de confinement de l'emballage.
- (L,O) L'**uranium métallique** ou le **plutonium métallique** ne doivent pas être présent dans les déchets radioactifs.
- 409(L,O) La **composition chimique** et les **propriétés** des déchets radioactifs, ainsi que les variations maximales associées, doivent être fixées dans le dossier d'approbation « Méthodes ».
- 410 (O) La **formation** éventuelle **de gaz** suite à la corrosion, à la radiolyse et/ou à la décomposition de matières organiques ne doit pas entraîner de déformation inacceptable de l'emballage primaire, y compris du panier. L'évolution de la formation de gaz sur 75 ans doit être calculée et documentée dans le dossier d'approbation « Emballage primaire ». S'il est décidé de ne pas utiliser une décharge de gaz, il doit être démontré que le colis primaire peut être ouvert en toute sécurité après sa période d'entreposage.

Si une décharge de gaz est toutefois présente, elle doit être équipée d'un filtre HEPA. Le dossier d'approbation « Emballage primaire » doit décrire le type de filtre HEPA installé et démontrer sa capacité à résister à la formation de gaz prévue.

-  Les produits de radiolyse peuvent avoir un impact potentiel sur l'évacuation de gaz (par exemple, bouchage de la sortie de gaz) et, par conséquent, sur l'évolution de la formation de gaz.

- 411 (L,O) Aucun colis primaire ne doit contenir de liquides libres (liquides non absorbés ou non liés chimiquement).
- 412 (L,O) Dans aucun colis primaire, les sources de démarrage primaires ou secondaires ne peuvent être mélangées à d'autres types de déchets radioactifs.
- 413 (L,O) Aucun colis primaire ne doit contenir d'autres types de déchets que ceux figurant dans la liste ci-dessous :
- Thimble plugs
 - Barres de contrôle
 - Crayons de poison
 - Instrumentation thimbles
 - Split pins & hold-down bolts
 - Baffle bolts
 - Top nozzle connectors
 - Sources primaires et secondaires
 - Circlips, fuel rod end plugs, plenum springs, bottom nozzle thimble screws
 - Autres déchets métalliques similaires entreposés dans les piscines du réacteur ou présents dans le réacteur
 - Déchets métalliques secondaires provenant du traitement des types de déchets susmentionnés

5 CARACTÉRISTIQUES RADIOLOGIQUES DES DÉCHETS

5.1 Activité maximale et débit de dose

- 501(L,O) Dans chaque colis primaire, l'activité totale des **émetteurs bêta/gamma** doit être inférieure ou égale à 2000 TBq.
- 502 (L,O) Dans chaque colis primaire, l'activité totale des **émetteurs alpha** doit être inférieure ou égale à 1 TBq.
- 503 (L,O) Dans chaque colis primaire, l'inventaire radiologique total doit être limité de telle sorte que, le 01/01/2080, le débit de dose maximal d'un monolithe de type CB-5 (voir 0) ne contenant que ce colis primaire conditionné soit limité à 25 µSv/h à 1 mètre.

En outre, le chargement du panier doit être effectué de manière à éviter les *hot spots* ayant un débit de dose beaucoup plus élevé que la moyenne autour du colis.

- 504(L,O) Dans chaque colis primaire, la somme des activités de **Ra-226** et **Th-232** par unité de masse doit être inférieure ou égale à 1000 Bq/kg. L'activité par unité de masse est calculée en fonction de la masse de la forme du déchet.

5.2 Criticité

- 505 (L,O) Dans chaque colis primaire, la quantité de matières fissiles doit être limitée conformément à la règle de somme suivante :

$$\sum \frac{M_i}{M_{i,max}} \leq 1$$

Où :

M_i = masse du nucléide « i » (Pu-241, Pu-239 ou U-235) en grammes

$M_{i,max}$ = masse maximale du nucléide « i », telle qu'indiquée dans le Tableau 2

Tableau 2 : Masse maximale de ²³⁵U, ²³⁹Pu et ²⁴¹Pu

Nucléide « i »	M _{i, max} (g)
U-235	326 (700*)
Pu-239	219
Pu-241	112

* : si le taux d'enrichissement est ≤ 5 %

Dans le cas de l'uranium naturel ou appauvri (taux d'enrichissement est ≤ 0,72 %), la quantité de matières fissiles est illimitée .

6 EMBALLAGE ET COLIS PRIMAIRE

6.1 L'emballage primaire

- 601 (O) L'emballage primaire avec amortisseurs de chocs doit répondre aux exigences de transport d'un colis de **type B**, comme stipulé dans la dernière version des « normes de sûreté de l'AIEA » [10]. Le producteur doit inclure le certificat ainsi que les rapports de preuve nécessaires dans le dossier d'approbation « Emballage primaire ».
- 602 (O) L'emballage primaire sans amortisseurs doit répondre aux exigences de transport de type IP-2 d'un colis primaire, telles que définies dans les normes de sûreté de l'AIEA [10]. En plus des rapports de preuve et des résultats du test de chute et du test d'empilement, le producteur doit également inclure le certificat IP-2 dans le dossier d'approbation « Emballage primaire ».
- 603 (L,O) Tous les matériaux (matériau de base, matériau additif pour soudure, couche de protection/galvanisation, revêtement, joint, panier et blindage radiologique) à partir desquels est fabriqué le colis primaire doivent être **physiquement et chimiquement compatibles** entre eux, avec les déchets radioactifs chargés dans le panier et avec l'équipement utilisé pour manipuler le colis primaire dans le bâtiment d'entreposage prévu à cet effet.
- 604 (O) Le producteur doit décrire dans le dossier d'approbation les méthodes de **séchage** et démontrer que l'humidité résiduelle (avec les tolérances y afférentes) n'affectera pas négativement l'intégrité de l'emballage primaire pendant l'entreposage des déchets radioactifs en question, ni la possibilité d'extraire les déchets de l'emballage.
- 605 (O) L'emballage primaire et le panier doivent conserver leur **intégrité, leur résistance mécanique, leur forme et leurs dimensions**
- sous l'influence des contraintes mécaniques dynamiques provoquées par les manipulations prévues (y compris l'extraction des déchets et les inspections périodiques) auxquelles le panier et le colis primaire seront soumis pendant la phase d'entreposage provisoire, plus précisément pendant une période minimale de 75 ans.
 - lorsque le colis primaire sera soumis à une charge mécanique statique générée par l'empilage « un sur un », avec un maximum de deux colis.
- 606 (O) Tous les matériaux constituant l'emballage primaire doivent lui permettre de conserver son intégrité et sa résistance mécanique sous l'influence de l'**irradiation** interne provenant des déchets radioactifs et de l'irradiation externe provenant de l'environnement pendant l'entreposage.
- 607 (O) L'emballage primaire et le panier doivent avoir une résistance suffisante à la **corrosion**, tant externe (due aux influences de l'environnement) qu'interne (due aux déchets radioactifs), pour pouvoir être manipulés en toute sécurité après une période

d'entreposage minimale de 75 ans, en utilisant des équipements classiques pour la manipulation des colis de déchets ou des paniers. Cette résistance doit être démontrée dans le dossier d'approbation « Emballage primaire ».

- 608 (O) L'emballage primaire et le panier doivent avoir une résistance suffisante aux **effets de dégradation** dus aux changements de température (causés principalement par le dégagement de chaleur) pour pouvoir être manipulés en toute sécurité après une période d'entreposage minimale de 75 ans en utilisant des équipements classiques pour la manipulation des colis de déchets ou des paniers. Cette résistance doit être démontrée dans le dossier d'approbation « Emballage primaire » à travers une étude calculant la charge thermique d'un colis moyen et d'un colis dans les conditions les plus pénalisantes.
- 609 (L,O) L'emballage primaire doit être **étanche au gaz**. Si l'emballage primaire est néanmoins équipé d'une décharge de gaz, cela doit être justifié dans le dossier d'approbation « Emballage primaire » et le filtre monté sur l'évacuation de gaz doit pouvoir être scellé de manière étanche après la phase d'entreposage. En outre, le gaz libéré par l'évacuation de gaz ne doit pas s'accumuler entre les emballages primaires lorsqu'ils sont empilés l'un sur l'autre.
- 610 (O) Les surfaces extérieures et intérieures de l'emballage primaire doivent être facilement **décontaminables** sur le plan radiologique par des moyens mécaniques et/ou chimiques classiques, dont l'utilisation n'a pas d'effet négatif sur l'emballage primaire.
- 611 (L,O) Il doit être possible de libérer l'emballage primaire en tant que déchet conventionnel après avoir retiré les déchets radioactifs.
- 612 (O) L'emballage primaire en configuration IP-2 (c'est-à-dire sans amortisseurs) doit avoir une **résistance au feu minimale** de 800°C pendant 10 minutes. Après cette phase de combustion, l'emballage primaire doit :
- encore pouvoir être manipulé et son contenu transféré,
 - répondre aux exigences de l'article 659, b) (i), du document SSR-6 de l'AIEA [10], et
 - respecter les limites suivantes pour les activités exemptées sur la base du règlement technique de l'AFCN [14] :
 - o Activité alpha : 1,0 E+06 Bq
 - o Activité bêta (y compris les émetteurs bêta faibles) : 1,0 E+09 Bq
- Les exigences de l'article 659 et la référence supplémentaire à l'article 728 du document SSR-6 de l'AIEA [10] s'appliquent avec les modifications suivantes :
- l'influence du soleil n'est pas prise en compte,
 - la phase de combustion est limitée à 10 minutes, et
 - après celle-ci, le refroidissement artificiel est supposé être avec de l'eau.
- 613 (O) L'emballage primaire en configuration IP-2 (c'est-à-dire sans amortisseurs) doit conserver son intégrité après une **chute** de deux mètres sur une surface représentative, en tenant compte de la masse maximale du colis primaire. Une description de ce que l'on entend par « surface représentative » figure à l'Annexe 5. Après cette chute, l'emballage primaire doit :
- encore pouvoir être manipulé et son contenu transféré,
 - répondre aux exigences de l'article 624, b), du document SSR-6 de l'AIEA [10], et
 - respecter les limites suivantes pour les activités exemptées sur la base du règlement technique de l'AFCN [14]:
 - o Activité alpha : 1,0 E+06 Bq
 - o Activité bêta (y compris les émetteurs bêta faibles) : 1,0 E+09 Bq
- 614 (L,O) Le producteur doit développer un **programme de tests à froid** relatif à ses propres opérations et manipulations dans les piscines et le mettre en œuvre avant d'initier un

premier transport de colis primaire vers Belgoprocess. La description de ce programme d'essai et toute la documentation y afférente doivent figurer dans le dossier d'approbation pour transfert « Méthode ».

- 615 (O) Les mailles du panier doivent être suffisamment petites pour que, hormis les particules de poussière, aucun déchet radioactif ne puisse passer au travers. Les retombées de poussières sont autorisées à condition qu'elles ne compromettent pas l'intégrité de l'emballage primaire pendant la phase d'entreposage et qu'il soit toujours satisfait aux critères 610 et 611.



Les bavures qui se détachent sont également considérées comme de la poussière.

- 616 (O) Le panier doit être conçu et les déchets doivent être placés dans celui-ci de manière à ce que, lors du conditionnement avec une matrice d'immobilisation telle qu'actuellement utilisée ou dont l'utilisation est prévue pour le conditionnement hétérogène des déchets radioactifs (telle que le mortier CILVA, DCM ou IPM), l'ensemble des déchets soit complètement entouré par la matrice d'immobilisation et que les espaces vides entre les déchets soient remplis de manière à ce que chaque déchet soit immobilisé par la matrice d'immobilisation.



Les crayons de poison et/ou les barres de contrôle regroupés sont considérés comme un seul déchet pour ce critère.

6.2 Le colis primaire

- 617 (O) Aucun colis primaire ne peut avoir une **masse brute** supérieure à $21,0 \times 10^3$ kg.
- 618 (O) Aucun colis primaire ne peut avoir de dimensions extérieures supérieures à (en supposant un emballage de référence cylindrique) :
- hauteur : 1,7 m
 - diamètre : 1,8 m
- 619 (O) La possibilité de récupérer les déchets radioactifs, y compris la poussière retombée, du colis primaire en vue d'un traitement/conditionnement ultérieur doit être garantie pendant une période minimale de 75 ans, en utilisant des équipements classiques pour la manipulation des colis primaires et des paniers. Le producteur doit le démontrer dans le dossier d'approbation pour transfert « Emballage primaire ».
- 620 (O) Le colis primaire, lors d'un empilement « un sur un », ne doit pas basculer en cas de tremblement de terre situé dans le spectre de référence EL1¹ ou en cas d'impact de référence d'un avion sur le bâtiment d'entreposage. Le colis primaire doit conserver son intégrité en cas de tremblement de terre situé dans le spectre de référence EL1 ou EL1*² ou en cas d'impact de référence d'un avion sur ce bâtiment. La récupérabilité de chaque colis primaire doit rester garantie dans chacun de ces cas.

6.3 Sûreté opérationnelle radiologique (colis)

- 621 (O) Aucun colis primaire ne doit avoir un débit de dose maximal supérieur, mesuré au contact de l'emballage, supérieur à 2 mSv/h.
- 622 (O) Aucun colis primaire ne doit avoir une contamination surfacique transférable sur sa surface externe supérieure à :
- 0,04 Bq/cm² pour le total des émetteurs alpha.

¹ Séisme dont la période de retour est de 10 000 ans

² Séisme dont la période de retour est supérieure à 10 000 ans

- 0,4 Bq/cm² pour le total des émetteurs bêta/gamma

6.4 Inscriptions et pictogrammes

- 623 (L,O) Chaque colis primaire doit porter un code d'identification unique qui relie sans ambiguïté les déchets radioactifs à leur documentation.
- 624 (L,O) Le **code d'identification apposé** doit remplir toutes les conditions suivantes :
- Le code doit se composer d'une combinaison successive d'une lettre (L), d'un nombre à deux chiffres (C), d'un trait d'union et d'un nombre à quatre chiffres (C) (voir Figure 1). Les règles suivantes s'appliquent :
 - o La lettre correspond au producteur (voir NTC-3[3]).
 - o Le nombre à deux chiffres avant le trait d'union correspond aux deux derniers chiffres de l'année de fabrication de l'emballage d'entreposage.
 - o Le nombre à quatre chiffres après le trait d'union est le numéro séquentiel attribué au colis.
 - Le code doit se composer de lettres et de chiffres d'une taille de 75 mm ou plus.
 - Le code doit être apposé avant que l'emballage d'entreposage soit rempli de déchets.
 - Le code doit être apposé sur la face latérale de la paroi épaisse et sur le couvercle ou le fond de l'emballage d'entreposage.
 - Le code doit rester lisible pendant au moins 75 ans (période d'entreposage).

L	C	C	-	C	C	C	C
---	---	---	---	---	---	---	---

Figure 1: code d'identification théorique d'un colis de déchets radioactifs

- 625 (O) Chaque colis primaire doit porter un sigle d'avertissement indiquant la présence de rayonnements ionisants, correspondant au symbole repris dans la Figure 2. Le sigle d'avertissement apposé doit remplir toutes les conditions suivantes :
- Le sigle doit avoir une hauteur de 200 mm ou plus et doit respecter les proportions indiquées dans la Figure 2.
 - Le sigle doit être clairement visible et facilement reconnaissable.
 - Le sigle doit être apposé sur la face latérale de l'emballage d'entreposage, à un endroit situé en dessous du code d'identification.

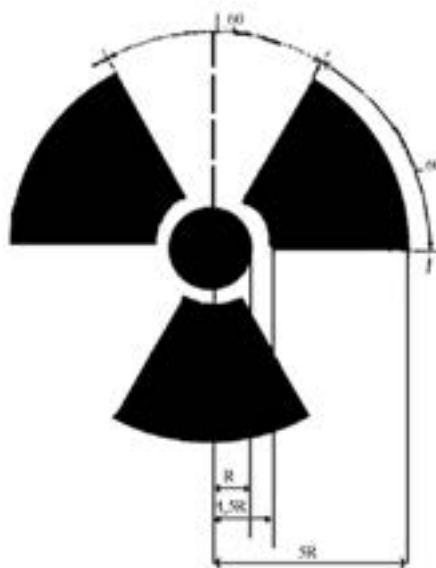


Figure 2: Sigle indiquant la présence de rayonnements ionisants sur un colis de déchets radioactifs

7 AGENTS PATHOGÈNES BIOLOGIQUES

701 (L,O) Les déchets radioactifs ne doivent pas être contaminés ou potentiellement contaminés par des **agents pathogènes biologiques**.

Par agents pathogènes biologiques, on entend :

- des matières infectieuses (telles que définies pour la classe 6.2 de l'ADR)
- des biotoxines (telles que définies pour la classe 6.1 de l'ADR – code T1, T2)
- des déchets médicaux (tels que définis pour la classe 6.2 de l'ADR – UN 3291)
- des organismes génétiquement modifiés (tels que définis pour la classe 9 de l'ADR – code M8).

702 (L,O) Les déchets radioactifs **biologiquement inactivés** doivent être considérés comme potentiellement contaminés par des agents pathogènes biologiques.

8 RÉFÉRENCES

- [1] Note ONDRAF 98-1446, « Overzichtslijst van goedgekeurde documenten met betrekking tot de acceptatiecriteria voor radioactief afval / Liste récapitulative des documents approuvés relatifs aux critères d'acceptation de déchets radioactifs » ;
- [2] Note ONDRAF 2012-0982, note technique : « GLOS : Glossaire relatif aux critères d'acceptation de l'ONDRAF » ;
- [3] Note ONDRAF 97-4696N : « Note technique NTC-6/A : Contenu type d'un dossier technique pour les méthodes basées sur l'analyse de colis primaires par spectrométrie gamma », auteur : A. De Goeyse;
- [4] Note ONDRAF 97-4700N : « Note technique NTC-6/B : Contenu type d'un dossier technique pour les méthodes basées sur l'analyse de colis primaires à l'aide de mesures neutroniques », auteur : A. De Goeyse;
- [5] Note ONDRAF 2020-2682 : « Note technique NTC-6/C : Contenu type d'un dossier d'agrément pour les méthodes basées sur l'analyse de colis primaires à l'aide de mesures de débit de dose. », auteur : J. Becker ;
- [6] Note ONDRAF 2000-1049 : « Note technique NTC-9 : Contenu type des dossiers d'agrément des emballages primaires pour les déchets conditionnés. », auteur : M. Voet;
- [7] Note ONDRAF 2016-1866, note technique : « Note technique NTC-3 », auteur : T. Vanthourout ;
- [8] « Règlement CLP », à savoir le Règlement (CE) no 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 (et modifications ultérieures) relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) no 1907/2006.
- [9] « Directives techniques pour la classification des déchets », Communication (CE) no 2018/C124/01 de la Commission européenne du 9 avril 2018.
- [10] IAEA Safety Standard – Specific Safety Requirements no. SSR-6 (Rev. 1): « *Regulations for the safe transport of radioactive material (edition 2018)* », Vienne: Agence internationale de l'énergie atomique, édition 2018 ou version plus récente, ISBN 978-92-0-107917-6
- [11] Note ONDRAF 2010-1163, note technique, « TNT-2 : Codification des DNC » ;
- [12] « RGPRI », soit l'arrêté royal du 20 juillet 2001 portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants ;
- [13] « ADR » en vigueur au 1er janvier 2019 (et ses modifications ultérieures), à savoir la Convention européenne relative au transport international des marchandises dangereuses par la route, publiée au Moniteur belge le 27 décembre 2018.
- [14] AR du 27/05/2021, « Règlement technique de l'Agence fédérale de Contrôle nucléaire du 27/05/2021 déclinant en termes pratiques l'objectif de sûreté nucléaire conformément à l'article 3/1 de l'arrêté royal du 30 novembre 2011 ».

Annexe 1 Motivations des critères de transfert contractuels

201 Les approbations des équipements constituent un élément essentiel pour assurer la conformité des déchets radioactifs aux critères de transfert contractuels. Ces approbations sont aux critères de transfert contractuels ce que les agréments réglementés par l'arrêté royal du 18 novembre 2002 sont aux critères d'acceptation. En effet, l'approbation implique :

- que la méthode, le procédé, l'équipement ou l'installation qu'un producteur utilise permet de produire ou de caractériser des déchets radioactifs qui répondent aux critères de transfert contractuels en vigueur ;
- qu'il s'agit d'un équipement pour lequel la priorité est donnée à l'application de technologies d'emballage et d'entreposage provisoire de colis primaires dont la faisabilité est suffisamment éprouvée et dans le cadre desquelles le principe d'optimisation de la protection radiologique (ALARA) est appliqué

L'approbation signifie :

- que les déchets radioactifs sont caractérisés physiquement et chimiquement selon une méthode approuvée ;
- que les déchets radioactifs sont caractérisés radiologiquement selon une méthode et/ou avec une installation de mesure approuvées ;
- que les déchets radioactifs sont emballés dans un emballage primaire approuvé.

202 L'ONDRAF a consigné dans ces notes techniques les méthodes de mesure qu'il juge indispensables pour obtenir des données radiologiques qualitatives correctes sur les déchets radioactifs. Pour l'approbation des méthodes et des installations de mesure pour la caractérisation radiologique des déchets radioactifs, l'ONDRAF utilise ces notes techniques comme s'il s'agissait de normes.

Pour les déchets qui relèvent du domaine d'application de ces critères de transfert contractuels, il est prévu que le producteur effectue certaines mesures sous l'eau. Dans ce cas, le débit de dose mesuré dans l'eau doit être converti en débit de dose dans l'air, car c'est la caractéristique pertinente pour la suite de la gestion. La méthodologie de cette conversion doit faire partie du dossier d'approbation et donc être approuvée par l'ONDRAF. Voir également le critère 304 concernant le débit de dose sur le panier.

203 Idem déclaration et justification 201. Étant donné que, selon la filière de gestion de référence, les déchets radioactifs seront extraits de l'emballage primaire pour le conditionnement final, le producteur doit également en faire état dans son dossier d'approbation.

301 L'établissement d'un formulaire séparé concerne le flux logistique séparé ou des mesures distinctes (que ce soit ou non pour des raisons de sûreté opérationnelle).

302 Le formulaire est structuré en deux parties principales : (1) la page de garde contenant les informations applicables à tous les colis et (2) l'annexe contenant les informations spécifiques à chaque colis. Ce critère de transfert contractuel énumère les informations que le producteur doit fournir sur la page de garde.

303 Les données applicables à chaque colis primaire sont structurées en deux parties principales : a) les données physiques et chimiques ; b) les données radiologiques. Ce critère de transfert contractuel énumère les données physiques et chimiques que le producteur doit fournir dans les annexes du formulaire.

Exemple de description des déchets : crayons de poison, barres de contrôle. Avec les caractéristiques physiques et chimiques de chaque déchet, l'objectif est ensuite de spécifier les matériaux spécifiques, l'histoire, la capacité thermique, ... des crayons de poison.

En ce qui concerne les « substances dangereuses » ou les « mélanges dangereux » :

Le « danger » d'une substance ou d'un mélange dans les déchets d'un colis primaire ne concerne pas seulement la présence d'une certaine substance « dangereuse », mais aussi la concentration dans laquelle cette substance est présente dans les déchets. Vous trouverez ci-dessous un exemple de calcul de l'évaluation de la « dangerosité » d'une substance ou d'un mélange, ainsi que les données qui doivent figurer sur l'annexe au formulaire C.

Supposons un colis primaire avec une forme de déchet de 100 kg, dont 5 kg d'amiante :

- La concentration d'amiante dans la forme de déchet est donc de 5 %.

- Selon le règlement CLP, l'amiante est une substance dangereuse désignée par la phrase H350 (cancérogène, catégorie IA/B).
- Conformément au § 3.6.3 de l'annexe I du règlement CLP, ce danger s'applique si la concentration d'amiante est supérieure à 0,1 %.
→ Par conséquent, la phrase H350 est d'application.
- Selon le règlement CLP, l'amiante est également une substance dangereuse désignée par la phrase H372 (nocive pour certains organes, catégorie 2).
- Conformément au § 3.9.3 de l'annexe I du règlement CLP, ce danger s'applique si la concentration d'amiante est supérieure à 10 %.
→ Par conséquent, la phrase H372 est d'application.
- Les informations à fournir dans l'annexe du formulaire C sont les suivantes : La forme du déchet contient la substance dangereuse « amiante » et la phrase H suivante est d'application : H350.

En ce qui concerne les « caractéristiques physiques et chimiques de chaque déchet présent dans le colis primaire » :

Il est important de connaître le type de matériau et la surface réactive pour estimer l'émission de gaz dans le stockage géologique. En effet, la corrosion anaérobie du métal dans un environnement de stockage peut donner lieu à une problématique de gaz.

Ce critère peut être démontré sur la base de la traçabilité et des informations relatives aux matériaux utilisés figurant dans le dossier de construction des composants.

Les métaux électropositifs peuvent produire de l'hydrogène pendant la cimentation ultérieure. L'hydrogène dans l'air peut former un mélange explosif et également nuire à la qualité de la matrice de conditionnement ultérieure. Il est donc important d'identifier ces métaux électropositifs et d'estimer leur masse.

- 304 Les données applicables à chaque unité d'enlèvement sont structurées en deux parties principales : a) les données physiques et chimiques ; b) les données radiologiques. Ce critère de transfert contractuel énumère les données radiologiques fournies par le producteur dans les annexes au formulaire.
- 305 La note contenant la déclaration relative à l'origine de la liste des 62 radionucléides importants pour la gestion des déchets de catégorie B figure dans la note portant la référence ONDRAF 2018-2496. En outre, la déclaration de 4 nucléides de courte durée de vie (S-35, Co-58, I-125 et I-131) est requise pour la sûreté opérationnelle de Belgoprocess. L'activité des radionucléides est demandée en raison de l'importance de ces nucléides pour la sûreté opérationnelle, la sûreté à long terme dans la destination finale de référence, ou les deux. Tout ce qui est inférieur à 1 Bq peut être considéré comme nul et déclaré comme tel sur l'annexe au formulaire. Cette valeur seuil est imposée afin d'éviter que soient indiquées des activités très faibles potentiellement fictives qui ne sont que le résultat de calculs. De plus, ces activités sont trop faibles pour être pertinentes.
- 306 Lorsque le producteur déclare que les déchets radioactifs sont contaminés ou peuvent être contaminés par des agents pathogènes biologiques, il peut fournir des informations supplémentaires en plus des précautions nécessaires. Cela permet à l'exploitant de prendre les mesures appropriées.
- 401 Ce critère repose sur une décision de l'ONDRAF, qui entend ainsi maintenir la gestion courante des « substances putrescibles » dans les déchets. Par « substances putrescibles », il est entendu des substances organiques formant un substrat approprié (= milieu de culture pour les micro-organismes) pour un processus de biodégradation et/ou pouvant se dégrader facilement par hydrolyse basique. Les substances putrescibles sont donc des substances et des graisses biodégradables. En effet, les substances biodégradables sont des substances qui peuvent former un substrat approprié pour un processus de biodégradation. Les graisses sont des substances qui se désintègrent par hydrolyse basique en un savon (= sel d'un acide gras) et en glycérol.

Les réactions susmentionnées donnent lieu à des produits susceptibles de perturber les fonctions de sûreté opérationnelle et à long terme (par exemple, par la corrosion de l'emballage métallique ou la dégradation de la matrice de ciment ultérieure), selon leur quantité présente dans les déchets. Le critère fait abstraction du fait que, dans la pratique, les graisses sont soit biodégradables, soit présentes en quantités négligeables dans les déchets.

En raison de la nature des déchets radioactifs (métaux uniquement), aucune limite n'est imposée à la présence de substances biodégradables, mais celles-ci sont exclues. Ce critère peut être démontré sur

la base de la traçabilité et des informations relatives aux matériaux utilisés figurant dans le dossier de construction des composants.

- 402 Les agents complexants et les chélatants sont des liaisons par attraction électrostatique entre un ion métallique central et les ligands organiques environnants. L'agent complexant ou chélatant peut avoir des propriétés de migration significativement différentes de celles de l'ion métallique individuel. De cette façon, les agents complexants ou chélatants peuvent avoir un effet perturbateur sur la rétention chimique des barrières à base de ciment. En raison de la nature des déchets radioactifs, la présence d'agents complexants et chélatants dans les déchets est exclue. Des exemples d'agents complexants ou chélatants sont l'EDTA, le DPTA, l'acide citrique, l'acide tartrique, l'acide oxalique, l'acide picolinique et le phosphate de tributyle. Dans la pratique, des agents complexants ou chélatants peuvent généralement être présents dans les déchets radioactifs résultant de l'utilisation d'agents de décontamination et de nettoyage dans les hôpitaux, les instituts de recherche, les entreprises chimiques et lors du démantèlement d'installations nucléaires.

En raison de la nature des déchets radioactifs (métaux uniquement), aucune limite n'est imposée à la présence d'agents complexants ou chélatants, mais ceux-ci sont exclus. Ce critère peut être démontré sur la base de la traçabilité et des informations relatives aux matériaux utilisés figurant dans le dossier de construction des composants.

- 403 C'est l'ONDRAF qui a décidé que les substances ou mélanges classés « dangers physiques » sont exclus des déchets radioactifs. En outre, l'ONDRAF demande d'ajouter les phrases EUH applicables, car elles fournissent des informations supplémentaires sur les dangers spécifiques des substances classées comme physiquement dangereuses. La concentration joue également un rôle dans l'évaluation du caractère dangereux de certaines substances. L'évaluation du caractère dangereux ou non est donc effectuée par colis primaire.

Ce critère peut être démontré sur la base de la traçabilité et des informations relatives aux matériaux utilisés figurant dans le dossier de construction des composants.

- 404 Ces valeurs limites de pH découlent des définitions généralement en vigueur relatives aux liquides très acides ou très basiques. Par des réactions exothermiques, ces liquides peuvent compromettre la sûreté opérationnelle. Par des réactions corrosives, ces liquides peuvent endommager les barrières applicables (telles que les emballages, les matrices de ciment, les barrières artificielles de l'installation de stockage) et mettre en péril la sûreté opérationnelle et la sûreté à long terme.

Ce critère peut être démontré sur la base de la traçabilité, des informations concernant les matériaux utilisés figurant dans le dossier de construction des composants et de la description des étapes de traitement et de conditionnement.

- 405 Idem déclaration et justification 404.

- 406 Ce critère exclut les liquides qui présentent un risque d'inflammation mais qui n'entrent néanmoins pas dans la définition de substance dangereuse du règlement CLP.

Ce critère peut être démontré sur la base de la traçabilité, des informations concernant les matériaux utilisés figurant dans le dossier de construction des composants et de la description des étapes de traitement et de conditionnement.

- 407 L'altération de la capacité de confinement de l'emballage peut compromettre la sûreté opérationnelle des manipulations des déchets radioactifs (manutention, transport, entreposage temporaire et extraction des déchets).

- 408 L'uranium métallique se corrode au contact de l'eau. Au départ, la réaction de corrosion est rapide, puis elle ralentit, tout en maintenant une vitesse constante. Cette corrosion, qui ne peut être évitée par aucune matrice d'immobilisation, engendre un certain nombre de produits de réaction pyrophoriques et explosifs. Ce qui compromet particulièrement la sûreté opérationnelle. De plus, les produits de réaction prennent un volume plus important que l'uranium métallique, ce qui peut affecter l'intégrité de la matrice d'immobilisation et perturber les fonctions de sûreté associées. Dès lors, la sûreté opérationnelle et la sûreté à long terme sont mises en péril.

La problématique du plutonium métallique est semblable à celle de l'uranium métallique.

Ce critère peut être démontré sur la base de la traçabilité et des informations relatives aux matériaux utilisés figurant dans le dossier de construction des composants.

- 409 La composition chimique et les propriétés des déchets radioactifs sont nécessaires pour vérifier la conformité des déchets radioactifs avec les critères de transfert contractuels. En outre, elle peut affecter la qualité et les propriétés de la future forme du déchet immobilisée, et ces informations sont nécessaires pour garantir une gestion ultérieure appropriée des déchets radioactifs. Il est donc demandé au producteur de préciser la composition extrême des déchets radioactifs et leurs propriétés correspondantes.
- 410 Il s'agit d'un critère opérationnel, car des gaz peuvent se former à la suite de réactions entre les déchets radioactifs traités et l'emballage primaire, en raison de la corrosion, de la radiolyse ou de la décomposition de substances organiques. Ce gaz peut affecter l'intégrité de la forme du déchet en provoquant une augmentation de la pression, des fissures, des trous et/ou des déformations. Les fonctions de sûreté opérationnelle des colis primaires (confinement, blindage et isolement) peuvent donc être perturbées.
Étant donné que le conditionnement ultérieur nécessite une nouvelle ouverture de l'emballage primaire, soit pour immobiliser les déchets directement dans l'emballage, soit pour retirer le panier de l'emballage, donc, aucun mélange gazeux explosif ne doit se former, ni dans le colis, ni lors de l'ouverture de celui-ci.
- 411 Les liquides libres peuvent donner lieu à des fuites et à une contamination pendant le transport, et ils peuvent également servir de support à des réactions chimiques perturbatrices telles que la corrosion. C'est pourquoi convient de les éviter autant que possible.

Les liquides chimiquement liés ne sont pas interdits dans les déchets radioactifs car ils ont des propriétés chimiques différentes des liquides libres ou absorbés en raison de cette liaison. Les problèmes qui concernent ces derniers liquides (pH très élevé ou très faible, point d'éclair) ne sont donc pas applicables aux liquides chimiquement liés.

Ce critère peut être démontré sur la base de la description des étapes de traitement et conditionnement.
- 412 Il repose sur une décision de l'ONDRAF, qui entend ainsi maintenir jusqu'à nouvel ordre la gestion courante des « substances putrescibles » dans les déchets.
- 413 Par ce critère, l'ONDRAF souhaite conserver la portée de ce document de critères de transfert contractuels et son lien avec les familles concernées.
- 501 L'activité alpha ou bêta/gamma totale est un paramètre important pour la sûreté opérationnelle tout au long de la filière de gestion. Dans des circonstances accidentelles, l'impact sur l'homme et l'environnement doit rester dans les limites légales. La limite de 2000 TBq/colis pour les émetteurs bêta/gamma est tirée du rapport de sûreté provisoire du bâtiment d'entreposage 136F.
- 502 L'activité alpha ou bêta/gamma totale est un paramètre important pour la sûreté opérationnelle tout au long de la filière de gestion. Dans des circonstances accidentelles, l'impact sur l'homme et l'environnement doit rester dans les limites légales. La limite de 1 TBq/colis pour les émetteurs alpha est tirée du rapport de sûreté provisoire du bâtiment d'entreposage 136F.
- 503 Pour protéger les travailleurs de l'installation de post-conditionnement et de l'installation de stockage, l'ONDRAF a pris la décision stratégique que les colis de stockage (en l'occurrence, les monolithes cat. B) doivent être conçus de sorte à prévoir un blindage radiologique permanent. Par conséquent, une limite de 25 µSv/h à 1 mètre de toute surface du monolithe de type B a été déterminée.
- 504 L'ONDRAF utilise la valeur de 1000 Bq/kg comme valeur limite générale pour la présence naturelle de radium et de thorium.
- 505 Pour des raisons de sûreté opérationnelle et à long terme, le risque de criticité dans l'installation de stockage doit être inexistant. Les valeurs limites du critère de transfert contractuel sont issues de la note 2019-03334 : « Plan d'action PVH site 1 : action S1-6.4 et S1-22 » de Belgoprocess car aucune valeur limite définitive n'a encore été déterminée pour le stockage géologique.
- 601 L'ONDRAF exige que l'emballage primaire réponde aux critères internationaux pour un colis de transport de type B, afin qu'il dispose des propriétés physico-mécaniques permettant de l'utiliser et le transporter en toute sécurité pendant la période d'entreposage.
- 602 Pour le transport interne d'emballages sur le site de Belgoprocess, on estime que les exigences IP-2 selon SSR-6 et la résistance au feu de 10 minutes sont suffisantes en termes de conditions de transport normales et de routine.

- 603 La compatibilité physique et chimique signifie qu'à court et à long terme, il ne doit pas y avoir d'effets négatifs sur l'intégrité de l'emballage primaire, notamment en raison de :
- l'incompatibilité entre les matériaux à partir desquels l'emballage primaire et le panier sont fabriqués,
 - l'incompatibilité entre les matériaux constitutifs du panier et les déchets radioactifs ;
 - l'incompatibilité entre la surface de contact d'un emballage primaire et les différents équipements utilisés pour manipuler l'emballage ;
- Ce critère implique donc qu'aucune dégradation physique et chimique de l'emballage primaire d'origine interne ne peut survenir dans le colis primaire.
- 604 Un séchage approprié est nécessaire pour éviter la présence de liquides libres (voir critère 411) dans le colis primaire et pour limiter les réactions chimiques et physiques telles que la corrosion et la radiolyse.
- 605 Ce critère implique qu'aucun dommage physique de l'emballage primaire d'origine externe ne doit survenir dans le colis de déchets radioactifs pendant une période minimale de 75 ans. L'ONDRAF a décidé de faire commencer cette période à partir de l'année de production de l'emballage primaire. Le critère de transfert contractuel garantit la résistance de l'emballage primaire à toutes les contraintes mécaniques qui peuvent survenir dans des conditions normales d'exploitation et donc sans perforations, fentes ou fissures, rayures profondes, coups, bosses et dégradations chimiques et thermiques. Ce critère s'applique également au panier, car celui-ci sera sorti de l'emballage primaire en vue d'un conditionnement final (voir filière de gestion de référence).
- 606 Si des matériaux sensibles aux radiations sont utilisés, comme par exemple des joints en caoutchouc dont la résistance aux radiations est difficile à maintenir pendant 75 ans, l'infrastructure et les procédures nécessaires doivent être disponibles pour les remplacer pendant la phase d'entreposage sur le site de Belgoprocess. Pour que le concept reste aussi simple que possible et que le coût d'exploitation soit aussi bas que possible, cela n'est pas envisagé pour le nouveau bâtiment d'entreposage G136F. Par conséquent, tous les matériaux constituant l'emballage primaire doivent être tels qu'ils conservent leur intégrité et leur résistance mécanique sous l'effet de l'irradiation.
- 607 Ce critère implique donc qu'aucune dégradation chimique de l'emballage primaire, d'origine externe ou interne, ne doit survenir dans le colis de déchets radioactifs. À cette fin, l'ONDRAF exige, entre autres, que l'emballage primaire de déchets radioactifs résiste à la corrosion durant toutes les phases de sa gestion préalablement au conditionnement final. La résistance à la corrosion porte sur les phénomènes de corrosion d'origine interne et externe, dont la période envisagée est fixée à 75 ans. L'intégrité de l'emballage primaire est cruciale pour la sûreté pendant toute la période d'entreposage et a une incidence directe sur le déchargement ultérieur des colis primaires du bâtiment d'entreposage. Ce critère s'applique également au panier, car celui-ci sera chargé à partir de l'emballage primaire en vue du conditionnement final (voir filière de gestion de référence). Pour les conditions ambiantes, il convient de prendre en compte les valeurs suivantes, telles qu'elles figurent dans les spécifications de conception du G136-F :
- L'humidité relative ne doit jamais dépasser 60 % dans les conditions de base permanentes.
 - Le point de consigne de l'unité de séchage doit être fixé à 50 %.
 - Les conditions de base permanentes sont de -12°C à 90 % d'humidité relative en hiver et d'un maximum de +30°C à 55% d'humidité relative en été.
- 608 L'altération de l'intégrité structurelle ou de la capacité de confinement de l'emballage en raison d'effets de fatigue peut compromettre la sûreté opérationnelle des manipulations du colis primaire (manutention, transport, entreposage temporaire). Ce critère s'applique également au panier, car celui-ci sera sorti de l'emballage primaire en vue d'un conditionnement final (voir filière de gestion de référence).
- 609 La mise en stockage directe du colis primaire est jugée peu probable en raison de la problématique du gaz (corrosion de l'emballage à paroi épaisse). Par précaution, cette option est néanmoins incluse. Pour que les colis primaires puissent être admis au stockage géologique, l'évacuation de gaz doit être scellée de manière étanche. En effet, toute contamination de l'installation de stockage pendant la phase d'exploitation doit être évitée. L'étanchéité au gaz peut être obtenue, par exemple, en scellant l'endroit où le filtre avait été monté. Bien entendu, l'intégrité et la maniabilité de l'emballage ne peuvent pas être compromises.

- 610 L'extérieur de l'emballage doit pouvoir être décontaminé radiologiquement pour que les exigences relatives à la contamination surfacique transférable soient respectées. L'intérieur doit pouvoir être décontaminé radiologiquement après le retrait des déchets radioactifs, de sorte que l'emballage vide ne soit pas considéré comme déchet radioactif. Cela peut être démontré par les revêtements ou les finitions utilisés et le type de matériaux (par exemple, la planéité de l'emballage).
- 611 L'objectif de ce critère est de ne pas compliquer la libération et l'évacuation ultérieures en tant que déchets conventionnels.
- 612 Le scénario à envisager comprend la chute de l'emballage, après quoi l'emballage est soumis aux températures susmentionnées pendant 10 minutes. Après cette phase de combustion, un refroidissement actif (présence de pompiers) est envisagé.
Le délai de 10 minutes est basé sur le temps de réponse de l'équipe de pompiers de Belgoprocess, sous réserve de l'inclusion de mesures supplémentaires.
La détermination des limites de rejet pour se conformer à la limite de SO1 de la législation de l'AFCN [14] a été préparée par le service de contrôle physique de BP et le détail du calcul peut être demandé. Ces limites sont calculées sur la base d'un rejet dans le sol, qui peut être considéré comme normatif pour tous les scénarios d'accident, en utilisant des isotopes conservateurs.
- 613 Sur la base de l'emballage de référence, de la hauteur de la pile (jusqu'à 2 conteneurs) et de la hauteur maximale correspondante atteinte par le colis dans le bâtiment d'entreposage, la hauteur de chute de référence est fixée à 2 mètres. Si la hauteur de manutention maximale de l'emballage sélectionné est inférieure à cette hauteur de chute de référence, cela peut être autorisé à condition que cela soit garanti dans la conception du véhicule de transport et que les rapports de preuve nécessaires puissent être fournis.
Les limites de rejet ont été calculées par Belgoprocess sur la base de la limite RS01 et incluses dans la note VEM/2022-00731 datée du 31 mars 2022.
La surface représentative de l'Annexe 5 de ce document est basée sur la dalle de sol de la zone D du G136. Comme le bâtiment spécifique destiné à l'entreposage des colis primaires n'a pas encore été conçu, il a été décidé de garder cette surface conservatrice dans le présent document.
- 614 Pour que l'ONDRAF puisse s'assurer que le processus relatif à ses propres opérations et actions dans les piscines est satisfaisant, ces tests à froid sont nécessaires .
- 615 La chute de petites pièces de déchets radioactifs à travers les mailles du panier peut compromettre l'intégrité de l'emballage primaire pendant la phase d'entreposage.
- 616 Après l'entreposage provisoire, les déchets radioactifs devront être traités et immobilisés afin de passer aux étapes suivantes de la filière de gestion de référence. À cette fin, le panier sera retiré de son emballage primaire et chargé (que ce soit ou non par reconditionnement dans un fût à parois minces) dans un monolithe de catégorie B. L'immobilisation des déchets, que ce soit dans un fût à paroi mince ou dans un monolithe de catégorie B, doit garantir que les déchets sont complètement entourés de la matrice d'immobilisation et que les espaces libres sont comblés. La conception du panier et la façon dont les déchets sont placés dans celui-ci ne doivent pas empêcher ou compliquer inutilement ce processus. Cette matrice d'immobilisation n'ayant pas encore été déterminée, il est demandé de démontrer que cette condition peut être remplie par l'une des matrices d'immobilisation actuellement utilisées ou dont l'utilisation est prévue pour le conditionnement hétérogène des déchets radioactifs (c'est-à-dire le mortier CILVA, DCM ou IPM).
- 617 Cette limite est tirée du rapport de sûreté provisoire du bâtiment d'entreposage G136-F.
- 618 Cette limite est tirée du rapport de sûreté provisoire du bâtiment d'entreposage G136-F
La forme et les dimensions maximales sont liées à l'emballage de référence, comme convenu entre Electrabel et l'ONDRAF/Beloprocess. Une modification de l'emballage de référence est possible mais nécessite une nouvelle évaluation pour identifier les problèmes techniques.
- 619 Après l'entreposage provisoire, les déchets radioactifs devront être traités et immobilisés afin de passer aux étapes suivantes de la filière de gestion, l'objectif final étant de les stocker dans une installation de stockage géologique. Selon la filière de gestion de référence, les déchets radioactifs devront donc être retirés de leur emballage primaire à l'aide d'équipements classiques de manutention des colis primaires. Pour que l'ONDRAF puisse s'assurer que ce processus se déroule de manière satisfaisante, le producteur doit, dans le dossier d'approbation pour transfert « Emballage primaire », décrire la méthode et la procédure appliquées et démontrer comment il peut être garanti que toute installation mobile éventuellement utilisée est disponible au moment où les déchets radioactifs doivent être retirés de leur emballage primaire.
- 620 Ce critère est extrait du rapport de sûreté provisoire du bâtiment d'entreposage G136-F.

-
- 621 La valeur limite de 2 mSv/h provient du rapport de sûreté provisoire du bâtiment d'entreposage G136 zone F.
- 622 Le critère relatif à la contamination surfacique transférable est un paramètre opérationnel important pour la protection de la population et de l'environnement pendant les différentes phases de la gestion ultérieure (transport et entreposage dans le bâtiment d'entreposage). En outre, ce critère est inclus dans le rapport de sûreté du bâtiment d'entreposage concerné.
- 623 Un code d'identification unique apposé sur un colis assure un lien univoque avec son contenu radiologique et chimique, permettant d'assurer à tout moment la sûreté opérationnelle. En plus d'être un critère opérationnel, il s'agit aussi d'un critère à long terme, car il inclut la traçabilité et le contenu (radiologique et chimique) des déchets, qui sont importants pour le stockage du colis. Ceci est conforme à la Règle générale (pour l'établissement des critères d'acceptation de déchets radioactifs) qui exige qu'une unité de déchets radioactifs soit associée à sa documentation au moyen d'un code d'identification unique sur l'emballage, qui reste clairement lisible tant que l'unité proprement dite continue d'exister (voir le critère 624).
- 624 Afin de rendre le numéro d'identification lisible à distance et sous différents angles de vue, le numéro d'identification est apposé en plusieurs endroits du fût et en caractères suffisamment grands. À des fins d'uniformité, le numéro d'identification suit une structure déterminée, telle qu'indiquée dans le critère de transfert contractuel.
- 625 Le RGPRI [12] impose ce qui suit :
- Chaque colis de déchets radioactifs doit porter un sigle d'avertissement de la présence de rayonnements ionisants. Ceci découle de l'article 31.2 c du RGPRI, qui stipule que le sigle d'avertissement doit figurer sur chaque récipient contenant des substances radioactives. Les dimensions de l'étiquette et son ou ses emplacements sur le colis dépendent de la bonne visibilité et du caractère reconnaissable du sigle d'avertissement.
 - Le sigle d'avertissement doit être similaire au sigle d'avertissement pour les substances radioactives, qui est décrit dans l'arrêté royal du 17 juin 1997 concernant la signalisation de sécurité et de santé au travail (auquel le Code sur le bien-être au travail fait également référence). Ceci découle de l'article 31.1 du RGPRI, qui aborde plus en détail le symbole qui constitue la caractéristique principale de ce sigle d'avertissement. Il convient de noter que l'arrêté royal du 17 juin 1997 n'impose pas la présence du sigle d'avertissement indiquant la présence de substances radioactives sur les récipients.
- 701 Ce critère porte sur la sécurité opérationnelle des opérateurs du bâtiment d'entreposage en question. Les définitions de l'ADR[13] ont été utilisées pour la description des « agents pathogènes biologiques », vu la précision de ces définitions et la notoriété générale de cette législation.
- 702 Ce critère est fondé sur le principe de précaution. Les techniques d'inactivation biologique ne sont généralement pas efficaces à 100 % pour détruire les agents pathogènes biologiques présents.

Annexe 2 Filière de gestion de référence

Une filière de gestion de référence est la séquence des activités de gestion prévues par l'ONDRAF conformément au programme national visé dans la loi du 3 juin 2014 modifiant l'article 179 de la loi du 8 août 1980.

La filière de gestion de référence des déchets radioactifs d'Electrabel issus du projet « Emptying of Pools/Reactors », effectué dans le cadre de la mise à l'arrêt définitif des réacteurs belges, comprend les étapes suivantes :

1. Transport vers le site 1 de Belgoprocess et transfert des colis de déchets radioactifs sous forme non immobilisée vers l'État belge. L'emballage primaire est un conteneur à parois épaisses (HIC, high-integrity container).
2. Entreposage des colis dans le bâtiment d'entreposage G136 zone F.
3. Acceptation et transfert des colis de déchets radioactifs des bâtiments d'entreposage vers l'installation de déchargement des déchets radioactifs.
4. Transfert des déchets radioactifs déchargés depuis l'installation de déchargement vers la (future) installation de conditionnement final.
5. Les produits du conditionnement final sont des colis de stockage (« monolithes ») de type B.
6. Acceptation et transfert des monolithes B de l'installation de conditionnement final vers l'installation de stockage géologique (prévue).
7. Stockage des monolithes B.
8. Gestion des déchets radioactifs après stockage.

Annexe 3 Aperçu des phrases de danger des substances et mélanges dangereux exclus

Phrase H	Pictogramme d'accompagnement GHS	Description
Substances explosives		
H200		substance explosive instable
H201		explosif ; danger d'explosion en masse
H202		explosif ; danger sérieux de projection
H203		explosif ; danger d'incendie, d'effet de souffle ou de projection
H204		danger d'incendie ou de projection
H205	néant	danger d'explosion en masse en cas d'incendie
Gaz ou aérosols inflammables		
H221	néant	gaz inflammable
H220		gaz extrêmement inflammable
H222		aérosol extrêmement inflammable
H223		aérosol inflammable
Liquides ou matières solides inflammables		
H224		liquide et vapeurs extrêmement inflammables
H225		liquide et vapeurs très inflammables
H226		liquide et vapeurs inflammables
H228		matière solide inflammable
Substances et mélanges autoréactifs, dont peroxydes organiques		
H240	  ou	peut exploser en cas d'échauffement
H241		peut s'enflammer ou exploser en cas d'échauffement
H242		peut s'enflammer en cas d'échauffement
Substances pyrophoriques et substances et mélanges pyrophoriques susceptibles de s'enflammer		
H250		s'enflamme spontanément au contact de l'air
H251		matière autoéchauffante ; peut s'enflammer
H252		matière autoéchauffante en grande quantité ; peut s'enflammer
Substances et mélanges qui au contact de l'eau dégagent des gaz inflammables		
H260		dégage au contact de l'eau des gaz inflammables qui peuvent s'enflammer spontanément
H261		dégage au contact de l'eau des gaz inflammables

Matières solides et liquides comburantes et gaz		
H270		Gaz pouvant provoquer un incendie ou une explosion ; comburant puissant
H271		peut provoquer un incendie ou une explosion ; comburant puissant
H272		peut aggraver un incendie ; comburant
Gaz sous pression		
H280		contient un gaz sous pression ; peut exploser sous l'effet de la chaleur
H281		contient un gaz réfrigéré; peut causer des brûlures ou blessures cryogéniques
Substances et mélanges corrosifs pour les métaux		
H290		peut être corrosif pour les métaux
Phrase EUH	Pictogramme d'accompagnement GHS	Description
Propriétés physiques		
EUH001	néant	explosif à l'état sec
EUH014		réagit violemment au contact de l'eau
EUH018		lors de l'utilisation, formation possible de mélange vapeur-air inflammable/explosif
EUH019		peut former des peroxydes explosifs
EUH044		risque d'explosion si chauffé en ambiance confinée

Remarque : La phrase EUH006 « Danger d'explosion en contact ou sans contact avec l'air » a été supprimée par le règlement européen (UE) n° 487/2013.

Annexe 4 Liste des métaux électropositifs

Les métaux électropositifs sont des éléments métalliques dont le potentiel d'électrode standard (E^0) en solution aqueuse par rapport à l'électrode d'hydrogène standard est inférieur à -0.83 V, soit le E^0 du couple hydrogène/hydroxyde d'hydrogène (H_2/OH^-).

Le tableau ci-dessous fournit une liste exhaustive des métaux électropositifs, ainsi que leur potentiel d'électrode standard.

Le zinc et le titane ne sont pas inclus dans cette liste car ces métaux forment très rapidement une couche oxydée très peu soluble et qui est stable sur un large spectre de valeurs de pH.

Seul l'aluminium et le béryllium ont fait l'objet d'un code AO spécifique déterminé dans la TNT-2 [11], car dans la pratique de la gestion des déchets, seuls ces éléments se présentent sous forme métallique.

	Élément (métal pur)	E^0 (Volt)
MÉTAUX ÉLECTROPOSITIFS	Li	-3.04
	Rb	-2.98
	K	-2.93
	Cs	-2.92
	Ba	-2.91
	Sr	-2.89
	Ca	-2.76
	Na	-2.71
	Mg	-2.38
	Be	-1.85
	Al	-1.66
	Mn	-1.19
Ref.	$2H_2O \leftrightarrow H_2 + 2OH^-$	-0.83

Source : CRC Handbook of Chemistry and Physics 64th Ed (1983)

Annexe 5 Description de la surface de référence pour le test de chute

GÉOMÉTRIE

La géométrie de la dalle est présentée à l'annexe 2 (TIERSON/533/549118/12). La fondation a une épaisseur de 1,50 m et est en béton armé. L'armature se compose : Plusieurs couches d'armature de diamètres différents. Voir le plan n° 30682 pour l'emplacement précis des tiges. Le taux d'armature sur les bords de la dalle est de 152 kg/m³. Le taux d'armature au milieu de la dalle est de 114 kg/m³.

La couverture en béton est inconnue. Une valeur de 3 cm est supposée. Pour connaître l'épaisseur réelle de la couverture en béton, il faudrait tester le béton sur place.

BETON

Les propriétés mécaniques du béton sont indiquées dans le tableau 1. En raison de l'hétérogénéité intrinsèque du béton, les propriétés indiquées, le cas échéant, comme la valeur moyenne ou la valeur caractéristique.

Tableau 3: propriétés mécaniques du béton

Propriété	Caractéristique	Moyenne	Unité
Résistance à la compression ³ f'_c	30	38	[MPa]
Résistance à la traction ⁴ f_t	2,0	2,9	[MPa]
Module d'élasticité E_c	33		[GPa]
Coefficient de Poisson ν	0,2		[/]
Poids unitaire (sans armature) W_c	2400		[kg/m ³]

Un facteur d'augmentation dynamique (DIF) est appliqué aux limites de résistance ci-dessus pour tenir compte de la nature dynamique de la charge (impact du fût).

ACIER D'ARMATURE DE TYPE BE500S

- Limite d'élasticité spécifiée : $f_y = 500$ [MPa]
- Résistance ultime à la traction : $f_u = 550$ [MPa]
- Contrainte ultime de traction : $\epsilon_u = 5\%$
- Module d'élasticité : $E_s = 210$ [MPa]
- Coefficient de Poisson : $\nu_s = 0,27-0,3$ [/]
- Poids unitaire : $w_s = 7800$ kg/m³

ACIER D'ARMATURE DE TYPE DYWIDAG Ø15MM

- Limite d'élasticité spécifiée : $f_y = 9000$ [MPa]
- Résistance ultime à la traction : $f_u = 1100$ [MPa]
- Contrainte ultime de traction : $\epsilon_u = 7\%$
- Module d'élasticité : $E_s = 210$ [MPa]
- Coefficient de Poisson : $\nu_s = 0,27-0,3$ [/]
- Poids unitaire : $w_s = 7800$ kg/m³

ACIER D'ARMATURE DE TYPE DYWIDAG Ø16MM

- Limite d'élasticité spécifiée : $f_y = 1100$ [MPa]
- Résistance ultime à la traction : $f_u = 1320$ [MPa]
- Contrainte ultime de traction : $\epsilon_u = 7\%$
- Module d'élasticité : $E_s = 210$ [MPa]
- Coefficient de Poisson : $\nu_s = 0,27-0,3$ [/]
- Poids unitaire : $w_s = 7800$ kg/m³

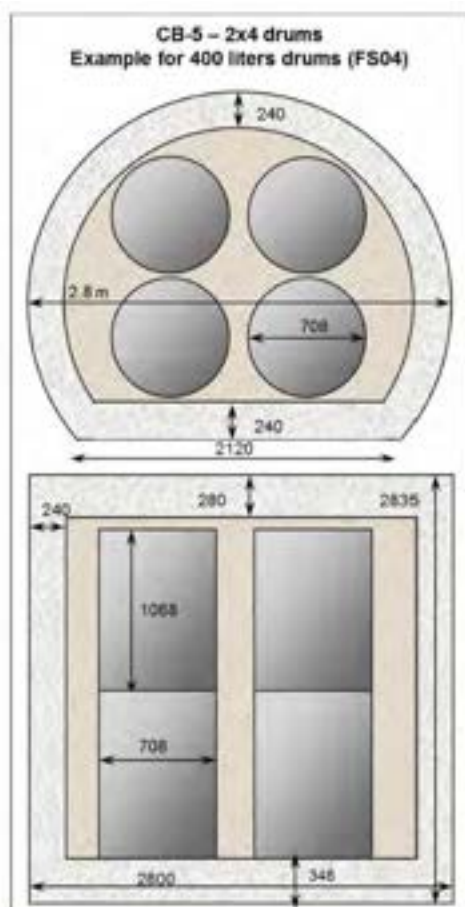
³ Sur le cylindre. La conversion en valeurs cubiques peut être effectuée comme suit : $f_{c, \text{cube}}' = 1.25 f_{c, \text{cycl}}'$

⁴ Valeur de la résistance à la traction pure. La conversion en résistance à la traction par flexion peut être effectuée comme suit : $f_t = 0.6 f_{t,fl}$

Annexe 6 Liste des abréviations

RGPRI	Règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants, arrêté royal du 20 juillet 2011 et modifications.
DAM	Dossier d'approbation « méthode »
DAR	Dossier d'approbation « caractérisation radiologique »
HIC	High integrity container

Annexe 7 Concept CB-5 (source : NIROND-TR 2017-10 E V3 (décembre 2019))



Types of caissons	CB-5
Outer length (mm)	2 835
Outer diameter (mm)	2 800
Base width (mm)	2 120
Height (mm)	2 310
Radial thickness (mm)	240
Axial thickness bottom (mm)	348
Axial thickness top (mm)	280
Mortar thickness top (mm)	71
Total volume (m ³)	15.43
Mass of caisson (kg)	18 047
Maximum mass of the monolith B (kg) ⁵	41, 202

⁵ Calculated for the heaviest type of PWPs for each type of monolith B.

Critères de transfert contractuels – « RPVINT-KCD-MLW et RPVINT-CNT-MLW »

Version 21 juin 2023

Résumé

Cette note contient les critères de transfert contractuels pour les déchets radioactifs des familles RPVINT-KCD-MLW et RPVINT-CNT-MLW. Ces déchets proviennent du démantèlement des composants internes des cuves des réacteurs, effectué dans le cadre de l'autorisation de démantèlement des différents réacteurs belges.

[Ce document contient des critères de transfert contractuels pour les déchets non immobilisés. La décision de fixer des critères de transfert contractuels pour les déchets sous une forme non immobilisée a été prise conjointement par l'État belge et ENGIE Electrabel.

Ce document part du principe que Belgoprocess, en tant que contractant d'ENGIE Electrabel, agit comme fournisseur de l'emballage primaire, et est chargé du transfert des paniers de l'emballage de transport à l'emballage primaire.]

1 DISPOSITIONS INTRODUCTIVES

1.1 Description des déchets radioactifs

1.1.1 Description générale

Ce document porte sur les déchets radioactifs d'Electrabel qui proviennent du démantèlement des composants internes des cuves des réacteurs, effectué dans le cadre de l'autorisation de démantèlement des différents réacteurs belges. Les déchets concernés ont pour destination finale de référence le stockage géologique.

Les composants internes des cuves de réacteur comprennent :

- les composants internes inférieurs :
 - *core barrels*
 - *lower core support plate , plenum and support columns*
 - *baffles*
 - *thermal shield*
 - *diffuser plate*
 - *secondary core support*
- les composants internes supérieurs :
 - *upper core support plate*
 - *upper support plate assembly*
 - *support columns en lower guide tubes*
 - *upper guide tubes and their support plate, clamping ring*
 - *centering of the upper internals*
- la structure de support pour l'instrumentation in-core
 - la structure supérieure pour les thermocouples insérés en haut de la cuve du réacteur
 - la structure inférieure pour les fluxmètres neutroniques insérés en bas de la cuve du réacteur.

Les déchets métalliques secondaires issus de la découpe des internes des réacteurs susmentionnés entrent également dans le champ d'application des présents critères de transfert contractuels.

La filière de gestion de référence des déchets radioactifs couverts par le présent document est décrite à l'annexe 2.

1.2 Instructions pour l'utilisateur de ce document

1.2.1 Codification des critères de transfert contractuels

Les critères de transfert contractuels figurent dans les Chapitres 2 à 7 inclus.

Un **critère de transfert contractuel** est reconnaissable à un code alphabétique placé entre parenthèses dans la marge gauche de la page. Ce code est précédé d'un numéro qui permet d'identifier le critère de transfert contractuel concerné.

Les **codes alphabétiques** ont la signification suivante :

- la lettre O indique un critère opérationnel. Un tel critère concerne la sûreté de la gestion des déchets radioactifs pendant l'exploitation d'une installation dans la filière de gestion de référence. Dans le présent document, il s'agit en premier lieu du bâtiment d'entreposage 136, zone D.
- la lettre L indique un critère à long terme. Un tel critère concerne la sûreté passive après la fermeture de la destination finale de référence des déchets radioactifs.

Le **symbole**  dans la marge gauche de la page éclaire le contexte de certains critères de transfert contractuels. Ces informations ont été ajoutées afin de promouvoir l'interprétation correcte des critères de transfert contractuels, mais ne constituent pas en soi un critère de transfert contractuel.

1.2.2 Explications et justifications des critères de transfert contractuels

Les justifications et les explications des critères de transfert contractuels figurent dans l'annexe 1 du présent document. Leurs numéros sont identiques à ceux des critères de transfert contractuels.

Une justification explique la raison d'être du critère de transfert contractuel. Une déclaration explique comment une valeur limite numérique a été obtenue ou clarifie la description concluante utilisée pour le critère. L'objectif final des justifications et des explications est de promouvoir l'interprétation correcte des critères de transfert contractuels. Les justifications et les déclarations sont informatives et ne font pas partie des critères.

1.2.3 Documents de référence

La liste des documents de référence figure dans le Chapitre 8 de cette note. Cette liste identifie les notes techniques en tant que telles, ainsi que les arrêtés royaux, les lois (législation fédérale belge) et les règlements (législation européenne).

Parmi tous les documents de référence énumérés dans le chapitre 8, la version en vigueur, ou autorisée, à la date de signature des documents de transaction doit être utilisée. Ceci s'applique également à la législation mentionnée dans cette liste.

Pour toutes les notes techniques, la version en vigueur est indiquée dans la liste récapitulative des documents approuvés (LDA) [1]. Pour toutes les normes énumérées, la dernière version est limitée à la date de signature des documents de transaction.

La version des autres documents de référence visés dans le chapitre 8 doit être utilisée.

Lorsque ces documents de référence font référence aux critères d'acceptation, il faut lire « critères de transfert contractuels ».

1.2.4 Terminologie

La terminologie utilisée dans les documents relatifs aux critères de transfert contractuels est expliquée dans la note technique « GLOSS » [2]. Un aperçu des abréviations utilisées dans le présent document est donné dans l'annexe 5.

En particulier dans ce document

- l'expression « déchets radioactifs » désigne le lot de déchets radioactifs qui est contrôlé au regard des critères de transfert contractuels ci-dessous.
- les termes « colis primaire » et « colis de déchets radioactifs » signifient la même chose, à savoir le produit final obtenu après le conditionnement des déchets radioactifs. Il s'agit des emballages primaires, y compris le panier présent, et des déchets radioactifs. Par conditionnement, il faut entendre ici l'ensemble des opérations nécessaires à la mise en place des déchets dans leur emballage. Comme décrit dans la filière de gestion de référence, les déchets dans l'emballage primaire ne sont pas immobilisés.
- la « forme du déchet » désigne le colis primaire sans son emballage primaire.

2 APPROBATIONS

201 (L,O) Les déchets radioactifs doivent être produits et caractérisés par un équipement approuvé par l'ONDRAF. Concrètement, cela signifie que :

- Les déchets doivent avoir été produits pendant la période de validité du dossier d'approbation pour transfert « méthode » (DAM) tel qu'approuvé.
- Les déchets doivent avoir été caractérisés radiologiquement pendant la période de validité du dossier d'approbation pour transfert « caractérisation radiologique » (DAR) qui a été approuvé et, le cas échéant, avec l'installation de mesure mentionnée dans le DAR et pour laquelle un dossier d'approbation pour transfert est approuvé et valable.
- Les dossiers d'approbation pour transfert « méthode » (DAM) et « caractérisation radiologique » (DAR) doivent documenter la manière dont les incertitudes sont prises en compte. Les valeurs limites numériques dans les critères de transfert contractuels sont exprimées par le nombre de chiffres significatifs correspondant à la précision requise de la grandeur à mesurer.

202 (L,O) Les **données radiologiques quantitatives** doivent avoir été mesurées selon une méthode approuvée par l'ONDRAF. À cette fin, le producteur doit établir un dossier d'approbation pour le transfert, conformément aux prescriptions de la note technique NTC-6/A [3], NTC-6/B [4] ou NTC-6/C [5]. Le dossier d'approbation doit mentionner les normes appliquées.

 Si le débit de dose est mesuré sous l'eau, la méthode de conversion du débit de dose sous l'eau en débit de dose dans l'air doit également faire partie de ce dossier d'approbation.

203 (L,O) L'**emballage primaire**, utilisé par le producteur pour conditionner les déchets bruts et/ou traités, doit être approuvé par l'ONDRAF. À cette fin, le producteur doit établir un dossier d'approbation pour transfert conformément aux prescriptions de la note technique NTC-9 [6].

En outre, le producteur doit inclure les éléments suivants dans le dossier d'approbation pour transfert « Emballage primaire » :

- la description de la méthode et de la procédure utilisées pour retirer les déchets radioactifs du colis primaire ;
- la manière dont le producteur s'assure que toute installation mobile éventuellement utilisée est disponible au moment où les déchets radioactifs sont retirés de leur emballage primaire.

 Dans la suite du présent document, le « dossier d'approbation pour transfert » sera dénommé tout simplement « dossier d'approbation ».

3 DOCUMENTATION RELATIVE AUX DECHETS RADIOACTIFS

 Ce chapitre énumère les données relatives aux colis primaires, aux paniers et à leur contenu. Elles doivent être documentées afin de pouvoir transférer les déchets radioactifs au moyen d'un formulaire convenu avec l'ONDRAF (dénommé « formulaire » dans la suite du document).

3.1 Formulaire

301 (O) Il convient de remplir un **formulaire** distinct :

- par type d'emballage utilisé comme emballage de transport

- par véhicule de transport utilisé (c'est-à-dire le véhicule, y compris les remorques, avec lequel les déchets radioactifs seront transportés depuis le site du producteur)
- par période de validité du DAM
- par période de validité du DAR
- par période de validité du dossier d'approbation « Emballage primaire »
- si les déchets radioactifs contiennent des matières nucléaires
- si les déchets radioactifs sont des substances ou des mélanges dangereux

302 (L,O) Les **données générales** suivantes sur le lot doivent être indiquées sur la première page du formulaire :

- coordonnées du producteur
- lieu de production/unité de réacteur des déchets (lieu interne chez le producteur)
- description des déchets
- codes d'emballage (selon la NTC-3) des éléments utilisés, tels que :
 - panier et emballage primaire fourni
 - fermeture
 - emballage de transport
- référence des critères de transfert contractuels concernés (numéro de note et révision)
- référence des lettres d'approbation (DAM, DAR, installation de mesure, emballage primaire)
- données quantitatives :
 - nombre de colis primaires
 - volume (nombre de colis primaires multiplié par le volume nominal d'un colis primaire)
 - masse brute et masse nette (respectivement, la somme des masses brutes et la somme des masses nettes de chaque colis primaire)
- teneur totale en activité (alpha, bêta/gamma) et débit de dose le plus élevé mesuré sur l'emballage de transport
- déclaration (oui/non) :
 - les déchets radioactifs contiennent des matières nucléaires (dans l'affirmative, ajouter la référence au bon de transfert et une copie du bon de transfert, le bon de transfert original doit accompagner le colis de déchets radioactifs)
 - les déchets radioactifs contiennent des substances ou mélanges dangereux (voir critère 403)
 - les déchets radioactifs sont (potentiellement) contaminés par des agents pathogènes biologiques (voir critère 701 et suivants)
- données requises pour le transport (au minimum lieu d'enlèvement, numéro ONU, activité en fonction de la valeur A2 et référence de l'agrément du transporteur si le producteur organise lui-même le transport)
- référence au rapport de contrôle physique et ajout d'une copie de ce rapport au formulaire (le cas échéant)

303(L,O) Les **données physiques et chimiques** suivantes doivent être fournies pour chaque colis primaire dans les annexes au formulaire :

- code d'identification du panier et du colis primaire
- référence du lot de production et type (selon la NTC-3 [7]) d'emballage primaire et de panier utilisé
- date de production des déchets radioactifs (date de fermeture de l'emballage de transport), qui sert de référence pour la période de validité du DAM approuvé

- masse brute et nette du colis primaire (en kg)
- description et composition des déchets par fraction de déchets et par type de déchets
- si les déchets radioactifs contiennent des substances ou des mélanges dangereux (c'est-à-dire qu'une phrase H ou EUH y est applicable, sur la base de la masse nette du colis primaire et compte tenu des critères et valeurs limites applicables aux substances dangereuses énoncés dans le règlement CLP [8] et dans les directives techniques pour la classification des déchets [9]), pour chaque substance dangereuse qui en est la cause :
 - nom de la substance dangereuse qui en est la cause
 - phrases H applicables (y compris les phrases EUH)
- déclaration (oui/non) :
 - les déchets radioactifs contiennent des substances biodégradables
 - les déchets radioactifs contiennent des agents complexants ou chélatants
- homologation/qualification de l'emballage de transport
- annexe avec photos de la composition du panier (prises lors du remplissage du panier)
- plan de remplissage des déchets dans le colis primaire
- puissance calorifique (en W) au niveau du panier individuel
- caractéristiques physiques et chimiques de chaque déchet présent dans le colis primaire :
 - types de matériaux (exemples : SS304, SS316, Inconel 600, Inconel 750,...) avec leur masse respective, leur forme physique (par exemple poudre, bavures ou éléments solides,...) et leur surface réactive (y compris les surfaces intérieures)
 - de chaque métal électropositif présent (liste exhaustive donnée à l'annexe 4) :
 - nom du métal
 - masse (estimation)
 - dimensions de chaque déchet et dessins techniques relatifs à ce déchet

304(L,O) Les **données radiologiques** suivantes doivent être fournies pour chaque panier dans les annexes du formulaire :

- activité par nucléide (en Bq) (voir critère 305)
- date de détermination de l'activité des nucléides
- activité alpha totale (en Bq)
- activité bêta/gamma totale (en Bq)
- débit de dose maximal au contact avec le panier, dans l'air (mSv/h) et date de la mesure (sous l'eau ou dans l'air - voir également la puce informative du critère 202).
- débit de dose maximal au contact du colis primaire (mSv/h) et date de la mesure
- débit de dose maximal au contact de l'emballage de transport (mSv/h) et date de la mesure
- masse totale d'U-235, de Pu-239 et de Pu-241
- confirmation (oui/non) :
 - pour le colis de transport :
 - La contamination surfacique transférable mesurée par des émetteurs bêta/gamma, sur la surface externe, est inférieure ou égale à 0,4 Bq/cm².
 - La contamination surfacique transférable mesurée par des émetteurs alpha, sur la surface externe, est inférieure ou égale à 0,04 Bq/cm².
 - pour le colis primaire :

- La contamination surfacique transférable mesurée par des émetteurs bêta/gamma, sur la surface externe, est inférieure ou égale à 4 Bq/cm².
- La contamination surfacique transférable mesurée par des émetteurs alpha, sur la surface externe, est inférieure ou égale à 0,4 Bq/cm².
 - La somme Ra-226 + Th-232 est inférieure ou égale à 1 000 Bq/kg.
- toutes les données nécessaires pour calculer la consommation des quotas (« volume credits ») alloués à Engie conformément à [Schedule 2]. La méthode de calcul du débit de dose à un mètre autour du monolithe dans différentes configurations (combinaisons du type de colis primaire ou de panier, du nombre de colis/paniers et du type et de la longueur du monolithe) doit faire partie du dossier d'approbation pour transfert « caractérisation radiologique » (DAR). La manière dont les résultats de ces calculs sont utilisés pour calculer la consommation des quotas est expliquée dans [Schedule 2].

305 (L,O) Les radionucléides présents dans le spectre radiologique des déchets radioactifs et mentionnés dans le Tableau 1 doivent figurer dans le dossier d'approbation « caractérisation radiologique » et leur activité doit être déclarée dans le formulaire.



À cet égard, la règle suivante s'applique :

- Pour les radionucléides qui sont en équilibre séculaire à court terme avec leur nucléide mère (Cs-137/Ba-137m, Sr-90/Y-90, Ru-106/Rh-106 et Ce-144/Pr-144) (T_{1/2} < 30 jours), seule l'activité du nucléide mère est donnée.
- Le thorium naturel est censé être en équilibre séculaire avec ses filles. Il suffit donc de spécifier uniquement le nucléide mère Th-232.



Tout ce qui est inférieur à 1 Bq peut être considéré comme nul et peut être déclaré comme nul dans l'annexe du formulaire. Cette valeur est imposée afin d'éviter des activités très faibles potentiellement fictives qui ne sont que le résultat de calculs.

Tableau 1: Liste standard des radionucléides à déclarer obligatoirement

H-3	Ni-63	Ag-108m	Cs-137	Ra-226	Np-237	Cm-242
C-14	Se-79	Ag-110m	Ce-144	Th-229	Pu-238	Cm-243
S-35	Kr-85	I-125	Pm-147	Th-230	Pu-239	Cm-244
Cl-36	Sr-90	I-129	Sm-151	Th-232	Pu-240	Cm-245
Ar-39	Mo-93	I-131	Eu-152	Pa-231	Pu-241	Cm-246
Ca-41	Zr-93	Sb-125	Eu-154	U-233	Pu-242	Cm-247
Mn-54	Nb-94	Sn-121m	Eu-155	U-234	Pu-244	Cm-248
Co-58	Tc-99	Sn-126	Ho-166m	U-235	Am-241	
Co-60	Ru-106	Cs-134	Hf-178n	U-236	Am-242m	
Ni-59	Pd-107	Cs-135		U-238	Am-243	

306(L,O) Si les déchets radioactifs sont (potentiellement) contaminés par des **agents pathogènes biologiques**, il faut le mentionner sur le formulaire. Dans les annexes au formulaire, le producteur doit spécifier, par colis primaire :

- les précautions nécessaires
- d'autres informations utiles (nom scientifique de l'agent pathogène, classe de risque, etc.).

4 CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES DÉCHETS

4.1 Les déchets radioactifs

- 401(L,O) Des **substances biodégradables**, y compris des substances cellulosiques, ne peuvent être présentes dans les déchets radioactifs.
- 402(L) Les **agents complexants ou chélatants** ne doivent pas être présents dans les déchets radioactifs.
- 403 (L,O) Les déchets radioactifs ne doivent pas contenir de **substances** ou de mélanges **dangereux** classés par le règlement CLP dans les dangers physiques et :
- soit, conformément à son annexe I, être désignés par une phrase H spécifique,
 - soit, conformément à son annexe II, être désignés par une phrase EUH spécifique relative aux propriétés physiques.
-  L'annexe 3 contient un aperçu des phrases de danger ou des mélanges exclus par ce critère, sur la base du règlement CLP en vigueur au moment de l'approbation de la présente note. Cette annexe est donc purement illustrative et a pour but d'aider l'utilisateur de ce document.
- 404(L,O) Les liquides **acides** absorbés dont le pH est inférieur à 2 ne doivent pas être présents dans les déchets radioactifs.
- 405 (L,O) Les liquides **basiques** absorbés dont le pH est supérieur à 11,5 ne doivent pas être présents dans les déchets radioactifs.
- 406 (O) Les liquides absorbés dont le **point d'éclair** est inférieur à 60°C ne doivent pas être présents dans les déchets radioactifs.
- 407 (O) Les déchets radioactifs ne doivent pas être **chimiquement ou physiquement incompatibles** avec la substance dont est constitué l'emballage du colis primaire. Cela signifie que les déchets ne doivent pas affecter la capacité de confinement du panier.
- 408(L,O) L'**uranium métallique** ou le **plutonium métallique** ne doivent pas être présent dans les déchets radioactifs.
- 409(L,O) La **composition chimique** et les **propriétés** des déchets radioactifs, ainsi que les variations maximales associées, doivent être fixées dans le dossier d'approbation « Méthodes ».
- 410 (O) La **formation** éventuelle **de gaz** suite à la corrosion, à la radiolyse et/ou à la décomposition de substances organiques ne doit pas entraîner de déformation inacceptable de l'emballage primaire, y compris du panier. L'évolution de la formation de gaz sur 75 ans doit être calculée et documentée dans le dossier d'approbation « Emballage primaire ». S'il est décidé de ne pas utiliser un décharge de gaz, il doit être démontré que le colis primaire peut être ouvert en toute sécurité après sa période d'entreposage.
- Si une décharge de gaz est toutefois présente, elle doit être équipée d'un filtre HEPA. Le dossier d'approbation « Emballage primaire » doit décrire le type de filtre HEPA installé et démontrer sa capacité à résister à la formation de gaz prévue.
-  Les produits de radiolyse peuvent avoir un impact potentiel sur l'évacuation de gaz (par exemple, bouchage de la sortie de gaz) et, par conséquent, sur l'évolution de la formation de gaz.

- 411 (L,O) Aucun colis primaire ne doit contenir de liquides libres (liquides non absorbés ou non liés chimiquement).
- 412 (L,O) Aucun autre type de déchet que ceux figurant dans la liste ci-dessous ne peut être présent dans un colis primaire :
- les composants internes inférieurs :
- *core barrels*
 - *lower core support plate , plenum and support columns*
 - *baffles*
 - *thermal shield*
 - *diffuser plate*
 - *secondary core support*
 - les composants internes supérieurs :
 - *upper core support plate*
 - *upper support plate assembly*
 - *support columns en lower guide tubes*
 - *upper guide tubes and their support plate, clamping ring*
 - *centering of the upper internals*
 - la structure de support pour l'instrumentation in-core
 - la structure supérieure pour les thermocouples insérés au sommet de la cuve du réacteur
 - la structure inférieure pour les fluxmètres neutroniques insérés en bas de la cuve du réacteur.
 - les déchets métalliques secondaires provenant des opérations de découpe des internes du réacteur énumérés ci-dessus

5 CARACTÉRISTIQUES RADIOLOGIQUES DES DÉCHETS

5.1 Activité maximale et débit de dose

- 501 (L,O) Pour l'entreposage de ces colis dans la zone D du bâtiment 136 du site BP-1, l'activité totale des **émetteurs bêta/gamma** dans chaque colis primaire doit être inférieure ou égale à la limite définie au moment du transfert dans le rapport de sûreté de la zone D du bâtiment 136 approuvé par les autorités de sûreté.

Si, au moment du transfert sur le site de Belgoprocess, un nouveau bâtiment d'entreposage est disponible et autorisé pour l'entreposage des déchets radioactifs couverts par les présents critères de transfert contractuels, l'activité totale des émetteurs bêta/gamma dans chaque colis primaire doit être inférieure ou égale à 8000 TBq.

 Actuellement, cette limite pour la zone D du bâtiment 136 est de 400 TBq.

- 502 (L,O) Dans chaque colis primaire, l'activité totale des **émetteurs alpha** doit être inférieure ou égale à 10 TBq.
- 503 (L,O) Dans chaque colis primaire, l'inventaire radiologique total doit être limité de telle sorte que, le 01/01/2080, le débit de dose maximal d'un monolithe de type CB-5 (voir annexe 6) ne contenant que ce colis primaire conditionné soit limité à 25 µSv/h à 1 mètre.

En outre, le chargement du panier doit être effectué de manière à éviter les *hot spots* ayant un débit de dose beaucoup plus élevé que la moyenne autour du colis.

- 504(L,O) Dans chaque colis primaire, la somme des activités de **Ra-226** et **Th-232** par unité de masse doit être inférieure ou égale à 1000 Bq/kg. L'activité par unité de masse est calculée en fonction de la masse de la forme du déchet.

5.2 Criticité

505 (L,O) Dans chaque colis primaire, la quantité de matières fissiles doit être limitée selon la règle de sommation ci-dessous :

$$\sum \frac{M_i}{M_{i,max}} \leq 1$$

Où :

M_i = masse du nucléide « i » (Pu-241, Pu-239 ou U-235) en grammes

$M_{i,max}$ = masse maximale du nucléide « i », telle qu'indiquée dans le Tableau 2

Tableau 2 : Masse maximale de ^{235}U , ^{239}Pu et ^{241}Pu

Nucléide « i »	$M_{i,max}$ (g)
U-235	326 (700*)
Pu-239	219
Pu-241	112

* : si le taux d'enrichissement est $\leq 5\%$

Si l'uranium naturel ou appauvri est $\leq 0,72\%$, la quantité de matière fissile est illimitée.

6 EMBALLAGE ET COLIS PRIMAIRE

6.1 L'emballage primaire

- 601 (O) L'emballage primaire doit répondre aux exigences de transport de type IP-2 d'un colis primaire, telles que définies dans les normes de sûreté de l'AIEA [10]. En plus des rapports de preuve et des résultats du test de chute et du test d'empilement, le producteur doit également inclure le certificat IP-2 dans le dossier d'approbation « Emballage primaire ».
- 602 (L,O) Tous les matériaux (matériau de base, matériau additif pour soudure, couche de protection/galvanisation, revêtement, joint et blindage radiologique) à partir desquels est fabriqué le panier doivent être **physiquement et chimiquement compatibles** entre eux, ainsi qu'avec les matériaux de l'emballage primaire, avec les déchets radioactifs chargés dans le panier et avec l'équipement utilisé pour manipuler le panier dans le bâtiment d'entreposage prévu à cet effet.
- 603(L,O) Tous les matériaux (matériau de base, matériau additif pour soudure, couche de protection/galvanisation, revêtement, joint et blindage radiologique) à partir desquels l'emballage primaire (c'est-à-dire sans le panier) est fabriqué doivent être **physiquement et chimiquement compatibles** entre eux, ainsi qu'avec les matériaux du panier et l'équipement utilisé pour la manutention de l'emballage primaire dans le bâtiment d'entreposage prévu à cet effet.
- 604(O) Le producteur doit décrire dans le dossier d'approbation les méthodes de **séchage** et démontrer que l'humidité résiduelle (avec les tolérances y afférentes) n'affectera pas négativement l'intégrité de l'emballage primaire pendant l'entreposage des déchets radioactifs en question, ni la possibilité d'extraire les déchets de l'emballage.
- 605 (O) L'emballage primaire et le panier doivent conserver leur **intégrité, leur résistance mécanique, leur forme et leurs dimensions**
- sous l'influence des contraintes mécaniques dynamiques provoquées par les manipulations prévues (y compris l'extraction des déchets et les inspections périodiques) auxquelles le panier et le colis primaire seront soumis pendant la phase

d'entreposage provisoire, plus précisément pendant une période minimale de 75 ans.

- lorsque le colis primaire sera soumis à une charge mécanique statique générée par l'empilage « un sur un », avec un maximum de deux colis.

- 606 (O) Tous les matériaux constituant l'emballage primaire et le panier doivent être tels qu'ils conservent leur intégrité et leur résistance mécanique sous l'influence de l'**irradiation** interne provenant des déchets radioactifs et de l'irradiation externe provenant de l'environnement pendant l'entreposage.
- 607 (O) L'emballage primaire et le panier doivent avoir une résistance suffisante à la **corrosion**, tant externe (due aux influences de l'environnement) qu'interne (due aux déchets radioactifs), pour pouvoir être manipulés en toute sécurité après une période d'entreposage minimale de 75 ans, en utilisant des équipements classiques pour la manipulation des colis de déchets ou des paniers. Cette résistance doit être démontrée dans le dossier d'approbation « Emballage primaire ».
- 608 (O) L'emballage primaire et le panier doivent avoir une résistance suffisante aux **effets de dégradation** dus aux changements de température (causés principalement par le dégagement de chaleur) pour pouvoir être manipulés en toute sécurité après une période d'entreposage minimale de 75 ans en utilisant des équipements classiques pour la manipulation des colis de déchets ou des paniers. Cette résistance doit être démontrée dans le dossier d'approbation « Emballage primaire » à travers une étude calculant la charge thermique d'un colis moyen et d'un colis dans les conditions les plus pénalisantes.
- 609 (L,O) L'emballage primaire doit être **étanche au gaz**. Si l'emballage primaire est néanmoins équipé d'une décharge de gaz, cela doit être justifié dans le dossier d'approbation « Emballage primaire » et le filtre monté sur l'évacuation de gaz doit pouvoir être scellé de manière étanche après la phase d'entreposage. En outre, le gaz libéré par l'évacuation de gaz ne doit pas s'accumuler entre les emballages primaires lorsqu'ils sont empilés l'un sur l'autre.
- 610 (O) L'emballage primaire doit conserver son intégrité après une **chute** d'une certaine hauteur sur une surface représentative, en tenant compte de la masse maximale du colis primaire. La hauteur de chute et la surface représentative sont définies dans le rapport de sûreté (et/ou de ses documents connexes) approuvé par les autorités de sûreté au moment du transfert vers le bâtiment d'entreposage.
- Après cette chute :
- l'emballage primaire doit encore pouvoir être manipulé,
 - le contenu du TSC doit pouvoir être transféré dans un nouvel emballage primaire où les activités exemptées doivent être inférieures aux limites définies au moment du transfert dans le rapport de sûreté du bâtiment d'entreposage choisi, approuvé par les autorités de sûreté.
-  Actuellement, cette hauteur de chute pour la zone D du bâtiment 136 est de 5,5 mètres.
- 611 (L,O) Le producteur doit développer un **programme de tests à froid** relatif aux opérations et manipulations dans les piscines et au déchargement d'un colis de transport dans le bâtiment 136 sur le site de Belgoprocess. Le producteur doit exécuter ce programme avant de démarrer le premier transport d'un colis de transport vers Belgoprocess. La description de ce programme d'essai et toute la documentation y afférente doivent figurer dans le dossier d'approbation pour transfert « Méthode ».
- 612 (O) Les mailles du panier doivent être suffisamment petites pour que, hormis les particules de poussière, aucun déchet radioactif ne puisse passer au travers. Les retombées de poussières sont autorisées à condition qu'elles ne compromettent pas l'intégrité de l'emballage primaire pendant la phase d'entreposage.
-  Les ébarbures bavures qui se détachent sont également considérées comme de la poussière.

- 613 (O) L'emballage primaire et le panier doivent être conçus et les déchets doivent être placés dans le panier de manière à ce que, lors du conditionnement avec une matrice d'immobilisation telle qu'actuellement utilisée ou dont l'utilisation est prévue pour le conditionnement hétérogène des déchets radioactifs (telle que le mortier CILVA, DCM ou IPM), l'ensemble des déchets soit complètement entouré par la matrice d'immobilisation et que les espaces vides entre les déchets soient remplis de manière à ce que chaque déchet soit immobilisé par la matrice d'immobilisation.

 Dans le cadre de ce critère, un ensemble de plaques empilées les unes sur les autres est considéré comme un seul déchet.

6.2 Le colis primaire

- 614 (O) Aucun colis primaire ne peut avoir une **masse brute** supérieure à 9×10^3 kg.
- 615 (O) Lorsqu'il est entreposé dans la zone D du bâtiment 136, aucun colis primaire ne peut avoir de dimensions extérieures supérieures à (en supposant un emballage de référence qui peut être soit cylindrique, soit cubique) :
- Hauteur : 1m90
 - Largeur : 1m70
 - Longueur : 1m75

Si, au moment du transfert sur le site de Belgoprocess, un nouveau bâtiment d'entreposage est disponible et autorisé pour l'entreposage de déchets radioactifs couverts par les présents critères de transfert contractuels, les dimensions extérieures du colis primaire ne peuvent pas dépasser les dimensions maximales qui découlent du rapport de sûreté (et/ou de ses documents connexes) approuvé par les autorités de sûreté pour ce bâtiment.

- 616 (O) La possibilité de récupérer les déchets radioactifs du colis primaire en vue d'un traitement/conditionnement ultérieur doit être garantie pendant une période minimale de 75 ans, en utilisant des équipements conventionnels pour la manipulation des colis primaires et du panier. Le producteur doit le démontrer dans le dossier d'approbation pour transfert « Emballage primaire ».
- 617 (O) Le colis primaire, lors d'un empilement « un sur un », ne peut basculer et doit conserver son intégrité en cas de tremblement de terre situé dans le spectre de référence du bâtiment d'entreposage ou en cas d'impact de référence d'un avion sur ce bâtiment. La récupérabilité de chaque colis primaire doit rester garantie dans chacun de ces cas.

6.3 Sûreté opérationnelle radiologique (colis)

- 618 (O) Pour l'entreposage de ces colis dans la zone D du bâtiment 136 sur le site BP-1, pour tout colis primaire, le débit de dose maximal mesuré au contact et le débit de dose maximal mesuré à 1 mètre de distance du colis primaire ne doivent pas dépasser leurs limites respectives telles que définies au moment du transfert dans le rapport de sûreté de la zone D du bâtiment 136 approuvé par les autorités de sûreté.

Si, au moment du transfert sur le site de Belgoprocess, un nouveau bâtiment d'entreposage est disponible et autorisé pour l'entreposage des déchets radioactifs couverts par les présents critères de transfert contractuels, le débit de dose maximal mesuré au contact doit être inférieur ou égal à 2000 Gy/h.

 Actuellement, ces limites pour la zone D du bâtiment 136 sont de :

- 100 Gy/heure en (pseudo)contact avec le colis primaire ;
- 10 Gy/heure à 1 mètre du colis primaire.

- 619 (O) Aucun colis primaire ne doit avoir une contamination surfacique **transférable** supérieure à :
- 0,4 Bq/cm² pour le total des émetteurs alpha.
 - 4 Bq/cm² pour le total des émetteurs bêta/gamma

6.4 Inscriptions et pictogrammes

- 620 (L,O) Chaque panier et colis primaire doit porter un **code d'identification unique** qui relie sans ambiguïté les déchets radioactifs à leur documentation.
- 621 (L,O) Le **code d'identification apposé** doit remplir toutes les conditions suivantes :
- Le code doit se composer d'une combinaison successive d'une lettre (L), d'un nombre à deux chiffres (C), d'un trait d'union et d'un nombre à quatre chiffres (C) (voir Figure 1). Les règles suivantes s'appliquent :
 - La lettre correspond au producteur (voir NTC-3 [7]).
 - Le nombre à deux chiffres avant le trait d'union correspond aux deux derniers chiffres de l'année de fabrication de l'emballage d'entreposage.
 - Le nombre à quatre chiffres après le trait d'union est le numéro séquentiel attribué au colis.
 - Le code doit se composer de lettres et de chiffres d'une taille de 75 mm ou plus.
 - Le code doit être apposé avant que l'emballage d'entreposage soit rempli de déchets.
 - Le code doit être apposé sur la face latérale de la paroi épaisse et sur le couvercle ou le fond de l'emballage d'entreposage.
 - Le code doit rester lisible pendant au moins 75 ans (période d'entreposage).

L	C	C	-	C	C	C	C
---	---	---	---	---	---	---	---

Figure 1 Code d'identification théorique d'un colis de déchets radioactifs

- 622 (O) Chaque colis primaire doit porter un **sigle d'avertissement indiquant la présence de rayonnements ionisants**, correspondant au symbole repris dans la Figure 2. Le sigle d'avertissement apposé doit remplir toutes les conditions suivantes :
- Le sigle doit avoir une hauteur de 200 mm ou plus et doit respecter les proportions indiquées dans la Figure 2.
 - Le sigle doit être clairement visible et facilement reconnaissable.
 - Le sigle doit être apposé sur la face latérale de l'emballage d'entreposage, à un endroit situé en dessous du code d'identification.

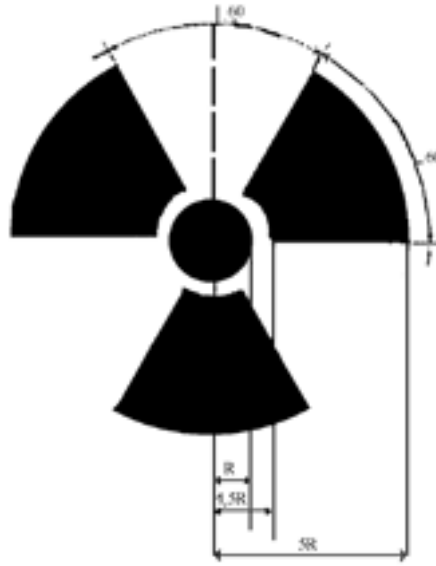


Figure 2 : Symbole dans le sigle d'avertissement de la présence de rayonnements ionisants sur un colis **de déchets radioactifs**

7 AGENTS PATHOGÈNES BIOLOGIQUES

701 (L,O) Les déchets radioactifs ne doivent pas être contaminés ou potentiellement contaminés par des **agents pathogènes biologiques**.

Par agents pathogènes biologiques, on entend :

- des matières infectieuses (telles que définies pour la classe 6.2 de l'ADR)
- des biotoxines (telles que définies pour la classe 6.1 de l'ADR – code T1, T2)
- des déchets médicaux (tels que définis pour la classe 6.2 de l'ADR – UN 3291)
- des organismes génétiquement modifiés (tels que définis pour la classe 9 de l'ADR – code M8).

702 (L,O) Les déchets radioactifs **biologiquement inactivés** doivent être considérés comme potentiellement contaminés par des agents pathogènes biologiques.

8 RÉFÉRENCES

- [1] Note ONDRAF 98-1446, « Overzichtslijst van goedgekeurde documenten met betrekking tot de acceptatiecriteria voor radioactief afval / Liste récapitulative des documents approuvés relatifs aux critères d'acceptation de déchets radioactifs » ;
- [2] Note ONDRAF 2012-0982, note technique : « GLOS : Glossaire relatif aux critères d'acceptation de l'ONDRAF » ;
- [3] Note ONDRAF 97-4696N : « Note technique NTC-6/A : Contenu type d'un dossier technique pour les méthodes basées sur l'analyse de colis primaires par spectrométrie gamma », auteur : A. De Goeyse;
- [4] Note ONDRAF 97-4700N : « Note technique NTC-6/B : Contenu type d'un dossier technique pour les méthodes basées sur l'analyse de colis primaires à l'aide de mesures neutroniques », auteur : A. De Goeyse;
- [5] Note ONDRAF 2020-2682 : « Note technique NTC-6/C : Contenu type d'un dossier d'agrément pour les méthodes basées sur l'analyse de colis primaires à l'aide de mesures de débit de dose. », auteur : J. Becker ;
- [6] Note ONDRAF 2000-1049 : « Note technique NTC-9 : Contenu type des dossiers d'agrément des emballages primaires pour les déchets conditionnés. », auteur : M. Voet ;
- [7] Note ONDRAF 2016-1866, note technique : « Note technique NTC-3 », auteur : T. Vanthourout ;
- [8] « Règlement CLP », à savoir le Règlement (CE) no 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 (et modifications ultérieures) relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) no 1907/2006.
- [9] « Directives techniques pour la classification des déchets », Communication (CE) no 2018/C124/01 de la Commission européenne du 9 avril 2018.
- [10] IAEA Safety Standard – Specific Safety Requirements no. SSR-6 (Rev. 1): « *Regulations for the safe transport of radioactive material (edition 2018)* », Vienne: Agence internationale de l'énergie atomique, édition 2018 ou version plus récente, ISBN 978-92-0-107917-6
- [11] Note ONDRAF 2010-1163, note technique, « TNT-2 : Codification des DNC » ;
- [12] « RGPRI », soit l'arrêté royal du 20 juillet 2001 portant règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants ;
- [13] « ADR » en vigueur au 1er janvier 2019 (et ses modifications ultérieures), à savoir la Convention européenne relative au transport international des marchandises dangereuses par la route, publiée au Moniteur belge le 27 décembre 2018.

Annexe 1 Motivations des critères de transfert contractuels

- 201 Les approbations des équipements constituent un élément essentiel pour assurer la conformité des déchets radioactifs aux critères de transfert contractuels. Ces approbations sont aux critères de transfert contractuels ce que les agréments réglementés par l'arrêté royal du 18 novembre 2002 sont aux critères d'acceptation. En effet, l'approbation implique :
- que la méthode, le procédé, l'équipement ou l'installation qu'un producteur utilise permet de produire ou de caractériser des déchets radioactifs qui répondent aux critères de transfert contractuels en vigueur ;
 - qu'il s'agit d'un équipement pour lequel la priorité est donnée à l'application de technologies d'emballage et d'entreposage provisoire de colis primaires dont la faisabilité est suffisamment éprouvée et dans le cadre desquelles le principe d'optimisation de la protection radiologique (ALARA) est appliqué
- L'approbation signifie :
- que les déchets radioactifs sont caractérisés physiquement et chimiquement selon une méthode approuvée ;
 - que les déchets radioactifs sont caractérisés radiologiquement selon une méthode et/ou avec une installation de mesure approuvées ;
 - que les déchets radioactifs sont emballés dans un emballage primaire approuvé.
- 202 L'ONDRAF a consigné dans ces notes techniques les méthodes de mesure qu'il juge indispensables pour obtenir des données radiologiques qualitatives correctes sur les déchets radioactifs. Pour l'approbation des méthodes et des installations de mesure pour la caractérisation radiologique des déchets radioactifs, l'ONDRAF utilise ces notes techniques comme s'il s'agissait de normes.
- Pour les déchets qui relèvent du domaine d'application de ces critères de transfert contractuels, il est prévu que le producteur effectue les mesures sous l'eau. Dans ce cas, le débit de dose mesuré dans l'eau doit être converti en débit de dose dans l'air, car c'est la caractéristique pertinente pour la suite de la gestion. La méthodologie de cette conversion doit faire partie du dossier d'approbation et donc être approuvée par l'ONDRAF. Voir également le critère 304 concernant le débit de dose sur le panier.
- 203 Idem déclaration et justification 201. Étant donné que, selon la filière de gestion de référence, les déchets radioactifs seront extraits de l'emballage primaire pour le conditionnement final, le producteur doit également en faire état dans son dossier d'approbation.
- 301 L'établissement d'un formulaire séparé concerne le flux logistique séparé ou des mesures distinctes (que ce soit ou non pour des raisons de sûreté opérationnelle).
- 302 Le formulaire est structuré en deux parties principales : (1) la page de garde contenant les informations applicables à tous les colis et (2) l'annexe contenant les informations spécifiques à chaque colis. Ce critère de transfert contractuel énumère les informations que le producteur doit fournir sur la page de garde.
- 303 Les données applicables à chaque colis primaire sont structurées en deux parties principales : a) les données physiques et chimiques ; b) les données radiologiques. Ce critère de transfert contractuel énumère les données physiques et chimiques que le producteur doit fournir dans les annexes du formulaire.
- Parmi les exemples de description des déchets : *lower core support plate*, *baffles* et *upper guide tubes*. Les caractéristiques physiques et chimiques de chaque déchet étant connues, il s'agit ensuite de préciser les matériaux spécifiques, les dimensions et les dessins techniques pertinents se rapportant au déchet.
- En ce qui concerne les « substances dangereuses » ou les « mélanges dangereux » :
- Le « danger » d'une substance ou d'un mélange dans les déchets d'un colis primaire ne concerne pas seulement la présence d'une certaine substance « dangereuse », mais aussi la concentration dans laquelle cette substance est présente dans les déchets. Vous trouverez ci-dessous un exemple de calcul de l'évaluation de la « dangerosité » d'une substance ou d'un mélange, ainsi que les données qui doivent figurer sur l'annexe au formulaire.

Supposons un colis primaire avec une forme de déchet de 100 kg, dont 5 kg d'amiante :

- La concentration d'amiante dans la forme de déchet est donc de 5 %.
- Selon le règlement CLP, l'amiante est une substance dangereuse désignée par la phrase H350 (cancérogène, catégorie IA/B).
- Conformément au § 3.6.3 de l'annexe I du règlement CLP, ce danger s'applique si la concentration d'amiante est supérieure à 0,1 %.
→ Par conséquent, la phrase H350 est d'application.
- Selon le règlement CLP, l'amiante est également une substance dangereuse désignée par la phrase H372 (nocive pour certains organes, catégorie 2).
- Conformément au § 3.9.3 de l'annexe I du règlement CLP, ce danger s'applique si la concentration d'amiante est supérieure à 10 %.
→ Par conséquent, la phrase H372 est d'application.
- Les informations à fournir dans l'annexe du formulaire C sont les suivantes : La forme du déchet contient la substance dangereuse « amiante » et la phrase H suivante est d'application : H350.

En ce qui concerne les « caractéristiques physiques et chimiques de chaque déchet présent dans le colis primaire » :

Il est important de connaître le type de matériau et la surface réactive pour estimer l'émission de gaz dans le stockage géologique. En effet, la corrosion anaérobie du métal dans un environnement de stockage peut donner lieu à une problématique de gaz.

Les métaux électropositifs peuvent produire de l'hydrogène pendant la cimentation ultérieure. L'hydrogène dans l'air peut former un mélange explosif et également nuire à la qualité de la matrice de conditionnement ultérieure. Il est donc important d'identifier ces métaux électropositifs et d'estimer leur masse.

- 304 Les données applicables à chaque unité d'enlèvement sont structurées en deux parties principales : a) les données physiques et chimiques ; b) les données radiologiques. Ce critère de transfert contractuel énumère les données radiologiques fournies par le producteur dans les annexes au formulaire.
- 305 La note contenant la déclaration relative à l'origine de la liste des 62 radionucléides importants pour la gestion des déchets de catégorie B figure dans la note portant la référence ONDRAF 2018-2496. En outre, la déclaration de 4 nucléides de courte durée de vie (S-35, Co-58, I-125 et I-131) est requise pour la sûreté opérationnelle de Belgoprocess. L'activité des radionucléides est demandée en raison de l'importance de ces nucléides pour la sûreté opérationnelle, la sûreté à long terme dans la destination finale de référence, ou les deux. Tout ce qui est inférieur à 1 Bq peut être considéré comme nul et déclaré comme tel sur l'annexe au formulaire. Cette valeur seuil est imposée afin d'éviter que soient indiquées des activités très faibles potentiellement fictives qui ne sont que le résultat de calculs. De plus, ces activités sont trop faibles pour être pertinentes.
- 306 Lorsque le producteur déclare que les déchets radioactifs sont contaminés ou peuvent être contaminés par des agents pathogènes biologiques, il peut fournir des informations supplémentaires en plus des précautions nécessaires. Cela permet à l'exploitant de prendre les mesures appropriées.
- 401 Ce critère repose sur une décision de l'ONDRAF, qui entend ainsi maintenir la gestion courante des « substances putrescibles » dans les déchets. Par « substances putrescibles », il est entendu des substances organiques formant un substrat approprié (= milieu de culture pour les micro-organismes) pour un processus de biodégradation et/ou pouvant se dégrader facilement par hydrolyse basique. Les substances putrescibles sont donc des substances et des graisses biodégradables. En effet, les substances biodégradables sont des substances qui peuvent former un substrat approprié pour un processus de biodégradation. Les graisses sont des substances qui se désintègrent par hydrolyse basique en un savon (= sel d'un acide gras) et en glycérol.

Les réactions susmentionnées donnent lieu à des produits susceptibles de perturber les fonctions de sûreté opérationnelle et à long terme (par exemple, par la corrosion de l'emballage métallique ou la dégradation de la matrice de ciment ultérieure), selon leur quantité présente dans les déchets. Le

critère fait abstraction du fait que, dans la pratique, les graisses sont soit biodégradables, soit présentes en quantités négligeables dans les déchets.

En raison de la nature des déchets radioactifs (métaux uniquement), aucune limite n'est imposée à la présence de substances biodégradables, mais celles-ci sont exclues. Ce critère peut être démontré sur la base de la traçabilité et des informations relatives aux matériaux utilisés figurant dans le dossier de construction des composants.

402 Les agents complexants et les chélatants sont des liaisons par attraction électrostatique entre un ion métallique central et les ligands organiques environnants. L'agent complexant ou chélatant peut avoir des propriétés de migration significativement différentes de celles de l'ion métallique individuel. De cette façon, les agents complexants ou chélatants peuvent avoir un effet perturbateur sur la rétention chimique des barrières à base de ciment. En raison de la nature des déchets radioactifs, la présence d'agents complexants et chélatants dans les déchets est exclue. Des exemples d'agents complexants ou chélatants sont l'EDTA, le DPTA, l'acide citrique, l'acide tartrique, l'acide oxalique, l'acide picolinique et le phosphate de tributyle. Dans la pratique, des agents complexants ou chélatants peuvent généralement être présents dans les déchets radioactifs résultant de l'utilisation d'agents de décontamination et de nettoyage dans les hôpitaux, les instituts de recherche, les entreprises chimiques et lors du démantèlement d'installations nucléaires.

En raison de la nature des déchets radioactifs (métaux uniquement), aucune limite n'est imposée à la présence d'agents complexants ou chélatants, mais ceux-ci sont exclus. Ce critère peut être démontré sur la base de la traçabilité et des informations relatives aux matériaux utilisés figurant dans le dossier de construction des composants.

403 C'est l'ONDRAF qui a décidé que les substances ou mélanges classés « dangers physiques » sont exclus des déchets radioactifs. En outre, l'ONDRAF demande d'ajouter les phrases EUH applicables, car elles fournissent des informations supplémentaires sur les dangers spécifiques des substances classées comme physiquement dangereuses. La concentration joue également un rôle dans l'évaluation du caractère dangereux de certaines substances. L'évaluation du caractère dangereux ou non est donc effectuée par colis primaire.

Ce critère peut être démontré sur la base de la traçabilité et des informations relatives aux matériaux utilisés figurant dans le dossier de construction des composants.

404 Ces valeurs limites de pH découlent des définitions généralement en vigueur relatives aux liquides très acides ou très basiques. Par des réactions exothermiques, ces liquides peuvent compromettre la sûreté opérationnelle. Par des réactions corrosives, ces liquides peuvent endommager les barrières applicables (telles que les emballages, les matrices de ciment, les barrières artificielles de l'installation de stockage) et mettre en péril la sûreté opérationnelle et la sûreté à long terme.

Ce critère peut être démontré sur la base de la traçabilité, des informations concernant les matériaux utilisés figurant dans le dossier de construction des composants et de la description des étapes de traitement et de conditionnement.

405 Idem déclaration et justification 404.

406 Ce critère exclut les liquides qui présentent un risque d'inflammation mais qui n'entrent néanmoins pas dans la définition de substance dangereuse du règlement CLP.

Ce critère peut être démontré sur la base de la traçabilité, des informations concernant les matériaux utilisés figurant dans le dossier de construction des composants et de la description des étapes de traitement et de conditionnement.

407 L'altération de la capacité de confinement de l'emballage peut compromettre la sûreté opérationnelle des manipulations des déchets radioactifs (manutention, transport, entreposage temporaire et extraction des déchets).

408 L'uranium métallique se corrode au contact de l'eau. Au départ, la réaction de corrosion est rapide, puis elle ralentit, tout en maintenant une vitesse constante. Cette corrosion, qui ne peut être évitée

par aucune matrice d'immobilisation, engendre un certain nombre de produits de réaction pyrophoriques et explosifs. Ce qui compromet particulièrement la sûreté opérationnelle. De plus, les produits de réaction prennent un volume plus important que l'uranium métallique, ce qui peut affecter l'intégrité de la matrice d'immobilisation et perturber les fonctions de sûreté associées. Dès lors, la sûreté opérationnelle et la sûreté à long terme sont mises en péril.

La problématique du plutonium métallique est semblable à celle de l'uranium métallique.

Ce critère peut être démontré sur la base de la traçabilité et des informations relatives aux matériaux utilisés figurant dans le dossier de construction des composants.

409 La composition chimique et les propriétés des déchets radioactifs sont nécessaires pour vérifier la conformité des déchets radioactifs avec les critères de transfert contractuels. En outre, elle peut affecter la qualité et les propriétés de la future forme du déchet immobilisée, et ces informations sont nécessaires pour garantir une gestion ultérieure appropriée des déchets radioactifs. Il est donc demandé au producteur de préciser la composition extrême des déchets radioactifs et leurs propriétés correspondantes.

410 Il s'agit d'un critère opérationnel, car des gaz peuvent se former à la suite de réactions entre les déchets radioactifs traités et l'emballage primaire, en raison de la corrosion, de la radiolyse ou de la décomposition de substances organiques. Ce gaz peut affecter l'intégrité de la forme du déchet en provoquant une augmentation de la pression, des fissures, des trous et/ou des déformations. Les fonctions de sûreté opérationnelle des colis primaires (confinement, blindage et isolement) peuvent donc être perturbées.

Pour éviter une explosion accidentelle et étant donné que le conditionnement ultérieur nécessitera une nouvelle ouverture de l'emballage primaire – soit pour immobiliser les déchets directement dans l'emballage, soit pour retirer le panier de l'emballage – il ne doit pas y avoir d'accumulation de gaz explosifs dans le colis.

411 Les liquides libres peuvent donner lieu à des fuites et à une contamination pendant le transport, et ils peuvent également servir de support à des réactions chimiques perturbatrices telles que la corrosion. C'est pourquoi convient de les éviter autant que possible.

Les liquides chimiquement liés ne sont pas interdits dans les déchets radioactifs car ils ont des propriétés chimiques différentes des liquides libres ou absorbés en raison de cette liaison. Les problèmes qui concernent ces derniers liquides (pH très élevé ou très faible, point d'éclair) ne sont donc pas applicables aux liquides chimiquement liés.

Ce critère peut être démontré sur la base de la description des étapes de traitement et conditionnement.

412 Par ce critère, l'ONDRAF souhaite conserver la portée de ce document de critères de transfert contractuels et son lien avec les familles concernées.

501 L'activité alpha ou bêta/gamma totale est un paramètre important pour la sûreté opérationnelle tout au long de la filière de gestion. Dans des circonstances accidentelles, l'impact sur l'homme et l'environnement doit rester dans les limites légales. La limite actuelle pour les émetteurs bêta/gamma figurant dans le rapport de sûreté du bâtiment d'entreposage 136D est de 400 TBq/colis. Cette limite pourra être revue à la hausse à l'avenir en fonction des études de sûreté et sous réserve de l'acceptation par les autorités de sûreté. Dans ce cas, chaque colis primaire doit respecter la limite applicable au moment du transfert. Si un nouveau bâtiment d'entreposage devait être construit pour ces déchets, il sera conçu pour accueillir des colis primaires dont l'activité bêta/gamma peut atteindre 8 000 TBq. Cette activité se base sur les informations fournies par Electrabel concernant l'activité bêta/gamma maximale d'un colis primaire couvert par les présents critères de transfert contractuels.

502 L'activité alpha ou bêta/gamma totale est un paramètre important pour la sûreté opérationnelle tout au long de la filière de gestion. Dans des circonstances accidentelles, l'impact sur l'homme et

l'environnement doit rester dans les limites légales. La limite de 10 TBq/colis pour les émetteurs alpha est tirée du rapport de sûreté du bâtiment d'entreposage 136.

- 503 Pour protéger les travailleurs de l'installation de post-conditionnement et de l'installation de stockage, l'ONDRAF a pris la décision stratégique que les colis de stockage (en l'occurrence, les monolithes cat. B) doivent être conçus de sorte à prévoir un blindage radiologique permanent. Par conséquent, une limite de 25 $\mu\text{Sv/h}$ à 1 mètre de toute surface du monolithe de type B a été déterminée.
- 504 L'ONDRAF utilise la valeur de 1000 Bq/kg comme valeur limite générale pour la présence *naturelle* de radium et de thorium.
- 505 Pour des raisons de sécurité opérationnelle et à long terme, le risque de criticité dans l'installation de stockage doit être inexistant. Les valeurs limites du critère de transfert contractuel sont issues de la note 2019-03334 : « Plan d'action PVH site 1 : action S1-6.4 et S1-22 » de Belgoprocess car aucune valeur limite définitive n'a encore été déterminée pour le stockage géologique.
- 601 Pour le transport interne d'emballages sur le site de Belgoprocess, on estime que les exigences IP-2 selon SSR-6 sont suffisantes en termes de conditions de transport normales et de routine.
- 602 La compatibilité physique et chimique signifie qu'à court et à long terme, il ne doit pas y avoir d'effets négatifs sur l'intégrité du panier, notamment en raison de :
- l'incompatibilité entre la surface de contact du panier et l'emballage primaire ;
 - l'incompatibilité entre la surface de contact du panier et les divers autres équipements ;
 - l'introduction des déchets radioactifs,
- Ce critère implique donc qu'aucune dégradation physique et chimique d'origine interne du panier ne peut survenir dans celui-ci.
- 603 La compatibilité physique et chimique signifie qu'à court et à long terme, il ne doit pas y avoir d'effets négatifs sur l'intégrité de l'emballage primaire, notamment en raison de :
- l'incompatibilité entre les matériaux à partir desquels l'emballage primaire est fabriqué,
 - l'incompatibilité entre la surface de contact du panier et l'emballage primaire ;
 - l'incompatibilité entre la surface de contact d'un emballage primaire et les différents équipements utilisés pour manipuler l'emballage ;
- Ce critère implique donc qu'aucune dégradation physique et chimique de l'emballage primaire d'origine interne ne peut survenir dans le colis primaire.
- 604 Un séchage approprié est nécessaire pour éviter la présence de liquides libres (voir critère 411) dans le colis primaire et pour limiter les réactions chimiques et physiques telles que la corrosion et la radiolyse.
- 605 Ce critère implique qu'aucun dommage physique de l'emballage primaire d'origine externe ne doit survenir dans le colis de déchets radioactifs pendant une période minimale de 75 ans. L'ONDRAF a décidé de faire commencer cette période à partir de l'année de production de l'emballage primaire. Le critère de transfert contractuel garantit la résistance de l'emballage primaire à toutes les contraintes mécaniques qui peuvent survenir dans des conditions normales d'exploitation et donc sans perforations, fentes ou fissures, rayures profondes, coups, bosses et dégradations chimiques et thermiques.
- 606 Si des matériaux sensibles aux radiations sont utilisés, comme par exemple des joints en caoutchouc dont la résistance aux radiations est difficile à maintenir pendant 75 ans, l'infrastructure et les procédures nécessaires doivent être disponibles pour les remplacer pendant la phase d'entreposage sur le site de Belgoprocess. Pour que le concept reste aussi simple que possible et que le coût d'exploitation soit aussi bas que possible, cela n'est pas envisagé pour la zone D du bâtiment d'entreposage 136X. Par conséquent, tous les matériaux constituant l'emballage primaire doivent être tels qu'ils conservent leur intégrité et leur résistance mécanique sous l'effet de l'irradiation.
- 607 Ce critère implique donc qu'aucune dégradation chimique de l'emballage primaire, d'origine externe ou interne, ne doit survenir dans le colis de déchets radioactifs. À cette fin, l'ONDRAF exige, entre autres, que l'emballage primaire de déchets radioactifs résiste à la corrosion durant toutes les phases

de sa gestion préalablement au conditionnement final. La résistance à la corrosion porte sur les phénomènes de corrosion d'origine interne et externe, dont la période envisagée est fixée à 75 ans. L'intégrité de l'emballage primaire est cruciale pour la sûreté pendant toute la période d'entreposage et a une incidence directe sur le déchargement ultérieur des colis primaires du bâtiment d'entreposage. Pour les conditions ambiantes, il convient de prendre en compte les valeurs suivantes, telles qu'elles figurent dans le rapport de sûreté relatif à la zone D du G136X :

- L'humidité relative ne doit jamais dépasser 60 % dans les conditions de base permanentes.
- Le point de consigne de l'unité de séchage doit être fixé à 50 %.
- Les conditions de base permanentes sont de 5°C en hiver et d'un maximum de + 45°C à 55% d'humidité relative en été.

- 608 L'altération de l'intégrité structurelle ou de la capacité de confinement de l'emballage en raison d'effets de fatigue peut compromettre la sûreté opérationnelle des manipulations du colis primaire (manutention, transport, entreposage temporaire).
- 609 La mise en stockage directe du colis primaire est jugée peu probable en raison de la problématique du gaz. Par précaution, cette option est néanmoins incluse. Pour que les colis primaires puissent être admis au stockage géologique, l'évacuation de gaz doit être scellée de manière étanche. En effet, toute contamination de l'installation de stockage pendant la phase d'exploitation doit être évitée. L'étanchéité au gaz peut être obtenue, par exemple, en scellant l'endroit où le filtre avait été monté. Bien entendu, l'intégrité et la maniabilité de l'emballage ne peuvent pas être compromises.
- 610 Sur la base de la hauteur maximale atteinte par le colis dans le bâtiment d'entreposage 136, la hauteur de chute de référence est fixée à 5,5 mètres. En fonction des mesures d'atténuation, la hauteur et la surface de chute pourraient changer. L'emballage doit alors répondre aux exigences en matière de chute qui découlent de la mise à jour du rapport de sûreté de la zone D du bâtiment 136, tel qu'approuvé par les autorités de sûreté au moment du transfert. Il en va de même si un nouveau bâtiment d'entreposage voit le jour pour ces déchets.
- 611 Pour que l'ONDRAF puisse s'assurer que le processus relatif à ses propres opérations et actions dans les piscines est satisfaisant, ces tests à froid sont nécessaires.
- 612 Les chutes de déchets radioactifs peuvent compromettre l'intégrité de l'emballage primaire pendant la phase d'entreposage.
- 613 Après l'entreposage provisoire, les déchets radioactifs devront être traités et immobilisés afin de passer aux étapes suivantes de la filière de gestion de référence. L'immobilisation des déchets, que ce soit dans l'emballage primaire, ou que ce soit après le retrait du panier dans un autre emballage ou directement dans le monolithe de catégorie B, doit garantir que les déchets sont complètement entourés de la matrice d'immobilisation et que les espaces libres sont comblés. La conception du panier et la façon dont les déchets sont placés dans celui-ci ne doivent pas empêcher ou compliquer inutilement ce processus. Cette matrice d'immobilisation n'ayant pas encore été déterminée, il est demandé de démontrer que cette condition peut être remplie par l'une des matrices d'immobilisation actuellement utilisées ou dont l'utilisation est prévue pour le conditionnement hétérogène des déchets radioactifs (c'est-à-dire le mortier CILVA, DCM ou IPM).
- 614 Cette limite provient de la capacité du pont roulant de la zone D, conçu pour 10 tonnes de charge non nucléaire. Dans le cadre des études de sûreté en cours, il a été examiné si le pont pouvait être utilisé pour une charge nucléaire de 10 tonnes. Les résultats préliminaires montrent que :
- Le pont roulant peut manipuler des colis primaires d'un poids inférieur ou égal à 5 tonnes sans aucune limitation opérationnelle ;
 - Le pont roulant peut manipuler des colis primaires d'un poids compris entre 5 et 9 tonnes mais pour un nombre limité de manipulations dans un certain laps de temps. Cette contrainte opérationnelle peut avoir un impact sur le taux d'évacuation des sites d'Electrabel.
- 615 Cette limite provient de l'étude de sûreté qui a examiné les dimensions limites de ces emballages primaires pour l'entreposage dans la zone D du G136X. Une modification de l'emballage de référence est possible mais nécessite une nouvelle évaluation pour identifier les problèmes techniques.

- 616 Après l'entreposage provisoire, les déchets radioactifs devront être traités et immobilisés afin de passer aux étapes suivantes de la filière de gestion, l'objectif final étant de les stocker dans une installation de stockage géologique. Les déchets radioactifs peuvent donc devoir être retirés de leur emballage primaire à l'aide d'équipements classiques de manutention des colis primaires. Pour que l'ONDRAF puisse s'assurer que ce processus se déroule de manière satisfaisante, le producteur doit, dans le dossier d'approbation « Emballage primaire », décrire la méthode et la procédure appliquées et démontrer comment il peut être garanti que toute installation mobile éventuellement utilisée est disponible au moment où les déchets radioactifs doivent être retirés de leur emballage primaire.
- 617 Ce critère est extrait du rapport de sûreté du bâtiment d'entreposage 136, zone D.
- 618 Les valeurs limites au (pseudo)contact et à 1 mètre du colis primaire proviennent du rapport de sûreté de la zone D du bâtiment d'entreposage 136. Les limites actuelles de débit de dose au (pseudo)contact et à 1 mètre du colis primaire, tirées dudit rapport de sûreté, sont de 100 Gy/heure au (pseudo)contact avec le colis primaire et de 10 Gy/heure à 1 mètre du colis primaire. Ces limites pourront être revues à la hausse à l'avenir en fonction des études de sûreté et sous réserve de l'acceptation par les autorités de sûreté. Dans ce cas, chaque colis primaire doit respecter les limites applicables au moment du transfert. Si un nouveau bâtiment d'entreposage devait être construit pour ces déchets, il sera conçu pour pouvoir accueillir des colis primaires dont le débit de dose au (pseudo)contact peut atteindre jusqu'à 2000 Gy/h. Cette limite de dose se base sur les informations fournies par Electrabel concernant le débit de dose maximal au (pseudo)contact d'un colis primaire couvert par les présents critères de transfert contractuels.
- 619 Le critère relatif à la contamination surfacique transférable est un paramètre opérationnel important pour la protection de la population et de l'environnement pendant les différentes phases de la gestion ultérieure (transport et entreposage dans le bâtiment d'entreposage). En outre, ce critère est inclus dans le rapport de sûreté du bâtiment d'entreposage concerné.
- 620 Un code d'identification unique apposé sur un colis assure un lien univoque avec son contenu radiologique et chimique, permettant d'assurer à tout moment la sûreté opérationnelle. En plus d'être un critère opérationnel, il s'agit aussi d'un critère à long terme, car il inclut la traçabilité et le contenu (radiologique et chimique) des déchets, qui sont importants pour le stockage du colis. Ceci est conforme à la Règle générale (pour l'établissement des critères d'acceptation de déchets radioactifs) qui exige qu'une unité de déchets radioactifs soit associée à sa documentation au moyen d'un code d'identification unique sur l'emballage, qui reste clairement lisible tant que l'unité proprement dite continue d'exister (voir le critère 623).
- 621 Afin de rendre le numéro d'identification lisible à distance et sous différents angles de vue, le numéro d'identification est apposé en plusieurs endroits du fût et en caractères suffisamment grands. À des fins d'uniformité, le numéro d'identification suit une structure déterminée, telle qu'indiquée dans le critère de transfert contractuel.
- 622 Le RGPRI [12] impose ce qui suit :
- Chaque colis de déchets radioactifs doit porter un sigle d'avertissement de la présence de rayonnements ionisants. Ceci découle de l'article 31.2 c du RGPRI, qui stipule que le sigle d'avertissement doit figurer sur chaque récipient contenant des substances radioactives. Les dimensions de l'étiquette et son ou ses emplacements sur le colis dépendent de la bonne visibilité et du caractère reconnaissable du sigle d'avertissement.
 - Le sigle d'avertissement doit être similaire au sigle d'avertissement pour les substances radioactives, qui est décrit dans l'arrêté royal du 17 juin 1997 concernant la signalisation de sécurité et de santé au travail (auquel le Code sur le bien-être au travail fait également référence). Ceci découle de l'article 31.1 du RGPRI, qui aborde plus en détail le symbole qui constitue la caractéristique principale de ce sigle d'avertissement. Il convient de noter que l'arrêté royal du 17 juin 1997 n'impose pas la présence du sigle d'avertissement indiquant la présence de substances radioactives sur les récipients.
- 701 Ce critère porte sur la sécurité opérationnelle des opérateurs du bâtiment d'entreposage en question. Les définitions de l'ADR[13] ont été utilisées pour la description des « agents pathogènes biologiques », vu la précision de ces définitions et la notoriété générale de cette législation.

- 702 Ce critère est fondé sur le principe de précaution. Les techniques d'inactivation biologique ne sont généralement pas efficaces à 100 % pour détruire les agents pathogènes biologiques présents.

Annexe 2 Filière de gestion de référence

Une filière de gestion de référence est la séquence des activités de gestion prévues par l'ONDRAF conformément au programme national visé dans la loi du 3 juin 2014 modifiant l'article 179 de la loi du 8 août 1980.

La filière de gestion de référence des déchets radioactifs d'Electrabel issus du démantèlement des composants internes des cuves des réacteurs, effectué dans le cadre de l'autorisation de démantèlement des réacteurs belges, comprend les étapes suivantes :

1. Transport vers le site 1 de Belgoprocess (si les colis n'ont pas été produits sur ce site) et transfert des colis de déchets radioactifs sous forme non immobilisée vers l'État belge. L'emballage primaire est un conteneur à paroi mince (TSC, ou *thin-shelled container*).
2. Entreposage des colis dans la zone D du bâtiment d'entreposage 136, ou dans un nouveau bâtiment d'entreposage destiné à ces déchets.
3. Acceptation et transfert des colis de déchets radioactifs des bâtiments d'entreposage vers l'installation de déchargement des déchets radioactifs.
4. Transfert des déchets radioactifs déchargés depuis l'installation de déchargement vers la (future) installation de conditionnement final.
5. Les produits du conditionnement final sont des colis de stockage (« monolithes ») de type B.
6. Acceptation et transfert des monolithes B de l'installation de conditionnement final vers l'installation de stockage géologique (prévue).
7. Stockage des monolithes B.
8. Gestion des déchets radioactifs après stockage.

Annexe 3 Aperçu des phrases de danger des substances et mélanges dangereux exclus

Phrase H	Pictogramme d'accompagnement GHS	Description
Substances explosives		
H200		substance explosive instable
H201		explosif ; danger d'explosion en masse
H202		explosif ; danger sérieux de projection
H203		explosif ; danger d'incendie, d'effet de souffle ou de projection
H204		danger d'incendie ou de projection
H205	néant	danger d'explosion en masse en cas d'incendie
Gaz ou aérosols inflammables		
H221	néant	gaz inflammable
H220		gaz extrêmement inflammable
H222		aérosol extrêmement inflammable
H223		aérosol inflammable
Liquides ou matières solides inflammables		
H224		liquide et vapeurs extrêmement inflammables
H225		liquide et vapeurs très inflammables
H226		liquide et vapeurs inflammables
H228		matière solide inflammable
Substances et mélanges autoréactifs, dont peroxydes organiques		
H240	  ou	peut exploser en cas d'échauffement
H241		peut s'enflammer ou exploser en cas d'échauffement
H242		peut s'enflammer en cas d'échauffement
Substances pyrophoriques et substances et mélanges pyrophoriques susceptibles de s'enflammer		
H250		s'enflamme spontanément au contact de l'air
H251		matière autoéchauffante ; peut s'enflammer
H252		matière autoéchauffante en grande quantité ; peut s'enflammer

Substances et mélanges qui au contact de l'eau dégagent des gaz inflammables		
H260		dégage au contact de l'eau des gaz inflammables qui peuvent s'enflammer spontanément
H261		dégage au contact de l'eau des gaz inflammables
Matières solides et liquides comburantes et gaz		
H270		Gaz pouvant provoquer un incendie ou une explosion ; comburant puissant
H271		peut provoquer un incendie ou une explosion ; comburant puissant
H272		peut aggraver un incendie ; comburant
Gaz sous pression		
H280		contient un gaz sous pression ; peut exploser sous l'effet de la chaleur
H281		contient un gaz réfrigéré; peut causer des brûlures ou blessures cryogéniques
Substances et mélanges corrosifs pour les métaux		
H290		peut être corrosif pour les métaux
Phrase EUH	Pictogramme d'accompagnement GHS	Description
Propriétés physiques		
EUH001	néant	explosif à l'état sec
EUH014		réagit violemment au contact de l'eau
EUH018		lors de l'utilisation, formation possible de mélange vapeur-air inflammable/explosif
EUH019		peut former des peroxydes explosifs
EUH044		risque d'explosion si chauffé en ambiance confinée

Remarque : La phrase EUH006 « Danger d'explosion en contact ou sans contact avec l'air » a été supprimée par le règlement européen (UE) n° 487/2013.

Annexe 4 Liste des métaux électropositifs

Les métaux électropositifs sont des éléments métalliques dont le potentiel d'électrode standard (E^0) en solution aqueuse par rapport à l'électrode d'hydrogène standard est inférieur à -0.83 V, soit le E^0 du couple hydrogène/hydroxyde d'hydrogène (H_2/OH).

Le tableau ci-dessous fournit une liste exhaustive des métaux électropositifs, ainsi que leur potentiel d'électrode standard.

Le zinc et le titane ne sont pas inclus dans cette liste car ces métaux forment très rapidement une couche oxydée très peu soluble et qui est stable sur un large spectre de valeurs de pH.

Seuls l'aluminium et le béryllium ont fait l'objet d'un code AO spécifique déterminé dans la TNT-2 [11], car dans la pratique de la gestion des déchets, seuls ces éléments se présentent sous forme métallique.

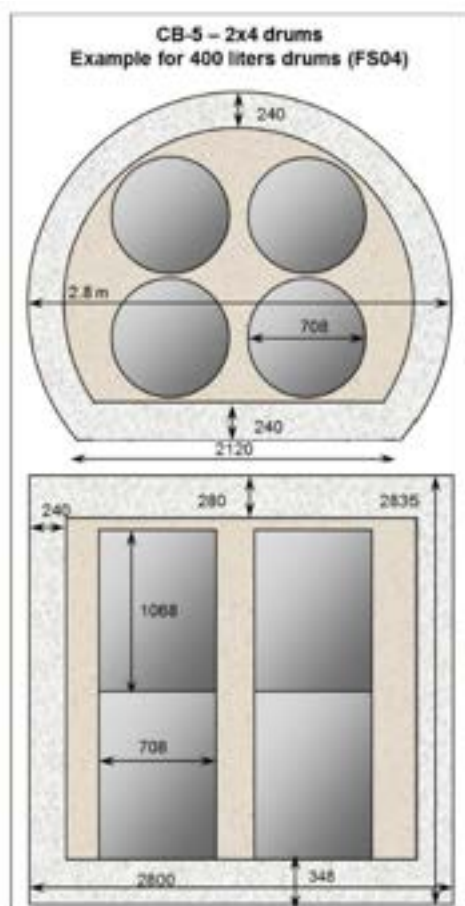
	Élément (métal pur)	E^0 (Volt)
MÉTAUX ÉLECTROPOSITIFS	Li	-3.04
	Rb	-2.98
	K	-2.93
	Cs	-2.92
	Ba	-2.91
	Sr	-2.89
	Ca	-2.76
	Na	-2.71
	Mg	-2.38
	Be	-1.85
	Al	-1.66
	Mn	-1.19
Ref.	$2H_2O \leftrightarrow H_2 + 2OH^-$	-0.83

Source : CRC Handbook of Chemistry and Physics 64th Ed (1983)

Annexe 5 Liste des abréviations

RGPRI	Règlement général de la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre le danger des rayonnements ionisants, arrêté royal du 20 juillet 2011 et modifications.
DAM	Dossier d'approbation « méthode »
DAR	Dossier d'approbation « caractérisation radiologique »
TSC	Conteneur à coque mince (Thin-Shelled Container)

Annexe 6 Concept CB-5 (source : NIROND-TR 2017-10 E V3 (décembre 2019))



Types of caissons	CB-5
Outer length (mm)	2 835
Outer diameter (mm)	2 800
Base width (mm)	2 120
Height (mm)	2 310
Radial thickness (mm)	240
Axial thickness bottom (mm)	348
Axial thickness top (mm)	280
Mortar thickness top (mm)	71
Total volume (m ³)	15.43
Mass of caisson (kg)	18 047
Maximum mass of the monolith B (kg) ¹	41 202

Vu pour être annexé à Notre arrêté du [DATUM] relatif à la répartition des déchets radioactifs et de combustible utilisé, aux unités et méthodes de consommation des crédits de volume et aux critères de transfert contractuels

¹ Calculated for the heaviest type of PWPs for each type of monolith B.

Par le Roi,

Ministre de l'Énergie
Tinne Van der Straeten

N2. Radioactief afval van categorie B, meeteenheden en de wijze van verbruik van de volumekredieten voor categorie B-afval en de contractuele overdrachtscriteria voor categorie B- afval;

Bijlage 2
Volumes en contractuele overdrachtscriteria voor categorie B-afval

1. VOLUMES

Zie de tabel in de bijlage "VOLUMES EN OVEREENGEKOMEN CONTRACTUELE OVERDRACHTSCRITERIA VOOR HET VOLGENDE AFVAL" en ook de tabel in de bijlage "Historisch categorie-afval" hieronder.

Op het moment van overdracht van historisch categorie B-afval wordt het volgende volume afgetrokken van het totale volumekrediet: 626,68 m van de lengte van de definitieve bergingsinstallatie (zoals vermeld in "Bijlage historisch categorie B-afval"), die voor alle twijfel te voorkomen niet de volumekredieten voor toekomstig categorie B-afval omvatten.

2. OVEREENGEKOMEN CONTRACTUELE OVERDRACHTSCRITERIA VOOR CATEGORIE B-AFVAL

De referentiedocumenten voor de contractuele overdrachtscriteria voor de pakketten radioactief afval van categorie B zijn de volgende:

- Overdrachtscriteria voor het afval van de families RPVINT-KCD-MLW en RPVINT-CNT-MLW (21/06/2023)
- Overdrachtscriteria voor het afval van de families MAD-CNT-EOPEOR en MAD-KCD-EOPEOR (21/06/2023)
- Overdrachtscriteria voor het afval van de families MAD-KCD-CSD en MAD-CNT-CSD (21/06/2023).

De overeengekomen contractuele overdrachtscriteria worden genoemd in de bijlage bij dit bijlage "VOLUMES EN OVEREENGEKOMEN CONTRACTUELE OVERDRACHTSCRITERIA VOOR HET VOLGENDE AFVAL".

De partijen verbinden zich ertoe de homogene cementering te ontwikkelen als een conditioneringsoplossing voor de gepyrolyseerde harsen. Als deze oplossing technisch niet binnen een redelijke termijn en uiterlijk op 31/12/2035 haalbaar is, evalueren de partijen de ontwikkeling van nieuwe contractuele overdrachtscriteria op basis van heterogene cementering als conditioneringsoplossing voor de gepyrolyseerde harsen.

3. OVERDRACHT VAN HET HISTORISCHE CATEGORIE B-AFVAL

Het historische categorie B-afval wordt overgedragen aan de Belgische Staat tegen betaling van de forfaitaire bedragen, in de staat waarin het zich bevindt op dat moment, op voorwaarde dat de kernexploitant aan NIRAS alle informatie bezorgt waarover de kernexploitant beschikt met betrekking daartoe. Dit zijn de contractuele overdrachtscriteria voor dit historische categorie B-afval.

4. OVERDRACHT VAN TOEKOMSTIG CATEGORIE B-AFVAL

Voor elk primair afvalpakket dat behoort tot een van de volgende families:

- MAD-CNT-CSD,
- MAD-KCD-CSD,
- MAD-CNT-EOPEOR,
- MAD-KCD-EOPEOR,
- RPVINT-CNT-MLW
- RPVINT-KCD-MLW

wordt het overeenkomstige volumekrediet als volgt berekend:

- Met behulp van een door NIRAS goedgekeurde methodologie (zonder rekening te houden met de onzekerheid van de opgegeven radiologische inhoud) wordt het dosistempo op 1 meter rond een monoliet van het type CB-5 waarin x keer hetzelfde primaire afvalpakket zou worden geconditioneerd berekend. Vervolgens wordt de hoogste waarde van x ($x_{\max}$) bepaald waarvoor op 01/01/2080 het maximale dosistempo van de monoliet wordt beperkt tot 25 $\mu\text{Sv/h}$ op 1 meter.
- Het verbruik van het overeenkomstige volumekrediet voor toekomstig categorie B-afval door dit primaire afvalpakket is gelijk aan $1/x_{\max}$.
- De lengte van een CB-5 monoliet, zoals beschreven in bijlage 6 van de CTC van RPVINT-KCD-MLW en/of RPVINT-CNT-MLW, kan worden aangepast tot een maximale waarde van 3 meter zonder andere wijzigingen.

Als de naleving van de CTC met de nummers #501, #610, #615, #617 of #618 uit de "Overdrachtcriteria voor het afval van de families RPVINT-KCD-MLW en RPVINT-CNT-MLW (21/06/2023)" de bouw van een nieuw opslaggebouw voor TSC-containers vereist, zullen de kosten hiervoor gedragen worden door de kernexploitant. NIRAS en de kernexploitant gaan de verbintenis aan om samen te werken aan het optimaliseren van de oplossing.

BIJLAGE: VOLUMES EN OVEREENGEKOMEN CONTRACTUELE OVERDRACHTSCRITERIA VOOR HET VOLGENDE AFVAL

Groeperi ng	Familiecode	AFVALPA KKET TC	Eenheid voor PRIMAIR AFVALPAKK ET	Overgedragen pakket	Aan tal Overgedrag en pakketten [#]	Aantal volumekredi eten [#]
P-01-Harsen EBL	MAD-CNT-CSD	CSD	TSC	400 l TSC	102.50	15
	MAD-KCD-CSD	CSD	TSC	400 l TSC	102.50	15
P-02-EOP EBL	MAD-CNT-EOPEOR	EOP	Robatel R86	2,852 m ³ Robatel R86 met een mand van 812 l	34.50	17
	MAD-KCD-EOPEOR	EOP	Robatel R86	2,852 m ³ Robatel R86 met een mand van 812 l	34.50	17
D-01-RPVI EBL	RPVINT-CNT-MLW	RPVI	TSC	TSC met 645 L mand	194.00	146
	RPVINT-KCD-MLW	RPVI	TSC	TSC met 645 L mand	194.00	146
Totaal						356

BIJLAGE: Historisch categorie B-afval

E = Historisch categorie B-afval aanwezig op de site van BP op 31/12/2021 / OE = Historisch categorie B-afval aanwezig op de site van EBL op 31/12/2021

OF = Toekomstig categorie B-afval gerelateerd aan exploitatie / P = Toekomstig categorie B-afval gerelateerd aan de postoperationele fase (POP) / D = Toekomstig categorie B-afval gerelateerd aan ontmanteling
Technische code zoals voorzien in bijlage 1 van het Contract voor de verwijdering van radioactief afval om te zetten in financiële code die gebruikt wordt om de VRF- en EQ- factoren te bepalen (AO is de afvalomschrijving volgens TNT-2 ref. 2020-0827F).

Geldende formules:

Afvalvolume voorlopige opslag [m³] = NBR voorlopige opslagpakketten CNT+KCD [#] * Eenheidsvolume van voorlopige opslagpakketten [m³/opslagpakket]
NBR Monolieten [#] = (NBR voorlopige opslagpakket CNT+KCD [#]) / NBR voorlopige opslagpakket per Monoliet [# / Mon]
Equivalent bergingsvolume [m³] = NBR Monolieten [#] * Monoliet eenheidsvolume [m³ / #].

Verbruik bergingslengte [m] = Conversiefactor [m / Eenheid voor PRIMAIR AFVAL] * Hoeveelheid primair afval [Eenheid voor PRIMAIR AFVAL]

Conversiefactor [m / Eenheid voor PRIMAIR AFVAL] =

Monoliet eenheidslengte [*m / Mon*]

Vultempo voor voorlopige opslag [Eenheid voor vultempo] * *NBR* voorlopige opslagpakket per Monoliet [*# / Mon*]

Hergroepering	FamCode	Opmerking	Eenheid voor PRIMAIR AFVAL	Vultempo voor voorlopige opslag	Verpakking	Aantal pakketten CNT+KCD [#]	Eenheidsvolume van voorlopige opslagpakket [m³/pakket]	Afvalvolume voorlopige opslag [m³]	Monoliet	Vultempo Monolieten = Aantal pakketten per Monoliet [# / Mon]	Aantal Monolieten [#]	Monoliet eenheidslengte [m / Monoliet]	Lengte definitieve bergingsinstallatie [m]	Conversie factor [m / Eenheid voor PRIMAIR AFVAL]
				A		B	C	D=B*C		E	F=B/E	G	H=F*G	I=G / (A * E)
E-01-Filters EBL	FILTR-CNT-400-B	Historisch	Aantal 400 l vaten	1	400 l vat	41,00	0,40	16,40	CB-5	8,00	5,13	2,84	14,53	0,354
	FILTR-KCD-400-B	Historisch	Aantal 400 l vaten	1	400 l vat	9,00	0,40	3,60	CB-5	8,00	1,13	2,84	3,19	0,354
	FILTR-CNT-1600-B	Historisch	Aantal 1600 l vaten	1	1600 l vat	22,00	1,60	35,20	CB-1	1,00	22,00	1,95	42,90	1,950
	FILTR-CNT-400-B	Historisch	Aantal 400 l vaten	1	400 l vat	60,00	0,40	24,00	CB-5	8,00	7,50	2,84	21,26	0,354
E-02-Harsen CNT	RESIN-CNT-C400-B	Historisch	Aantal 400 l vaten	1	400 l vat	4,00	0,40	1,60	CB-5	8,00	0,50	2,84	1,42	0,354
	RESIN-CNT-R400-B	Historisch	Aantal 400 l vaten	1	400 l vat	8,00	0,40	3,20	CB-5	8,00	1,00	2,84	2,84	0,354
	RESIN-CNT-R1500-B	Historisch	Aantal 1500 l vaten	1	1500 l vat	3,00	1,50	4,50	CB-1	1,00	3,00	1,95	5,85	1,950
E-03-Harsen KCD	RESIN-KCD-1000-B	Historisch	Aantal 1000 l vaten	1	1000 l vat	32,00	1,00	32,00	CB-1	1,00	32,00	1,95	62,40	1,950
	RESIN-KCD-C400-B	Historisch	Aantal 400 l vaten	1	400 l vat	8,00	0,40	3,20	CB-5	8,00	1,00	2,84	2,84	0,354
	RESIN-KCD-1000-B	Historisch	Aantal 1000 l vaten	1	1000 l vat	43,00	1,00	43,00	CB-1	1,00	43,00	1,95	83,85	1,950
E-04-Varia EBL	MIXED-KCD-400-B	Historisch	Aantal 400 l vaten	1	400 l vat	1,00	0,40	0,40	CB-5	8,00	0,13	2,84	0,35	0,354
	VARIA-CNT-400-B	Historisch	Aantal 400 l vaten	1	400 l vat	43,00	0,40	17,20	CB-5	8,00	5,38	2,84	15,24	0,354
	VARIA-KCD-400-B	Historisch	Aantal 400 l vaten	1	400 l vat	8,00	0,40	3,20	CB-5	8,00	1,00	2,84	2,84	0,354
	MIXED-KCD-400-B	Historisch	Aantal 400 l vaten	1	400 l vat	1,00	0,40	0,40	CB-5	8,00	0,13	2,84	0,35	0,354

	MIXED-KCD-400V-B	Historisch	Aantal 400 l vaten	1	400 l vat	3,00	0,40	1,20	CB-5	8,00	0,38	2,84	1,06	0,354
	VARIA-CNT-1500-B	Historisch	Aantal 1500 l vaten	1	1500 l vat	1,00	1,50	1,50	CB-1	1,00	1,00	1,95	1,95	1,950
	VARIA-CNT-1600-B	Historisch	Aantal 1600 l vaten	1	1600 l vat	66,00	1,60	105,60	CB-1	1,00	66,00	1,95	128,70	1,950
	VARIA-CNT-400-B	Historisch	Aantal 400 l vaten	1	400 l vat	5,00	0,40	2,00	CB-5	8,00	0,62	2,84	1,77	0,354
E-05-Gecompecteerd afval	LOW-A3X-400	Historisch	Aantal 400 l vaten	1	400 l vat	0,87	0,40	0,35	CB-5	8,00	0,11	2,84	0,31	0,354
	SCOMP-TRACY-400	Historisch	Aantal 400 l vaten	1	400 l vat	3,37	0,40	1,35	CB-5	8,00	0,42	2,84	1,19	0,354
E-06-Assen	ASHES-TRACY-400	Historisch	Aantal 400 l vaten	1	400 l vat	96,12	0,40	38,45	CB-5	8,00	12,01	2,84	34,06	0,354
E-07-HRASol	SOLID-HRA-SOL-400-B	Historisch	Aantal 400 l vaten	1	400 l vat	12,28	0,40	4,91	CB-5	8,00	1,54	2,84	4,35	0,354
E-08-Slib	SLUDGE-400-B	Historisch	Aantal 400 l vaten	1	400 l vat	21,22	0,40	8,49	CB-5	8,00	2,65	2,84	7,52	0,354
Inventaris van radioactief categorie B-afval van Synatom in verband met de opwerking	CSD-B	Historisch	Aantal CSD	1	180 l vat	35,00	0,18	6,30	CB-2	1,94	18,00	2,59	46,64	1,330
	CSD-C	Historisch	Aantal CSD	1	180 l vat	431,00	0,18	77,58	CB-2	8,00	53,88	2,59	139,27	0,323
TOTAAL													626,68	

Contractual Transfert Criteria – ‘MAD-KCD-CSD’ en ‘MAD-CNT-CSD’

Versie 21 juni 2023

Korte inhoud

Deze nota bevat de contractuele overdrachtscriteria voor het radioactieve afval van de families MAD- KCD-CSD en MAD-CNT-CSD. Dit afval omvat kation- en anionharsen afkomstig van de chemische systeemdecontaminatie van het primaire circuit van de kerncentrales Doel en Tihange die gepyrolyseerd worden. De contractuele overdrachtscriteria hebben betrekking op de primaire collo met homogeen gecementeerd pyrolyseproduct.

1 INLEIDENDE BEPALINGEN

1.1 Omschrijving van het radioactieve afval

1.1.1 Algemene omschrijving

Dit document heeft betrekking op het radioactieve afval afkomstig van de homogene cementering van gepyrolyseerde harsen afkomstig van de chemische systeemdecontaminatie van de primaire circuits van de kerncentrales Doel en Tihange. Het betrokken afval heeft de geologische berging als referentie-eindbestemming.

Het referentiebeheertraject voor het radioactieve afval waarop deze ACRIA betrekking heeft, wordt beschreven in Bijlage 2.

1.2 Instructies voor de gebruiker van deze nota

1.2.1 Codering van de contractuele overdrachtscriteria

De contractuele overdrachtscriteria bevinden zich in de Hoofdstukken 2 tot en met 7.

Een **contractueel overdrachtscriterium** is herkenbaar aan een tussen haakjes geplaatste lettercode in de linkermarge van de pagina. Deze lettercode wordt voorafgegaan door een nummer, waarmee het betrokken contractueel overdrachtscriterium geïdentificeerd kan worden.

De **lettercodes** hebben de volgende betekenis:

- lettercode O geeft een operationeel criterium aan. Een dergelijk criterium betreft de veiligheid van het beheer van het radioactieve afval tijdens de exploitatie van een installatie uit het referentiebeheertraject. In dit document is dat in eerste instantie opslaggebouw 127.
- lettercode L geeft een langetermijncriterium aan. Een dergelijk criterium betreft de passieve veiligheid na de sluiting van de referentie-eindbestemming van het radioactieve afval.

Het **symbool**  in de linkermarge van de pagina verduidelijkt de context van bepaalde contractuele overdrachtscriteria. Deze informatie is toegevoegd om de correcte interpretatie van de contractuele overdrachtscriteria te bevorderen, maar is zelf geen contractueel overdrachtscriterium.

1.2.2 Verklaringen en motiveringen van de contractuele overdrachtscriteria

De motivaties en verklaringen van de contractuele overdrachtscriteria zijn verzameld in Bijlage 1 van dit document. De nummers ervan zijn dezelfde als die van de contractuele overdrachtscriteria.

Een motivatie verklaart de bestaansreden van het contractueel overdrachtscriterium. Een verklaring legt uit op welke manier een numerieke limietwaarde werd afgeleid of verduidelijkt de in het criterium gebruikte sluitende omschrijving. Het uiteindelijke doel van de motivaties en verklaringen is het bevorderen van de correcte interpretatie van de contractuele overdrachtscriteria. De motivaties en verklaringen zijn van informatieve aard en maken geen deel uit van de criteria.

1.2.3 Referentiedocumenten

De lijst met de referentiedocumenten bevindt zich in Hoofdstuk 8 van deze nota. In deze lijst zijn technische nota's als dusdanig geïdentificeerd. Hierin zijn ook koninklijke besluiten en wetten (Belgische federale wetgeving) alsook verordeningen (Europese wetgeving) als dusdanig geïdentificeerd.

Van al de referentiedocumenten vermeld in Hoofdstuk 8 moet de versie gebruikt worden

die van kracht was, of die toegelaten was, op de datum van de ondertekening van de transactiedocumenten. Dit geldt evenzeer voor de in deze lijst vermeld wetgeving.

Van alle technische nota's wordt de van kracht zijnde versie gegeven in de Overzichtslijst van Goedgekeurde Documenten (OGD) [1]. Van alle vermelde normen is de meest recente versie beperkt tot de datum van de ondertekening van de transactiedocumenten.

Van de andere referentiedocumenten moet de in Hoofdstuk 8 vermelde versie worden gebruikt.

Indien in deze referentiedocumenten verwezen wordt naar acceptatiecriteria, dient dit gelezen te worden als 'contractuele overdrachtscriteria'.

1.2.4 Terminologie

De terminologie die in de documenten met betrekking tot de contractuele overdrachtscriteria wordt gebruikt, wordt verklaard in de technische nota GLOS [2]. Een overzicht van de in dit document gebruikte afkortingen wordt gegeven in Bijlage 7.

Specifiek in dit document:

- heeft 'het radioactieve afval' betrekking op de partij radioactief afval ('lot') die wordt getoetst aan de onderstaande contractuele overdrachtscriteria.
- heeft 'het ruwe afval' betrekking op de niet-gepyrolyseerde harsen.
- heeft 'het verwerkte afval' betrekking op de gepyrolyseerde harsen (ook wel *char* genaamd).
- wordt er met de termen 'primair collo' en 'collo GA' hetzelfde bedoeld, namelijk het eindproduct dat verkregen wordt na het immobiliseren en conditioneren van het radioactieve afval.
- wordt er in hoofdstuk 4 met 'cementpasta' een mengeling van cement en aanmaakwater bedoeld, zonder dat er granulaten worden aan toegevoegd.
- wordt er in hoofdstuk 4 met het 'immobilisatieproduct' de combinatie van het ruwe en/of verwerkte afval en de immobilisatiematrix bedoeld. Eventuele radiologische afscherming of betonstop en de lege ruimtes behoren hier dus niet bij.
- wordt er met de 'afvalvorm' het primair collo bedoeld zonder zijn primaire verpakking.

2 GOEDKEURING VOOR TRANSFER

- 201 (L,O) De **verwerking en conditionering** van elk primair collo moet het eindproduct zijn van een **procedé** met bijbehorende **installatie** dat goedgekeurd is door NIRAS. Daartoe moet de producent een goedkeuringsdossier voor transfer opstellen volgens de voorschriften van de technische nota NTC-4 [3]. Hierin moet gedocumenteerd zijn hoe bij de appreciatie van meetwaarden ten opzichte van limietwaarden in de contractuele overdrachtscriteria, de onzekerheden in rekening worden gebracht. Numerieke limietwaarden in de contractuele overdrachtscriteria zijn telkens uitgedrukt met het aantal significante cijfers dat in overeenstemming is met de vereiste nauwkeurigheid van de te meten grootheid.
- 202 (L,O) De **radiologische karakterisering** van elk primair collo moet gebaseerd zijn op een meetinstallatie en/of methode die goedgekeurd zijn door NIRAS. Daartoe moet de producent een goedkeuringsdossier voor transfer opstellen volgens de voorschriften van de technische nota NTC-6 [4]. Hierin moet gedocumenteerd zijn hoe bij de appreciatie van meetwaarden ten opzichte van limietwaarden in de contractuele overdrachtscriteria, de onzekerheden in rekening worden gebracht. Numerieke limietwaarden in de contractuele overdrachtscriteria zijn telkens uitgedrukt met het aantal significante cijfers dat in overeenstemming is met de vereiste nauwkeurigheid van de te meten grootheid.
- 203 (L,O) De **kwantitatieve radiologische gegevens** moeten gemeten zijn met een door NIRAS goedgekeurde methode. Daartoe moet de producent een goedkeuringsdossier voor transfer opstellen volgens de voorschriften van de technische nota NTC-6/A [5], NTC-6/B [6] of NTC-6/C [7]. Het goedkeuringsdossier voor transfer moet melding maken van de toegepaste normen.
- 204 (L,O) De **primaire verpakking**, gebruikt door de producent om er het ruwe en/of verwerkte afval in te verpakken, moet goedgekeurd zijn door NIRAS. Daartoe moet de producent een goedkeuringsdossier voor transfer opstellen volgens de voorschriften van de technische nota NTC-9 [8].



Verderop in dit document wordt "goedkeuringsdossier voor transfer" kortweg geschreven als "goedkeuringsdossier".

3 DOCUMENTATIE VAN HET RADIOACTIEVE AFVAL

Dit hoofdstuk bevat een opsomming van de gegevens over de primaire colli en de inhoud ervan. Ze moeten gedocumenteerd zijn om het radioactieve afval te kunnen transfereren. Er wordt van uitgegaan dat al deze gegevens zich bevinden in het productiedocumentatiedossier (PDD) en op het C-formulier (voorblad en bijlage zie Bijlage 5).

3.1 C-formulier

- 301 (L,O) De volgende **algemene gegevens** over de partij moeten vermeld zijn op het voorblad van het C-formulier:
- nummer van het C-formulier
 - datum waarop het formulier is opgesteld
 - aantal bijlagen bij het C-formulier
 - contactgegevens van de producent
 - ophalingsplaats
 - conditioneringsvariant (volgens NTC-3 [9])
 - referentie van de overeenkomstige campagne
 - lijst met de op te halen primaire colli
 - opmerkingen

- Referentie van de betrokken contractuele overdrachtscriteria (notanummer en herziening)
- referentie van de goedkeuringsbrieven (procedé, radiologisch, meetinstallatie, primaire verpakking)
- kwantitatieve gegevens:
 - aantal primaire colli
 - volume (aantal primaire colli maal het nominale volume van een primair collo)
 - bruto- en nettomassa (respectievelijk de som van de brutomassa's en de som van nettomassa's van elke primair collo)
- totale activiteitsinhoud (alfa, bèta/gamma) en hoogst gemeten dosistempo op de transportverpakking
- aangifte (ja/nee):
 - het radioactieve afval bevat kerntechnisch materiaal (indien ja, met referentie naar de transferbon en toevoegen van een kopie van de transferbon terwijl de originele transferbon het collo radioactief afval vergezelt)
 - het radioactieve afval bevat een gevaarlijke stof of mengsel (zie criterium 407)
 - het radioactieve afval is besmet of mogelijk besmet met biologische ziekteverwekkers (zie criterium 701 en volgende)
- gegevens nodig voor het transport (minstens ophalingsplaats, UN nummer, activiteit in functie van de A2-waarde en referentie van de erkenning van de transporteur indien de producent het transport zelf organiseert)
- referentie naar het rapport van de fysische controle en toevoegen van een kopie van dit rapport aan het formulier (indien van toepassing)

302 (L,O) De volgende **fysische en chemische gegevens** van elk collo GA moeten beschikbaar zijn in de bijlage bij het C-formulier (identificatiefiche):

- identificatiecode van het primair collo
- nummer van het bijbehorende C-formulier en de bijbehorende campagne
- productiedatum van het collo GA (datum van de immobilisatie van het collo GA)
- referentie van het productielot van de primaire verpakking
- conditioneerder
- bruto- en nettomassa van het primair collo GA
- afvalomschrijving (volgens NTC-3 [9])
- type gebruikte primaire verpakking, gebruikte sluiting, gebruikte interne afscherming en gebruikte immobilisatiematrix (volgens NTC-3 [9])
- indien het collo GA een gevaarlijke stof of mengsel bevat (wat wil zeggen dat er een H-zin of EUH-zin op van toepassing is, op basis van de massa van de afvalvorm¹ en rekening houdend met de criteria en limietwaarden voor gevaarlijke stoffen in de CLP-Verordening [10] en in de technische richtsnoeren voor de indeling van afvalstoffen [11]), per veroorzakende gevaarlijke stof:
 - naam van de veroorzakende gevaarlijke stof
 - toepasselijke H-zinnen (inclusief EUH-zinnen)
- referentie van het goedkeuringsdossier 'Procedé', met versienummer
- referentie van het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking', met versienummer
- aangifte (ja/nee):
 - het radioactieve afval bevat biologisch afbreekbare stoffen
 - het radioactieve afval bevat complex- of chelaatvormende agens

¹ De massa van de afvalvorm is gelijk aan de massa van het collo verminderd met de massa van zijn primaire verpakking.

- 303 (L,O) De radionucliden die aanwezig zijn in het radiologische spectrum van het radioactieve afval en die vermeld zijn in Tabel 1 moeten zijn opgenomen in het goedkeuringsdossier voor de radiologische karakterisering en hun activiteiten moeten zijn opgegeven in de bijlage bij het C-formulier.

Tabel 1: Standaardlijst van verplicht op te geven radionucliden

H-3	Ni-63	Ag-108m	Cs-137	Ra-226	Np-237	Cm-242
C-14	Se-79	Ag-110m	Ce-144	Th-229	Pu-238	Cm-243
S-35	Kr-85	I-125	Pm-147	Th-230	Pu-239	Cm-244
Cl-36	Sr-90	I-129	Sm-151	Th-232	Pu-240	Cm-245
Ar-39	Mo-93	I-131	Eu-152	Pa-231	Pu-241	Cm-246
Ca-41	Zr-93	Sb-125	Eu-154	U-233	Pu-242	Cm-247
Mn-54	Nb-94	Sn-121m	Eu-155	U-234	Pu-244	Cm-248
Co-58	Tc-99	Sn-126	Ho-166m	U-235	Am-241	
Co-60	Ru-106	Cs-134	Hf-178n	U-236	Am-242m	
Ni-59	Pd-107	Cs-135		U-238	Am-243	

Hierbij geldt het volgende:

- Voor de radionucliden die op korte termijn ($T_{1/2} < 30$ dagen) in seculair evenwicht verkeren met hun moedernuclide (Cs-137/Ba-137m, Sr-90/Y-90, Ru-106/Rh-106 en Ce-144/Pr-144), wordt enkel de activiteit van de moedernuclide vermeld.
- Natuurlijk thorium wordt verondersteld in seculair evenwicht te zijn met zijn dochters. Het volstaat dus om enkel de moedernuclide Th-232 op te geven.



Alles onder de 1 Bq mag als nul aanschouwd worden en mag als nul gedeclareerd worden op de bijlage bij het C-formulier. Deze waarde wordt opgelegd, om te vermijden dat mogelijk fictieve zeer lage activiteiten worden opgegeven die uitsluitend het resultaat zijn van berekeningen.

- 304 (L,O) De volgende **radiologische gegevens** moeten voor de aanwezige radionucliden van criterium 303 voor elk primair collo vermeld zijn in de bijlage bij het C-formulier:

- datum van bepaling van de activiteit van de nucliden
- totale alfa-activiteit (in Bq)
- totale bèta/gamma-activiteit (in Bq)
- maximaal dosistempo bij contact en op 1 m van het primair collo, met de datum van de metingen (zie ook 610)
- bevestiging (ja/nee) dat de gemeten afneembare oppervlaktebesmetting onder de limietwaarde ligt (zie ook 611) met de datum van de meting
- de massa's van de splijtstoffen U-235, Pu-239 en Pu-241
- bevestiging (ja/nee) dat het radioactieve afval hoogverrijkt (≥ 20 %) uranium bevat (met inachtneming van een drempelwaarde van 1 mg)
- gebruikte methodologie voor de radiologische karakterisering
- referenties van de goedkeuringsdossiers 'Radiologisch' en 'Meetinstallaties', met versienummers
- alle nodige gegevens om het verbruik van de rechten ('volume credits') toegekend aan Engie zoals bepaald in [Schedule 2] te berekenen. De methodologie om het dosistempo op 1 meter rond de monoliet voor verschillende configuraties (combinaties van type primair collo of basket, aantal colli/baskets en type en lengte van de monoliet) te berekenen moet deel uitmaken van het goedkeuringsdossier voor

transfer 'radiologische karakterisering' (EDR). De wijze waarop de resultaten van deze berekeningen gebruikt worden om het verbruik van de rechten te berekenen, wordt uitgelegd in [*Schedule 2*].

- 305 (L,O) Indien het radioactieve afval besmet of mogelijk besmet is met **biologische ziekteverwekkers**, moet dit gemeld zijn op het formulier. In de bijlagen aan het formulier moet de producent per primair collo het volgende specificeren:
- nodige voorzorgsmaatregelen
 - nuttige inlichtingen (wetenschappelijke soortnaam van de ziekteverwekker, risicoklasse ...)

3.2 Het productiedocumentatiedossier (PDD)

- 306 (L,O) De producent moet het geconditioneerde radioactieve afval verder documenteren door middel van een **productiedocumentatiedossier** (PDD). Het originele PDD wordt bijgehouden en gearchiveerd door de producent gedurende een periode die overeengekomen wordt met NIRAS. Tevens moet een kopie naar NIRAS gestuurd worden.

- 307 (L,O) **Per campagne** moet een PDD opgesteld worden, waarvan de exacte inhoud afhankelijk is van het conditioneringsprocedé en de conditioneringsvariant. In het PDD moeten minimaal volgende gegevens **gedocumenteerd** worden:

- Algemene informatie over de campagne:
 - aantal aangemaakte colli
 - conditioneringsperiode
 - gebruikte immobilisatiematrix (volgens NTC-3 [9])
 - conditioneringsprocedé en conditioneringsvariant
 - referentie van: de goedkeuring 'Procedé', de goedkeuring 'Radiologisch', de goedkeuring 'Meetinstallatie' (indien van toepassing) en de goedkeuring 'Primaire verpakking' met versienummers
- Verpakkingen: keuringsrapporten voor de gebruikte primaire verpakkingen.
- Verslagen en rapporten over de productiecontroles door de producent die de kwaliteit van het eindproduct en de conformiteit met de ACRIA aantonen. Deze verslagen en rapporten hebben minstens betrekking op de volgende controles:
 - controles bij de ontvangst van de primaire verpakkingen
 - controles bij de cementering
 - controles bij de sluiting
- Immobilisatiematrix en immobilisatieproduct:
 - grondstoffen van de immobilisatiematrix:
 - herkomst van de gebruikte grondstoffen
 - analyse- en/of kwaliteitscertificaten van de grondstoffen die aantonen dat ze voldoen aan de criteria beschreven in 408, 409, 411, 413 en 415 van deze ACRIA
 - nominale chemische samenstelling van het ruwe afval, zoals beschreven in criterium 407.
 - Indien het ruwe en/of verwerkte afval harsen zijn: de merknamen van de harsen (indien beschikbaar).
 - nominale chemische samenstelling van het verwerkte afval, zoals beschreven in criterium 407.
 - nominale samenstelling van het immobilisatieproduct zoals beschreven in criterium 420.
 - samenstelling van het immobilisatieproduct per collo.
 - resultaten van de volgende testen op representatieve stalen, waarvan de frequentie in het goedkeuringsdossier wordt bepaald:

- druksterkte (zie ook 432)
 - buigsterkte (zie ook 433)
 - bestandheid tegen water (zie ook 434)
 - bestandheid tegen koude (zie ook 436)
 - uitlogingtest (zie ook 437)
 - duurzaamheid (zie ook 438)
 - robuustheid (zie ook 439)
 - Radiologische afscherming:
 - indien de fabrikant van de radiologische afscherming over een BENOR-keurmerk of een gelijkwaardig keurmerk ² beschikt:
 - resultaten van de test 'bestandheid tegen water' (zie ook 434) en
 - BENOR-certificaat van de fabrikant van de afscherming
 - zo niet, moeten de gegevens van de uit te voeren testen (zie criterium 442) worden opgegeven, waarbij 'immobilisatiematrix' en 'immobilisatieproduct' vervangen wordt door 'radiologische afscherming'.
 - Betonstop:
 - gegevens van de uit te voeren testen (zie criterium 446), waarbij 'immobilisatiematrix' en 'immobilisatieproduct' vervangen wordt door 'betonstop'.
 - Herkomst en omschrijving van het ruwe en verwerkte afval (volgens NTC-3 [9]).
 - Het type en de chemische samenstelling van de chemicaliën gebruikt bij een eventuele voorbehandeling van het ruwe en/of verwerkte afval.
 - Documenten met de radiologische resultaten (de activiteiten van de radionucliden, zoals gevraagd in criterium 303) van metingen die op het eindproduct en/of halfproduct zijn uitgevoerd.
 - Referentie van het C-formulier inclusief bijlagen, wanneer het C-formulier eerder werd ontvangen door NIRAS, of een exemplaar ingevuld volgens de criteria 301 tot en met 305, indien NIRAS het nog niet eerder ontvangen heeft.
 - Volgende fysische en chemische gegevens per collo:
 - bevestiging (ja/nee) dat er biologisch afbreekbare stoffen aanwezig zijn? (zie 404).
 - van elk aanwezig complex- of chelaatvormend agens:
 - naam van het agens
 - massa
 - van elk aanwezig elektropositief metaal (zie exhaustieve lijst in Bijlage 6 en zie 406):
 - naam van het metaal
 - massa
 - van elk aanwezig organisch of anorganisch absorbeermiddel (met inbegrip van silicagel en vermiculiet):
 - naam van het absorbeermiddel;
 - massa
 - Documenten over incidentmeldingen, afwijkingsaanvragen en regularisatieaanvragen.
-  De colli kunnen als volgt onderverdeeld worden in campagnes:
- Colli geconditioneerd volgens een bepaald conditioneringsprocedé worden in eenzelfde campagne samengebracht.

² Met een aan BENOR gelijkwaardig keurmerk wordt bedoeld: een equivalent (of beter) keurmerk van een ander land zoals AFNOR van Frankrijk of KOMO (KIWA) van Nederland. De gelijkwaardigheid wordt nagegaan via het goedkeuringstraject.

- Colli geconditioneerd in eenzelfde productieperiode worden in één campagne samengebracht. Bij een continue productie mag een campagne de colli van een productieperiode van maximaal zes maanden omvatten.
- Eventueel op basis van andere voorwaarden, na overleg met NIRAS (zoals type afval volgens NTC-3 [9]).

4 FYSISCH EN CHEMISCH AFVALKENMERKEN

4.1 De afvalvorm

4.1.1 Fysieke verschijningsvorm

- 401 (L,O) De afvalvorm moet een **vast, compact en niet-verspreidbaar geheel** vormen dat fysisch en chemisch **stabiel** is in de omstandigheden die verwacht worden tijdens het transport en de opslag.

4.1.2 Fysische en chemische stabiliteit

- 402 (L,O) Mogelijke gasontwikkeling ten gevolge van corrosie, radiolyse en/of ontbinding van organische stoffen mag geen afbreuk doen aan **de integriteit van de afvalvorm** en mag niet tot onaanvaardbare vervorming van de primaire verpakking leiden. De evolutie van de gasontwikkeling in de afvalvorm moet dan ook in het goedkeuringsdossier gedocumenteerd worden.
- 403 (L,O) De **temperatuur** mag op geen enkel punt van de afvalvorm groter dan of gelijk aan 100 °C geweest zijn.

4.1.3 Biologisch afbreekbare stoffen

- 404 (L,O) **Biologisch afbreekbare stoffen**, inclusief cellulosehoudende stoffen, mogen niet in het radioactieve afval aanwezig zijn.

4.1.4 Gevaarlijke stoffen

- 405 (L,O) De afvalvorm mag geen gevaarlijke **stoffen of mengsels** bevatten die door de CLP-Verordening [10] worden ingedeeld bij de **fysische gevaren** én:
- ofwel volgens Bijlage I ervan worden aangeduid door een specifieke H-zin;
 - ofwel volgens Bijlage II ervan worden aangeduid door een specifieke EUH-zin met betrekking tot **materiële eigenschappen**.



Bijlage 4 bevat een overzicht van de gevaarzinnen van de stoffen en mengsels die uitgesloten zijn door dit criterium, op basis van de CLP-Verordening die van kracht is op het moment waarop deze contractuele overdrachtscriteria goedgekeurd werd. Deze bijlage is daarom louter illustratief en bedoeld als hulpmiddel voor de gebruiker van deze contractuele overdrachtscriteria.

4.2 Het ruwe en/of verwerkte afval

4.2.1 Elektropositieve metalen

- 406 (L) **Elektropositieve metalen** (zie Bijlage 6) mogen niet in het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval aanwezig zijn, tenzij de producent in zijn goedkeuringsdossier kan aantonen dat de corrosiekinetiek traag genoeg is om de binding en uitharding van het immobilisatieproduct niet te verstoren.

4.2.2 Chemische samenstelling en eigenschappen

- 407 (L,O) De **nominale chemische samenstelling** en **eigenschappen** van zowel het ruwe als het verwerkte afval en de bijhorende maximale **variaties** moeten vastgelegd zijn in het goedkeuringsdossier. De producent moet hierin aantonen hoe hij zal garanderen dat de effectieve samenstelling steeds binnen de maximale variaties valt.

4.3 De immobilisatiematrix



De hieronder beschreven criteria zijn specifiek voor de bestanddelen die bij de productie van de immobilisatiematrix worden gebruikt en moeten niet noodzakelijk allemaal voorkomen in de samenstelling van de immobilisatiematrix. De bestanddelen van de immobilisatiematrix behoren uitsluitend tot de volgende vijf categorieën: bindmiddel, granulaat, water, hulpstof of toevoegstof. Ze zijn gedefinieerd in de hieronder vermelde normen.

Ter herinnering: een hulpstof is een product dat bij het aanmaken van beton of mortel wordt toegevoegd in kleine hoeveelheden in verhouding tot de bindmiddelmassa om de eigenschappen van het beton of de mortel in verse en/of uitgeharde toestand aan te passen.

Een toevoegstof is een fijn verdeeld materiaal dat in beton of mortel wordt gebruikt om specifieke eigenschappen te verbeteren of om er bijzondere eigenschappen aan te verlenen. De norm NBN EN 206 [12] verklaart het verschil tussen nagenoeg inerte toevoegstoffen (type I) en puzzolaan- of latent hydraulische toevoegstoffen (type II). De verschillende toegelaten toevoegstoffen zijn beschreven in de hieronder vermelde normen. De kwaliteitscontrole en kwaliteitsborging van de grondstoffen worden beschreven in het goedkeuringsdossier (zie criterium 419).

- 408 (L,O) Het **bindmiddel** dat gebruikt wordt voor de immobilisatiematrix moet:
- Ofwel een klassiek bindmiddel zijn en dus voldoen aan de eisen van NBN EN 197-1 [13].
 - Ofwel het alternatief hydraulische bindmiddel 'alkali-geactiveerde slakken' zijn.
- 409 (L,O) De **granulaten** die gebruikt worden voor de immobilisatiematrix moeten voldoen aan de eisen van NBN EN 12620 [14] of NBN EN 13139 [15].
- 410 (L,O) De granulaten die gebruikt worden voor de immobilisatiematrix moeten ongevoelig zijn voor **ASR**. ASR moet worden uitgesloten voor alle granulaten volgens de methode beschreven in ASTM C1260 (2014). Als het resultaat van deze test onbeslist is, moeten de granulaten beproefd worden volgens de methode beschreven in ASTM C1293 (2015).
- 411 (L,O) Het **aanmaakwater** dat gebruikt voor de immobilisatiematrix moet voldoen aan de eisen van NBN EN 1008 [16].
- 412 (L) **Organische hulpstoffen** zijn niet toegelaten, met uitzondering van superplastificeerders op basis van (in volgorde van voorkeur):
- naftaleensulfonaat
 - polycarboxylaat
 - melaminesulfonaat
- De producent moet in het goedkeuringsdossier de eventuele keuze van een van bovenstaande organische hulpstoffen beargumenteren.
- 413 (L,O) De **hulpstoffen** die gebruikt worden voor de immobilisatiematrix moet voldoen aan de eisen van NBN EN 934-1 [17], NBN EN 934-2 [18], NBN EN 934-3 [19], NBN EN 934-4 [20], NBN EN 934-5 [21] of NBN EN 934-6 [22].

- 414 (L) De **toevoegstoffen** moeten **anorganisch** zijn.
- 415 (L,O) De **toevoegstoffen** die aan het mengsel worden toegevoegd tijdens de productie van de colli GA moeten voldoen aan NBN EN 197-1 [13] en aan de eisen van de hieronder vermelde norm voor dat type toevoegstof:
- Hoogovenslak (S) moet voldoen aan NBN EN 15167-1 [23].
 - Silica fume (D) moet voldoen aan NBN EN 13263-1 [24].
 - Siliciumhoudende (V) of calciumhoudende (W) vliegashoudende moet voldoen aan NBN EN 450-1 [25].
 - Kalksteenmeel (L of LL) moet voldoen aan de definities in NBN EN 12620 [14].
-  Dit criterium heeft geen betrekking op cement conform EN 197-1 dat reeds toevoegstoffen bevat.
- 416 (L,O) Het **kalksteenmeel (L of LL)** (zie criterium 415) moet ongevoelig zijn voor ASR. De producent moet dit aantonen:
- ofwel door het moedergesteente van het kalksteenmeel te testen volgens de methode beschreven in ASTM C1260 (2014);
 - ofwel door de immobilisatiematrix te testen volgens de methode beschreven in ASTM C1293 (2015).

4.4 Het immobilisatieproduct

4.4.1 Overdraagbaarheid en opschaalbaarheid

- 417 (L,O) De testresultaten van de proeven op het inactieve immobilisatieproduct (de surrogaatsamenstelling) moeten **overdraagbaar** zijn naar het actieve immobilisatieproduct. Door middel van een testprogramma moet de producent de representativiteit aantonen van de gebruikte surrogaatsamenstelling bij de testen in de criteria 430 tot en met 439. De methodologie en evaluatiemethode van dit testprogramma moeten beschreven staan in het goedkeuringsdossier.
- 418 (L,O) De testresultaten van de laboratoriumproeven op kleine schaal moeten **opschaalbaar** zijn naar het immobilisatieproduct op reële schaal. Door middel van een testprogramma moet de producent de opschaalbaarheid aantonen van de gebruikte proefstukken bij de testen in de criteria 430 tot en met 439. De methodologie en evaluatiemethode van dit testprogramma moeten beschreven staan in het goedkeuringsdossier.

4.4.2 Het verse immobilisatieproduct

-  De hieronder beschreven criteria hebben betrekking op de samenstelling van het immobilisatieproduct, de eigenschappen van het verse materiaal en het gebruik ervan. De naleving van deze criteria garandeert een efficiënte, gecontroleerde en reproduceerbare inkapseling van het radioactieve afval.
- 419 (L,O) De samenstelling (zie criterium 420 en 421) en de eigenschappen van het immobilisatieproduct moeten worden gewaarborgd door het **kwaliteitssysteem van het verwerkings- en conditioneringsprocedé** (zie criterium 201). Dit kwaliteitssysteem moet in het goedkeuringsdossier beschreven worden en moet:
- alle stappen in het procedé omschrijven die te maken hebben met het immobilisatieproduct, dus vanaf de ontvangst van de grondstoffen van het immobilisatieproduct tot en met het eindproduct van het procedé, zijnde het collo geconditioneerd afval;

- bepalen met welke frequentie de testen vastgelegd in de contractuele overdrachtscriteria (criteria 410, 416, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 438 en 439) uitgevoerd worden;
- omschrijven welke kwaliteitscontroles, naast de hierboven vermelde testen, uitgevoerd worden en in welke stap van het procedé, en bepalen met welke frequentie deze kwaliteitscontroles worden uitgevoerd;
- Bepalen onder welke voorwaarden de hierboven vermelde testen zullen worden herhaald in het kader van de eerder vermelde kwaliteitscontroles.

420 (L,O) De **nominale samenstelling** van het immobilisatieproduct moet vastgelegd zijn in het goedkeuringsdossier.



De nominale samenstelling houdt geen rekening met de doseernauwkeurigheid (zie hiervoor criterium 421), maar omvat de identificatie van de bestanddelen van het immobilisatieproduct en de doseringen.

421 (L,O) De **doseernauwkeurigheid** van de bestanddelen van het immobilisatieproduct moet:

- voor het ruwe en/of verwerkte afval een tolerantie van ± 3 m% hebben.
- voor de overige bestanddelen van het immobilisatieproduct voldoen aan de vereisten van de norm NBN EN 206 [12].

Als de producent bovenstaande toleranties niet kan garanderen, moet hij eigen toleranties opgeven in het goedkeuringsdossier en garanderen dat de criteria 408 tot en met 439 altijd gerespecteerd zullen worden binnen de marges van deze tolerantie.

422 (L,O) Het immobilisatieproduct moet in één stap gegoten worden om de **continuïteit** van de immobilisatiematrix te garanderen, tenzij de tijd tussen twee opeenvolgende stappen kleiner is dan de tijd tot aan de binding³ van de eerste stap.

423 (L,O) Het verse immobilisatieproduct moet tijdens de bindingstijd beschermd zijn tegen overmatig **waterverlies door verdamping**. De producent moet in het goedkeuringsdossier verantwoorden hoe dit criterium gegarandeerd wordt.

424 (L,O) Bij de sluiting van het collo of op het moment dat de betonstop wordt gegoten, mag er geen **vrijstaand water aan het bovenoppervlak** van het immobilisatieproduct aanwezig zijn. Dit wordt visueel gecontroleerd. Water dat tijdens de binding op het oppervlak staat, mag dus niet manueel verwijderd worden.

425 (L,O) Tijdens de binding van het immobilisatieproduct moet het primaire collo **onbeweeglijk** gehouden zijn. Het begin en einde van de binding moet bepaald zijn in het goedkeuringsdossier.

4.4.3 Het verharde immobilisatieproduct



De hieronder beschreven criteria hebben betrekking op de eigenschappen van het uitgeharde materiaal. Ze bestaan uit twee categorieën: de mechanische en structurele eigenschappen van het immobilisatieproduct en de eigenschappen met betrekking tot het gedrag ervan op langere termijn.

430 (L,O) Het geheel aan **scheuren** in het immobilisatieproduct moet beperkt zijn. De producent moet dit aantonen door een visuele controle uit te voeren op een verticale doorsnede van een (niet-)actief collo op ware grootte, dat werd geproduceerd in omstandigheden die representatief zijn voor de werkelijke productie. Deze controle verloopt als volgt:

³ Dit is de tijd tussen het gieten van het immobilisatieproduct in het vat en het begin van de binding.

- Op het snijoppervlak van een van de twee helften verkregen na de verticale doorsnede van het collo wordt een verticale lijn getrokken die het bovenvlak van het immobilisatieproduct met het ondervlak verbindt.
- De gecumuleerde opening van alle scheuren die deze lijn kruisen, wordt gemeten. Enkel scheuren die een opening hebben groter dan of gelijk aan 0,1 mm worden in aanmerking genomen.
- De getrokken verticale lijn en de beschouwde doorsnede zijn zo gekozen dat de gecumuleerde opening zo groot mogelijk is.
- De gecumuleerde opening mag niet groter zijn dan 4 mm/m, tenzij de producent in zijn goedkeuringsdossier kan aantonen dat de gecumuleerde opening niet groter is dan de krimpwaarde. De krimpwaarde wordt bepaald op representatieve proefstukken volgens de normen NBN B15-216 [26] voor beton en NBN B14-217 [27] voor mortel en cementpasta.

De resultaten van deze test moeten opgenomen zijn in het goedkeuringsdossier.

Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:

- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
- In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.

 De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt impliciet uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

 Het (niet-)radioactieve collo dat voor de verificatie van dit criterium in aanmerking zou komen, kan ook worden gebruikt voor de meting van de inwendige temperaturen tijdens de hydratatie en de binding van het materiaal (zie criterium 435).

431 (L,O) Het immobilisatieproduct moet **homogeen** zijn. Dit betekent dat er een goede menging moet geweest zijn en er geen ontmenging (segregatie) plaatsgevonden mag hebben tijdens de binding. Dit moet worden aangetoond door middel van het verticaal doorsnijden van een (niet-)actief collo (de test in criterium 430 kan hierbij helpen), waarbij er visueel wordt nagegaan of er geen ontmenging plaatsgevonden heeft. De resultaten van deze test moeten opgenomen zijn in het goedkeuringsdossier.

Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:

- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
- In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.

 De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt impliciet uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

432 (O) De finale **druksterkte** van het immobilisatieproduct moet groter dan of gelijk aan 8 MPa zijn. Deze druksterkte moet bepaald zijn op genormaliseerde proefstukken bewaard in afgesloten vormen (die geen vochtuitwisseling toelaten) en/of in een vochtkamer overeenkomstig de van toepassing zijnde normen. In Tabel 2 worden de toepasbare normen en de dimensies van het proefstuk weergegeven.

De evolutie van de druksterkte tot het bereiken van een plateau moet worden aangetoond in het goedkeuringsdossier.

Tabel 2: Toepasbare normen voor de bepaling van de druksterkte

Immobilisatieproduct	Toepasbare norm	Dimensies van het proefstuk
Beton	NBN EN 12390-3 [28]	150 x 150 x 150 mm of Ø 150 mm x 300 mm
Mortel, cementpasta	NBN EN 1015-11 [29]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-3 [28]	150 x 150 x 150 mm

- 433 (L,O) De finale **buigsterkte** van het immobilisatieproduct moet groter dan of gelijk aan 1 MPa zijn. Deze buigsterkte moet bepaald zijn op genormaliseerde proefstukken bewaard in afgesloten vormen (die geen vochtuitwisseling toelaten) en/of in een vochtkamer overeenkomstig de van toepassing zijnde normen. In Tabel 3 worden de toepasbare normen en dimensies van het proefstuk voor de bepaling van de buigsterkte weergegeven. De evolutie van de buigsterkte tot het bereiken van een plateau moet worden aangetoond in het goedkeuringsdossier.

Tabel 3: Toepasbare normen voor de bepaling van de buigsterkte

Immobilisatieproduct	Toepasbare norm	Dimensies van het proefstuk
Beton	NBN EN 12390-5 [30]	Prisma, met dimensies volgens norm
Mortel, cementpasta	NBN EN 1015-11 [29]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-5 [30]	Prisma, met dimensies volgens norm

- 434 (L) Het immobilisatieproduct moet **bestand zijn tegen water**. Dit betekent dat uitgeharde proefstukken van de immobilisatiematrix met dimensies uit Tabel 3 ondergedompeld moeten zijn in water gedurende een periode van minstens 90 dagen. De testcondities en de inspectieprocedure voor de proefstukken na de test moeten met voldoende details beschreven zijn in het goedkeuringsdossier, om de proef eenduidig te kunnen reproduceren. Met testcondities wordt minstens bedoeld:

- het volume van het water ten opzichte van het proefstuk
- de samenstelling van het water en de verversingsfrequentie
- de ouderdom van het proefstuk bij aanvang van de proef
- de geometrie van de opstelling
- de temperatuur van het water

Elk proefstuk moet na de test:

- vrij zijn van enige structurele verandering (bijvoorbeeld scheuren, afbrokkeling, vervorming ...);
- een buigsterkte hebben die groter dan of gelijk aan 1 MPa is, bepaald volgens de overeenkomstige norm in Tabel 3.

Eventuele volume- en massaveranderingen moeten opgegeven zijn in het goedkeuringsdossier. De proeven moeten altijd met verschillende proefstukken uitgevoerd worden en de proefstukkenset moet als geheel beoordeeld worden.

-  De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt impliciet uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

- 435 (L,O) Het immobilisatieproduct moet:

- ofwel tijdens en na de binding een evolutie van haar interne temperatuur hebben gekend, waarbij deze op ieder punt kleiner dan of gelijk aan 60°C is gebleven;

- ofwel ongevoelig zijn voor **DEF**, waarbij deze ongevoeligheid moet worden aangetoond op representatieve proefstukken aan de hand van geschikte testmethodes.

Deze ongevoeligheid voor DEF moet worden aangetoond aan de hand van de testmethode beschreven in de nota 2014-3049 [31]. Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:

- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
- In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.

 De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt impliciet uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

436 (L,O) Het immobilisatieproduct moet **bestand zijn tegen koude**. De producent controleert dit in een koudetest op representatieve proefstukken met dimensies uit Tabel 3.

De koudetest bestaat uit het bewaren van de proefstukken in een hermetisch gesloten zak gedurende 120 dagen bij temperaturen tussen 0°C en 10°C. De dimensionele vervorming moet op regelmatige tijdstippen opgemeten worden, alsook moeten de proefstukken op regelmatige tijdstippen geïnspecteerd worden op scheurvorming, afbrokkelingen en andere anomalieën.

Elk proefstuk moet na de test:

- vrij zijn van enige structurele verandering (bijvoorbeeld scheuren, afbrokkeling, vervorming);
- een buigsterkte hebben die groter of gelijk is aan 1 MPa, bepaald volgens de overeenkomstige norm in Tabel 3.

Eventuele volume- en massaveranderingen moeten opgeven zijn in het goedkeuringsdossier. De proeven moeten steeds met verschillende proefstukken uitgevoerd worden en de proefstukkenset moet als geheel beoordeeld worden.

437 (L) De producent moet een **uitlogingstest** uitvoeren zoals beschreven in de NIRAS technische fiches TFT-3 [32] en TFT-4 [33], om een indicatie te geven van de insluitingscapaciteit van het immobilisatieproduct. Indien de producent een alternatieve testmethode gebruikt, moet aan alle onderstaande voorwaarden voldaan zijn:

- In het goedkeuringsdossier moet beargumenteerd zijn, waarom een alternatieve testmethode gewenst is.
- In het goedkeuringsdossier moet aangetoond zijn dat de alternatieve testmethode gelijkwaardig is aan de hierboven beschreven methode.

 De goedkeuring van de alternatieve testmethode volgt impliciet uit de goedkeuring van het goedkeuringsdossier.

438 (L) Het verharde immobilisatieproduct moet **duurzaam** zijn. Dit moet worden aangetoond aan de hand van een versnelde verouderingstest in overeenstemming met de methode beschreven in ANDRA : ACO SP ASRE 00-064 – partie B [34]. De uitvoering en de resultaten van deze verouderingstest moeten opgenomen zijn in het goedkeuringsdossier.

Hierbij moet:

- elk proefstuk vrij zijn van enige structurele verandering (bijvoorbeeld scheuren, afbrokkeling, vervorming). De producent moet duidelijke foto's toevoegen aan het goedkeuringsdossier om dit te verantwoorden.
- een uitgebreide microscopische analyse (bijvoorbeeld EDX gekoppeld aan een SEM) van snijplaatjes of breukvlakken ontnomen van de verschillende proefstukken de afwezigheid van waarnemingen bevestigen, die de integriteit van het immobilisatieproduct kunnen aantasten.

De randvoorwaarden voor het uitvoeren van deze verouderingstest zijn:

- De verouderingstest moet volgehouden worden tot wanneer de toestand van de proefstukken zich heeft gestabiliseerd. De verouderingstest mag niet eerder stopgezet worden dan 12 maanden na zijn aanvang.
- De dimensies en massa's van de proefstukken moeten regelmatig gemeten worden.
- De proefstukken moeten regelmatig geïnspecteerd worden op scheurvorming, afbrokkelingen en andere anomalieën.
- De waarnemingen en de tijdstippen wanneer deze zijn waargenomen, moeten gerapporteerd worden in het goedkeuringsdossier.
- Na het stopzetten van de verouderingstest moeten de volume- en massaveranderingen alsook de buigsterkte van de proefstukken worden gemeten. Deze buigsterkte moet worden bepaald volgens de toepasselijke norm in Tabel 3.

439 (L) Het immobilisatieproduct moet **robuust** zijn ten opzichte van de variaties op de chemische eigenschappen van het ruwe en/of verwerkte afval (zie criterium 407) en de variaties als gevolg van de doseernauwkeurigheid (zie criterium 421). De producent moet dit aantonen tijdens de ontwikkeling van het immobilisatieproces in twee fases, die beide beschreven moeten worden in het goedkeuringsdossier:

- In de, eerste, demonstratiefase wordt een referentieproces ontwikkeld, waarbij er rekening gehouden wordt met de nominale chemische samenstelling en eigenschappen van het ruwe en/of verwerkte afval (zoals gedefinieerd in het goedkeuringsdossier, zie criterium 407).
- In de hierop volgende robuustheidsbeproeving wordt de invloed van de variaties van de chemische samenstelling en eigenschappen van het ruwe en/of verwerkte afval (zoals gedefinieerd in het goedkeuringsdossier, zie criterium 407) en de variaties als gevolg van de doseernauwkeurigheid (zoals gedefinieerd in het goedkeuringsdossier, zie criterium 421) op het immobilisatieproduct onderzocht.

Ongeacht deze variaties, moet het immobilisatieproduct steeds aan alle contractuele overdrachtscriteria voldoen, behalve 'duurzaam' (zie criterium 438).

4.5 Toegevoegde onderdelen

440 (L,O) De verschillende materialen waaruit de radiologische afscherming, betonstop of menger vervaardigd is, moeten **fysisch en chemisch** compatibel zijn met elkaar en met het immobilisatieproduct.

4.5.1 Radiologische afscherming

441 (L) De **radiologische afscherming** moet vervaardigd zijn uit beton (bijvoorbeeld hematietbeton, barietbeton ...), mortel (bijvoorbeeld hematietmortel, barietmortel ...), cementpasta, staal of lood.

442 (L,O) Indien de fabrikant van de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta **beschikt over een BENOR-keurmerk of een gelijkwaardig keurmerk**⁴ voor het beton, de mortel of de cementpasta dat hiervoor gebruikt wordt, moet deze radiologische afscherming voldoen aan de volgende criteria die al beschreven werden in §4.3 en §4.4 (waarbij 'immobilisatiematrix' en 'immobilisatieproduct' vervangen moeten worden door 'radiologische afscherming'):

- ongevoeligheid voor ASR (zie criterium 410)
- anorganische hulpstoffen (zie criterium 412)
- nominale samenstelling van het immobilisatieproduct (zie criterium 420)
- bestandheid tegen water (zie criterium 434)
- ongevoeligheid voor DEF (zie criterium 435)

⁴ Met een aan BENOR gelijkwaardig keurmerk wordt bedoeld: een equivalent (of beter) keurmerk van een ander land zoals AFNOR in Frankrijk of KOMO (KIWA) in Nederland. De gelijkwaardigheid wordt nagegaan via het goedkeuringstraject.

Indien de fabrikant van de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta **niet beschikt over een BENOR keurmerk** voor het beton, de mortel of de cementpasta van de radiologische afscherming **of een gelijkwaardig keurmerk**, moet deze radiologische afscherming voldoen aan dezelfde criteria als die voor de immobilisatiematrix en het immobilisatieproduct (met andere woorden de criteria vanaf 408 tot en met 435) behalve 'overdraagbaar' (zie criterium 417), 'opschaalbaar' (zie criterium 418), 'scheuren' (zie criterium 430), 'druksterkte' (zie criterium 432) en 'buigsterkte' (zie criterium 433). Hierbij moet "immobilisatiematrix" en "immobilisatieproduct" vervangen worden door "radiologische afscherming".

443 (L,O) Indien de fabrikant van de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta niet beschikt over een BENOR keurmerk voor het beton, de mortel of de cementpasta van de radiologische afscherming of een gelijkwaardig keurmerk, moet de **druksterkte** op 28 dagen van de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta:

- groter dan of gelijk aan 30 MPa zijn;
- voldoen aan een van de onderstaande criteria:
 - ofwel ligt de gemeten druksterkte binnen het 95%-betrouwbaarheidsinterval, waarbij dat interval kleiner dan of gelijk aan 20 MPa [35] moet zijn;
 - ofwel ligt de gemeten druksterkte buiten het 95%-betrouwbaarheidsinterval, maar voldoet de geteste mortel of het geteste beton aan een reeks bijkomende controles verschillend van de courante kwaliteitscontroles (zie criterium 419) die vastgelegd zijn in het goedkeuringsdossier.

Deze druksterkte moet bepaald zijn op genormaliseerde proefstukken bewaard in afgesloten vormen (die geen vochtuitwisseling toelaten) en/of in een vochtkamer overeenkomstig de van toepassing zijnde normen. Daarnaast moet de producent het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de druksterkte op 28 dagen in zijn goedkeuringsdossier opnemen. Tabel 4 geeft de toepasbare norm en de dimensies van het proefstuk weer.

Tabel 4: Toepasbare norm voor de bepaling van de druksterkte

Radiologische afscherming	Toepasbare norm	Dimensies van het proefstuk
Beton	NBN EN 12390-3 [28]	150 x 150 x 150 mm of Ø 150 mm x 300 mm
Mortel, cementpasta	NBN EN 1015-11 [29]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-3 [28]	150 x 150 x 150 mm

444 (L,O) Indien de fabrikant van de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta niet beschikt over een BENOR keurmerk voor het beton, de mortel of de cementpasta van de radiologische afscherming of een gelijkwaardig keurmerk, moet de **buigsterkte** op 28 dagen van de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta groter dan of gelijk aan 1 MPa zijn. Deze buigsterkte moet bepaald zijn op genormaliseerde proefstukken, bewaard in afgesloten vormen (die geen vochtuitwisseling toelaten) en/of in een vochtkamer, overeenkomstig de van toepassing zijnde normen. Tabel 5 geeft de toepasbare norm en de dimensies van het proefstuk voor de bepaling van de buigsterkte weer.

Tabel 5: Toepasbare norm voor de bepaling van de buigsterkte

Radiologische afscherming	Toepasbare norm	Dimensies van het proefstuk
Beton	NBN EN 12390-5 [30]	Prisma, met dimensies volgens norm

Mortel, cementpasta	NBN EN 1015-11 [29]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-5 [30]	Prisma, met dimensies volgens norm

4.5.2 Betonstop

445 (L) De **betonstop** moet vervaardigd zijn uit beton (bijvoorbeeld hematietbeton, barietbeton ...), mortel (bijvoorbeeld hematietmortel, barietmortel ...) of cementpasta.

446 (L,O) De **betonstop** moet voldoen aan dezelfde criteria als die voor de immobilisatiematrix en het immobilisatieproduct (met andere woorden de criteria vanaf 408 tot en met 435) behalve 'overdraagbaar' (zie criterium 417), 'opschaalbaar' (zie criterium 418), 'scheuren' (zie criterium 430), 'druksterkte' (zie criterium 432) en 'buigsterkte' (zie criterium 433). Hierbij moet "immobilisatiematrix" en "immobilisatieproduct" vervangen worden door "betonstop".

447 (L,O) De **druksterkte** op 28 dagen van de verharde betonstop, moet:

- groter dan of gelijk aan 30 MPa zijn;
- voldoen aan een van de onderstaande criteria:
 - ofwel ligt de gemeten druksterkte binnen het 95%-betrouwbaarheidsinterval, waarbij dat interval kleiner dan of gelijk aan 20 MPa [35] moet zijn;
 - ofwel ligt de gemeten druksterkte buiten het 95%-betrouwbaarheidsinterval, maar voldoet de geteste mortel of het geteste beton aan een reeks bijkomende controles verschillend van de courante kwaliteitscontroles (zie criterium 419) die vastgelegd zijn in het goedkeuringsdossier.

Deze druksterkte moet bepaald zijn op genormaliseerde proefstukken bewaard in afgesloten vormen (die geen vochtuitwisseling toelaten) en/of in een vochtkamer overeenkomstig de van toepassing zijnde normen. Daarnaast moet de producent het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de druksterkte op 28 dagen in zijn goedkeuringsdossier opnemen. Tabel 6 geeft de toepasbare norm en de dimensies van het proefstuk weer.

Tabel 6: Toepasbare norm voor de bepaling van de druksterkte

Betonstop	Toepasbare norm	Dimensies van het proefstuk
Beton	NBN EN 12390-3 [28]	150 x 150 x 150 mm of Ø 150 mm x 300 mm
Mortel, cementpasta	NBN EN 1015-11 [29]	40 x 40 x 160 mm
	NBN EN 12390-3 [28]	150 x 150 x 150 mm

448 (L,O) De **buigsterkte** op 28 dagen van de betonstop moet groter dan of gelijk aan 1 MPa zijn. Deze buigsterkte moet bepaald zijn op genormaliseerde proefstukken, bewaard in afgesloten vormen (die geen vochtuitwisseling toelaten) en/of in een vochtkamer, overeenkomstig de van toepassing zijnde normen. Tabel 7 geeft de toepasbare norm en de dimensies van het proefstuk voor de bepaling van de buigsterkte weer.

Tabel 7: Toepasbare norm voor de bepaling van de buigsterkte

Betonstop	Toepasbare norm	Dimensies van het proefstuk
Beton	NBN EN 12390-5 [30]	Prisma, met dimensies volgens norm
Mortel, cementpasta	NBN EN 1015-11 [29]	40 x 40 x 160 mm

	NBN EN 12390-5 [30]	Prisma, met dimensies volgens norm
--	---------------------	------------------------------------

5 RADIOLOGISCHE AFVALKENMERKEN

5.1 Maximale activiteitsconcentraties

- 501 (L,O) In elk primair collo moet de activiteit van de totale hoeveelheid bèta/gammastralers kleiner dan of gelijk zijn aan 37 TBq/m³.
- 502 (L,O) In elk primair collo moet de activiteit van de totale hoeveelheid alfastralers kleiner dan of gelijk zijn aan 37 TBq/m³.
- 503 (L,O) In elk primair collo moet de totale radiologische inventaris beperkt zijn zodat op 01/01/2080 het maximaal dosistempo van een monoliet van type CB-5 (zie Bijlage 8) waarin enkel dit primaire collo geconditioneerd is, beperkt is tot 25 µSv/h op 1 meter.
- 504 (L,O) In elk primair collo moet de som van de activiteiten van Ra-226 en Th-232 per massa-eenheid kleiner dan of gelijk aan 1000 Bq/kg zijn. Hierbij wordt de activiteit per massa-eenheid berekend op de massa van de afvalvorm.

5.2 Kritikaliteit

 Deze contractuele overdrachtscriteria bevatten enkel beperkingen op de aanwezigheid van splijtbare nucliden in het afval om het risico op kritikaliteit uit te sluiten. Deze contractuele overdrachtscriteria doen geen afbreuk aan de contractuele overdrachtscriteria 501 tot en met 504.

- 505 (L,O) Indien splijtstoffen aanwezig zijn in het primair collo, dient hun hoeveelheid en configuratie (fysieke en chemische vorm, compartimentering, aanwezigheid van neutronenabsorberend, neutronenreflecterend en neutronenvertragend materiaal) zodanig te zijn dat op elk ogenblik het risico op kritikaliteit vermeden wordt. Concreet dient de hoeveelheid splijtstoffen beperkt te worden volgens de onderstaande sommatieregel:

$$\frac{\text{massa Pu-239 (g)}}{219} + \frac{\text{massa Pu-241 (g)}}{112} + \frac{\text{massa U-235 (g)}}{326} \leq 1$$

wanneer de verrijkingsgraad van het collo meer is dan 5 %, terwijl bij een verrijkingsgraad lager dan 5 % de massa aan U-235 beperkt is tot 700 g.

6 PRIMAIRE VERPAKKING EN COLLO

6.1 De primaire verpakking

601 (O) De primaire verpakking moet zodanig zijn dat het primaire collo voldoet aan de vereisten voor een transportcollo **type IP-2**, zoals bepaald in de 'IAEA Safety Standards' [36]. Naast de resultaten van de valtest en de stapeltest moet de producent ook het IP-2-certificaat van het transportcollo opnemen in het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking'.

602 (L,O) Van elk collo geconditioneerd afval moet de primaire verpakking behoren tot de lijst in Tabel 8 (de codes zijn in overeenstemming met de technische nota NTC-3 [9]).

Tabel 8: Lijst van toegelaten verpakkingen voor de colli geconditioneerd afval

Code	Omschrijving van de verpakking	Inhoud
FS04D	Vernieuwd standaardvat 400l	400 liter

Na overleg met en goedkeuring door NIRAS kan de producent ook een ander type verpakking gebruiken met een inhoud van ± 400 liter en dat compatibel is met de voorziene te gebruiken installaties voor ontvangst, hantering en opslag bij Belgoproces.

603 (L,O) De verschillende materialen waaruit de primaire verpakking is vervaardigd, moeten **fysisch en chemisch compatibel** zijn met elkaar en met:

- de materialen en uitrustingen gebruikt bij het transport en in de opslaginfrastructuur;
- de gebruikte bestanddelen voor de immobilisatiematrix en het ruwe en/of verwerkte radioactieve afval;
- de eventueel aanwezige radiologische afscherming of betonstop.

 Typische voorbeelden van materialen, toegepast in het productieproces van een primaire verpakking, waarvan de fysische en chemische compatibiliteit geëvalueerd en gedocumenteerd wordt in het goedkeuringsdossier zijn:

- het basismateriaal waaruit de primaire verpakking is opgebouwd (inclusief het deksel)
- het basismateriaal waaruit de toegevoegde onderdelen (zie Bijlage 3) vervaardigd worden
- het lasmateriaal
- de gebruikte galvanische bescherming
- de gebruikte coating (bijvoorbeeld epoxyverf)
- de gebruikte (radiologische) afscherming
- de gebruikte interne beschermingsmantel

604 (O) De **integriteit, mechanische weerstand, vorm en afmetingen** van de primaire verpakking moeten, onder de normale statische en dynamische belastingen, behouden blijven voor een minimale periode van 75 jaar. Dit geldt voor alle normale handelingen tijdens de opslag van de lege primaire verpakking, het vullen van de primaire verpakking met afval en immobilisatiematrix, de laad- en losoperaties en de opslag van het primaire collo in het daartoe bestemde opslaggebouw.

605 (O) De primaire verpakking moet bestand zijn tegen **corrosie en chemische aantasting** gedurende een opslagperiode van minimaal 75 jaar onder normale omstandigheden in het daartoe bestemde opslaggebouw. Deze weerstand moet aangetoond zijn in het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking'.

 Het voldoen aan de criteria 603, 604 en 605 wordt in belangrijke mate beïnvloed door de randvoorwaarden van de fabricage van de verpakking, de opslag van de lege verpakking in een magazijn, het vullen van de verpakking met ruw en/of verwerkt afval en immobilisatiematrix, alsook de betrokken mechanische handelingen.

6.2 Het primaire collo

6.2.1 Fysische en chemische criteria voor het primaire collo

606 (L,O) Van geen enkel primair collo mag het totaal aan macroscopische **lege ruimtes** groter zijn dan 15% van het nominale volume van het primaire collo (dit is 0,4 m³ voor een 400-liter vat). Dit volumepercentage aan lege ruimtes moet vermeld zijn in het goedkeuringsdossier 'Procedé', waarbij ook de methode om dit volumepercentage te bepalen gepreciseerd moet zijn.

 Om aan dit criterium te voldoen, kan het in sommige gevallen nodig zijn om de lege ruimtes verder op te vullen. In dat geval moeten er materialen gebruikt worden die voldoen aan criterium 442.

607 (L,O) Van geen enkel primair collo mag de **totale massa** groter dan 1,5 x 10³ kg zijn.

608 (L) In elk primair collo moet de **bindmiddelmasa** groter dan of gelijk aan 10 m% zijn van de totale massa van het primaire collo.

609 (L,O) Geen enkel primair collo mag **vrije vloeistoffen** bevatten.

 Interstitieel water (bijvoorbeeld in de poriën van betonpuin) wordt niet als een vrije vloeistof beschouwd.

6.2.2 Operationele radiologische veiligheid

610 (O) Van geen enkel primair collo mag het bij contact met de primaire verpakking gemeten **maximale dosistempo** groter zijn dan 2 Sv/h.

Zo niet, mag het op 1 meter afstand gemeten maximale dosistempo niet groter zijn dan 0,2 Sv/h.

611 (O) Van geen enkel primair collo mag de **afneembare oppervlaktebesmetting** groter zijn dan:

- 0,4 Bq/cm² voor het totaal van bèta/gammastralers;
- 0,04 Bq/cm² voor het totaal van alfastralers.

6.2.3 Opschriften en pictogrammen

612 (L,O) Elk primair collo moet een **unieke identificatiecode** dragen die het radioactieve afval eenduidig verbindt met zijn documentatie (zie hoofdstuk 3).

613 (L,O) De **aangebrachte identificatiecode** moet voldoen aan alle onderstaande voorwaarden:

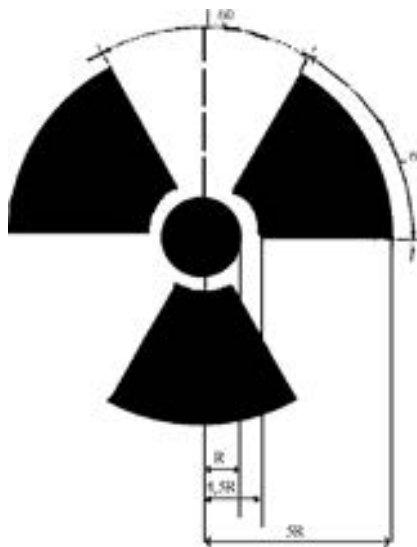
- De code moet bestaan uit een combinatie van achtereenvolgens een letter (L), een getal van twee cijfers (C), een koppelteken en een getal van vier cijfers (C) (zie Figuur 1). Hierbij gelden de volgende regels:
 - De letter stemt overeen met de producent (zie NTC-3 [9]).
 - Het getal van twee cijfers voor het koppelteken bestaat uit de laatste twee cijfers van het jaar waarin de primaire verpakking werd gefabriceerd.
 - Het getal van vier cijfers na het koppelteken is het volgnummer dat aan het collo is toegekend.
- De code moet bestaan uit letters en cijfers met een grootte van 75 mm of meer.
- De code moet zijn aangebracht voordat de primaire verpakking gevuld wordt met afval.
- De code moet zijn aangebracht op het zijvlak van het metalen vat en op het deksel of de bodem.
- De code moet minimaal 75 jaar (periode van de opslag) leesbaar blijven.

L	C	C	-	C	C	C	C
---	---	---	---	---	---	---	---

Figuur 1: Theoretische identificatiecode voor een collo GA

614 (O) Elk primair collo moet een **waarschuwingsteken voor ioniserende straling** dragen, dat gekenmerkt wordt het symbool afgebeeld in zoals opgegeven Figuur 2. Het waarschuwingsteken moet voldoen aan alle onderstaande voorwaarden:

- Het teken moet een hoogte hebben van 200 mm of meer en moet voldoen aan de verhoudingen vermeld in Figuur 2.
- Het teken moet duidelijk zichtbaar en goed herkenbaar zijn.
- Het teken moet zijn aangebracht op het zijvlak van het metalen vat, op een plaats onder de identificatiecode.



Figuur 2: Symbool in het waarschuwingsteken voor ioniserende straling op een collo GA

7 BIOLOGISCHE ZIEKTEVERWEKKERS

701 (L,O) Het radioactieve afval mag niet besmet of mogelijk besmet zijn met **biologische ziekteverwekkers**.

Met biologische ziekteverwekkers wordt bedoeld:

- infectieuze stoffen (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 6.2)
- biotoxines (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 6.1-code T1, T2)
- medisch afval (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 6.2-UN 3291)
- genetisch gemodificeerde organismen (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 9-code M8)

702 (L,O) **Biologisch geïnactiveerd** radioactief afval moet worden beschouwd als mogelijk besmet met biologische ziekteverwekkers.

8 REFERENTIES

- [1] NIRAS-nota 98-1446, 'Overzichtslijst van goedgekeurde documenten met betrekking tot de acceptatiecriteria voor radioactief afval / Liste récapitulative des documents approuvés relatifs aux critères d'acceptation de déchets radioactifs';
- [2] NIRAS-nota 2012-0982, technische nota: 'GLOS: Glossarium met betrekking tot de acceptatiecriteria van NIRAS';
- [3] NIRAS-nota 400-89/623, technische nota NTC-4: 'Kwalifikatie van een procédé en een installatie voor de verwerking/konditionering van radioactief afval-richtlijnen voor het opstellen van een technisch dossier.', auteur: A. De Goeyse;
- [4] NIRAS-nota 97-3497N: 'Technische nota NTC-6: Meetmethoden en meetinstallaties voor de bepaling van de activiteit van geconditioneerd afval.', auteur: A. De Goeyse;
- [5] NIRAS-nota 97-4696N: 'Technische nota NTC-6/A: Type-inhoud van een technisch dossier voor methodes gebaseerd op de analyse van primaire colli via gamma-spectrometrie', auteur: A. De Goeyse;
- [6] NIRAS-nota 97-4700N: 'Technische nota NTC-6/B: Type-inhoud van een technisch dossier voor methodes gebaseerd op de analyse van primaire colli via neutronenmetingen', auteur: A. De Goeyse;
- [7] NIRAS-nota 2020-2682: 'Technische nota NTC-6/C: Type-inhoud van een erkenningsdossier voor de meetinstallatie en methodes gebaseerd op de analyse van primaire colli via dosistempometingen.', auteur: J. Becker;
- [8] NIRAS-nota 2000-1049: 'Technische nota NTC-9: Type-inhoud van de goedkeuringsdossiers van de primaire verpakkingen voor geconditioneerd afval.', auteur: M. Voet;
- [9] NIRAS-nota 2021-0334, technische nota: 'Technische nota NTC-3', auteur: N. Van Houtven;
- [10] 'CLP-verordening, zijnde Verordening (EG) nr. 1272/2008 van het Europees Parlement en de Raad van 16 december 2008 (en latere wijzigingen) betreffende de indeling, etikettering en verpakking van stoffen en mengsels tot wijziging en intrekking van de Richtlijnen 67/548/EEG en 1999/45/EG en tot wijziging van Verordening (EG) nr. 1907/2006;
- [11] 'Technische richtsnoeren voor de indeling van afvalstoffen', Mededeling (EG) nr. 2018/C124/01 van de Europese Commissie van 9 april 2018.
- [12] NBN EN 206+A2, 'Beton – Specificatie, prestatie, productie en conformiteit', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2021 of een recentere versie;
- [13] NBN EN 197-1, 'Cement – Deel 1 : Samenstelling, specificatie en overeenkomstigheidscriteria voor gewone cementsoorten', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2011 of een recentere versie;
- [14] NBN EN 12620, 'Toeslagmateriaal voor beton', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2013 of een recentere versie;
- [15] NBN EN 13139, 'Toeslagmaterialen voor mortel', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2013 of een recentere versie;
- [16] NBN EN 1008, 'Aanmaakwater voor beton: Specificatie voor monsterneming, beproeving en beoordeling van de geschiktheid van water, inclusief spoelwater van reinigingsinstallaties in de betonindustrie, als aanmaakwater voor beton' Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2002 of een recentere versie;
- [17] NBN EN 934-1, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 1: Algemene eisen.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2008 of een recentere versie;

-
- [18] NBN EN 934-2+A1, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 2: Hulpstoffen voor beton – Definities, eisen, conformiteit, markering en etikettering.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2012 of een recentere versie;
 - [19] NBN EN 934-3+A1, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 3: Hulpstoffen voor metselmortel – Definities, eisen, overeenkomstigheid, markering en etikettering.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2012 of een recentere versie;
 - [20] NBN EN 934-4, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 4: Hulpstoffen voor injectiemortel voor voorspankabels – Definities, eisen, conformiteit, markering en etikettering.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2009 of een recentere versie;
 - [21] NBN EN 934-5, 'Hulpstoffen voor beton, mortel en injectiemortel – Deel 5: Hulpstoffen voor spuitbeton – Definities, eisen, conformiteit, merken en labels.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2008 of een recentere versie;
 - [22] NBN EN 934-6, 'Toevoegingen voor beton, mortel en specie – Deel 6: Monsterneming, beoordeling en verificatie van prestatiebestendigheid', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2019 of een recentere versie;
 - [23] NBN EN 15167-1, 'Gemalen gegranuleerde hoogovenslak voor gebruik in beton, mortel en injectiemortel – Deel 1 : Definities, specificaties en conformiteitscriteria.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2007 of een recentere versie;
 - [24] NBN EN 13263-1+A1, 'Silicafume voor beton – Deel 1 : Definities, eisen en overeenkomstigheidscriteria.', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2009 of een recentere versie;
 - [25] NBN EN 450-1, 'Vliegashouders voor beton – Deel 1: Definitie, specificaties en overeenkomstigheidscriteria, Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2012 of een recentere versie;
 - [26] NBN B15-216, 'Proeven op beton – Krimpen en zwellen', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 1974 of een recentere versie;
 - [27] NBN B14-217, 'Proeven op mortel – Krimpen en zwellen', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 1983 of een recentere versie;
 - [28] NBN EN 12390-3, 'Testen op gehard beton – Deel 3: Druksterkte van proefstukken', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2019 of een recentere versie;
 - [29] NBN EN 1015-11, 'Testmethoden voor mortel voor metselwerk – Deel 11: Bepaling van de buig- en druksterkte van geharde mortel.' Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2019 of een recentere versie;
 - [30] NBN EN 12390-5, 'Testen op gehard beton – Deel 5: Buigsterkte van proefstukken', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2019 of een recentere versie;
 - [31] NIRAS-nota 2014-3049, 'Beproeving van een matrix tot interne sulfiet aantasting (DEF)', auteur: E. Coppens;
 - [32] NIRAS-nota 1998-1185: 'TFT 3: Résistance à la lixiviation', auteur: R. Gens;
 - [33] NIRAS-nota 1998-1196: 'TFT 4: Expression et présentation des résultats des essais de lixiviation', auteur: R. Gens;
 - [34] ANDRA specificatie : 'ACO.SP.ASRE.00-064 : Evaluation de la stabilité mécanique d'un bloc de déchets dont la matrice est un liant hydraulique alcalin.', uitgave juni 2006 of een recentere versie;
 - [35] NIRAS-nota 2018-0265, 'Het betrouwbaarheidsinterval voor de individuele waarde, toegepast op betonproductie', auteur: E. Coppens;
 - [36] IAEA Safety Standards – Specific Safety Requirements no. SSR-6 (Rev. 1): 'Regulations for the safe transport of radioactive material (edition 2018)', Vienna: International Atomic Energy Agency, uitgave 2018 of een recentere versie, ISBN 978-92-0-107917-6;

-
- [37] NBN EN 1744-1+A1, 'Beproevingsmethoden voor de chemische eigenschappen van toeslagmaterialen – Deel 1: Chemische analyse', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 2013 of een recentere versie;
 - [38] Tractebel-nota BP400L/4NT.0346002/000/00, technische nota: 'BP 400L drum impact analysis (additional calculations)', Tractebel engineering;
 - [39] NIRAS-nota 1997-2207: 'TFT 2: Détermination de la résistance aux effets thermiques des colis enrobés de déchets solides';
 - [40] NBN B05-203, 'Proeven op bouwmaterialen – Vorstbestendigheid - Vorstdooicyclussen', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 1977;
 - [41] NBN B15-231, 'Proeven op beton – Vorstbestandheid', Bureau voor Normalisatie (NBN), uitgave 1987;
 - [42] NIRAS-nota 2005-1858, 'Synthesenota bepaling onderlimiet Ra-226/Th-232 in RAGAL.', auteur: J. Lenssens;
 - [43] 'ARBIS', zijnde het koninklijk besluit van 20 juli 2001 (en latere wijzigingen) houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen;
 - [44] 'ADR' in voege op 1 januari 2021 (en latere wijzigingen), zijnde het Europees Verdrag betreffende het internationaal vervoer van gevaarlijke goederen over de weg, gepubliceerd in het Belgisch Staatsblad op 23 december 2020;

Bijlage 1 Verantwoordingen van de contractuele overdrachtscriteria

- 201 De goedkeuringen van de uitrustingen, vormen een essentieel element bij het verzekeren van de conformiteit van het geconditioneerde afval met de contractuele overdrachtscriteria. Deze goedkeuringen zijn voor de contractuele overdrachtscriteria wat de erkenningen, geregeld door het koninklijke besluit van 18 november 2002, zijn voor de acceptatiecriteria. De goedkeuring impliceert immers:
- dat de afvalproducent met de gebruikte methode, uitrusting, installatie of het gebruikte procedé in staat is om radioactief afval te verwerken en te conditioneren dat beantwoordt aan de van toepassing zijnde contractuele overdrachtscriteria.
 - dat het gaat om een uitrusting waarbij voorrang wordt gegeven aan de toepassing van technologieën voor de verwerking, conditionering en radiologische karakterisering van de primaire colli GA, waarvan de uitvoerbaarheid voldoende beproefd is en waarbij het principe van optimalisering van de stralingsbescherming (ALARA) wordt toegepast.
- De goedkeuring houdt in:
- dat het ruwe en/of verwerkte afval geconditioneerd is volgens een goedgekeurd procedé.
 - dat het GA radiologisch gekarakteriseerd is volgens een goedgekeurde methode en/of meetinstallatie.
 - dat het GA verpakt is in een goedgekeurde primaire verpakking.
- 202 Idem verantwoording 201.
- 203 NIRAS legde de meetmethodes die het onontbeerlijk vindt voor het verkrijgen van correcte kwalitatieve radiologische gegevens over het GA vast in deze technische nota's. Voor de goedkeuring van de methodes en meetinstallaties voor de radiologische karakterisering van het GA gebruikt NIRAS deze technische nota's dan ook alsof het normen zijn.
- 204 Idem verantwoording 201.
- 301 Het C-formulier is gestructureerd in twee grote delen: (1) het voorblad met de gegevens die van toepassing zijn op alle colli en (2) de bijlage met specifieke gegevens per collo. Dit acceptatiecriterium somt de gegevens op die de producent opgeeft op het voorblad.
- 302 De gegevens die toepasselijk zijn op elk primair collo zijn gestructureerd in twee grote delen: (a) fysische en chemische gegevens en (b) radiologische gegevens. Dit acceptatiecriterium somt de fysische en chemische gegevens op die de producent opgeeft in de bijlage bij het C-formulier.
- Wat betreft 'gevaarlijke stoffen' of 'gevaarlijke mengsels':
- Het 'gevaarlijk' zijn van een stof of een mengsel in het afval van elk primair collo is niet alleen een kwestie van de aanwezigheid van een bepaalde 'gevaarlijke' stof, maar ook van de concentratie waarin deze stof in het afval aanwezig is. Hieronder staat een rekenvoorbeeld van de beoordeling van het 'gevaarlijk' zijn van een stof of een mengsel, alsook welke gegevens op de bijlage van het C-formulier opgegeven worden.
- Veronderstel een primair collo met 100 kg aan afvalvorm, waarvan 5 kg asbest:
- De concentratie aan asbest in de afvalvorm is dus 5%.
 - Volgens de CLP-Verordening [10] is asbest een gevaarlijke stof, aangeduid met de H-zin H350 (carcinogeen, categorie IA/B).
 - Volgens §3.6.3 van Bijlage I van de CLP-Verordening is dit gevaar van toepassing indien de concentratie aan asbest groter is dan 0,1%.
→ Bijgevolg is H350 van toepassing.
 - Volgens de CLP-Verordening is asbest ook een gevaarlijke stof aangeduid met de H-zin H372 (schadelijk voor bepaalde organen, categorie 2).
 - Volgens §3.9.3 van Bijlage I van de CLP-Verordening is dit gevaar van toepassing indien de concentratie aan asbest groter is dan 10%.
→ Bijgevolg is H372 niet van toepassing.
 - De gegevens voor de bijlage bij het C-formulier zijn: De afvalvorm bevat de gevaarlijke stof 'asbest' met de toepasselijke H-zin: H350.
- 303 De nota met de verklaring rond de oorsprong van de lijst van 62 radionucliden van belang voor het beheer van het categorie B-afval is opgenomen in de nota met NIRAS referentie 2018-2496. Bijkomend wordt de declaratie van 4 kortlevende nucliden (S-35, Co-58, I-125 en I-131) gevraagd voor de operationele veiligheid bij Belgoprocess. De activiteit van de radionucliden wordt opgevraagd vanwege het belang van deze nucliden voor de operationele veiligheid, de langetermijnveiligheid in de referentie-eindbestemming, of beide. Alles onder de 1 Bq mag als nul

aanschouwd worden en mag als 0 gedeclareerd worden op de bijlage bij het formulier. Deze drempelwaarde wordt opgelegd, om te vermijden dat mogelijk fictieve zeer lage activiteiten worden opgegeven die uitsluitend het resultaat zijn van berekeningen. Bovendien zijn deze activiteiten te laag om relevant te zijn.

- 304 De specifieke gegevens per collo zijn gestructureerd in twee grote delen: (a) fysische en chemische gegevens en (b) radiologische gegevens. Dit acceptatiecriterium somt de radiologische gegevens op die de producent opgeeft in de bijlage bij het C-formulier.
- 305 Dit gegeven is nodig voor de contractuele overdrachtscriteria in Hoofdstuk 7.
- 306 Het productiedocumentatiedossier (PDD) bevat alle relevante informatie over de colli GA. Met dit dossier kan NIRAS nagaan of er voldaan is aan de van toepassing zijnde acceptatiecriteria. Daarnaast bevat dit dossier ook gegevens over het radioactieve afval die een betere traceerbaarheid van het afval garanderen.
- 307 Een PDD bevat alle gegevens die, aan de ene kant, vereist worden in de van toepassing zijnde ACRIA-GA (het aantonen van de naleving van de acceptatiecriteria) en, aan de andere kant, gedocumenteerd worden volgens het goedkeuringsdossier (bijvoorbeeld procesparameters, grondstofcertificaten ...). Het PDD kadert tevens in de NIRAS-vereisten inzake kwaliteitsborging en is nodig om de aangeboden primaire colli GA te accepteren.

Bij de productiecontroles tijdens de ontvangst van de primaire verpakkingen wordt nagegaan of er scheuren, blutsen, krassen ..., aanwezig zijn. Bij controles tijdens de cementering kijkt de producent naar het tijdstip (begin en einde) waarop het collo onbeweeglijk gehouden werd, de vulhoogte van het collo ..., terwijl de controles bij de sluiting vooral focussen op: de kwaliteit van het felswerk, de afwezigheid van vrijstaand water op het bovenoppervlak, ...

Voor segregatie (zie criterium 431), ASR (zie criterium 410) en DEF (zie criterium 435), is het voldoende om de resultaten van de testen op representatieve stalen van de immobilisatiematrix of het immobilisatieproduct in het goedkeuringsdossier op te nemen. Deze hoeven niet in het PDD opgenomen te worden.

Wat betreft 'complex- of chelaatvormende agentia':

Complexen en chelaten zijn op elektrostatische aantrekkingskracht gebaseerde verbindingen tussen een centraal metaalion en omgevende organische liganden. Het complex of chelaat kan aanzienlijk andere migratie-eigenschappen hebben dan het afzonderlijke metaalion. Op deze wijze kunnen complex- of chelaatvormende agentia een verstoring effect hebben op de chemische retentie van op cement gebaseerde barrières. Daarom worden complex- en chelaatvormende agentia in het afval beperkt. Het gamma van complex- of chelaatvormende agentia is echter heel uitgebreid en de eigenschappen ervan zijn heel divers. Om die reden kan NIRAS geen specifieke vereisten of limietwaarden opleggen, maar vraagt ze enkel dat de aanwezigheid van complex- of chelaatvormende agentia in het afval gedocumenteerd wordt. Dit zal toelaten specifieke veiligheidsevaluaties uit te voeren, die, al dan niet, aantonen dat het afval veilig geborgen kan worden in de bergingsinrichting mits eventuele maatregelen zoals een aanpassing van de opvolstrategie.

Voorbeelden van complex- of chelaatvormende agentia zijn: EDTA, DPTA, NTA, wijnsteenzuur, citroenzuur, oxaalzuur, alkylsulfonzuur, gesubstitueerde fenolen ... In de praktijk kunnen complex- of chelaatvormende agentia typisch voorkomen in radioactief afval afkomstig van het gebruik van decontaminatie- en schoonmaakmiddelen in ziekenhuizen, onderzoeksinstellingen, chemiebedrijven en bij de ontmanteling van nucleaire installaties.

Wat betreft 'absorbeermiddelen':

Anorganische absorbeermiddelen (bijvoorbeeld silicagel en vermiculiet) kunnen uitzetten in contact met water. Organische absorbeermiddelen kunnen complex- of chelaatvormende agentia bevatten of hun afbraakproducten kunnen dat zijn. Zo zouden absorbeermiddelen hypothetisch afbreuk kunnen doen aan de veiligheid van het langetermijnbeheer van het radioactief afval. NIRAS beschikt niet over een voldoende gefundeerde argumentatie om bepaalde limietwaarden op te leggen. Absorbeermiddelen komen echter slechts in beperkte hoeveelheden per collo voor. NIRAS zal daarom de aanwezigheid van organische of anorganische absorbeermiddelen in het afval tolereren, maar niettemin vereisen dat deze stoffen worden geïdentificeerd en hun massa opgegeven.

-
- 401 In vergelijking met vloeistoffen, gassen, poeders ..., heeft een vaste en niet-verspreidbare afvalvorm betere fysische, mechanische en chemische eigenschappen voor een veilig beheer. Vloeistoffen, gassen, poeders ..., houden een groter risico in op mogelijke lekken van radioactiviteit naar de omgeving.
Een compacte afvalvorm vormt één aaneengesloten niet-verspreidbaar geheel.
Een stabiele afvalvorm zorgt ervoor dat de evolutie van de afvalvorm beperkt blijft en hij niet zal degraderen onder invloed van de omgeving, zijn eigen inhoud, of ten gevolge van de normale handelingen in de verschillende stappen van het beheer.
- 402 Dit criterium is een operationeel criterium omdat gas zich kan ontwikkelen door reacties tussen het verwerkte radioactieve afval en de immobilisatiematrix door, ten gevolge van corrosie, radiolyse of ontbinding van organische stoffen. Dit gas kan de integriteit van de afvalvorm aantasten door scheuren, barsten, gaten en/of vervormingen te veroorzaken. Ook de integriteit van de primaire verpakking kan erdoor worden aangetast. Aldus kunnen de operationele veiligheidsfuncties van de primaire colli GA (insluiting, afscherming en afzondering) worden verstoord.
Tegelijkertijd beoogt dit contractueel overdrachts criterium ook de geologische berging te vrijwaren aangezien in de geologische berging gasgeneratie een belangrijk fenomeen is. Daarom kan dit acceptatiecriterium ook beschouwd worden als een langtermijncriterium.
- 403 Dit contractueel overdrachts criterium zorgt ervoor dat excessieve verdamping van het water in de afvalvorm vermeden wordt. Excessieve verdamping van water kan leiden tot scheuren, barsten ..., van de afvalvorm, waardoor de duurzaamheid van het immobilisatieproduct negatief beïnvloed kan worden.
- 404 Dit contractueel overdrachts criterium berust op een beslissing van NIRAS, die daarmee het courante beheer met betrekking tot 'putrifieerbare stoffen' in het afval wil handhaven. Met 'putrifieerbare stoffen' worden organische stoffen bedoeld die een gepast substraat (= voedingsbodem voor micro-organismen) kunnen vormen voor een biologisch afbraakproces en/of gemakkelijk kunnen afbreken door basische hydrolyse. Putrifieerbare stoffen zijn daarom eigenlijk biologisch afbreekbare stoffen en vetten. Biologisch afbreekbare stoffen zijn immers stoffen die een gepast substraat kunnen vormen voor een biologisch afbraakproces. Vetten zijn stoffen die door basische hydrolyse uiteenvallen in een zeep (= zout van een vetzuur) en glycerol.
De hierboven vermelde reacties resulteren in producten die de operationele- en langetermijnveiligheidsfuncties kunnen verstoren (bijvoorbeeld door corrosie van de metalen verpakking of aantasting van de cementmatrix), afhankelijk van de hoeveelheid waarmee ze in het afval aanwezig zijn. Het criterium maakt de abstractie dat vetten in de praktijk ofwel tot de biologisch afbreekbare stoffen behoren, ofwel slechts in verwaarloosbaar kleine hoeveelheden in het afval voorkomen.
- Omwille van de aard van het radioactieve afval wordt geen limiet opgelegd op de aanwezigheid van biologisch afbreekbare stoffen, maar worden deze uitgesloten. Dit criterium kan aangetoond worden op basis van de informatie i.v.m. de gebruikte harsentypes, de chemische producten gebruikt bij de chemische decontaminatie en de beschrijving van de verwerkings- en conditioneringsstappen.
- 405 Stoffen of mengsels die geklasseerd zijn onder de 'fysische gevaren' worden uitgesloten in het bergingsafval.
Bij de beoordeling van het gevaarlijk zijn van bepaalde stoffen, speelt de concentratie ook een rol. NIRAS heeft ervoor gekozen het individuele collo GA als eenheid te nemen voor deze beoordeling en als dusdanig de concentraties van potentieel gevaarlijke stoffen te berekenen op de massa van de afvalvorm van het collo GA. Het acceptatiecriterium is niet van toepassing op de primaire verpakking aangezien hierbij geen gevaarlijke stoffen of mengsels aanwezig zijn.
- 406 Elektropositieve metalen (zoals aluminium, beryllium en magnesium) kunnen normaliter niet geïmmobiliseerd worden in een matrix op basis van cement als hydraulisch bindmiddel. Deze vormen een redoxkoppel, waarbij een niet-verwaarloosbare hoeveelheid H_2 vrijkomt tijdens de binding en uitharding van de matrix (merk op dat een bindingsreactie in een cementmatrix lang kan duren). Het immobiliseren van dergelijke metalen in een matrix op basis van cement als hydraulisch bindmiddel is enkel mogelijk als de producent kan aantonen dat de kinetiek van de reactie traag genoeg is, zodat ze de binding en uitharding van de matrix niet verstoort. Dit kan door een matrixsamenstelling te gebruiken die een toevoegstof bevat (bijvoorbeeld lithiumnitraat) die de corrosiereactie inhibeert.
- 407 De chemische samenstelling en eigenschappen van het ruwe en verwerkte afval kunnen een grote invloed hebben op de kwaliteit en de eigenschappen van het immobilisatieproduct. Daarom wordt er aan de producent gevraagd om de nominale en extreme samenstelling van het afval en zijn corresponderende eigenschappen op te geven, zodat deze gekend zijn bij het ontwikkelen van de matrixsamenstelling. De lijst van de eigenschappen van het ruwe en verwerkte afval die opgenomen wordt in het goedkeuringsdossier is afhankelijk van: de conditioneringsvariant, de producent, de

eventuele aanwezige radiologische afscherming of betonstop ..., en wordt tijdens het goedkeuringstraject overeengekomen met NIRAS.

Dit criterium is gekoppeld met het criterium 439, waarin vereist wordt dat de immobilisatiematrix compatibel is met alle mogelijke (chemische) samenstellingen van het ingebrachte ruwe enverwerkte afval.

- 408 Wanneer het gebruikte bindmiddel in de immobilisatiematrix voldoet aan de norm vermeld in het criterium, kan de kwaliteit van het bindmiddel gegarandeerd worden. Een kwaliteitsvol bindmiddel is noodzakelijk, echter toch niet voldoende om een kwaliteitsvolle immobilisatiematrix te verkrijgen. Alkali-geactiveerde slakken zijn hoogovenslakken welke geactiveerd worden door een base zoals NaOH of KOH na menging. De eigenschappen van dit alternatief hydraulisch bindmiddel zijn gelijkaardig aan die van een CEM III/C cement, welke geactiveerd worden door $\text{Ca}(\text{OH})_2$, zodat dit alternatief hydraulisch bindmiddel het vrijkomen van de radionucliden uit het ruwe en/of verwerkte afval beperkt (zie criterium 608).
NIRAS sluit het gebruik van andere alternatieve hydraulische bindmiddelen (zoals geopolymere, fosformagnesiumcement, sulfoalumineuscement ...) à priori niet uit. Echter er zijn bijkomende vereisten indien de producent bij de aanmaak van zijn immobilisatiematrix gebruik wil maken van deze andere alternatieve bindmiddelen, welke NIRAS later zal definiëren en ontwikkelen.
- 409 Wanneer de gebruikte granulaten in de immobilisatiematrix voldoen aan de norm vermeld in het criterium, kan de kwaliteit van de granulaten gegarandeerd worden. Kwaliteitsvolle granulaten zijn noodzakelijk, echter toch niet voldoende om een kwaliteitsvolle immobilisatiematrix te verkrijgen.
- 410 De alkali-silica reactie (ASR) is een chemische reactie tussen aggregaten met reactieve silica en alkaliën die aanwezig zijn in de immobilisatiematrix. Deze reactie kan leiden tot expansie van de afvalvorm, die op haar beurt kan leiden tot barsten en scheurvorming in het immobilisatieproduct. De methode beschreven in ASTM C1260 is een oriënterende test met een van de volgende resultaten:
- het aggregaat is gevoelig voor ASR;
 - het aggregaat is ongevoelig voor ASR;
 - het aggregaat is potentieel gevoelig voor ASR.
- In het laatste geval zal het uitvoeren van de test ASTM C1293 leiden tot een classificatie van het aggregaat als 'gevoelig voor ASR' of 'ongevoelig voor ASR'. Het is belangrijk om alle gebruikte granulaten te onderzoeken, ongeacht of ze silicium- of kalkhoudend zijn. Lage gehalten aan reactief silicium, dolomiet en/of klei kunnen immers al leiden tot een expansieve reactie in een alkalisch midden.
- 411 Idem verantwoording 409.
- 412 De degradatie van organische verbindingen kan leiden tot de vorming van complex- of chelaatvormende agentia. Deze agentia kunnen de speciatie van de radionucliden in oplossing veranderen door de oplosbaarheid van de radionucliden te verhogen en/of door de sorptie te verminderen op de kunstmatige barrières (immobilisatiematrix en/of radiologische afscherming) of sedimentaire gesteenten in het verwerkte radioactieve afval. De producent kan best gebruik maken van anorganische hulpstoffen om de vorming van complex- en chelaatvormende agentia in de immobilisatiematrix zoveel mogelijk te vermijden. Indien gebruikt gemaakt wordt van organische hulpstoffen zal de producent deze keuze beargumenteren in het goedkeuringsdossier.
Op basis van internationaal onderzoek naar de complex- en chelaatvormende capaciteit van superplastificeers laat NIRAS de volgende superplasten toe mits ze correct gedoseerd⁵ zijn: superplastificeers gebaseerd op naftaleensulfonaat, polycarboxylaat of melaminesulfonaat.
- 413 Idem verantwoording 409.
- 414 Enkel minerale toevoegstoffen aan de immobilisatiematrix zijn toegelaten, om de hoeveelheid organische stoffen in het geconditioneerde afval te beperken. De degradatie van deze stoffen kan immers leiden tot de vorming van complex- of chelaatvormende agentia (zie ook verantwoording 412).
- 415 De normen garanderen een minimale kwaliteit en een nauwkeurige en ondubbelzinnige identificatie van de toevoegstoffen. Zo worden bepaalde siliciumhoudende granulaten geclassificeerd als silica fume wegens hun korrelgrootte en worden ze gecertificeerd en gecodificeerd volgens de opgegeven norm. Kwaliteitsvolle toevoegstoffen zijn noodzakelijk, echter toch niet voldoende voor een kwaliteitsvolle immobilisatiematrix.

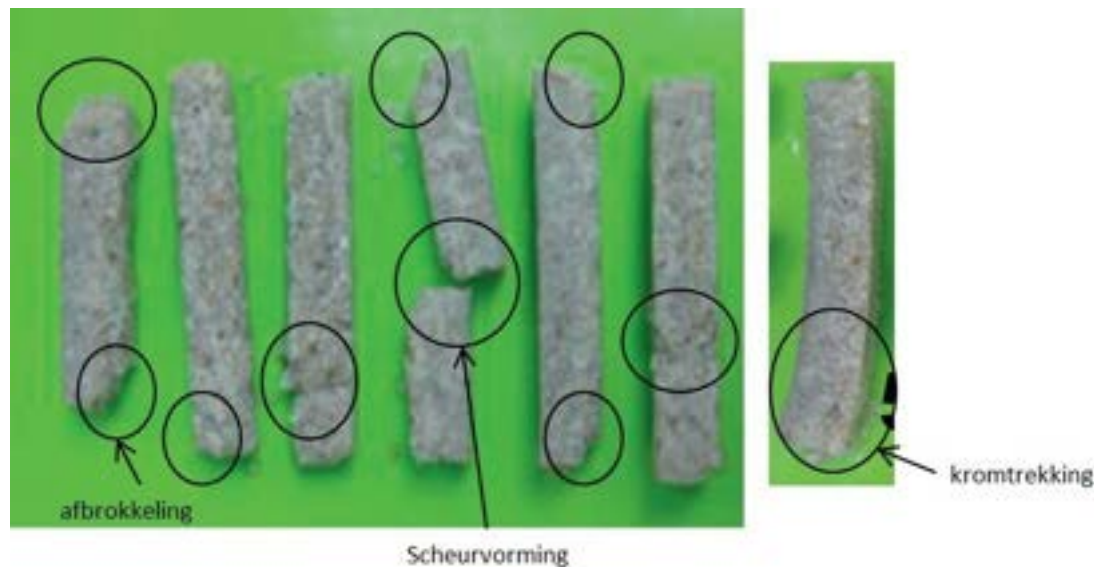
⁵ Met 'correcte dosering' wordt bedoeld een normale dosering zoals gebruikelijk in de klassieke betontechnologie (maximaal enkele percenten ten opzichte van de massa van het bindmiddel), waarbij de hulpstof(fen) bovendien geen negatieve effecten hebben op de eigenschappen van het verse beton, de verse mortel of cementpasta (zoals segregatie, overmatig zweten ...).

- 416 Gezien het eerder kleine risico op ASR-gevoeligheid van kalksteenmeel, kan de producent deze ongevoeligheid aantonen op basis van de chemische samenstelling ervan. Omdat voor fijne componenten van de immobilisatiematrix zoals kalksteenmeel (L of LL) de korte test ASTM-C1260 niet van toepassing is, kan het moedergesteente van het kalksteenmeel, indien beschikbaar met een voldoende grote korrelverdeling, getest worden volgens de kortere testmethode beschreven in ASTM C1260. De producent kan de ASR-ongevoeligheid ook aantonen door het uitvoeren van de gestandaardiseerde test ASTM C1293 op de volledige mortel, cementpasta of het volledige beton.
- 417 De producent mag de testen in criteria 417 tot en met 431 uitvoeren op inactieve proefstukken, waarbij gebruik gemaakt wordt van een surrogaat van het reële afval (dat wil zeggen een niet-radioactief immobilisatieproduct met dezelfde chemische eigenschappen). Dit kan gebeuren om redenen van stralingsbescherming en gezien de industriële en economische beperkingen om testen uit te voeren op actieve proefstukken van het immobilisatieproduct. Het is zeer belangrijk dat deze testen op niet-actieve proefstukken representatief zijn voor de reële productie van het GA. Deze representativiteit toont de producent aan door een complementair testprogramma uit te voeren op actieve proefstukken (hierin worden vaak testen gebruikt die gemakkelijker uitvoerbaar zijn op actieve proefstukken dan de testen van de acceptatiecriteria).
- 418 De representativiteit houdt in dat de proefstukken tijdens hun binding en uitharding, in verhouding, minstens dezelfde condities (zoals belastingen, krachten, temperatuursevolutie ...) hebben ervaren als het immobilisatieproduct in een reëel collo. Immers bij de homogene cementering van een reëel collo zullen er veranderingen optreden door aanpassing (vergroting) van de schaal waarmee rekening gehouden moet worden, omdat deze anders kunnen zorgen voor nadelige gevolgen. Zo zijn:
- de fysische en chemische eigenschappen van het immobilisatieproduct tijdens het mengen afhankelijk van het volume en de hoeveelheden van de gebruikte bestanddelen. Bijvoorbeeld de hydratatiereacties van cement zijn exothermisch, wat een niet-verwaarloosbare en niet-uniforme toename van de temperatuur induceert. Zowel de temperatuurstijging als de temperatuurgradiënt zijn hoger bij een groter volume immobilisatieproduct.
 - de kwaliteitseigenschappen van het verse en uitgeharde immobilisatieproduct afhankelijk van het goed mengen van het immobilisatieproduct. Het mengen van een grote hoeveelheid immobilisatieproduct in een industriële installatie brengt bijkomende moeilijkheden met zich mee ten opzichte van het mengen van een kleine hoeveelheid in een laboratorium.
 - de reproduceerbaarheid en de robuustheid voor een reëel collo zowel afhankelijk van de foutenmarges die gedefinieerd zijn bij het mengen van het immobilisatieproduct (bijvoorbeeld mengtijd en mengvermogen), als de foutenmarges die gedefinieerd zijn bij de hoeveelheden van de gebruikte bestanddelen.
- Deze representativiteit toont de producent aan door een complementair testprogramma uit te voeren op proefstukken op reële schaal (hierin worden vaak testen gebruikt die gemakkelijker uitvoerbaar zijn op proefstukken op reële schaal dan de testen van de contractuele overdrachtscriteria).
- 419 Het kwaliteitssysteem moet de kwaliteit van het immobilisatieproduct garanderen, zodat altijd aan alle contractuele overdrachtscriteria voor het immobilisatieproduct voldaan is. Aangezien de meeste samenstellende delen van het immobilisatieproduct natuurproducten zijn, kan elke wijziging van de herkomst van deze samenstellende delen (inclusief een wijziging van de leverancier, steengroeve, cementoven, ...) een impact hebben op de eigenschappen van het immobilisatieproduct.
- 420 Het gebruik van een hydraulisch bindmiddel in de samenstelling van een immobilisatieproduct is cruciaal voor haar chemische, fysische en mechanische eigenschappen (en dus de kwaliteit). Daarom eist NIRAS van de producent dat de nodige procedures geïmplementeerd zijn. Hierdoor wordt een constante samenstelling van het immobilisatieproduct, binnen de gedefinieerde en aanvaarde tolerantie marges, gewaarborgd en wordt deze samenstelling correct gedocumenteerd in het bijbehorende goedkeuringsdossier.
- 421 De nominale samenstelling wordt gecontroleerd en gegarandeerd op basis van doseernauwkeurigheden van de gebruikte bestanddelen van het immobilisatieproduct conform de opgegeven norm of opgegeven tolerantie. Als de producent niet kan voldoen aan deze toleranties, mag er in het goedkeuringsdossier een eigen doseernauwkeurigheid opgegeven worden op voorwaarde dat er door deze variaties geen andere criteria geschonden worden. De variaties op de nominale samenstelling zijn bovendien van belang bij het aantonen van de robuustheid (zie criterium 439).

- 422 Wanneer de binding van het immobilisatieproduct gegoten in de eerste stap begint vooraleer de tweede stap aangevangen wordt, kunnen er zich discontinuïteiten vormen tussen opeenvolgende stappen. Deze problemen worden vermeden wanneer het immobilisatieproduct in één keer gegoten wordt of de tijd tussen twee opeenvolgende stappen voldoende klein is, zodat de binding van de eerste stap nog niet begonnen is.
- 423 Overmatig waterverlies door verdamping tijdens de bindingsfase kan leiden tot een tekort aan water voor de binding en uitharding, waardoor de duurzaamheid van het immobilisatieproduct negatief beïnvloed kan worden. Een mogelijke manier om aan dit criterium te voldoen, is het deksel op het primaire collo GA te plaatsen zonder het definitief te sluiten.
- 424 Tijdens de binding en uitharding van een cementhoudend immobilisatieproduct zal het immobilisatieproduct in een eerste fase 'zweten' (er wordt dus water vrijgezet). Dit water wordt nadien opnieuw opgenomen en gebonden, zodat er op het oppervlak geen vrijstaand water achterblijft. De aanwezigheid van vrijstaand water na de binding en uitharding van het immobilisatieproduct is een indicatie dat er segregatie heeft plaatsgevonden of dat er initieel te veel water werd toegevoegd (bijvoorbeeld verkeerde bepaling van de watervraag, fout bij de dosering van het water, ...). Beide gevallen kunnen nadelig zijn voor de kwaliteit van het immobilisatieproduct. Daarnaast kan het vrijstaande water preferentiële wegen voor migratie van radionucliden bevorderen, waardoor het risico op besmetting binnen en buiten het primaire collo GA toeneemt. Dit brengt de integriteit van het primaire collo met betrekking tot de insluiting van de radionucliden in gedrang.
- 425 NIRAS vraagt om het primaire collo onbeweeglijk te houden gedurende een bepaalde tijd om er zeker van te zijn dat de zetting voldoende gevorderd is (vermindering van de plasticiteit tijdens de zetting), zodat er geen verlies van cohesie tussen de immobilisatiematrix en het verwerkte afval (ten gevolge van manipulaties) optreedt. Dit kan nadelige effecten hebben op de kwaliteit van het primaire collo GA. Tussen de start en het einde van de binding mag het collo niet verplaatst worden, omdat het immobilisatieproduct op dat moment in een semi-plastische toestand verkeert met zeer zwakke mechanische eigenschappen. Eventuele schade (zoals scheuren) is blijvend.
- 430 Scheuren in de immobilisatiematrix zijn niet gewenst, aangezien ze enerzijds kunnen wijzen op een slechte kwaliteit van één van de componenten van de immobilisatiematrix en anderzijds op een probleem bij de productie van het radioactieve immobilisatieproduct. Omwille van de representativiteit, verkiest NIRAS dat de producent het (niet-)actieve collo produceert met dezelfde cementeerinstallatie als voor de conditionering van het verwerkte afval. Indien dat niet mogelijk is, mag het collo worden aangemaakt in zo representatief mogelijke condities. De versnijdingswijze wordt zodanig bepaald door de producent, zodat eventuele bijkomende scheurvorming tijdens het versnijden zoveel mogelijk beperkt wordt. Als de waarde voor de krimp meer dan 4 mm/m bedraagt en de cumulatieve opening voor het (niet-)actieve collo op ware grootte deze gemeten krimpwaarde niet overschrijdt, wordt aangenomen dat de ontstane scheuren een gevolg zijn van de krimp en niet van de opschaling. De producent mag dan de gemeten krimpwaarde als bovengrens van de toelaatbare cumulatieve opening gebruiken. Bij gebrek aan een bevredigende norm om de krimpwaarde te bekomen op cementpasta's, wordt dezelfde norm gebruikt die geldig is voor mortels. Met dit criterium wordt een mogelijke verstoring van de veiligheidsfuncties (insluiting van de radionucliden) niet tegengegaan, echter toch enigszins beperkt. Enkel visueel waarneembare scheuren of met andere woorden scheuren die een breedte hebben van 0,1 mm of meer, worden beschouwd wegens praktische uitvoerbaarheid. De controle tracht op deze manier de mogelijke scheurvorming die niet het gevolg is van scheuren ten gevolge van krimp in kaart te brengen. Immers deze mogelijke scheuren zijn niet verklaarbaar en kunnen mogelijk het gevolg zijn van een pathologie op lange termijn die niet opgemerkt werd op laboschaal.
- 431 Dit criterium is vereist om het fenomeen van segregatie te vermijden, wat een negatieve invloed heeft op de kwaliteit en de homogeniteit van het immobilisatieproduct. Segregatie vormt mogelijke preferentiële wegen van uitloging, die de migratie van radionucliden kan bevorderen en de insluiting van radionucliden in het gedrang kan brengen.
- 432 De historische en arbitraire minimumlimiet van 20 MPa blijkt in bepaalde gevallen eerder penalisierend te zijn voor de kwaliteit van het immobilisatieproduct. Een lagere minimale druksterkte werd daarom bepaald, gebaseerd op simulaties van de schade die een standaard 400l- vat oploopt in functie van de druksterkte van de matrix die het bevat (zie [38]). Bij een val van 6 m hoogte is de vervorming van het vat beperkt tot minder dan de helft van de "ultimate strain", indien de druksterkte van het immobilisatieproduct 8 MPa bedraagt. Omdat de druksterkte van een homogeen gecementeerd immobilisatieproduct na het bereiken van een maximum (licht) kan zakken, wordt er aan de producent gevraagd om in zijn

goedkeuringsdossier het verloop van de druksterkte in de tijd (tot het bereiken van een steady-state of plateau) te beschrijven. Op die manier wordt aangetoond of de druksterkte steeds minimaal 8 MPa zal bedragen.

- 433 De buigsterkte geeft een indicatie van het al dan niet aanwezig zijn van scheuren in het immobilisatieproduct. Indien er scheuren zijn in het product, zal de buigsterkte nagenoeg nihil zijn. Scheuren kunnen het transport van radionucliden uit het collo bevorderen en zo de integriteit van het primaire collo in gedrang brengen. NIRAS heeft beslist om 1 MPa als onderlimiet te gebruiken om praktische redenen.
Omdat de buigsterkte van een homogeen gecementeerd immobilisatieproduct na het bereiken van een maximum (licht) kan zakken, wordt er aan de producent gevraagd om in zijn goedkeuringsdossier het verloop van de buigsterkte in de tijd (tot het bereiken van een steady-state of plateau) te beschrijven. Op die manier wordt aangetoond of de buigsterkte steeds minimaal 1 MPa zal bedragen.
- 434 Dit criterium geeft een indicatie van de duurzaamheid van het immobilisatieproduct en het gedrag van het immobilisatieproduct bij onderdompeling in water.
Aantastingsmechanismen van cementhoudende materialen vereisen meestal de aanwezigheid van water en/of worden versneld in vochtige omstandigheden. Bovendien evolueert een geologische bergingsinrichting op lange termijn naar een systeem met hoge relatieve vochtigheid. Een test uitvoeren bij een relatieve vochtigheid van 100% is, met andere woorden, conservatief (of op zijn minst representatief) ten opzichte van de te verwachten relatieve vochtigheden in een bergingsinstallatie.
Een zekere duurzaamheid van het immobilisatieproduct is tijdens de operationele fase van het beheer, als op lange termijn belangrijk. In de bergingsinstallatie zal een hogere duurzaamheid van het immobilisatieproduct en een hogere bestandheid tegen agressieve stoffen, in combinatie met water, helpen de compatibiliteit met het kunstmatige barrièresysteem gedurende langere tijd te verzekeren en de verenigbaarheid met de bergingsinstallatie te verbeteren.
Het is onmogelijk om in het criterium alle mogelijke structurele veranderingen op zo'n manier te beschrijven dat geen enkele kwalitatieve beoordeling meer nodig zou zijn. Om de producenten meer duiding te geven bij het acceptatiecriterium worden enkele voorbeelden gegeven van onaanvaardbare structurele veranderingen (zie Figuur 3).



Figuur 3: Voorbeelden van onaanvaardbare structurele veranderingen (afbrokkeling, scheurvorming en kromtrekking) van proefstukken (omcirkeld).

- 435 Indien de temperatuur in beton, mortel of cementpasta tijdens of na de binding oploopt tot boven 60 °C, bestaat de kans op interne sulfaataantasting via vertraagde ettringietvorming (DEF) en bijgevolg zwelling, scheuren of barsten van de afvalvorm. Dit zou een verstoring van de veiligheidsfuncties voor de bergingsinstallatie met zich kunnen meebrengen.
- 436 Specifieke aantastingsmechanismen kunnen geïnduceerd worden door koude temperaturen. Enkele voorbeelden zijn: thaumasiet aantasting wat resulteert in een totaal verlies van coherentie en rekristallisatie van geïmmobiliseerde zouten wat kan leiden tot scheurvorming en afbrokkelingen. Bovendien geeft dit criterium een indicatie over de duurzaamheid van het immobilisatieproduct.
Een zekere duurzaamheid van het immobilisatieproduct is van belang zowel tijdens de operationele

fase van het beheer van het radioactieve afval, als op lange termijn. In de berging zal een hogere duurzaamheid van het immobilisatieproduct en een hogere bestandheid tegen agressieve stoffen in combinatie met water bijdragen tot een langer verzekerde compatibiliteit met het kunstmatige barrièresysteem en tot een betere verenigbaarheid met de bergingsinstallatie.

De koudetest voor het immobilisatieproduct is gelijkaardig aan de vries-dooi test voor de heterogene immobilisatiematrix, beschreven in de TFT-2 [39]. Echter omwille van de industriële haalbaarheid en dat de normen NBN B05-203 [40] en NBN B15-231 [41], waarop de test beschreven in de TFT-2 gebaseerd is, niet van toepassing zijn op een immobilisatieproduct, worden er minder strenge eisen op het immobilisatieproduct opgelegd.

- 437 Dit criterium geeft een indicatie over de capaciteit van het immobilisatieproduct om de geïmmobiliseerde radionucliden ook op lange termijn in te sluiten.
- 438 De duurzaamheidstest is gebaseerd op ASTM C1293, die beproeft naar ASR. De hier beschreven beproeving voor homogeen gecementeerd afval, beproeft echter ook andere, mogelijk nadelige, reacties in het immobilisatieproduct. De afwezigheid van deze reacties wordt aangetoond door middel van microscopische analyses. De volume- en massaveranderingen en de uiteindelijke buigsterkte van de monsters kunnen bijkomende informatie aanleveren ter ondersteuning van een beter begrip van deze microscopische analyses. Het objectief van deze microscopische analyses is een kwalitatieve beschrijving van de microstructuur van het immobilisatieproduct te verkrijgen. De producent onderzoekt en beschrijft hiervoor de verschillende technieken, en bij verschillende schalen, de verschillende punten van belang (zoals de structuur van de cementgebonden matrix, interfaces met aggregaten of het afval ...). De samples die hierbij onderzocht worden, zijn zo representatief mogelijk voor de ganse afvalvorm. Immers het tijdstip van optreden van anomalieën en waarnemingen kan bijkomende informatie geven over welke reactie deze afwijkingen veroorzaakt heeft.
- Wanneer de analyses met een voldoende hoge frequentie uitgevoerd worden, is het mogelijk om met de meetresultaten een eventuele stabilisatie van de toestand van de proefstukken te identificeren (met andere woorden uitblijven van dimensionele veranderingen, massaveranderingen, scheuren, afbrokkelingen ...). Het is mogelijk dat een stabilisatie van de toestand van de proefstukken pas optreedt (lang) nadat de 12 maanden na aanvang van de test verlopen zijn. Daarom wordt de producent aangeraden om de test pas te stoppen na onderling overleg met NIRAS.
- 439 De kwaliteit en de eigenschappen van het immobilisatieproduct zijn gegarandeerd, als de samenstelling van het immobilisatieproduct voldoende robuust is ten opzichte van de variaties in chemische samenstelling van het verwerkte afval die kunnen optreden binnen het volledige domein van criterium 407.
- Voor het criterium 'duurzaam' (zie criterium 438) hoeven de variaties van de chemische samenstelling van het verwerkte afval niet in rekening gebracht te worden en is het voldoende om de conformiteit met dit contractueel overdrachts criterium na te gaan enkel op basis van de nominale samenstelling.
- 440 De compatibiliteit tussen twee cementgebonden materialen (radiologische afscherming of betonstop en het immobilisatieproduct) is afhankelijk van de uitwisseling van water en de chemische interacties die gebeuren op hun scheidingslaag. Specifiek: wanneer de twee materialen een belangrijk verschil in samenstelling van hun interstitiële oplossing vertonen, kan er door een chemische gradiënt een mogelijke incompatibiliteit optreden. Zo is het mogelijk dat een sulfaataantasting in het ene materiaal optreedt als gevolg van de incompatibiliteit met het andere materiaal.
- De uitwisseling van water tussen de twee cementgebonden materialen versnelt dit soort van chemische interacties op de scheidingslaag door middel van advectie in de interstitiële oplossing. De eventuele aanwezigheid van een mengsel mag geen negatieve invloed hebben op het immobilisatieproduct, de primaire verpakking en de radiologische afscherming van het primaire collo, zodat de integriteit van alle of een van deze onderdelen niet aangetast wordt.
- 441 De materialen die de producent kan gebruiken voor een eventuele radiologische afscherming worden beperkt om geen bijkomende moeilijkheden te creëren bij het aantonen van de compatibiliteit tussen de componenten van het primaire collo en de compatibiliteit met de bergingsinstallatie (zie criterium 603). Het gebruik van deze materialen voor de radiologische afscherming houdt onder meer in dat het GA de gewenste fysische en chemische eigenschappen bezit om het vrijkomen van radionucliden uit het ruwe en/of verwerkte afval te beperken. De keuze aan te gebruiken materialen is ook beperkt wegens de beperkte scope van de toegelaten configuraties van de colli GA in dit document.
- 442 Omdat een radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta het afval niet moet solidificeren of inkapselen, volstaat een beperktere set van criteria dan die voor de immobilisatiematrix en het immobilisatieproduct. Aan de hand van deze criteria kan worden aangetoond worden dat de kwaliteit gegarandeerd blijft tijdens de productie, waardoor een

verstoring van de veiligheidsfuncties van het collo GA vermeden wordt. Bovendien is het voldoende dat de fabrikant van deze componenten over een BENOR-keurmerk (of een gelijkwaardig keurmerk) beschikt om NIRAS te tonen dat de kwaliteit gegarandeerd blijft tijdens de productie. Het werken volgens een dergelijk keurmerk betekent dat automatisch is voldaan aan een aantal criteria die betrekking hebben op de kwaliteitscontrole en -garantie en ze dus niet meer expliciet moeten worden aangetoond. De fabrikant kan een onderaannemer van de afvalproducent zijn of de afvalproducent zelf.

Wanneer de producent niet beschikt over een BENOR-keurmerk (of een gelijkwaardig keurmerk), gelden er bijkomende criteria voor de radiologische afscherming uit beton, mortel of cementpasta om NIRAS te tonen dat de kwaliteit gegarandeerd blijft tijdens de productie.

- 443 Omdat de radiologische afscherming gezien wordt als een standaardbeton in tegenstelling tot het immobilisatieproduct, wordt voor de druksterkte op 28 dagen gebruikt gemaakt van 30 MPa wat in de klassieke bouw beschouwd wordt als de ondergrens voor een standaard beton, mortel of cementpasta. Om in accidentele omstandigheden nog steeds een goede omsluiting en veiligheid voor het personeel ten opzichte van het radioactieve afval te garanderen, is de druksterkte ook van belang voor de operationele veiligheid. Een analoge redenering geldt voor de buigsterkte van de radiologische afscherming.
- 444 Zie verantwoording 443.
- 445 De materialen die de producent kan gebruiken voor een eventuele betonstop worden beperkt om geen bijkomende moeilijkheden te creëren bij het aantonen van de compatibiliteit tussen de componenten van het primaire collo en de compatibiliteit met de bergingsinstallatie (zie criterium 603). De keuze aan te gebruiken materialen is ook beperkt wegens de beperkte scope van de toegelaten configuraties van de colli GA in dit document.
- 446 Omdat een betonstop uit beton, mortel of cementpasta het afval niet moet solidificeren of inkapselen, volstaat een beperktere set van criteria dan die voor de immobilisatiematrix en immobilisatieproduct. Aan de hand van deze criteria kan aangetoond worden dat de kwaliteit gegarandeerd blijft tijdens de productie, waardoor een verstoring van de veiligheidsfuncties van het collo GA vermeden wordt.
- 447 Omdat de betonstop gezien wordt als een standaardbeton in tegenstelling tot het immobilisatieproduct, wordt voor de druksterkte op 28 dagen gebruikt gemaakt van 30 MPa wat in de klassieke bouw beschouwd wordt als de ondergrens voor een standaard beton, mortel of cementpasta. Om in accidentele omstandigheden nog steeds een goede omsluiting en veiligheid voor het personeel ten opzichte van het radioactieve afval te garanderen, is de druksterkte ook van belang voor de operationele veiligheid. Een analoge redenering geldt voor de buigsterkte van de betonstop.
- 448 Zie verantwoording 447.
- 501 De totale alfa- of bèta/gamma-activiteit is een parameter die van belang is voor de veiligheid van het opslaggebouw. In accidentele omstandigheden moet de impact naar mens en milieu binnen de wettelijke beperkingen blijven. Deze parameter is afhankelijk van het type gebouw en wordt vermeld in het bijbehorende veiligheidsrapport.
- 502 De totale alfa- of bèta/gamma-activiteit is een parameter die van belang is voor de veiligheid van het opslaggebouw. In accidentele omstandigheden moet de impact naar mens en milieu binnen de wettelijke beperkingen blijven. Deze parameter is afhankelijk van het type gebouw en wordt vermeld in het bijbehorende veiligheidsrapport.
- 503 Om de werknemers in de Post Conditioning Facility en de bergingsinstallatie te beschermen, nam NIRAS de strategische beslissing dat de bergingscolli (in dit geval dus de monolieten cat. B) zo ontworpen moeten worden dat zij in een permanente radiologische afscherming voorzien. Daarom wordt een limiet van 25 $\mu\text{Sv/h}$ op 1 meter van elk oppervlak van de monoliet type B gedefinieerd.
- 504 NIRAS hanteert de waarde van 1000 Bq/kg als algemene limietwaarde voor het van *nature* aanwezige radium en thorium [42].
- 505 Omwille van zowel de operationele als de langetermijnveiligheid, moet het risico op kritikaliteit in de bergingsinrichting onbestaande zijn. De limietwaarden in het contractueel overdrachts criterium zijn overgenomen uit de nota 2019-03334: Actieplan PVH site 1: actie S1-6.4 en S1-22 van Belgoprocess aangezien voor de geologische berging nog geen definitieve limietwaarden bepaald zijn.

-
- 601 NIRAS eist dat de primaire verpakking voldoet aan de internationale criteria voor een transportcollo van het type IP-2, zodat de primaire verpakking over zodanige mechanisch-fysische eigenschappen beschikt dat het in alle veiligheid kan gebruikt kan worden tijdens de opslagperiode. De valtest houdt rekening met de mogelijke ongevallen die zich kunnen voordoen tijdens het transport, terwijl de stapeltest rekening houdt met de belastingen waaraan het primaire collo GA onderworpen kan worden tijdens het transport.
- 602 Wanneer gebruikgemaakt wordt van een primaire verpakking uit Tabel 8, waarvan de code in overeenstemming is met de technische nota NTC-3 [9], voldoet het collo GA automatisch aan de afmetingen en massa's die toegelaten zijn in het betrokken opslaggebouw.
- Het contractueel overdrachts criterium biedt de mogelijkheid om een ander type verpakking te gebruiken mits voorafgaandelijk overleg en goedkeuring door NIRAS en zolang een extern volume gehanteerd wordt van ongeveer 400 liter en de verpakking compatibel is met de uitrustingen van het betrokken opslaggebouw.
- 603 De fysische en chemische compatibiliteit houdt in dat er, zowel op korte als op lange termijn, geen nadelige consequenties mogen zijn voor de integriteit van het primaire collo, onder meer ten gevolge van:
- de incompatibiliteit tussen het contactoppervlak van een primaire verpakking en de verschillende andere uitrustingen;
 - de afstotingsverschijnselen en/of een slechte aanhechting van de immobilisatiematrix met de (binnen)wand van de primaire verpakking;
 - interne corrosie door contact tussen de matrix en de wand;
 - het inbrengen van het ruwe en/of verwerkte afval en de immobilisatiematrix tijdens de conditionering.
- Dit criterium impliceert bijgevolg dat er geen fysische en chemische aantastingen van de primaire verpakking met inwendige oorsprong kunnen optreden in het collo GA.
- 604 Dit criterium impliceert dat er geen fysische beschadigingen van de primaire verpakking van uitwendige afkomst kunnen optreden in het collo GA voor een minimale periode van 75 jaar. NIRAS heeft beslist om deze periode te laten beginnen vanaf het jaar waarin de primaire verpakking geproduceerd wordt.
- Het contractueel overdrachts criterium zorgt ervoor dat de primaire verpakking kan weerstaan aan alle mechanische belastingen die kunnen optreden onder normale bedrijfsomstandigheden en er dus geen: doorboringen, scheuren of barsten, diepe krassen, deuken, bulten en chemische en thermische aantastingen optreden. Het criterium beantwoordt ook aan de eis dat het onderste collo de belasting kan weerstaan, wanneer in opslaggebouw G127 colli vier rijen hoog gestapeld worden tijdens de tijdelijke opslag.
- 605 Dit criterium impliceert dat er geen chemische aantastingen van de primaire verpakking van uitwendige oorsprong kunnen optreden in het collo GA. Hiervoor eist NIRAS onder andere dat de primaire verpakking van het GA corrosiebestendig is tijdens alle fases van zijn beheer voorafgaand aan de eindconditionering. Corrosiebestendigheid heeft betrekking op corrosieverschijnselen van zowel interne als externe oorsprong, waarbij de voorziene periode wordt vastgelegd op 75 jaar.
- De integriteit van de primaire verpakking is van cruciaal belang voor de veiligheid tijdens de volledige opslagperiode en heeft rechtstreeks invloed op naar het latere ontladen van de primaire colli uit het opslaggebouw.
- 606 NIRAS hanteert dit criterium om corrosie te vermijden (veroorzaakt door vrijstaand water, condensatie e.d.) hetgeen problemen qua manipuleerbaarheid kan veroorzaken, alsook de integriteit van het primair collo GA in het gedrang kan brengen. Dit heeft tot gevolg dat het percentage vrije ruimte onder het deksel beperkt wordt. Daarnaast dienen lege ruimtes, binnen in het primair collo en onder het deksel, beperkt te worden voor de veiligheid op lange termijn van een geologische bergingsinstallatie, omdat lege ruimtes in het primair collo GA de mechanische eigenschappen van de bergingsinstallatie kunnen beïnvloeden (op lange(re) termijn). De waarde van 15% is naar analogie met de limiet voor afval bestemd voor de oppervlakteberging.
- 607 NIRAS en Belgoprocess gaan voorzichtigheidshalve uit van een maximale massa van $1,5 \times 10^3$ kg voor het primaire collo. Deze limietwaarde is afkomstig van de grijper in het opslaggebouw.
- 608 Omwille van de langetermijnveiligheid moet het GA de fysische en chemische eigenschappen hebben die het vrijkomen van radionucliden uit het ruwe en/of verwerkte afval beperken. Dit houdt onder meer in dat het GA een voldoende grote hoeveelheid massa bindmiddel (zie criterium 408) moet bevatten. De radionucliden worden immers in essentie vastgehouden in het uitgeharte bindmiddel.

- 609 Vrijstaande vloeistoffen kunnen aanleiding geven tot lekkages en besmettingen tijdens het transport, alsook kunnen vrije vloeistoffen dienen als medium voor versturende chemische reacties zoals corrosie. Daarom worden deze zoveel mogelijk vermeden.
Enkel vrije macroscopische vloeistoffen zijn uitgesloten. Interstitieel water wordt dus niet als een vrije vloeistof beschouwd. Interstitieel water wordt ter plaatse gehouden door capillaire krachten en draagt daarom niet bij aan processen die een stroming van vloeistof in het bergingscollo veronderstellen.
- Dit criterium kan aangetoond worden op basis van de beschrijving van de verwerkings- en conditioneringsstappen.
- 610 De limietwaarde 2 Sv/h is afkomstig van het veiligheidsrapport van het opslaggebouw G127. Deze limietwaarde wordt door NIRAS gebruikt in de classificatie van het GA dat bestemd is om opgeslagen te worden. De fundamentele (operationele) doelstelling van deze classificatie is het sturen van het GA, na te zijn getransfereerd en opgehaald, naar een geschikt opslaggebouw. Concreet behoren de colli GA met een dosistempo van meer dan 5 mSv/h tot en met 2 Sv/h tot het middelactieve GA.
- 611 Het criterium voor afneembare oppervlaktebesmetting is een operationele parameter die van belang is voor de bescherming van mens en omgeving tijdens de verschillende fasen van het verdere beheer (transport en opslag in het opslaggebouw). Bovendien is dit criterium opgenomen in het veiligheidsrapport van het betrokken opslaggebouw.
- 612 Een unieke identificatiecode op een collo zorgt voor een eenduidige verbinding met zijn radiologische en chemische inhoud, zodat men steeds weet hoe de operationele veiligheid gegarandeerd kan worden. Naast een operationeel criterium is dit ook een langetermijncriterium, omdat het de traceerbaarheid en (radiologische en chemische) inhoud van het afval omvat die van belang is voor de berging van het collo. Dit stemt overeen met de Algemene Regel (voor het opstellen van acceptatiecriteria voor radioactief afval) die verplicht dat een eenheid radioactief afval met zijn documentatie moet verbonden zijn door middel van een unieke identificatiecode op de verpakking, die duidelijk afleesbaar blijft tot zo lang de eenheid als dusdanig blijft bestaan (zie criterium 613).
- 613 Om het identificatienummer vanop afstand en onder verschillende invalshoeken leesbaar te maken, zal het identificatienummer voldoende groot aangebracht worden op meerdere plaatsen op het vat. Om de uniformiteit te verzekeren, wordt er een bepaalde structuur gehanteerd voor het identificatienummer, zoals vermeld is in het contractueel overdrachts criterium.
- 614 Het ARBIS [43] legt het volgende op:
- Elk collo GA moet een waarschuwingsteken voor ioniserende straling dragen. Dit volgt uit artikel 31.2 c van het ARBIS, dat bepaalt dat het waarschuwingsteken moet voorkomen op elk recipiënt waarin zich radioactieve stoffen bevinden. De afmetingen van het etiket en de plaats(en) op het collo waar het wordt aangebracht, staan in functie van de duidelijke zichtbaarheid en de goede herkenbaarheid van het waarschuwingsteken.
 - Het waarschuwingsteken moet gelijken op het waarschuwingsteken voor radioactieve stoffen, dat wordt omschreven in het koninklijk besluit van 17 juni 1997 betreffende de veiligheids- en gezondheidssignalering op het werk (waar ook de Codex over het welzijn op het werk naar verwijst). Dit volgt uit artikel 31.1 van het ARBIS, dat zich verder focust op het symbool dat het belangrijkste kenmerk is van dit waarschuwingsteken. Hierbij wordt opgemerkt dat het koninklijk besluit van 17 juni 1997 niet oplegt dat het waarschuwingsteken voor radioactieve stoffen moet voorkomen op recipiënten.
- 701 Dit criterium is een operationeel criterium omdat het de veiligheid van de operatoren van de betrokken verwerkings- en conditioneringsinstallaties alsook het betrokken opslaggebouw betreft. Voor de omschrijving van 'biologische ziekteverwekkers' wordt een beroep gedaan op definities uit het ADR [44] wegens de nauwkeurigheid van deze definities en de algemene bekendheid van deze wetgeving.
- Omwille van de aard van het radioactieve afval wordt geen limiet opgelegd op de aanwezigheid van biologisch afbreekbare stoffen, maar worden deze uitgesloten. Dit criterium kan aangetoond worden op basis van de informatie i.v.m. de gebruikte harsentypes, de chemische producten gebruikt bij de chemische decontaminatie en de beschrijving van de verwerkings- en conditioneringsstappen.
- 702 Dit criterium is gebaseerd op het voorzichtigheidsprincipe. Biologische inactivatietechnieken zijn doorgaans niet voor 100% effectief in het vernietigen van de aanwezige biologische

ziekteverwekkers.

Omwille van de aard van het radioactieve afval wordt geen limiet opgelegd op de aanwezigheid van biologisch afbreekbare stoffen, maar worden deze uitgesloten. Dit criterium kan aangetoond worden op basis van de informatie i.v.m. de gebruikte harsentypes, de chemische producten gebruikt bij de chemische decontaminatie en de beschrijving van de verwerkings- en conditioneringsstappen.

Bijlage 2 Referentiebeheertraject

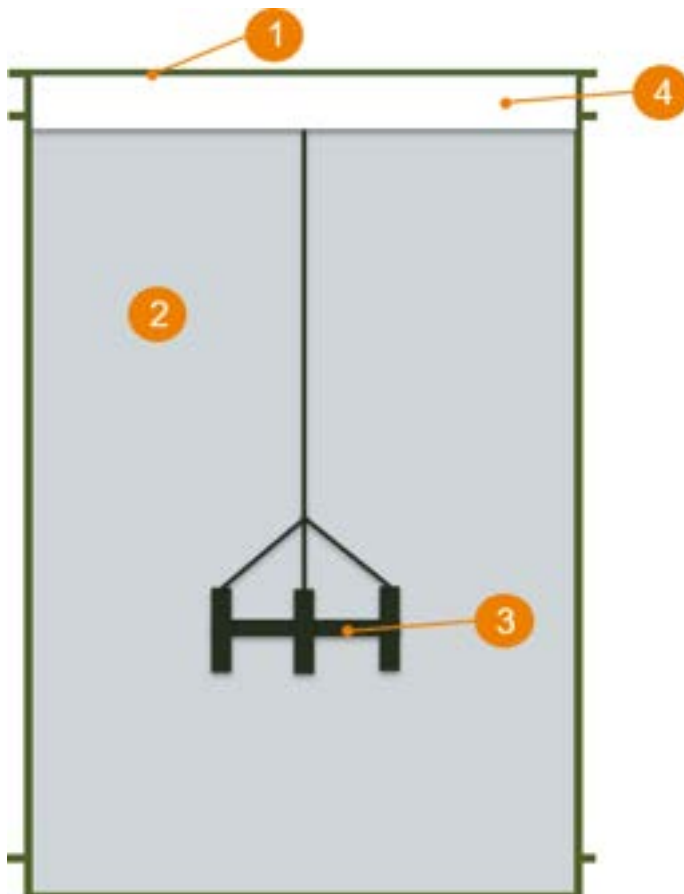
Een referentiebeheertraject is de opeenvolging van beheeractiviteiten, dat door NIRAS gepland is in overeenstemming met het Nationale Programma, zoals bedoeld in de wet van 3 juni 2014 houdende wijziging van artikel 179 van de wet van 8 augustus 1980.

Het referentiebeheertraject voor het radioactieve afval afkomstig van de homogene cementering van gepyrolyseerde harsen afkomstig van de chemische systeemdecontaminatie van de primaire circuits van de kerncentrales Doel en Tihange, bestaat uit de volgende stappen:

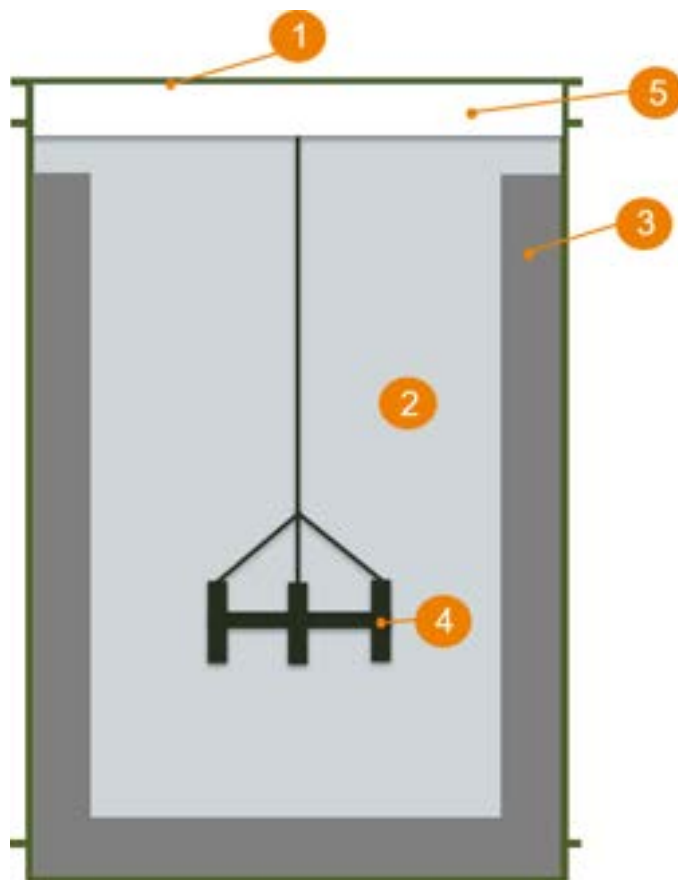
1. Transfer van de colli geconditioneerd afval (GA) naar de Belgische Staat en transport naar site 1 van Belgoprocess (in geval de colli niet geproduceerd zijn op deze site).
2. Opslag van de colli in gebouw 127.
3. Acceptatie en overbrenging van de colli GA vanuit de opslaggebouwen naar de toekomstige eindconditioneringsinstallatie
4. Het product van de eindconditionering zijn bergingscolli ('monolieten') Type B.
5. Acceptatie en overbrenging van de monolieten vanuit de eindconditioneringsinstallatie naar de (geplande) geologische bergingsinstallatie.
6. Berging van de monolieten B.
7. Beheer van het radioactieve afval na berging.

Bijlage 3 Toepasselijke configuraties van het collo GA

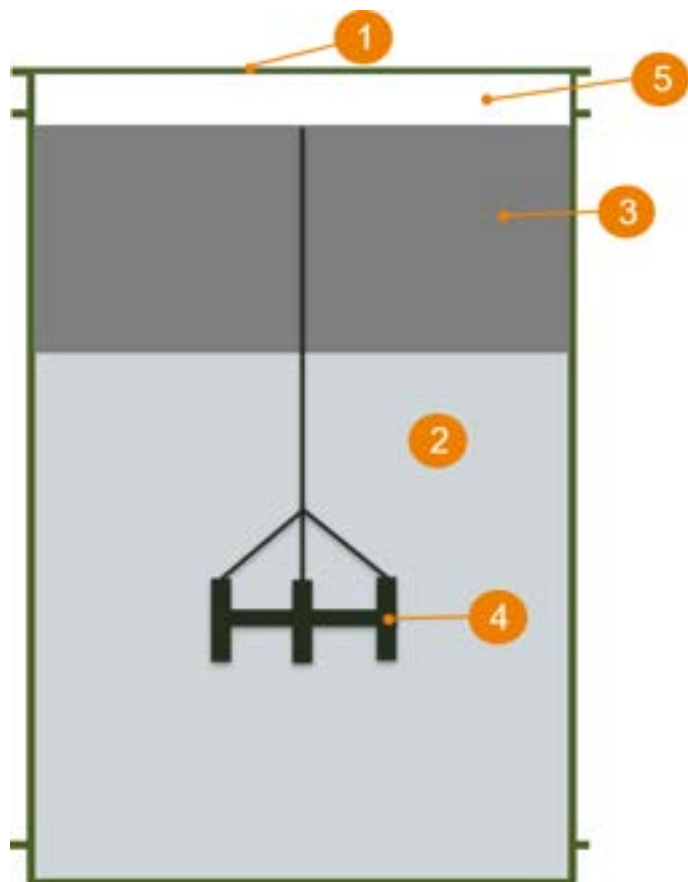
Configuratie 1: Homogene conditionering zonder interne afscherming



Nr.	Onderdeel	Basiscomponent
1	Metalen vat: <ul style="list-style-type: none">▪ Kuip (inclusief eventuele beschermingsmantel)▪ deksel	Primaire verpakking
2	Immobilisatieproduct: <ul style="list-style-type: none">▪ het ruwe en/of verwerkte afval▪ immobilisatiematrix (conditioneringsmortel of - beton)	Afvalvorm
3	Menger (optioneel)	
4	Vrije ruimte	(Opzettelijk vrij gelaten lege ruimte)

Configuratie 2: Homogene conditionering met interne afscherming

Nr.	Onderdeel	Basiscomponent
1	Metalen vat: <ul style="list-style-type: none"> kuip (inclusief eventuele beschermingsmantel) deksel 	Primaire verpakking
2	Immobilisatieproduct: <ul style="list-style-type: none"> het ruwe en/of verwerkte afval immobilisatiematrix (conditioneringsmortel of - beton) 	Afvalvorm
3	Interne afscherming (bijvoorbeeld uit hematiet- of barietbeton/mortel, cementpasta, staal of lood)	
4	Menger (optioneel)	
5	Vrije ruimte	(Opzettelijk vrij gelaten lege ruimte)

Configuratie 3: Homogene conditionering met betonstop

Nr.	Onderdeel	Basiscomponent
1	Metalen vat: <ul style="list-style-type: none"> kuip (inclusief eventuele beschermingsmantel) deksel 	Primaire verpakking
2	Immobilisatieproduct: <ul style="list-style-type: none"> het ruwe en/of verwerkte afval immobilisatiematrix (conditioneringsmortel of - beton) 	Afvalvorm
3	Betonstop (uit hematiet-barietbeton/mortel of cementpasta) of	
4	Menger (Optioneel)	
5	Vrije ruimte	(Opzettelijk vrij gelaten lege ruimte)

Bijlage 4 Overzicht van de gevaarzinnen van de uitgesloten gevaarlijke stoffen en mengsels

H-zin	begeleidend GHS-pictogram	Omschrijving
ontploffbare stoffen		
H200		instabiele ontploffbare stof
H201		ontploffbaar; gevaar voor massaexplosie
H202		ontploffbaar; ernstig gevaar voor scherfwerking
H203		ontploffbaar; gevaar voor brandluchtdrukwerking of scherfwerking
H204		gevaar voor brand of scherfwerking
H205	geen	gevaar voor massa-explosie bij brand
ontvlambare gasen of aerosolen		
H221	geen	ontvlambaar gas
H220		zeer licht ontvlambaar gas
H222		zeer licht ontvlambare aerosol
H223		ontvlambare aerosol
ontvlambare vloeistoffen of vaste stoffen		
H224		zeer licht ontvlambare vloeistof en damp
H225		licht ontvlambare vloeistof en damp
H226		ontvlambare vloeistof en damp
H228		ontvlambare vaste stof
Zelf ontledende stoffen en mengsels, alsook organische peroxiden		
H240	 of 	ontploffingsgevaar bij verwarming
H241		brand of ontploffingsgevaar bij verwarming
H242		Brandgevaar bij verwarming
pyrofore stoffen en stoffen en mengsels die voor zelfverhitting vatbaar zijn		
H250		vat spontaan vlam bij blootstelling aan lucht
H251		vatbaar voor zelfverhitting; kan vlam vatten
H252		in grote hoeveelheden vatbaar voor zelfverhitting; kan vlam vatten
stoffen en mengsels die in contact met water ontvlambare gasen ontwikkelen		
H260		in contact met water komen ontvlambare gasen vrij die spontaan kunnen ontbranden
H261		in contact met water komen ontvlambare gasen vrij
oxiderende vaste stoffen en vloeistoffen en gasen		

H-zin	begeleidend GHS-pictogram	Omschrijving
H270		Gas dat kan brand of ontploffingen veroorzaken; sterk oxiderend
H271		kan brand of ontploffingen veroorzaken; sterk oxiderend
H272		kan brand bevorderen; oxiderend
gassen onder druk		
H280		bevat gas onder druk; kan ontploffen bij verwarming
H281		bevat sterk gekoeld gas; kan cryogene brandwonden of letsel veroorzaken
stoffen en mengsels die bijtend zijn voor metalen		
H290		kan bijtend zijn voor metalen
EUH-zin	begeleidend GHS-pictogram	Omschrijving
materiële eigenschappen		
EUH001	geen	in droge toestand ontplofbaar
EUH014		reageert heftig met water
EUH018		kan bij gebruik een ontvlambaar/ontplofbaar damp-luchtmengsel vormen
EUH019		kan ontplofbare peroxiden vormen
EUH044		ontploffingsgevaar bij verwarming in afgesloten toestand

Opmerking: EUH006, "Ontplofbaar met en zonder lucht.", is geschrapt door de Europese Verordening (EU) nr. 487/2013 van 8 mei 2013.

Bijlage 5 Het C-formulier: voorblad en bijlage

[illegible]

7. Opmerkingen

7.1

--

8. Validering radiologische gegevens

Ondergetekende, erkend deskundige bevoegd in de fysische controle, verklaart dat de opgegeven radiologische gegevens correct en conform de goedgekeurde methode voor radiologische karakterisering zijn.

8.1

Naam:

8.2

Datum:

8.3

Handtekening:

--

Identificatiefiche van het collo GA

A1 Identificatie

A1.1	Collonummer:	A1.2	Nummer C-formulier (idem pagina 1):
A1.3	Productiedatum collo:	A1.4	Referentie van het lot van de primaire verpakking:
A1.5	Conditioneerder:	A1.6	Campagne (idem pagina 1):

A2 Fysische en chemische gegevens

A2.1	Massa (kg):											
A2.2	Afvalomschrijving (volgens NTC-3):											
A2.3	Indien 'DO' in A2.2 gebruikt is, geef dan voor elke afvalfractie de overeenstemmende AO-code en de massa (inschatting):											
	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)	AO-code	massa (kg)
A2.4	Type primaire verpakking (volgens NTC-3):					A2.5	Type sluiting (volgens NTC-3):					
A2.6	Type interne afscherming (volgens NTC-3):					A2.7	Type immobilisatiematrix (volgens NTC-3):					
A2.8	Bevat het collo GA een gevaarlijke stof of een gevaarlijk mengsel ? ☐ ja ☐ nee											
A2.9	Indien ja, specificeer de veroorzakende gevaarlijke stoffen en de toepasselijke H-zinnen (en/of EUH-zinnen):											
A2.10	Referentienummer van het erkenningsdossier 'Procedé':											
A2.11	Referentienummer van het erkenningsdossier 'Primaire verpakking':											

A3 Radiologische gegevens

Radiologische inhoud						
A3.1	Specificeer de activiteit (Bq*) per radionuclide:					
	H-3:	Se-79:	I-125:	Eu-152:	U-236:	Am-243:
	Be-10:	Kr-85:	I-129:	Eu-154:	U-238:	Cm-242:
	C-14:	Sr-90:	I-131:	Eu-155:	Np-237:	Cm-243:
	S-35:	Mo-93:	Sb-125:	Ra-226:	Pu-238:	Cm-244:
	Cl-36:	Zr-93:	Sn-126:	Th-229:	Pu-239:	Cm-245:
	Ca-41:	Nb-94:	Cs-134:	Th-230:	Pu-240:	Cm-246:
	Mn-54:	Tc-99:	Cs-135:	Th-232:	Pu-241:	Cm-247:
	Co-58:	Ru-106:	Cs-137:	Pa-231:	Pu-242:	Cm-248:
	Co-60:	Pd-107:	Ce-144:	U-233:	Pu-244:	
	Ni-59:	Ag-108m:	Pm-147:	U-234:	Am-241:	
	Ni-63:	Ag-110m:	Sm-151:	U-235:	Am-242m:	
A3.2	Datum bepaling activiteiten:					

Activiteitsconcentraties	
A3.3	Totale α -activiteit (Bq*):
A3.4	Totale β/γ -activiteit (Bq*):

Radiologische operationele veiligheid	
A3.5	Maximaal dosistempo bij contact (mSv/h):
A3.7	Maximaal dosistempo op 1 m (mSv/h):
A3.8	Is de afneembare oppervlaktebesmetting voor het totaal aan β/γ -stralers $\leq 0,4$ Bq/cm ² ? ☐ ja ☐ nee
A3.9	Is de afneembare oppervlaktebesmetting voor het totaal aan α -stralers $\leq 0,04$ Bq/cm ² ? ☐ ja ☐ nee

Splijtstoffen			
A3.10	Massa U-235 (g):	Massa Pu-239 (g):	Massa Pu-241 (g):
A3.11	Is er hoogverrijkt ($\geq 20\%$) uranium aanwezig in het afval ? ☐ ja ☐ nee		

Radiologische karakterisering	
A3.12	Gebruikte methodologie voor de radiologische karakterisering:
A3.13	Referentie naar het erkenningsdossier 'Radiologisch':
A3.14	Referentie naar het erkenningsdossier 'Meetinstallatie':

A4 Gegevens i.v.m. biologische ziekteverwekkers

A4.1 Is het geconditioneerde radioactieve afval besmet of mogelijk besmet met biologische ziekteverwekkers? ☐ ja ☐ nee

A5 Opmerkingen

A5.1

Bijlage 6 Lijst met elektropositieve metalen

Elektropositieve metalen zijn elementen in metaalvorm, waarvan de standaardelektrodepotentiaal (E^0) in een waterige oplossing ten opzichte van de standaard-waterstofelektrode lager is dan -0.84 V , zijnde de E^0 van het koppel waterstof/waterstofhydroxide (H_2/OH).

De onderstaande tabel bevat een exhaustieve lijst van de elektropositieve metalen met hun standaardelektrodepotentiaal.

Zink en titanium zijn niet in deze lijst opgenomen, omdat deze metalen zeer snel een uiterst weinig oplosbare oxidelaag vormen die stabiel is over een breed spectrum van pH-waarden.

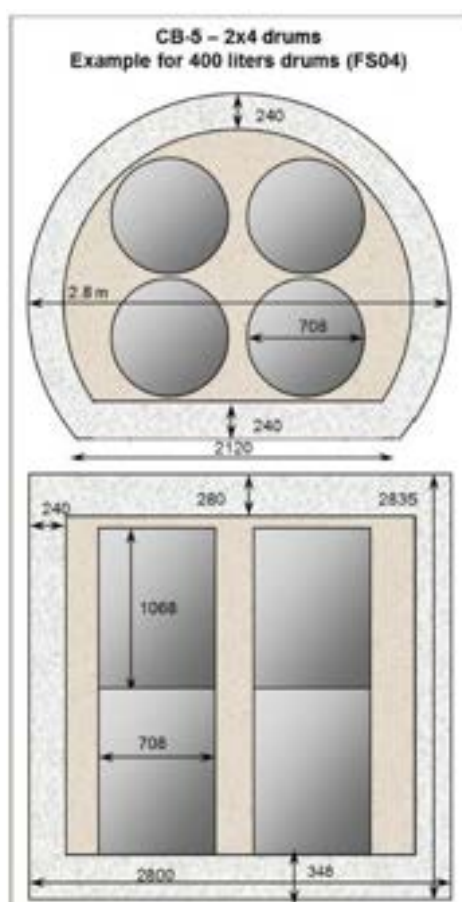
	Element (zuiver metaal)	E^0 (Volt)
ELEKTROPOSITIEVE METALEN	Li	-3.04
	Rb	-2.98
	K	-2.93
	Cs	-2.92
	Ba	-2.91
	Sr	-2.89
	Ca	-2.76
	Na	-2.71
	Mg	-2.38
	Be	-1.85
	Al	-1.66
	Mn	-1.19
Ref.	$2\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	-0.83

Bron: CRC Handbook of Chemistry and Physics 64th Ed (1983)

Bijlage 7 Lijst met afkortingen

ASR	Alkali-silica reactie.
ARBIS	Algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen, koninklijk besluit van 20 juli 2001 en wijzigingen.
CLI	Absolute radiologische concentratielimiet per kritieke radionuclide.
DEF	vertraagde ettringiet vorming (<i>delayed ettringite formation</i>).
DFC	Dienst voor fysische controle
EDR	Goedkeuringsdossier 'radiologische karakterisering'
EDX	Energy-Dispersive X-ray spectroscopy
GA	Geconditioneerd afval.
HOC	Homogene conditionering in een cementmatrix.
IPA	Interne project aanvraag
IPM	Installatie voor de productie van monolieten.
ISA	Isosaccharinezuur.
PDD	Productiedocumentatiedossier: noodzakelijk voor de documentatie van de colli GA.
SEM	Scanning Electron Microscopy

Bijlage 8 Design CB-5 (bron: NIROND-TR 2017-10 E V3 (December 2019))



Types of caissons	CB-5
Outer length (mm)	2 835
Outer diameter (mm)	2 800
Base width (mm)	2 120
Height (mm)	2 310
Radial thickness (mm)	240
Axial thickness bottom (mm)	348
Axial thickness top (mm)	280
Mortar thickness top (mm)	71
Total volume (m ³)	15.43
Mass of caisson (kg)	18 047
Maximum mass of the monolith B (kg) ⁶	41 202

⁶ Calculated for the heaviest type of PWP's for each type of monolith B.

Contractual Transfert Criteria – ‘MAD-CNT-EOPEOR en MAD-KCD-EOPEOR’

Versie 21 juni 2023

Korte inhoud

Deze nota bevat de contractuele overdrachtscriteria voor het radioactieve afval van de families MAD-CNT- EOPEOR en MAD-KCD-EOPEOR. Dit afval is afkomstig van het project ‘Emptying of Pools/Reactors’ van Electrabel dat uitgevoerd wordt gedurende de definitieve stopzetting van de Belgische reactoren.

Deze contractuele overdrachtscriteria zijn gebaseerd op de draft-ACRIA “ACRIA-V-EOP-HIC-136F”, versie 4R 1, verspreid naar de betrokkenen van NIRAS en Electrabel op 22/12/2022.

[Dit document bevat contractuele overdrachtscriteria voor niet-geïmmobiliseerd afval. De beslissing om de contractuele overdrachtscriteria op te stellen op dit afval in niet-geïmmobiliseerde vorm, werd gezamenlijk genomen door de Belgische Staat en ENGIE Electrabel]

1 INLEIDENDE BEPALINGEN

1.1 Omschrijving van het radioactieve afval

1.1.1 Algemene omschrijving

Dit document heeft betrekking op het radioactieve afval van Electrabel afkomstig van het project 'Emptying of Pools/Reactors' (EOP/EOR) dat uitgevoerd wordt gedurende de definitieve stopzetting van de Belgische kernreactoren. Het betrokken afval heeft de geologische berging als referentie-eindbestemming en bestaat uit volgende componenten:

- Thimble plugs
- Controlestaven
- Gifstaven
- Instrumentation thimbles
- Split pins & hold-down bolts
- Baffle bolts
- Top nozzle connectors
- Primaire en secundaire bronnen
- Circlips, fuel rod end plugs, plenum springs, bottom nozzle thimble screws
- Ander soortgelijk metallisch afval dat in de reactordokken is opgeslagen of in de reactor aanwezig is

Secundair metallisch afval afkomstig van de verwerking van bovenstaande afvaltypes behoren ook tot het toepassingsgebied van deze contractuele overdrachtscriteria.

Het referentiebeheertraject voor het radioactieve afval waarop dit document betrekking heeft, wordt beschreven in Bijlage 2.

1.2 Instructies voor de gebruiker van dit document

1.2.1 Codering van de contractuele overdrachtscriteria

De contractuele overdrachtscriteria bevinden zich in de Hoofdstukken 2 tot en met 7.

Een **contractueel overdrachtscriterium** is herkenbaar aan een tussen haakjes geplaatste lettercode in de linkermarge van de pagina. Deze lettercode wordt voorafgegaan door een nummer, waarmee het betrokken contractueel overdrachtscriterium geïdentificeerd kan worden.

De **lettercodes** hebben de volgende betekenis:

- lettercode O geeft een operationeel criterium aan. Een dergelijk criterium betreft de veiligheid van het beheer van het radioactieve afval tijdens de exploitatie van een installatie uit het referentiebeheertraject. In dit document is dat in eerste instantie opslaggebouw 136 zone F.
- lettercode L geeft een langetermijncriterium aan. Een dergelijk criterium betreft de passieve veiligheid na de sluiting van de referentie-eindbestemming van het radioactieve afval.

Het **symbool**  in de linkermarge van de pagina verduidelijkt de context van bepaalde contractuele overdrachtscriteria. Deze informatie is toegevoegd om de correcte interpretatie van de contractuele overdrachtscriteria te bevorderen, maar is zelf geen contractueel overdrachtscriterium.

1.2.2 Verklaringen en motiveringen van de contractuele overdrachtscriteria

De motivaties en verklaringen van de contractuele overdrachtscriteria zijn verzameld in Bijlage 1 van dit document. De nummers ervan zijn dezelfde als die van de contractuele overdrachtscriteria.

Een motivatie verklaart de bestaansreden van het contractueel overdrachts criterium. Een verklaring legt uit op welke manier een numerieke limietwaarde werd afgeleid of verduidelijkt de in het criterium gebruikte sluitende omschrijving. Het uiteindelijke doel van de motivaties en verklaringen is het bevorderen van de correcte interpretatie van de contractuele overdrachtscriteria. De motivaties en verklaringen zijn van informatieve aard en maken geen deel uit van de criteria.

1.2.3 Referentiedocumenten

De lijst met de referentiedocumenten bevindt zich in Hoofdstuk 8 van deze nota. In deze lijst zijn technische nota's als dusdanig geïdentificeerd. Hierin zijn ook koninklijke besluiten en wetten (Belgische federale wetgeving) alsook verordeningen (Europese wetgeving) als dusdanig geïdentificeerd.

Van al de referentiedocumenten vermeld in Hoofdstuk 8 moet de versie gebruikt worden die van kracht was, of die toegelaten was, op de datum van de ondertekening van de transactiedocumenten. Dit geldt evenzeer voor de in deze lijst vermeld wetgeving.

Van alle technische nota's wordt de van kracht zijnde versie gegeven in de Overzichtslijst van Goedgekeurde Documenten (OGD) [1]. Van alle vermelde normen is de meest recente versie beperkt tot de datum van de ondertekening van de transactiedocumenten.

Van de andere referentiedocumenten moet de in Hoofdstuk 8 vermelde versie worden gebruikt.

Indien in deze referentiedocumenten verwezen wordt naar acceptatiecriteria, dient dit gelezen te worden als 'contractuele overdrachtscriteria'.

1.2.4 Terminologie

De terminologie die in de documenten met betrekking tot de contractuele overdrachtscriteria wordt gebruikt, wordt verklaard in de technische nota GLOSS [2]. Een overzicht van de in dit document gebruikte afkortingen wordt gegeven in Bijlage 6.

Specifiek in dit document

- heeft 'het radioactieve afval' betrekking op de partij radioactief afval ('lot') die wordt getoetst aan de onderstaande contractuele overdrachtscriteria.
- wordt er met de termen 'primaire collo' en 'collo radioactief afval' hetzelfde bedoeld, namelijk het eindproduct dat verkregen wordt na het conditioneren van het radioactieve afval. Dit omvat de primaire verpakking, inclusief de aanwezige korf, en het radioactief afval. Onder conditioneren moet hier verstaan worden: alle handelingen die nodig zijn om het afval in zijn verpakking te plaatsen en te drogen. Zoals beschreven in het referentiebeheertraject, is er geen immobilisatie van het afval in de primaire verpakking.
- wordt er met de 'afvalvorm' het primaire collo bedoeld zonder zijn primaire verpakking.

2 GOEDKEURING VOOR TRANSFER

201 (L,O) Het radioactieve afval moet voortgebracht en gekarakteriseerd zijn door een uitrusting die goedgekeurd is door NIRAS. Concreet geldt:

- Het afval moet voortgebracht zijn tijdens de geldigheidsperiode van het goedgekeurde goedkeuringsdossier voor transfer 'methode' (EDM).
- Het afval moet radiologisch gekarakteriseerd zijn tijdens de geldigheidsperiode van het goedgekeurde goedkeuringsdossier voor transfer 'radiologische karakterisering' (EDR) en, indien toepasselijk, met de meetinstallatie die vermeld is in het EDR en waarvan een goedgekeurd goedkeuringsdossier voor transfer geldig is.
- In het goedkeuringsdossier voor transfer 'methode' (EDM) en 'radiologische karakterisering' (EDR) moet gedocumenteerd zijn hoe de onzekerheden in rekening worden gebracht. Numerieke limietwaarden in de contractuele overdrachtscriteria zijn telkens uitgedrukt met het aantal significante cijfers dat in overeenstemming is met de vereiste nauwkeurigheid van de te meten grootte.

202 (L,O) De **kwantitatieve radiologische gegevens** moeten gemeten zijn met een door NIRAS goedgekeurde methode. Daartoe moet de producent een goedkeuringsdossier voor transfer opstellen volgens de voorschriften van de technische nota NTC-6/A[3], NTC-6/B[4] of NTC-6/C[5]. Het goedkeuringsdossier voor transfer moet melding maken van de toegepaste normen.

- 📌 Indien het dosistempo onder water gemeten wordt, dient ook de methodologie voor de omzetting van de meting van het dosistempo onder water naar het dosistempo in lucht deel uit te maken van dit goedkeuringsdossier.

203 (L,O) De **primaire verpakking**, gebruikt door de producent om er het ruwe en/of verwerkte afval in te verpakken, moet goedgekeurd zijn door NIRAS. Daartoe moet de producent een goedkeuringsdossier voor transfer opstellen volgens de voorschriften van de technische nota NTC-9[6].

Bovendien moet de producent in het goedkeuringsdossier voor transfer 'Primaire verpakking' het volgende opnemen:

- de beschrijving van de methode en procedure die toegepast wordt om het radioactieve afval uit het primaire collo te halen;
- hoe de producent verzekert dat de eventuele gebruikte mobiele installatie beschikbaar is op het moment dat het radioactieve afval uit zijn primaire verpakking gehaald wordt.

- 📌 Verderop in dit document wordt "goedkeuringsdossier voor transfer" kortweg geschreven als "goedkeuringsdossier".

3 DOCUMENTATIE VAN HET RADIOACTIEVE AFVAL

Dit hoofdstuk bevat een opsomming van de gegevens over de primaire colli, de korven en de inhoud ervan. Ze moeten gedocumenteerd zijn om het radioactieve afval te kunnen transfereren door middel van een formulier overeengekomen met NIRAS (verderop in het document 'formulier' genoemd).

3.1 Formulier

301 (O) Een afzonderlijk **formulier** moet zijn ingevuld:

- per type verpakking gebruikt als transportverpakking

- per gebruikt transportmiddel (het voertuig, met inbegrip van aanhangwagens, waarmee het radioactieve afval zal worden getransporteerd van de site van de producent)
- per geldigheidsperiode van het EDM
- per geldigheidsperiode van het EDR
- per geldigheidsperiode van het goedkeuringsdossier 'primaire verpakking'
- indien het radioactieve afval kerntechnisch materiaal bevat
- indien het radioactieve afval een gevaarlijke stof of mengsel is

302 (L,O) De volgende **algemene gegevens** over de partij moeten zijn opgegeven op het voorblad van het formulier:

- contactgegevens van de producent
- productieplaats/reactoreenheid van het afval (interne plaats bij de producent,)
- afvalomschrijving
- verpakkingscodes (volgens NTC-3) van de gebruikte:
 - primaire verpakking
 - sluiting
 - vervoerverpakking
- referentie van de betrokken contractuele overdrachtscriteria (notanummer en herziening)
- referentie van de goedkeuringsbrieven (EDM, EDR, meetinstallatie, primaire verpakking)
- kwantitatieve gegevens:
 - aantal primaire colli
 - volume (aantal primaire colli maal het nominale volume van een primair collo)
 - bruto- en nettomassa (respectievelijk de som van de brutomassa's en de som van nettomassa's van elke primair collo)
- totale activiteitsinhoud (alfa, bèta/gamma) en hoogst gemeten dosistempo op de transportverpakking
- aangifte (ja/nee):
 - het radioactieve afval bevat kerntechnisch materiaal (indien ja, met referentie naar de transferbon en toevoegen van een kopie van de transferbon terwijl de originele transferbon het collo radioactief afval vergezelt)
 - het radioactieve afval bevat een gevaarlijke stof of mengsel (zie criterium 403)
 - het radioactieve afval is besmet of mogelijk besmet met biologische ziekteverwekkers (zie criterium 701 en volgende)
- gegevens nodig voor het transport (minstens ophalingsplaats, UN nummer, activiteit in functie van de A2-waarde en referentie van de erkenning van de transporteur indien de producent het transport zelf organiseert)
- referentie naar het rapport van de fysische controle en toevoegen van een kopie van dit rapport aan het formulier (indien van toepassing)

303 (L,O) De volgende **fysische en chemische gegevens** moeten voor elk primair collo zijn opgegeven in de bijlagen aan het formulier:

- identificatiecode van het primair collo
- referentie van het productielot en type (volgens NTC-3 [7]) van de gebruikte primaire verpakking
- productiedatum van het radioactieve afval (datum van de sluiting van de primaire verpakking), deze fungeert als referentiedatum met betrekking tot de geldigheidsperiode van het goedgekeurde EDM
- bruto- en nettomassa van het primair collo (in kg)
- afvalomschrijving en samenstelling per afvalfractie en per afvaltype

- indien het radioactieve afval een gevaarlijke stof of mengsel bevat (wat wil zeggen dat er een H-zin of EUH-zin op van toepassing is, op basis van de nettomassa van het primair collo en rekening houdend met de criteria en limietwaarden voor gevaarlijke stoffen in de CLP-Verordening [8] en in de technische richtsnoeren voor de indeling van afvalstoffen[9]), per veroorzakende gevaarlijke stof:
 - naam van de veroorzakende gevaarlijke stof
 - toepasselijke H-zinnen (inclusief EUH-zinnen)
- aangifte (ja/nee):
 - het radioactieve afval bevat biologisch afbreekbare stoffen
 - het radioactieve afval bevat complex- of chelaatvormende agens
- homologatie/kwalificatie van de transportverpakking
- bijlage met foto's van de samenstelling van het primair collo (genomen tijdens de vulling van het primair collo)
- beladingsschema van het primair collo.
- warmtevermogen in W op het niveau van het primair collo.
- identificatie productiebatch van elk afvalstuk aanwezig in het primair collo (zo gedetailleerd mogelijk).
- fysische en chemische karakteristieken van elk afvalstuk aanwezig in het primair collo:
 - types materialen (voorbeelden: SS304, SS316, Inconel 718, AIC, ...) met hun respectievelijke massa, fysische vorm (voorbeeld poeder, bramen of vaste stukken, ...) en reactief oppervlak (inclusief binnenoppervlaktes)
 - van elk aanwezig elektropositief metaal (exhaustieve lijst gegeven in Bijlage 4):
 - naam van het metaal
 - massa (schatting)
 - dimensies en technische tekeningen
 - alle relevante informatie uit de betrokken databases (bvb. HISTELEM) waaronder (maar niet limitatief): positionering in de kern en bestralingshistoriek

304 (L,O) De volgende **radiologische gegevens** moeten voor elk primair collo zijn opgegeven in de bijlagen aan het formulier:

- activiteit per nuclide (in Bq) (zie criterium 305)
- datum bepaling activiteit van de nucliden
- totale alfa-activiteit (in Bq)
- totale bèta/gamma-activiteit (in Bq)
- maximaal dosistempo bij (pseudo-)contact met de korf, in lucht (mSv/h) en datum van de meting (onder water of in lucht – zie ook informatieve bullet bij criterium 202).
- maximaal dosistempo bij contact met het primair collo (mSv/h) en datum van de meting
- maximaal dosistempo bij contact met de transportverpakking (mSv/h) en datum van de meting
- totale massa U-235, Pu-239 en Pu-241
- bevestiging (ja/nee) :
 - De gemeten afneembare oppervlaktebesmetting op het buitenoppervlak van het primair collo met bèta/gamma-stralers is kleiner of gelijk aan 0,4 Bq/cm².
 - De gemeten afneembare oppervlaktebesmetting op het buitenoppervlak van het primair collo met alfa-stralers is kleiner of gelijk aan 0,04 Bq/cm².
 - De som Ra-226 + Th-232 is kleiner dan of gelijk aan 1000 Bq/kg.
- alle nodige gegevens om het verbruik van de rechten ('volume credits') toegekend aan ENGIE zoals bepaald in [Schedule 2] te berekenen. De methodologie om het dosistempo op 1 meter rond de monoliet voor verschillende configuraties (combinaties van type primair collo of basket, aantal colli/baskets en type en lengte

van de monoliet) te berekenen moet deel uitmaken van het goedkeuringsdossier voor transfer 'radiologische karakterisering' (EDR). De wijze waarop de resultaten van deze berekeningen gebruikt worden om het verbruik van de rechten te berekenen, wordt uitgelegd in [Schedule 2].

305 (L,O) De radionucliden die aanwezig zijn in het radiologische spectrum van het radioactieve afval en die vermeld zijn in

Tabel 1 moeten zijn opgenomen in het goedkeuringsdossier voor de radiologische karakterisering en hun activiteiten moeten zijn opgegeven op het formulier.



Hierbij geldt het volgende:

- Voor de radionucliden die op korte termijn ($T_{1/2} < 30$ dagen) in seculair evenwicht verkeren met hun moedernuclide (Cs-137/Ba-137m, Sr-90/Y-90, Ru-106/Rh-106 en Ce-144/Pr-144), wordt enkel de activiteit van de moedernuclide vermeld.
- Natuurlijk thorium wordt verondersteld in seculair evenwicht te zijn met zijn dochters. Het volstaat dus om enkel de moedernuclide Th-232 op te geven.



Alles onder de 1 Bq mag als nul aanschouwd worden en mag als nul gedeclareerd worden op de bijlage bij het formulier. Deze waarde wordt opgelegd, om te vermijden dat mogelijk fictieve zeer lage activiteiten worden opgegeven die uitsluitend het resultaat zijn van berekeningen.

Tabel 1: Standaardlijst van verplicht op te geven radionucliden

H-3	Ni-63	Ag-108m	Cs-137	Ra-226	Np-237	Cm-242
C-14	Se-79	Ag-110m	Ce-144	Th-229	Pu-238	Cm-243
S-35	Kr-85	I-125	Pm-147	Th-230	Pu-239	Cm-244
Cl-36	Sr-90	I-129	Sm-151	Th-232	Pu-240	Cm-245
Ar-39	Mo-93	I-131	Eu-152	Pa-231	Pu-241	Cm-246
Ca-41	Zr-93	Sb-125	Eu-154	U-233	Pu-242	Cm-247
Mn-54	Nb-94	Sn-121m	Eu-155	U-234	Pu-244	Cm-248
Co-58	Tc-99	Sn-126	Ho-166m	U-235	Am-241	
Co-60	Ru-106	Cs-134	Hf-178n	U-236	Am-242m	
Ni-59	Pd-107	Cs-135		U-238	Am-243	

306 (L,O) Indien het radioactieve afval besmet of mogelijk besmet is met **biologische ziekteverwekkers**, moet dit gemeld zijn op het formulier. In de bijlagen aan het formulier moet de producent per primair collo het volgende specificeren:

- nodige voorzorgsmaatregelen
- nuttige inlichtingen (wetenschappelijke soortnaam van de ziekteverwekker, risicoklasse ...)

4 FYSISCH EN CHEMISCH AFVALKENMERKEN

4.1 Het radioactieve afval

401 (L,O) **Biologisch afbreekbare stoffen**, inclusief cellulosehoudende stoffen, mogen niet in het radioactieve afval aanwezig zijn.

- 402 (L) **Complex- of chelaatvormende agentia** mogen niet in het radioactieve afval aanwezig zijn.
- 403 (L,O) Het radioactieve afval mag geen **gevaarlijke stoffen** of mengsels bevatten die door de CLP-verordening worden ingedeeld bij de fysische gevaren én:
- Ofwel volgens bijlage I ervan worden aangeduid door een specifieke H-zin;
 - Ofwel volgens bijlage II ervan worden aangeduid door een specifieke EUH-zin met betrekking tot materiële eigenschappen.
-  Bijlage 3 bevat een overzicht van de gevaarzinnen van de stoffen en mengsels die uitgesloten zijn door dit criterium, op basis van de CLP-Verordening die van kracht is op het moment waarop deze nota goedgekeurd werd. Deze bijlage is daarom louter illustratief en bedoeld als hulpmiddel voor de gebruiker van dit document.
- 404 (L,O) **Zure** geabsorbeerde vloeistoffen met een pH-waarde lager dan 2 mogen niet in het radioactieve afval aanwezig zijn.
- 405 (L,O) **Basische** geabsorbeerde vloeistoffen met een PH-waarde hoger dan 11,5 mogen niet in het radioactieve afval aanwezig zijn.
- 406 (O) Geabsorbeerde vloeistoffen met een **vlampunt** lager dan 60°C mogen niet in het radioactieve afval aanwezig zijn.
- 407 (O) Het radioactieve afval mag niet **chemisch of fysisch incompatibel** zijn met de stof waaruit de verpakking van het primair collo is gemaakt. Hiermee wordt bedoeld dat het afval het insluitingsvermogen van de verpakking niet mag aantasten.
- 408 (L,O) **Metallisch uranium** of **metallisch plutonium** mag niet in het radioactieve afval aanwezig zijn.
- 409 (L,O) De **chemische samenstelling en eigenschappen** van het radioactieve afval en de bijhorende maximale variaties moeten vastgelegd zijn in het goedkeuringsdossier 'Methodes'.
- 410 (O) Mogelijke **gasontwikkeling** ten gevolge van corrosie, radiolyse en/of ontbinding van organische stoffen mag niet tot onaanvaardbare vervorming van de primaire verpakking, inclusief korf, leiden. De evolutie van de gasontwikkeling gedurende 75 jaar moet berekend en gedocumenteerd worden in het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking'. Als er geopteerd wordt om geen gasafvoer te gebruiken, moet aangetoond worden dat het primair collo na zijn opslagperiode veilig geopend kan worden.
- In het geval dat er wel een gasafvoer gebruikt wordt, moet het een HEPA-filter zijn. Het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking' moet het gemonteerde type van HEPA-filter beschrijven en er moet aangetoond zijn dat deze bestand is tegen de verwachte gasproductie.
-  Radiolyseproducten kunnen een mogelijke impact hebben op de gasafvoer (bijvoorbeeld dichtslibben van de gasafvoer) en dus bijgevolg op de evolutie van de gasontwikkeling.
- 411 (L,O) Geen enkel primair collo mag vrije vloeistoffen (niet-geabsorbeerde of niet-chemisch gebonden vloeistoffen) bevatten.
- 412 (L,O) In geen enkel primair collo mogen primaire of secundaire startbronnen gemengd zijn met andere types van radioactief afval.
- 413 (L,O) In geen enkel primair collo mogen andere types afval aanwezig zijn dan deze die verschijnen in onderstaande lijst:

- Thimble plugs
- Controlestaven
- Gifstaven
- Instrumentation thimbles
- Split pins & hold-down bolts
- Baffle bolts
- Top nozzle connectors
- Primaire en secundaire bronnen
- Circlips, fuel rod end plugs, plenum springs, bottom nozzle thimble screws
- Ander soortgelijk metallisch afval dat in de reactordokken is opgeslagen of in de reactor aanwezig is
- Secundair metallisch afval afkomstig van de verwerking van bovenstaande afvaltypes

5 RADIOLOGISCHE AFVALKENMERKEN

5.1 Maximale activiteit en dosistempo

501 (L,O) In elk primair collo moet de activiteit van de totale hoeveelheid **bèta/gammastralers** kleiner dan of gelijk aan 2000 TBq zijn.

502 (L,O) In elk primair collo moet de activiteit van de totale hoeveelheid **alfastralers** kleiner dan of gelijk aan 1 TBq zijn.

503 (L,O) In elk primair collo moet de totale radiologische inventaris beperkt zijn zodat op 01/01/2080 het maximaal dosistempo van een monoliet van type CB-5 (zie 0) waarin enkel dit primaire collo geconditioneerd is, beperkt is tot 25 µSv/h op 1 meter.

Bovendien moet het laden van de korf op een zodanige manier gebeuren dat hot-spots met een veel hoger dosistempo dan gemiddeld rond het collo vermeden worden.

504 (L,O) In elk primair collo moet de som van de activiteiten van **Ra-226** en **Th-232** per massa-eenheid kleiner dan of gelijk aan 1000 Bq/kg zijn. Hierbij wordt de activiteit per massa-eenheid berekend op de massa van de afvalvorm.

5.2 Kritikaliteit

505 (L,O) In elk primair collo moet de hoeveelheid splijtstoffen beperkt worden volgens de onderstaande sommatieregel:

$$\sum \frac{M_i}{M_{i,max}} \leq 1$$

Waarbij:

M_i = massa van nuclide 'i' (Pu-241, Pu-239 of U-235) in gram

$M_{i,max}$ = maximale massa van nuclide 'i', zoals gegeven in Tabel 2

Tabel 2: Maximale massa van ²³⁵U, ²³⁹Pu en ²⁴¹Pu

Nuclide 'i'	$M_{i,max}$ (g)
U-235	326 (700*)
Pu-239	219
Pu-241	112

*: indien de verrijkingsgraad ≤ 5%

Indien natuurlijk of verarmd uranium $\leq 0,72\%$ is de hoeveelheid splijtstoffen ongelimiteerd.

6 PRIMAIRE VERPAKKING EN COLLO

6.1 De primaire verpakking

- 601 (O) De primaire verpakking met schokabsorbeerders moet zodanig zijn dat het primair collo voldoet aan de vereisten voor een transportcollo **type B**, zoals bepaald in de recentste versie 'IAEA Safety Standards' [10]. De producent moet het certificaat samen met de nodige bewijsrapporten opnemen in het goedkeuringsdossier 'Primaire Verpakking'.
- 602 (O) De primaire verpakking zonder schokabsorbeerders moet zodanig zijn dat het primair collo voldoet aan de vereisten voor een transportcollo **type IP-2**, zoals bepaald in de 'IAEA Safety Standards' [10]. Naast de bewijsrapporten en de resultaten van de val- en stapeltest moet de producent ook het IP-2-certificaat opnemen in het goedkeuringsdossier 'Primaire Verpakking'.
- 603 (L,O) Alle materialen (basismateriaal, toevoegmateriaal lassen, beschermingslaag /galvanisatie, coating, dichting, korf en radiologische afscherming) waaruit de primaire verpakking vervaardigd wordt, moeten onderling **fysisch en chemisch compatibel** zijn alsook compatibel zijn met het radioactief afval dat in de korf geladen wordt en de uitrustingen gebruikt bij de hantering van het primair collo in het voorbestemde opslaggebouw.
- 604 (O) De producent moet in het goedkeuringsdossier methodes beschrijven hoe de **droging** uitgevoerd zal worden en aantonen dat het resterende vocht (met bijhorende toleranties) geen negatieve impact heeft op de integriteit van de primaire verpakking gedurende de opslag van het betrokken radioactieve afval, noch op de uitneembaarheid van het afval uit de verpakking.
- 605 (O) De primaire verpakking en korf moeten hun **integriteit, mechanische weerstand, vorm en afmetingen** behouden
- onder invloed van de dynamische mechanische belasting veroorzaakt door de geplande hantering (inclusief het uitnemen van het afval en de periodieke inspecties) waaraan de korf en het primair collo zal onderworpen worden gedurende de fase van tijdelijke opslag, meer bepaald gedurende een periode van minimaal 75 jaar.
 - wanneer het primair collo zal onderworpen worden aan een statische mechanische belasting gegenereerd door een stapeling "één op één", met een maximum van twee hoog.
- 606 (O) Alle materialen waaruit de primaire verpakking is samengesteld moeten zodanig zijn dat deze hun integriteit en mechanische weerstand behouden onder invloed van de interne **bestraling** door zijn radioactieve afval en de externe bestraling door zijn omgeving tijdens de opslag.
- 607 (O) De primaire verpakking en de korf moeten een voldoende weerstand hebben tegen **corrosie**, zowel extern (onder invloed van zijn omgeving) als intern (veroorzaakt door het radioactieve afval), opdat deze nog op een veilige manier gehanteerd kan worden na een opslagperiode van 75 jaar en dit middels het gebruik van conventionele uitrustingen voor het hanteren van afvalcolli of korven. Deze weerstand moet aangetoond zijn in het goedkeuringsdossier 'Primaire Verpakking'.

- 608 (O) De primaire verpakking en de korf moeten een voldoende weerstand hebben tegen **vermoeiingseffecten** veroorzaakt door temperatuurschommelingen (hoofdzakelijk veroorzaakt door warmteafgifte), opdat deze nog op een veilige manier gehanteerd kunnen worden na een opslagperiode van 75 jaar en dit middels het gebruik van conventionele uitrustingen voor het hanteren van afvalcolli of korven. Deze weerstand moet aangetoond zijn in het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking' door middel van het uitvoeren van een studie, waarbij de thermische belasting berekend wordt voor een gemiddeld collo en een collo in de meest penaliserende condities.
- 609 (L,O) De primaire verpakking moet **gasdicht** zijn. In het geval de primaire verpakking toch uitgerust is met een gasafvoer, moet dit verantwoord worden in het goedkeuringsdossier 'Primaire Verpakking' en moet de op de gasafvoer gemonteerde filter gasdicht kunnen afgesloten worden na de opslagfase. Bovendien mag het gas dat vrijkomt uit de gasafvoer zich niet ophopen tussen de primaire verpakkingen bij een stapeling van één op één.
- 610 (O) De buitenkant en binnenkant van de primaire verpakking moeten vlot radiologisch te **ontsmetten** zijn met behulp van klassieke mechanische en/of chemische middelen, waarbij het gebruik van deze middelen geen negatieve impact heeft op de primaire verpakking.
- 611 (L,O) De primaire verpakking moet na het uitnemen van het radioactieve afval terug vrijgegeven kunnen worden als conventioneel afval.
- 612 (O) De primaire verpakking in IP-2 configuratie (dus zonder schokabsorbeersers) moet een **minimale brandweerstand** hebben tegen 800°C gedurende 10 minuten. Na deze brandfase moet de primaire verpakking:
- nog steeds gehanteerd en de inhoud overgeladen kunnen worden,
 - voldoen aan de eisen uit artikel 659 b) (i) van het IAEA-document SSR-6 [10], en
 - voldoen aan volgende limieten voor vrijgestelde activiteiten op basis van het technisch reglement van het FANC [14] :
 - Alfa-activiteit: 1,0 E+06 Bq
 - Bèta-activiteit (inclusief zwakke bèta-stralers): 1,0 E+09 Bq
- De eisen uit artikel 659 en de bijkomende verwijzing naar artikel 728 van het IAEA-document SSR-6 [10] zijn van toepassing met volgende aanpassingen:
- de invloed van de zon wordt buiten beschouwing gelaten,
 - de brandfase wordt beperkt tot 10 minuten, en
 - na deze brandfase wordt een artificiële koeling verondersteld met water.
- 613 (O) De primaire verpakking in IP-2 configuratie (dus zonder schokabsorbeersers) moet zijn integriteit behouden na een **val** van 2 meter op een representatief oppervlak, waarbij rekening gehouden moet worden met de maximale massa van het primair collo. Een beschrijving van hetgeen verstaan wordt onder 'representatief oppervlak' is opgenomen in Bijlage 5. Na deze val moet de primaire verpakking:
- nog steeds gehanteerd en de inhoud overgeladen kunnen worden,
 - voldoen aan de eisen uit artikel 624 b) van het IAEA-document SSR-6 [10], en
 - voldoen aan volgende limieten voor vrijgestelde activiteiten op basis van het technisch reglement van het FANC [14]:
 - Alfa-activiteit: 1,0 E+06 Bq
 - Beta-activiteit (inclusief zwakke beta-stralers): 1,0 E+09 Bq
- 614 (L,O) De producent moet een **programma met koude testen** uitwerken met betrekking tot de eigen operaties en handelingen in de pools en uitvoeren vooraleer het eerste transport van een primair collo naar Belgoproces aan te vatten. De beschrijving van dit testprogramma en alle gerelateerde documentatie moet opgenomen worden in het goedkeuringsdossier voor transfer 'methode' (EDM).

- 615 (O) De maasopeningen van de korf moeten zodanig klein zijn dat er, afgezien van stofdeeltjes, geen stukken radioactief afval kunnen doorvallen. Een eventuele doorval van stof is toegelaten op voorwaarde dat dit geen afbreuk doet aan de integriteit van de primaire verpakking gedurende de opslagfase en altijd voldaan blijft aan criterium 610 en 611.
-  Bramen die loskomen worden ook als stof beschouwd.
- 616 (O) De korf moet zo ontworpen zijn en het afval moet op zo'n manier in de korf geplaatst worden dat bij het conditioneren met een immobilisatiematrix zoals momenteel gebruikt of voorzien te gebruiken voor de heterogene conditionering van radioactief afval (zoals de CILVA-mortel, DCM of de IPM-mortel) het geheel van de afvalstukken volledig omgeven wordt door immobilisatiematrix en de lege ruimtes tussen de afvalstukken op zo'n manier opgevuld worden dat elk afvalstuk door de immobilisatiematrix geïmmobiliseerd wordt.
-  Gif- en of controlestaven die samen gebundeld worden, worden voor dit criterium beschouwd als één afvalstuk.

6.2 Het primaire collo

- 617 (O) Van geen enkel primair collo mag de **brutomassa** groter zijn dan $21,0 \times 10^3$ kg.
- 618 (O) Van geen enkel primair collo mag de externe afmetingen groter zijn dan (uitgaande van een cilindrische referentieverpakking):
- hoogte: 1,7m
 - diameter: 1,8m
- 619 (O) De uitneembaarheid van het radioactieve afval, inclusief het doorgevallen stof, uit het primaire collo voor verdere verwerking/conditionering moet gegarandeerd zijn tijdens een periode van 75 jaar, waarbij gebruik gemaakt wordt van conventionele uitrustingen voor het hanteren van de primaire colli en een korf. Dit moet de producent aantonen in het goedkeuringsdossier voor transfer 'Primaire verpakking'.
- 620 (O) Het primair collo, wanneer een-op-een gestapeld, mag niet omvallen bij een aardbeving met referentiespectrum EL1¹ of in geval van een referentievliegtuigimpact op het opslaggebouw. Het primair collo moet zijn integriteit behouden bij een aardbeving met referentiespectrum EL1 of EL1*² of in geval van een referentievliegtuigimpact op dit gebouw. De terugneembaarheid van elk primair collo moet gegarandeerd blijven in elk van deze gevallen.

6.3 Radiologische operationele veiligheid (collo)

- 621 (O) Van geen enkel primair collo mag het bij contact met de verpakking gemeten maximale dosistempo groter zijn dan 2 mSv/h.
- 622 (O) Van geen enkel primair collo mag de **afneembare** oppervlaktebesmetting op het buitenoppervlak groter zijn dan:
- 0,04 Bq/cm² voor het totaal van alfastralers
 - 0,4 Bq/cm² voor het totaal van bèta/gammastralers

¹ Aardbeving met retourperiode van 10000 jaar

² Aardbeving met retourperiode van meer dan 10000 jaar

6.4 Opschriften en pictogrammen

623 (L,O) Elk primair collo moet een **unieke identificatiecode** dragen die het radioactieve afval eenduidig verbindt met de ermee overeenstemmende documentatie.

624 (L,O) De **aangebrachte identificatiecode** moet voldoen aan alle onderstaande voorwaarden:

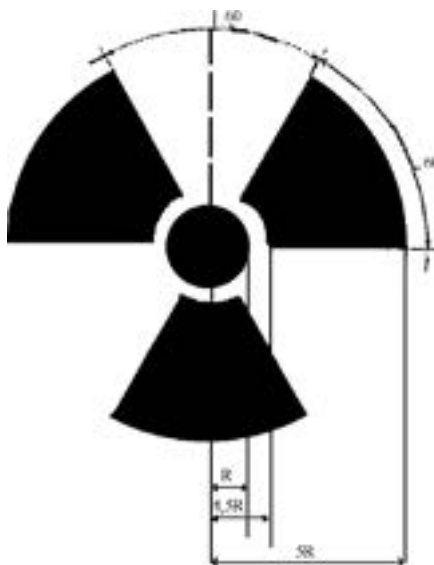
- De code moet bestaan uit een combinatie van achtereenvolgens een letter (L), een getal van twee cijfers (C), een koppelteken en een getal van vier cijfers (C) (zie Figuur 1). Hierbij gelden de volgende regels:
 - De letter stemt overeen met de producent (zie NTC-3[3]).
 - Het getal van twee cijfers voor het koppelteken bestaat uit de laatste twee cijfers van het jaar waarin de opslagverpakking werd gefabriceerd.
 - Het getal van vier cijfers na het koppelteken is het volgnummer dat aan het collo is toegekend.
- De code moet bestaan uit letters en cijfers met een grootte van 75 mm of meer.
- De code moet zijn aangebracht voordat de opslagverpakking gevuld wordt met afval.
- De code moet zijn aangebracht op het zijvlak van de dikwandige opslagverpakking en op het deksel of de bodem.
- De code moet minimaal 75 jaar (periode van de opslag) leesbaar blijven.

L	C	C	-	C	C	C	C
---	---	---	---	---	---	---	---

Figuur 1: theoretische identificatiecode voor een collo radioactief afval

625 (O) Elk primair collo moet een **waarschuwingsteken voor ioniserende straling** dragen, dat gekenmerkt wordt door het symbool afgebeeld in Figuur 2. Het waarschuwingsteken moet voldoen aan alle onderstaande voorwaarden:

- Het teken moet een hoogte hebben van 200 mm of meer en moet voldoen aan de verhoudingen vermeld in Figuur 2.
- Het teken moet duidelijk zichtbaar en goed herkenbaar zijn.
- Het teken moet zijn aangebracht op het zijvlak van de opslagverpakking, op een plaats onder de identificatiecode.



Figuur 2: Symbool in het waarschuwingsteken voor ioniserende straling op een collo radioactief afval

7 BIOLOGISCHE ZIEKTEVERWEKKERS

701(L,O) Het radioactieve afval mag niet besmet of mogelijk besmet zijn met **biologische ziekteverwekkers**.

Met biologische ziekteverwekkers wordt bedoeld:

- infectueuze stoffen (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 6.2)
- biotoxines (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 6.1-code T1, T2)
- medisch afval (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 6.2-UN 3291)
- genetisch gemodificeerde organismen (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 9-code M8)

702 (L,O) **Biologisch geïnactiveerd** radioactief afval moet worden beschouwd als mogelijk besmet met biologische ziekteverwekkers.

8 REFERENTIES

- [1] NIRAS-nota 98-1446, 'Overzichtslijst van goedgekeurde documenten met betrekking tot de acceptatiecriteria voor radioactief afval / Liste récapitulative des documents approuvés relatifs aux critères d'acceptation de déchets radioactifs';
- [2] NIRAS-nota 2012-0982, technische nota: 'GLOS: Glossarium met betrekking tot de acceptatiecriteria van NIRAS';
- [3] NIRAS-nota 97-4696N: 'Technische nota NTC-6/A: Type-inhoud van een technisch dossier voor methodes gebaseerd op de analyse van primaire colli via gamma-spectrometrie', auteur: A. De Goeyse;
- [4] NIRAS-nota 97-4700N: 'Technische nota NTC-6/B: Type-inhoud van een technisch dossier voor methodes gebaseerd op de analyse van primaire colli via neutronenmetingen', auteur: A. De Goeyse;
- [5] NIRAS-nota 2020-2682: 'Technische nota NTC-6/C: Type-inhoud van een erkenningsdossier voor de meetinstallatie en methodes gebaseerd op de analyse van primaire colli via dosistempometingen.', auteur: J. Becker;
- [6] NIRAS-nota 2000-1049: 'Technische nota NTC-9: Type-inhoud van de goedkeuringsdossiers van de primaire verpakkingen voor geconditioneerd afval.', auteur: M. Voet;
- [7] NIRAS-nota 2016-1866, technische nota: 'Technische nota NTC-3', auteur: T. Vanthourout;
- [8] 'CLP-Verordening', zijnde Verordening (EG) nr. 1272/2008 van het Europees Parlement en de Raad van 16 december 2008 (en latere wijzigingen) betreffende de indeling, etikettering en verpakking van stoffen en mengsels tot wijziging en intrekking van de Richtlijnen 67/548/EEG en 1999/45/EG en tot wijziging van Verordening (EG) nr. 1907/2006;
- [9] 'Technische richtsnoeren voor de indeling van afvalstoffen', Mededeling (EG) nr. 2018/C124/01 van de Europese Commissie van 9 april 2018.
- [10] IAEA Safety Standard – Specific Safety Requirements no. SSR-6 (Rev. 1): 'Regulations for the safe transport of radioactive material (edition 2018)', Vienna: International Atomic Energy Agency, uitgave 2018 of een recentere versie, ISBN 978-92-0-107917-6
- [11] NIRAS-nota 2010-1163, technische nota, 'TNT-2: Codering van het NGA';
- [12] ARBIS', zijnde het koninklijke besluit van 20 juli 2001 (en latere wijzigingen) houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen;
- [13] 'ADR' in voege op 1 januari 2019 (en latere wijzigingen), zijnde het Europees Verdrag betreffende het internationaal vervoer van gevaarlijke goederen over de weg, gepubliceerd in het Belgisch Staatsblad op 27 december 2018.
- [14] KB 27/05/2021, "Technisch reglement van het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle van 27/05/2021 tot bepaling van de praktische invulling van de nucleaire veiligheidsdoelstelling conform artikel 3/1 van het koninklijk besluit van 30 november 2011".

Bijlage 1 Verklaringen en Motiveringen

201 De goedkeuringen van de uitrustingen, vormen een essentieel element bij het verzekeren van de conformiteit van het radioactieve afval met de contractuele overdrachtscriteria. Deze goedkeuringen zijn voor de contractuele overdrachtscriteria wat de erkenningen, geregeld door het koninklijke besluit van 18 november 2002, zijn voor de acceptatiecriteria. De goedkeuring impliceert immers:

- dat de afvalproducent met de gebruikte methode, uitrusting, installatie of het gebruikte procedé in staat is radioactief afval te produceren of te karakteriseren dat beantwoordt aan de van toepassing zijnde contractuele overdrachtscriteria;
- dat het gaat om een uitrusting waarbij voorrang wordt gegeven aan de toepassing van technologieën voor de verpakking en de tijdelijke opslag van de primaire colli, waarvan de uitvoerbaarheid voldoende beproefd is en waarbij het principe van optimalisering van de stralingsbescherming (ALARA) wordt toegepast

De goedkeuring houdt in:

- dat het radioactieve afval fysisch en chemisch gekarakteriseerd is volgens een goedgekeurde methode;
- dat het radioactieve afval radiologisch gekarakteriseerd is volgens een goedgekeurde methode en/of meetinstallatie;
- dat het radioactieve afval verpakt is in een goedgekeurde primaire verpakking.

202 NIRAS legde de meetmethodes die het onontbeerlijk vindt voor het verkrijgen van correcte kwalitatieve radiologische gegevens over het radioactieve afval vast in deze technische nota's. Voor de goedkeuring van de methodes en meetinstallaties voor de radiologische karakterisering van het radioactieve afval gebruikt NIRAS deze technische nota's alsof het normen zijn.

Voor het afval dat valt onder het toepassingsdomein van deze contractuele overdrachtscriteria, is de verwachting dat de producent een aantal metingen onder water zal uitvoeren. In dat geval moet het dosistempo gemeten onder water omgezet worden naar een dosistempo in lucht, gezien dit de relevante karakteristiek is voor het verdere beheer. De methodologie voor deze omzetting moet deel uitmaken van het goedkeuringsdossier en aldus goedgekeurd worden door NIRAS. Zie ook criterium 304 ivm het dosistempo op de korf.

203 Idem verklaring en motivering 201. Aangezien volgens het referentiebeheertraject het radioactieve afval terug uit de primaire verpakking gehaald zal worden voor de eindconditionering, dient de producent dit ook te beschrijven in zijn goedkeuringsdossier.

301 Het invullen van een afzonderlijk formulier heeft te maken met de aparte logistieke stroom of aparte maatregelen (al dan niet om redenen van operationele veiligheid).

302 Het formulier is gestructureerd in twee grote delen: (1) het voorblad met de gegevens die toepasselijk zijn op alle colli en, (2) de bijlagen met de specifieke gegevens per collo. Dit contractueel overdrachts criterium somt de gegevens op die de producent opgeeft op het voorblad.

303 De gegevens die toepasselijk zijn op elk primair collo zijn gestructureerd in twee grote delen: (a) fysische en chemische gegevens, (b) radiologische gegevens. Dit contractueel overdrachts criterium somt de fysische en chemische gegevens op die de producent opgeeft in de bijlagen aan het formulier.

Een voorbeeld van de afvalomschrijving is gifstaven, controlestaven. Bij de fysische en chemische karakteristieken van elk afvalstuk is het de bedoeling om dan de specifieke materialen, historie, warmtevermogen,... op te geven waaruit de gifstaven bestaan.

Wat betreft 'gevaarlijke stoffen' of 'gevaarlijke mengsels':

Het 'gevaarlijk' zijn van een stof of een mengsel in het afval van elk primair collo is niet alleen een kwestie van de aanwezigheid van een bepaalde 'gevaarlijke' stof, maar ook van de concentratie waarin deze stof in het afval aanwezig is. Hieronder staat een rekenvoorbeeld van de beoordeling van het 'gevaarlijk' zijn van een stof of een mengsel, alsook welke gegevens op de bijlage van het C-formulier opgegeven worden.

Veronderstel een primair collo met 100 kg aan afvalvorm, waarvan 5 kg asbest:

- De concentratie aan asbest in de afvalvorm is dus 5%.
- Volgens de CLP-Verordening is asbest een gevaarlijke stof, aangeduid met de H-zin H350 (carcinogeen, categorie IA/B).

- Volgens § 3.6.3 van Bijlage I van de CLP-Verordening is dit gevaar van toepassing indien de concentratie aan asbest groter is dan 0,1%.
→ Bijgevolg is H350 van toepassing.
- Volgens de CLP-Verordening is asbest ook een gevaarlijke stof aangeduid met de H-zin H372 (schadelijk voor bepaalde organen, categorie 2).
- Volgens § 3.9.3 van Bijlage I van de CLP-Verordening is dit gevaar van toepassing indien de concentratie aan asbest groter is dan 10%.
→ Bijgevolg is H372 niet van toepassing.
- De gegevens voor de bijlage bij het C-formulier zijn: De afvalvorm bevat de gevaarlijke stof 'asbest' met de toepasselijke H-zin: H350.

Wat betreft 'fysische en chemische karakteristieken van elk afvalstuk aanwezig in het primair collo':

Het kennen van het type materiaal en het reactief oppervlak is belangrijk om een inschatting te kunnen maken van de gasproductie in de geologische berging. Anaerobe corrosie van metaal in een bergingsomgeving kan namelijk aanleiding geven tot een gasproblematiek.

Dit criterium kan aangetoond worden op basis van traceerbaarheid en de informatie i.v.m. de gebruikte materialen uit het constructiedossier van de componenten.

Elektropositieve metalen kunnen waterstofgas produceren tijdens de latere cementering. Waterstofgas in lucht kan een explosief mengsel vormen en daarnaast kan het de kwaliteit van de latere conditioneringsmatrix negatief beïnvloeden. Daarom is het belangrijk om deze elektropositieve metalen te identificeren en hun massa in te schatten.

- 304 De gegevens die toepasselijk zijn op elke ophalingseenheid zijn gestructureerd in twee grote delen: (a) fysische en chemische gegevens, (b) radiologische gegevens. Dit contractueel overdrachts criterium somt de radiologische gegevens op die de producent opgeeft in de bijlagen bij het formulier.
- 305 De nota met de verklaring rond de oorsprong van de lijst van 62 radionucliden van belang voor het beheer van het categorie B-afval is opgenomen in de nota met NIRAS referentie 2018-2496. Bijkomend wordt de declaratie van 4 kortlevende nucliden (S-35, Co-58, I-125 en I-131) gevraagd voor de operationele veiligheid bij Belgoprocess. De activiteit van de radionucliden wordt opgevraagd vanwege het belang van deze nucliden voor de operationele veiligheid, de langetermijnveiligheid in de referentie-eindbestemming, of beide. Alles onder de 1 Bq mag als nul aanschouwd worden en mag als 0 gedeclareerd worden op de bijlage bij het formulier. Deze drempelwaarde wordt opgelegd, om te vermijden dat mogelijk fictieve zeer lage activiteiten worden opgegeven die uitsluitend het resultaat zijn van berekeningen. Bovendien zijn deze activiteiten te laag om relevant te zijn.
- 306 Wanneer de producent meldt dat het radioactieve afval is besmet of mogelijk is besmet met biologische ziekteverwekkers, kan hij, naast de nodige voorzorgsmaatregelen, bijkomende inlichtingen verschaffen. Dit laat aan de exploitant toe om aangepaste maatregelen te nemen.
- 401 Dit criterium berust op een beslissing van NIRAS, die daarmee het courante beheer met betrekking tot 'putrifieerbare stoffen' in het afval wil handhaven. Met 'putrifieerbare stoffen' worden organische stoffen bedoeld die een gepast substraat (= voedingsbodem voor micro-organismen) vormen voor een biologisch afbraakproces en/of gemakkelijk kunnen afbreken door basische hydrolyse. Putrifieerbare stoffen zijn daarom eigenlijk biologisch afbreekbare stoffen en vetten. Biologische afbreekbare stoffen zijn immers stoffen die een gepast substraat kunnen vormen voor een biologisch afbraakproces. Vetten zijn stoffen die door basische hydrolyse uiteenvallen in een zeep (= zout van een vetzuur) en glycerol.

De hierboven vermelde reacties resulteren in producten die de operationele- en langetermijnveiligheidsfuncties kunnen verstoren (bijvoorbeeld door corrosie van de metalen verpakking of aantasting van de latere cementmatrix), afhankelijk van de hoeveelheid waarmee ze in het afval aanwezig zijn. Het criterium maakt de abstractie dat vetten in de praktijk ofwel tot de biologisch afbreekbare stoffen behoren, ofwel slechts in verwaarloosbaar kleine hoeveelheden in het afval voorkomen.

Omwille van de aard van het radioactieve afval (enkel metalen) wordt geen limiet opgelegd op de aanwezigheid van biologisch afbreekbare stoffen, maar worden deze uitgesloten. Dit criterium kan

aangetoond worden op basis van traceerbaarheid en de informatie i.v.m. de gebruikte materialen uit het constructiedossier van de componenten.

- 402 Complexen en chelaten zijn op elektrostatische aantrekkingskracht gebaseerde verbindingen tussen een centraal metaalion en omgevende organische liganden. Het complex of chelaat kan aanzienlijk andere migratie-eigenschappen hebben dan het afzonderlijke metaalion. Op deze wijze kunnen complex- of chelaatvormende agentia een verstorend effect hebben op de chemische retentie van op cement gebaseerde barrières. Omwille van de aard van het radioactieve afval wordt de aanwezigheid van complex- en chelaatvormende agentia in het afval uitgesloten. Voorbeelden van complex- of chelaatvormende agentia zijn EDTA, DPTA, citroenzuur, wijnsteenzuur, oxaalzuur, picolinezuur en tributylfosfaat. In de praktijk kunnen complex- of chelaatvormende agentia typisch voorkomen in radioactief afval afkomstig van het gebruik van decontaminatie- en schoonmaakmiddelen in ziekenhuizen, onderzoeksinstellingen, chemiebedrijven en bij de ontmanteling van nucleaire installaties.

Omwille van de aard van het radioactieve afval (enkel metalen) wordt geen limiet opgelegd op de aanwezigheid van complex- of chelaatvormende agentia, maar worden deze uitgesloten. Dit criterium kan aangetoond worden op basis van traceerbaarheid en de informatie i.v.m. de gebruikte materialen uit het constructiedossier van de componenten.

- 403 Het is een beslissing van NIRAS dat stoffen of mengsels die geklasseerd zijn onder de 'fysische gevaren' uitgesloten worden in het radioactieve afval. Bovendien vraagt NIRAS om de van toepassing zijnde EUH-zinnen toe te voegen, aangezien deze extra informatie leveren over specifieke gevaren voor stoffen die als fysisch gevaarlijk ingedeeld worden. Bij de beoordeling van het gevaarlijk zijn van bepaalde stoffen, speelt de concentratie ook een rol. De beoordeling van het al dan niet gevaarlijk zijn, gebeurt daarom per primair collo.

Dit criterium kan aangetoond worden op basis van traceerbaarheid en de informatie i.v.m. de gebruikte materialen uit het constructiedossier van de componenten.

- 404 Deze pH-limietwaarden volgen uit de algemeen gangbare definities van zeer zure of zeer basische vloeistoffen. Via exotherme reacties kunnen deze vloeistoffen de operationele veiligheid in het gedrang brengen. Via corrosieve reacties kunnen deze vloeistoffen de toepasselijke barrières beschadigen (zoals verpakkingen, cementmatrices, kunstmatige barrières van de bergingsinstallatie) en zowel de operationele als de langetermijnveiligheid in het gedrang brengen.

Dit criterium kan aangetoond worden op basis van traceerbaarheid, de informatie i.v.m. de gebruikte materialen uit het constructiedossier van de componenten en de beschrijving van de verwerkings- en conditioneringsstappen.

- 405 Idem verklaring en motivering 404

- 406 Dit criterium sluit vloeistoffen uit die een gevaar voor ontbranding inhouden maar toch niet vallen onder de definitie van een gevaarlijke stof in de CLP-Verordening.

Dit criterium kan aangetoond worden op basis van traceerbaarheid, de informatie i.v.m. de gebruikte materialen uit het constructiedossier van de componenten en de beschrijving van de verwerkings- en conditioneringsstappen.

- 407 De aantasting van het insluitingsvermogen van de verpakking kan de operationele veiligheid in het gedrang brengen van de handelingen van het radioactief afval (hanteren, vervoeren, tijdelijke opslag en uitnemen van het afval).

- 408 Metallisch uranium corrodeert wanneer het in contact komt met water. Initieel is de corrosiereactie snel, waarna deze vertraagt maar wel een constante snelheid blijft aanhouden. Deze corrosie, die niet kan worden verhinderd door enige immobilisatiematrix, levert een aantal pyrofore en explosieve reactieproducten op. Hierdoor wordt vooral de operationele veiligheid in het gedrang gebracht. Bovendien nemen de reactieproducten een groter volume in dan het metallische uranium, hetgeen de integriteit van de immobilisatiematrix kan aantasten en de eraan verbonden veiligheidsfuncties kan verstoren. Hierdoor kunnen zowel de operationele als de langetermijnveiligheid in het gedrang worden gebracht.

De problematiek voor metallisch plutonium is gelijkaardig aan die voor metallisch uranium.

Dit criterium kan aangetoond worden op basis van traceerbaarheid en de informatie i.v.m. de gebruikte materialen uit het constructiedossier van de componenten.

- 409 De chemische samenstelling en eigenschappen van het radioactieve afval is nodig om de a priori conformiteit van het radioactieve afval met de contractuele overdrachtscriteria te kunnen nagaan. Daarnaast kan dit een invloed hebben op de kwaliteit en de eigenschappen van de toekomstig geïmmobiliseerde afvalvorm en is deze info nodig om een goed verder beheer van het radioactieve afval te garanderen. Daarom wordt er aan de producent gevraagd om de extreme samenstelling van het radioactieve afval en zijn corresponderende eigenschappen op te geven.
- 410 Dit criterium is een operationeel criterium omdat gas zich kan ontwikkelen door reacties tussen het radioactieve afval en de primaire verpakking, ten gevolge van corrosie, radiolyse of ontbinding van organische stoffen. Dit gas kan de integriteit van het primaire collo aantasten door drukopbouw, barsten, gaten en/of vervormingen te veroorzaken. Aldus kunnen de operationele veiligheidsfuncties van de primaire colli (insluiting, afscherming en afzondering) worden verstoord.
Aangezien bij de latere conditionering de primaire verpakking terug geopend moet worden - ofwel om het afval direct te immobiliseren in de verpakking, ofwel om de korf uit de verpakking te halen – mag er geen explosief gasmengsel in het collo gevormd worden en mag er geen explosief gasmengsel ontstaan bij het openen van het collo.
- 411 Vrijstaande vloeistoffen kunnen aanleiding geven tot lekkages en besmettingen tijdens het transport, alsook kunnen vrije vloeistoffen dienen als medium voor versturende chemische reacties zoals corrosie. Daarom worden deze zoveel mogelijk vermeden.

Chemisch gebonden vloeistoffen zijn niet verboden in het radioactieve afval, aangezien deze door de binding andere chemische eigenschappen bezitten dan vrije of geabsorbeerde vloeistoffen. De problematieken betrokken bij deze laatste vloeistoffen (zeer hoge of zeer lage pH, vlampunt) zijn daarom niet van toepassing op de chemisch gebonden vloeistoffen.

Dit criterium kan aangetoond worden op basis van de beschrijving van de verwerkings- en conditioneringsstappen.
- 412 Dit berust op een beslissing van NIRAS die daarmee het courante beheer van bronnen in het afval tot nader order wil handhaven.
- 413 Met dit criterium wil NIRAS het toepassingsgebied van dit document met contractuele overdrachtscriteria en de link met de betrokken families handhaven.
- 501 De totale alfa- of bèta/gamma-activiteit is een parameter die van belang is voor de operationele veiligheid gedurende het hele beheertraject. Bij accidentele omstandigheden moet de impact naar mens en milieu binnen de wettelijke beperkingen blijven. De limiet van 2000 TBq/collo voor de bèta/gammastralers is overgenomen uit het voorlopige veiligheidsrapport van het betrokken opslaggebouw 136F.
- 502 De totale alfa- of bèta/gamma-activiteit is een parameter die van belang is voor de operationele veiligheid gedurende het hele beheertraject. Bij accidentele omstandigheden moet de impact naar mens en milieu binnen de wettelijke beperkingen blijven. De limiet van 1 TBq/collo voor de alfastralers is overgenomen uit het voorlopige veiligheidsrapport van het betrokken opslaggebouw 136F.
- 503 Om de werknemers in de *Post Conditioning Facility* en de bergingsinstallatie te beschermen, nam NIRAS de strategische beslissing dat de bergingscolli (in dit geval dus de monolieten cat. B) zo ontworpen moeten worden dat zij in een permanente radiologische afscherming voorzien. Daarom wordt een limiet van 25 µSv/h op 1 meter van elk oppervlak van de monoliet type B gedefinieerd.
- 504 NIRAS hanteert de waarde van 1000 Bq/kg als algemene limietwaarde voor het van *nature* aanwezige radium en thorium.
- 505 Omwille van zowel de operationele als de langetermijnveiligheid, moet het risico op kritikaliteit in de bergingsinrichting onbestaande zijn. De limietwaarden in het contractueel overdrachts criterium zijn overgenomen uit de nota 2019-03334: Actieplan PVH site 1: actie S1-6.4 en S1-22 van Belgoprocess aangezien voor de geologische berging nog geen definitieve limietwaarden bepaald zijn.
- 601 NIRAS eist dat de primaire verpakking voldoet aan de internationale criteria voor een transportcollo van het type B, zodat de primaire verpakking over zodanige mechanisch-fysische eigenschappen beschikt dat het in alle veiligheid getransporteerd en gebruikt kan worden tijdens de opslagperiode.
- 602 Voor het interne vervoer van de verpakkingen op de site van Belgoprocess wordt geargumenteed dat de IP-2 eisen volgens SSR-6 en de brandweerstand van 10 minuten voldoende zijn op het vlak van de routine en normale vervoersomstandigheden.

- 603 De fysische en chemische compatibiliteit houdt in dat er, zowel op korte als op lange termijn, geen nadelige consequenties mogen zijn voor de integriteit van het primaire collo, onder meer ten gevolge van:
- de incompatibiliteit tussen de materialen waaruit de primaire verpakking, inclusief de korf, vervaardigd is,
 - de incompatibiliteit tussen de materialen waaruit de korf vervaardigd is en het radioactief afval;
 - de incompatibiliteit tussen het contactoppervlak van een primaire verpakking en de verschillende uitrustingen gebruikt voor de hantering van de verpakking;
- Dit criterium impliceert bijgevolg dat er geen fysische en chemische aantastingen van de primaire verpakking met inwendige oorsprong kunnen optreden in het primaire collo.
- 604 Een goede droging is nodig zodat er geen vrijstaande vloeistoffen (zie criterium 411) aanwezig zijn in het primaire collo en om chemische en fysische reacties zoals corrosie en radiolyse te beperken.
- 605 Dit criterium impliceert dat er geen fysische beschadigingen van de primaire verpakking van uitwendige afkomst kunnen optreden in het collo radioactief afval voor een minimale periode van 75 jaar. NIRAS heeft beslist om deze periode te laten beginnen vanaf het jaar waarin de primaire verpakking geproduceerd wordt.
- Het criterium zorgt ervoor dat de primaire verpakking kan weerstaan aan alle mechanische belastingen die kunnen optreden onder normale bedrijfsomstandigheden en er dus geen doorboringen, scheuren of barsten, diepe krassen, deuken, bulten en chemische en thermische aantastingen optreden.
- Dit criterium is ook van toepassing op de korf, aangezien de korf uit de primaire verpakking zal geladen worden voor de eindconditionering (zie referentiebeheertraject).
- 606 Indien gebruik gemaakt wordt van stralingsgevoelige materialen, bijvoorbeeld rubberen dichtingen waarvoor de stralingsweerstand gedurende 75 jaar moeilijk te handhaven is, moet de nodige infrastructuur en procedures beschikbaar zijn om deze te kunnen vervangen gedurende de opslagfase op de site van Belgoprocess. Om het concept zo simpel mogelijk en de operationele kostprijs zo laag mogelijk te houden, wordt dit niet voorzien voor het nieuwe opslaggebouw G136F. Bijgevolg moeten alle materialen waaruit de primaire verpakking is samengesteld zodanig te zijn dat deze hun integriteit en mechanische weerstand behouden onder invloed van bestraling
- 607 Dit criterium impliceert dat er geen chemische aantastingen van de primaire verpakking van uitwendige en inwendige oorsprong kunnen optreden in het collo radioactief afval. Hiervoor eist NIRAS onder andere dat de primaire verpakking van het radioactief afval corrosiebestendig is tijdens alle fases van zijn beheer voorafgaand aan de eindconditionering. Corrosiebestendigheid heeft betrekking op corrosieverschijnselen van zowel interne als externe oorsprong, waarbij de voorziene periode wordt vastgelegd op 75 jaar.
- De integriteit van de primaire verpakking is van cruciaal belang voor de veiligheid tijdens de volledige opslagperiode en heeft rechtstreeks invloed op het latere ontladen van de primaire colli uit het opslaggebouw.
- Dit criterium is ook van toepassing op de korf, aangezien de korf uit de primaire verpakking zal geladen worden voor de eindconditionering (zie referentiebeheertraject). Voor de omgevingsomstandigheden moet rekening gehouden worden met de volgende waarden, zoals opgenomen in de ontwerpspecificaties voor G136-F:
- De relatieve vochtigheid mag nooit boven 60% komen binnen de permanente basiscondities
 - Het setpunt van de drooginstallatie moet vastgelegd worden op 50%
 - De permanente basiscondities zelf bedragen -12°C bij 90% relatieve vochtigheid in de winter en +30°C bij 55% relatieve vochtigheid in de zomer
- 608 Een aantasting van de structurele integriteit of het insluitingsvermogen van de verpakking door vermoeiingseffecten kan de operationele veiligheid in het gedrang brengen van de handelingen van het primaire collo (hanteren, vervoeren, tijdelijke opslag). Dit criterium is ook van toepassing op de korf, aangezien de korf uit de primaire verpakking zal geladen worden voor de eindconditionering (zie referentiebeheertraject).
- 609 Rechtstreekse berging van de primaire collo wordt weinig waarschijnlijk geacht omwille van de gerelateerde gasproblematiek (corrosie van de dikwandige verpakking). Uit voorzorg wordt deze optie toch meegenomen. Opdat de primaire colli accepteerbaar zouden zijn voor geologische berging, moet de gasafvoer luchtdicht afgesloten worden. Elke besmetting van de bergingsinstallatie tijdens de operationele fase moet immers vermeden worden. De gasdichtheid kan bijvoorbeeld bereikt

worden door het dichtlassen van de plaats waar de filter gemonteerd was. Daarbij mogen uiteraard de integriteit en de hanteerbaarheid van de verpakking niet aangetast worden.

- 610 De buitenkant van de verpakking moet radiologisch ontsmet kunnen worden opdat voldaan kan worden aan de vereisten rond afneembare oppervlaktebesmetting. De binnenkant moet na het uitnemen van het radioactieve afval radiologisch ontsmet kunnen worden opdat de lege verpakking niet als radioactief afval beschouwd moet worden. Dit kan aangetoond worden aan de hand van gebruikte coatings of afwerkingsgraden en de soort van materialen (vb. gladheid van de verpakking).
- 611 De bedoeling van dit criterium is de latere vrijgave en afvoer als conventioneel afval niet te bemoeilijken.
- 612 Het te beschouwen scenario omvat de val van de verpakking waarna de verpakking onderworpen wordt aan bovenstaande temperaturen gedurende 10 minuten. Na deze brandfase wordt een actieve koeling (brandweer aanwezig) beschouwd.
De tijd van 10 minuten is gebaseerd op de reactietijd van de brandweerploeg van Belgoprocess mits het in rekening brengen van bijkomende maatregelen.
De bepaling van de lozingslimieten om te voldoen aan de SO1-limiet uit de FANC wetgeving [14] werd door de Dienst Fysische Controle van BP opgesteld en het detail van de berekening kan opgevraagd worden. Deze limieten zijn afgeleid gebaseerd op een grondlozing, die als maatgevend beschouwd kan worden voor alle ongevalsscenario's, waarbij gebruik gemaakt wordt van conservatieve isotopen.
- 613 Op basis van de referentieverpakking, de stapelhoogte van maximaal 2 containers hoog en de daar bijhorende maximale hoogte die het collo bereikt in het opslaggebouw wordt de referentievalhoogte op 2 meter vastgelegd. Als de maximale manutentiehoogte van de geslecteerde verpakking lager is dan deze referentievalhoogte, kan dit toegestaan worden mits dit gegarandeerd is in het ontwerp van het transportmiddel en de nodige bewijsrapporten aangeleverd kunnen worden.
De vrijzettingslimieten zijn door Belgoprocess afgeleid op basis van de RS01-limiet en opgenomen in de nota VEM/2022-00731 van 31 maart 2022.
Het representatieve oppervlak uit Bijlage 5 van dit document is gebaseerd op de vloerplaat van zone D van G136. Doordat het specifieke gebouw voor de opslag van de primaire collo nog ontworpen moet worden, werd ervoor geopteerd om dit conservatieve oppervlak te behouden in dit document.
- 614 Om NIRAS zich ervan te vergewissen dat het proces van eigen operaties en handelingen in de pools bevredigend verloopt zijn deze koude testen nodig.
- 615 Doorval van radioactief afval kan ervoor zorgen dat er afbreuk wordt gedaan aan de integriteit van de primaire verpakking gedurende de opslagfase.
- 616 Na de tijdelijke opslag zal het radioactieve afval een verwerking en immobilisatie moeten ondergaan zodat het de volgende stappen van het referentiebeheertraject kan aanvangen. Hiertoe zal de korf uit de primaire verpakking genomen worden en (al dan niet via een herverpakking in een dunwandig vat) in een monoliet categorie B geladen worden. De immobilisatie van het afval, zij het in het dunwandige vat, zij het in de monoliet categorie B, moet ervoor zorgen dat het afval volledig omgeven wordt door immobilisatiematrix en de vrije ruimtes opgevuld worden. Het ontwerp van de korf, en de manier waarop het afval in de korf geplaatst is, mag dit niet verhinderen of onnodig bemoeilijken. Gezien deze immobilisatiematrix nog niet bepaald is, wordt gevraagd aan te tonen dat hieraan voldaan kan worden met één van de immobilisatiematrices die momenteel gebruikt wordt of voorzien is te gebruiken voor de heterogene conditionering van radioactief afval (nl. de CILVA-mortel, DCM of de IPM-mortel).
- 617 Deze limiet is overgenomen uit het voorlopige veiligheidsrapport van het opslaggebouw G136-F.
- 618 Deze limiet is overgenomen uit het voorlopige veiligheidsrapport van het opslaggebouw G136-F
De vorm en maximale afmetingen zijn gekoppeld aan de referentieverpakking zoals overeengekomen tussen Electrabel en NIRAS/Beloprocess. Een aanpassing van referentieverpakking is mogelijk maar vereist een nieuwe evaluatie om technische aandachtspunten te identificeren.
- 619 Na de tijdelijke opslag zal het radioactieve afval een verwerking en immobilisatie moeten ondergaan zodat het de volgende stappen van het beheertraject kan aanvangen, met als uiteindelijk doel om geborgen te worden in de geologische bergingsinstallatie. Volgens het referentiebeheertraject zal het radioactieve afval daarom uit zijn primaire verpakking gehaald moeten worden met de conventionele uitrustingen voor het hanteren van de primaire colli. Om NIRAS zich ervan te vergewissen dat dit proces bevredigend verloopt, moet de producent in het goedkeuringsdossier voor transfer 'Primaire verpakking': de methode en procedure beschrijven die toegepast wordt en aantonen hoe verzekert kan worden dat de eventueel gebruikte mobiele installatie beschikbaar is op het moment dat het radioactieve afval uit zijn primaire verpakking gehaald moet worden.

-
- 620 Dit criterium is afkomstig van het voorlopige veiligheidsrapport van het opslaggebouw G136-F
- 621 De limietwaarde van 2mSv/h is afkomstig van het voorlopige veiligheidsrapport van opslaggebouw G136 zone F.
- 622 Het criterium voor afneembare oppervlaktebesmetting is een operationele parameter die van belang is voor de bescherming van mens en omgeving tijdens de verschillende fasen van het verdere beheer (transport en opslag in het opslaggebouw). Bovendien is dit criterium opgenomen in het veiligheidsrapport van het betrokken opslaggebouw.
- 623 Een unieke identificatiecode op een collo zorgt voor een eenduidige verbinding met zijn radiologische en chemische inhoud, zodat men steeds weet hoe de operationele veiligheid gegarandeerd kan worden. Naast een operationeel criterium is dit ook een langetermijncriterium, omdat het de traceerbaarheid en (radiologische en chemische) inhoud van het afval omvat die van belang is voor de berging van het collo.
Dit stemt overeen met de Algemene Regel (voor het opstellen van acceptatiecriteria voor radioactief afval) die verplicht dat een eenheid radioactief afval met zijn documentatie moet verbonden zijn door middel van een unieke identificatiecode op de verpakking, die duidelijk afleesbaar blijft tot zo lang de eenheid als dusdanig blijft bestaan (zie criterium 624).
- 624 Om het identificatienummer vanop afstand en onder verschillende invalshoeken leesbaar te maken, zal het identificatienummer voldoende groot aangebracht worden op meerdere plaatsen op het vat. Om de uniformiteit te verzekeren, wordt er een bepaalde structuur gehanteerd voor het identificatienummer, zoals vermeld is in het contractueel overdrachtscriterium.
- 625 Het ARBIS [12] legt het volgende op:
- Elk collo radioactief afval moet een waarschuwingsteken voor ioniserende straling dragen. Dit volgt uit artikel 31.2 c van het ARBIS, dat bepaalt dat het waarschuwingsteken moet voorkomen op elk recipiënt waarin zich radioactieve stoffen bevinden. De afmetingen van het etiket en de plaats(en) op het collo waar het wordt aangebracht, staan in functie van de duidelijke zichtbaarheid en de goede herkenbaarheid van het waarschuwingsteken.
 - Het waarschuwingsteken moet gelijken op het waarschuwingsteken voor radioactieve stoffen, dat wordt omschreven in het koninklijk besluit van 17 juni 1997 betreffende de veiligheids- en gezondheidssignalering op het werk (waar ook de Codex over het welzijn op het werk naar verwijst). Dit volgt uit artikel 31.1 van het ARBIS, dat zich verder focust op het symbool dat het belangrijkste kenmerk is van dit waarschuwingsteken. Hierbij wordt opgemerkt dat het koninklijk besluit van 17 juni 1997 niet oplegt dat het waarschuwingsteken voor radioactieve stoffen moet voorkomen op recipiënten.
- 701 Dit criterium is voor de operationele veiligheid van de operatoren van het betrokken opslaggebouw. Voor de omschrijving van 'biologische ziekteverwekkers' wordt een beroep gedaan op definities uit het ADR [13], wegens de nauwkeurigheid van deze definities en de algemene bekendheid van deze wetgeving.
- 702 Dit criterium is gebaseerd op het voorzichtigheidsprincipe. Biologische inactivatietechnieken zijn doorgaans niet voor 100% effectief in het vernietigen van de aanwezige biologische ziekteverwekkers.

Bijlage 2 Referentiebeheertraject

Een referentiebeheertraject is de opeenvolging van beheeractiviteiten, dat door NIRAS gepland is in overeenstemming met het Nationale Programma, zoals bedoeld in de wet van 3 juni 2014 houdende wijziging van artikel 179 van de wet van 8 augustus 1980.

Het referentiebeheertraject voor het radioactieve afval van Electrabel dat afkomstig is van het project 'Emptying of Pools/Reactors' dat uitgevoerd wordt gedurende de definitieve stopzetting van de Belgische reactoren bestaat uit de volgende stappen:

1. Transport naar site 1 van Belgoprocess en transfer van de colli radioactief afval in niet-geïmmobiliseerde vorm naar de Belgische Staat. De primaire verpakking is een dikwandige container (HIC, high-integrity container).
2. Opslag van de colli in opslaggebouw G136 zone F.
3. Acceptatie en overbrenging van de colli radioactief afval vanuit de opslaggebouwen naar de installatie voor het uitladen van het radioactieve afval.
4. Overbrenging van het uitgeladen radioactieve afval vanuit de installatie voor het uitladen van het radioactieve afval naar de (toekomstige) eindconditioneringsinstallatie.
5. Het product van de eindconditionering zijn bergingscolli ('monolieten') Type B.
6. Acceptatie en overbrenging van de monolieten B vanuit de eindconditioneringsinstallatie naar de (geplande) geologische bergingsinstallatie.
7. Berging van de monolieten B.
8. Beheer van het radioactieve afval na berging.

Bijlage 3 Overzicht van de gevaarzinnen van de uitgesloten gevaarlijke stoffen en mengsels

H-zin	begeleidend GHS-pictogram	Omschrijving
Ontploffbare stoffen		
H200		instabiele ontploffbare stof
H201		ontploffbaar; gevaar voor massaexplosie
H202		ontploffbaar; ernstig gevaar voor scherfwerking
H203		ontploffbaar; gevaar voor brandluchtdrukwerking of scherfwerking
H204		gevaar voor brand of scherfwerking
H205	geen	gevaar voor massa-explosie bij brand
Ontvlambare gasen of aerosolen		
H221	geen	ontvlambaar gas
H220		zeer licht ontvlambaar gas
H222		zeer licht ontvlambare aerosol
H223		ontvlambare aerosol
Ontvlambare vloeistoffen of vaste stoffen		
H224		zeer licht ontvlambare vloeistof en damp
H225		licht ontvlambare vloeistof en damp
H226		ontvlambare vloeistof en damp
H228		ontvlambare vaste stof
Zelfontledende stoffen en mengsels, alsook organische peroxiden		
H240	 of 	ontploffingsgevaar bij verwarming
H241		brand of ontploffingsgevaar bij verwarming
H242		Brandgevaar bij verwarming
Pyrofore stoffen en stoffen en mengsels die voor zelfverhitting vatbaar zijn		
H250		vat spontaan vlam bij blootstelling aan lucht
H251		vatbaar voor zelfverhitting; kan vlam vatten
H252		in grote hoeveelheden vatbaar voor zelfverhitting; kan vlam vatten
Stoffen en mengsels die in contact met water ontvlambare gasen ontwikkelen		
H260		in contact met water komen ontvlambare gasen vrij die spontaan kunnen ontbranden
H261		in contact met water komen ontvlambare gasen vrij

Oxiderende vaste stoffen en vloeistoffen en gassen		
H270		Gas dat kan brand of ontploffingen veroorzaken; sterk oxiderend
H271		kan brand of ontploffingen veroorzaken; sterk oxiderend
H272		kan brand bevorderen; oxiderend
Gassen onder druk		
H280		bevat gas onder druk; kan ontploffen bij verwarming
H281		bevat sterk gekoeld gas; kan cryogene brandwonden of letsels veroorzaken
Stoffen en mengsels die bijtend zijn voor metalen		
H290		kan bijtend zijn voor metalen
EUH-zin	begeleidend GHS-pictogram	Omschrijving
Materiële eigenschappen		
EUH001	geen	in droge toestand ontplofbaar
EUH014		reageert heftig met water
EUH018		kan bij gebruik een ontvlambaar/ontplofbaar damp-luchtmengsel vormen
EUH019		kan ontplofbare peroxiden vormen
EUH044		ontploffingsgevaar bij verwarming in afgesloten toestand

Opmerking: EUH006, 'Ontplofbaar met en zonder lucht.', is geschrapt door de Europese Verordening (EU) nr. 487/2013 van 8 mei 2013.

Bijlage 4 Lijst van de elektropositieve metalen

Elektropositieve metalen zijn elementen in metaalvorm waarvan de standaardelektrodepotentiaal (E^0) in een waterige oplossing ten opzichte van de standaard-waterstofelektrode lager is dan -0,83 V, zijnde de E^0 van het koppel waterstof/waterstofhydroxide (H_2/OH).

De onderstaande tabel bevat een exhaustieve lijst van de elektropositieve metalen, met hun standaardelektrodepotentiaal.

Zink en titanium zijn niet in deze lijst opgenomen omdat deze metalen zeer snel een uiterst weinig oplosbare oxidelaag vormen die stabiel is over een breed spectrum van pH-waarden.

Enkel voor aluminium en beryllium werd in TNT-2 [11] een specifieke AO-code bepaald, omdat in de praktijk van het afvalbeheer enkel deze elementen voorkomen in metaalvorm.

	Element (zuiver metaal)	E^0 (Volt)
ELEKTROPOSITIEVE METALEN	Li	-3.04
	Rb	-2.98
	K	-2.93
	Cs	-2.92
	Ba	-2.91
	Sr	-2.89
	Ca	-2.76
	Na	-2.71
	Mg	-2.38
	Be	-1.85
	Al	-1.66
	Mn	-1.19
Ref.	$2H_2O \leftrightarrow H_2 + 2OH^-$	-0.83

Bron: CRC Handbook of Chemistry and Physics 64th Ed (1983)

Bijlage 5 Beschrijving referentie oppervlakte valtest

GEOMETRIE

De geometrie van de plaat is weergegeven in Bijlage 2 (TIERSON/533/549118/12). De fundering is 1,50 m dik en is gemaakt van gewapend beton. De versterking bestaat uit: Meerdere wapeningslagen met verschillende diameters. Zie plan nr. 30682 voor de nauwkeurige locatie van de staven. De wapeningsratio aan de randen van de plaat bedraagt 152 kg/m³. De wapeningsratio in het midden van de plaat bedraagt 114 kg/m³.

De betonbedekking is onbekend. Er wordt uitgegaan van een waarde van 3 cm. Om de werkelijke betonbedekking te kennen, zou het beton ter plaatse moeten worden getest.

BETON

De mechanische eigenschappen van het beton zijn weergegeven in Tabel 1. Wegens de intrinsieke heterogeniteit van het beton worden de eigenschappen in voorkomend geval weergegeven als de gemiddelde of de karakteristieke waarde.

Tabel 3: mechanische eigenschappen van beton

Eigenschap	Kenmerk	Gemiddelde	Eenheid
Druksterkte ³ f'_c	30	38	[MPa]
Treksterkte ⁴ f_t	2,0	2,9	[MPa]
Elasticiteitsmodulus E_c		33	[GPa]
Poissoncoëfficiënt ν		0,2	[/]
Eenheidsgewicht (ongewapend) W_c		2400	[kg/m ³]

Een dynamische stijgingsfactor (DIF) wordt toegepast op de bovengenoemde sterktegrenzen om rekening te houden met de dynamische aard van de belasting (impact van het vat).

WAPENINGSSTAAL TYPE BE500S

- Gespecificeerde vloeigrens: $f_y = 500$ [MPa]
- Ultieme treksterkte: $f_u = 550$ [MPa]
- Ultieme trekspanning: $\epsilon_u = 5\%$
- Elasticiteitsmodulus: $E_s = 210$ [MPa]
- Poissoncoëfficiënt: $\nu_s = 0,27-0,3$ [/]
- Eenheidsgewicht: $w_s = 7800$ kg/m³

WAPENINGSSTAAL TYPE DYWIDAG Ø15MM

- Gespecificeerde vloeigrens: $f_y = 9000$ [MPa]
- Ultieme treksterkte: $f_u = 1100$ [MPa]
- Ultieme trekspanning: $\epsilon_u = 7\%$
- Elasticiteitsmodulus: $E_s = 210$ [MPa]
- Poissoncoëfficiënt: $\nu_s = 0,27-0,3$ [/]
- Eenheidsgewicht: $w_s = 7800$ kg/m³

WAPENINGSSTAAL TYPE DYWIDAG Ø16MM

- Gespecificeerde vloeigrens: $f_y = 1100$ [MPa]
- Ultieme treksterkte: $f_u = 1320$ [MPa]
- Ultieme trekspanning: $\epsilon_u = 7\%$
- Elasticiteitsmodulus: $E_s = 210$ [MPa]
- Poissoncoëfficiënt: $\nu_s = 0,27-0,3$ [/]
- Eenheidsgewicht: $w_s = 7800$ kg/m³

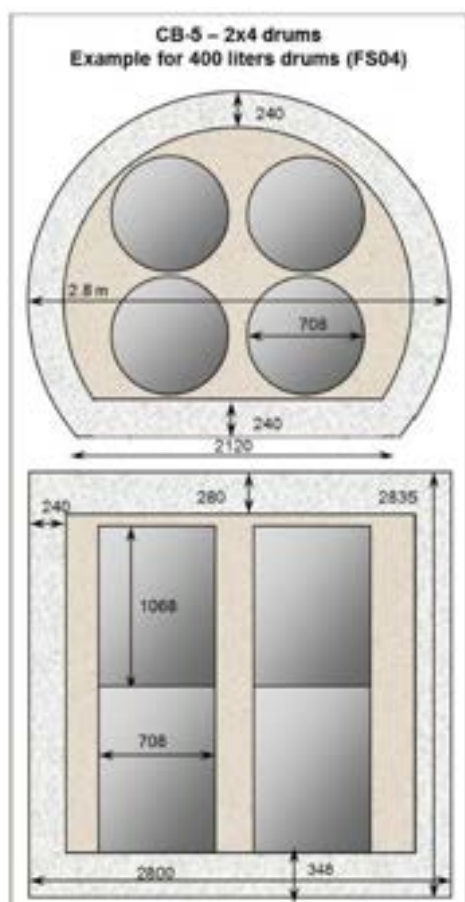
³ Op de cilinder. De omzetting naar kubuswaarden kan als volgt gebeuren: $f_{c, cube} = 1.25 f_{c, cycl}$

⁴ Zuivere treksterktewaarde. De omzetting naar de buigtreksterkte kan als volgt gebeuren: $f_t = 0.6 f_{t, fl}$

Bijlage 6 Lijst met afkortingen

ARBIS	Algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen, koninklijk besluit van 20 juli 2001 en wijzigingen.
EDM	Goedkeuringsdossier methode
EDR	Goedkeuringsdossier radiologische karakterisering.
HIC	High integrity container

Bijlage 7 Design CB-5 (bron: NIROND-TR 2017-10 E V3 (December 2019))



Types of caissons	CB-5
Outer length (mm)	2 835
Outer diameter (mm)	2 800
Base width (mm)	2 120
Height (mm)	2 310
Radial thickness (mm)	240
Axial thickness bottom (mm)	348
Axial thickness top (mm)	280
Mortar thickness top (mm)	71
Total volume (m ³)	15.43
Mass of caisson (kg)	18 047
Maximum mass of the monolith B (kg) ⁵	41 202

⁵ Calculated for the heaviest type of PWP's for each type of monolith B.

Contractual Transfert Criteria – ‘RPVINT-KCD-MLW en RPVINT-CNT-MLW’

Versie 21 juni 2023

Korte inhoud

Deze nota bevat de contractuele overdrachtscriteria voor het radioactieve afval van de families RPVINT- KCD-MLW en RPVINT-CNT-MLW. Dit afval is afkomstig van de ontmanteling van de interne delen van de reactorvaten dat uitgevoerd wordt onder de ontmantelingsvergunning van de verschillende Belgische reactoren.

[Dit document bevat contractuele overdrachtscriteria voor niet-geïmmobiliseerd afval. De beslissing om de contractuele overdrachtscriteria op te stellen op dit afval in niet-geïmmobiliseerde vorm, werd gezamenlijk genomen door de Belgische Staat en ENGIE Electrabel.

Dit document gaat uit van het principe dat Belgoprocess als contractant van ENGIE Electrabel optreedt als leverancier van de primaire verpakking, en voor het overladen van de korven uit de transportverpakking naar de primaire verpakking.]

1 INLEIDENDE BEPALINGEN

1.1 Omschrijving van het radioactieve afval

1.1.1 Algemene omschrijving

Dit document heeft betrekking op het radioactieve afval van Electrabel afkomstig van de ontmanteling van de interne delen van de reactorvaten die uitgevoerd wordt onder de ontmantelingsvergunning van de verschillende Belgische reactoren. Het betrokken afval heeft de geologische berging als referentie-eindbestemming.

De interne delen van de reactorvaten omvatten:

- de lagere interne delen:
 - o core barrels
 - o lower core support plate , plenum and support columns
 - o baffles
 - o thermal shield
 - o diffuser plate
 - o secondary core support
- de bovenste interne delen:
 - o upper core support plate
 - o upper support plate assembly
 - o support columns en lower guide tubes
 - o upper guide tubes and their support plate, clamping ring
 - o centering of the upper internals
- de ondersteunende structuur voor de in-core instrumentatie
 - o bovenste structuur voor de thermokoppels die bovenaan het reactorvat ingebracht worden,
 - o onderste structuur voor de neutronfluxmeters die onderaan het reactorvat ingebracht worden.

Secundair metallisch afval afkomstig van de versnijdingsoperaties van bovenstaande reactor-interne behoren ook tot het toepassingsgebied van deze contractuele overdrachtscriteria.

Het referentiebeheertraject voor het radioactieve afval waarop dit document betrekking heeft, wordt beschreven in Bijlage 2.

1.2 Instructies voor de gebruiker van dit document

1.2.1 Codering van de contractuele overdrachtscriteria

De contractuele overdrachtscriteria bevinden zich in de Hoofdstukken 2 tot en met 7.

Een **contractueel overdrachtscriterium** is herkenbaar aan een tussen haakjes geplaatste lettercode in de linkermarge van de pagina. Deze lettercode wordt voorafgegaan door een nummer, waarmee het betrokken contractueel overdrachtscriterium geïdentificeerd kan worden.

De **lettercodes** hebben de volgende betekenis:

- lettercode O geeft een operationeel criterium aan. Een dergelijk criterium betreft de veiligheid van het beheer van het radioactieve afval tijdens de exploitatie van een installatie uit het referentiebeheertraject. In dit document is dat in eerste instantie opslaggebouw 136 zone D.
- lettercode L geeft een langetermijncriterium aan. Een dergelijk criterium betreft de passieve veiligheid na de sluiting van de referentie-eindbestemming van het radioactieve afval.

Het **symbool**  in de linkermarge van de pagina verduidelijkt de context van bepaalde contractuele overdrachtscriteria. Deze informatie is toegevoegd om de correcte interpretatie van de contractuele overdrachtscriteria te bevorderen, maar is zelf geen contractueel overdrachts criterium.

1.2.2 Verklaringen en motiveringen van de contractuele overdrachtscriteria

De motivaties en verklaringen van de contractuele overdrachtscriteria zijn verzameld in Bijlage 1 van dit document. De nummers ervan zijn dezelfde als die van de contractuele overdrachtscriteria.

Een motivatie verklaart de bestaansreden van het contractueel overdrachts criterium. Een verklaring legt uit op welke manier een numerieke limietwaarde werd afgeleid of verduidelijkt de in het criterium gebruikte sluitende omschrijving. Het uiteindelijke doel van de motivaties en verklaringen is het bevorderen van de correcte interpretatie van de contractuele overdrachtscriteria. De motivaties en verklaringen zijn van informatieve aard en maken geen deel uit van de criteria.

1.2.3 Referentiedocumenten

De lijst met de referentiedocumenten bevindt zich in Hoofdstuk 8 van deze nota. In deze lijst zijn technische nota's als dusdanig geïdentificeerd. Hierin zijn ook koninklijke besluiten en wetten (Belgische federale wetgeving) alsook verordeningen (Europese wetgeving) als dusdanig geïdentificeerd.

Van al de referentiedocumenten vermeld in Hoofdstuk 8 moet de versie gebruikt worden die van kracht was, of die toegelaten was, op de datum van de ondertekening van de transactiedocumenten. Dit geldt evenzeer voor de in deze lijst vermeld wetgeving.

Van alle technische nota's wordt de van kracht zijnde versie gegeven in de Overzichtslijst van Goedgekeurde Documenten (OGD) [1]. Van alle vermelde normen is de meest recente versie beperkt tot de datum van de ondertekening van de transactiedocumenten.

Van de andere referentiedocumenten moet de in Hoofdstuk 8 vermelde versie worden gebruikt.

Indien in deze referentiedocumenten verwezen wordt naar acceptatiecriteria, dient dit gelezen te worden als 'contractuele overdrachtscriteria'.

1.2.4 Terminologie

De terminologie die in de documenten met betrekking tot de contractuele overdrachtscriteria wordt gebruikt, wordt verklaard in de technische nota GLOSS [2]. Een overzicht van de in dit document gebruikte afkortingen wordt gegeven in Bijlage 5.

Specifiek in dit document

- heeft 'het radioactieve afval' betrekking op de partij radioactief afval ('lot') die wordt getoetst aan de onderstaande contractuele overdrachtscriteria.
- wordt er met de termen 'primaire collo' en 'collo radioactief afval' hetzelfde bedoeld, namelijk het eindproduct dat verkregen wordt na het conditioneren van het radioactieve afval. Dit omvat de primaire verpakking, inclusief de aanwezige korf, en het radioactief afval. Onder conditioneren moet hier verstaan worden: alle handelingen die nodig zijn om het afval in zijn verpakking te plaatsen. Zoals beschreven in het referentiebeheertraject, is er geen immobilisatie van het afval in de primaire verpakking.
- wordt er met de 'afvalvorm' het primaire collo bedoeld zonder zijn primaire verpakking.

2 GOEDKEURINGEN

201 (L,O) Het radioactieve afval moet voortgebracht en gekarakteriseerd zijn door een uitrusting die goedgekeurd is door NIRAS. Concreet geldt:

- Het afval moet voortgebracht zijn tijdens de geldigheidsperiode van het goedgekeurde goedkeuringsdossier voor transfer 'methode' (EDM).
- Het afval moet radiologisch gekarakteriseerd zijn tijdens de geldigheidsperiode van het goedgekeurde goedkeuringsdossier voor transfer 'radiologische karakterisering' (EDR) en, indien toepasselijk, met de meetinstallatie die vermeld is in het EDR en waarvan een goedgekeurd goedkeuringsdossier voor transfer geldig is.
- In het goedkeuringsdossier voor transfer 'methode' (EDM) en 'radiologische karakterisering' (EDR) moet gedocumenteerd zijn hoe de onzekerheden in rekening worden gebracht. Numerieke limietwaarden in de contractuele overdrachtscriteria zijn telkens uitgedrukt met het aantal significante cijfers dat in overeenstemming is met de vereiste nauwkeurigheid van de te meten grootte.

202 (L,O) De **kwantitatieve radiologische gegevens** moeten gemeten zijn met een door NIRAS goedgekeurde methode. Daartoe moet de producent een goedkeuringsdossier voor transfer opstellen volgens de voorschriften van de technische nota NTC-6/A[3], NTC-6/B [4] of NTC-6/C [5]. Het goedkeuringsdossier voor transfer moet melding maken van de toegepaste normen.

 Indien het dosistempo onder water gemeten wordt, dient ook de methodologie voor de omzetting van de meting van het dosistempo onder water naar het dosistempo in lucht deel uit te maken van dit goedkeuringsdossier.

203 (L,O) De **primaire verpakking**, gebruikt door de producent om er het ruwe en/of verwerkte afval in te verpakken, moet goedgekeurd zijn door NIRAS. Daartoe moet de producent een goedkeuringsdossier voor transfer opstellen volgens de voorschriften van de technische nota NTC-9[6].

Bovendien moet de producent in het goedkeuringsdossier voor transfer 'Primaire verpakking' het volgende opnemen:

- de beschrijving van de methode en procedure die toegepast wordt om het radioactieve afval uit het primaire collo te halen;
- hoe de producent verzekert dat de eventuele gebruikte mobiele installatie beschikbaar is op het moment dat het radioactieve afval uit zijn primaire verpakking gehaald wordt.

 Verderop in dit document wordt "goedkeuringsdossier voor transfer" kortweg geschreven als "goedkeuringsdossier".

3 DOCUMENTATIE VAN HET RADIOACTIEVE AFVAL



Dit hoofdstuk bevat een opsomming van de gegevens over de primaire colli, de korven en de inhoud ervan. Ze moeten gedocumenteerd zijn om het radioactieve afval te kunnen transfereren door middel van een formulier overeengekomen met NIRAS (verderop in het document 'formulier' genoemd).

3.1 Formulier

- 301 (O) Een afzonderlijk **formulier** moet zijn ingevuld:
- per type verpakking gebruikt als transportverpakking
 - per gebruikt transportmiddel (het voertuig, met inbegrip van aanhangwagens, waarmee het radioactieve afval zal worden getransporteerd van de site van de producent)
 - per geldigheidsperiode van het EDM
 - per geldigheidsperiode van het EDR
 - per geldigheidsperiode van het goedkeuringsdossier 'primaire verpakking'
 - indien het radioactieve afval kerntechnisch materiaal bevat
 - indien het radioactieve afval een gevaarlijke stof of mengsel is
- 302 (L,O) De volgende **algemene gegevens** over de partij moeten zijn opgegeven op het voorblad van het formulier:
- contactgegevens van de producent
 - productieplaats/reactoreenheid van het afval (interne plaats bij de producent,)
 - afvalomschrijving
 - verpakkingscodes (volgens NTC-3) van de gebruikte:
 - korf en voorziene primaire verpakking
 - sluiting
 - vervoerverpakking
 - referentie van de betrokken contractuele overdrachtscriteria (notanummer en herziening)
 - referentie van de goedkeuringsbrieven (EDM, EDR, meetinstallatie, primaire verpakking)
 - kwantitatieve gegevens:
 - aantal primaire colli
 - volume (aantal primaire colli maal het nominale volume van een primair collo)
 - bruto- en nettomassa (respectievelijk de som van de brutomassa's en de som van nettomassa's van elke primair collo)
 - totale activiteitsinhoud (alfa, bèta/gamma) en hoogst gemeten dosistempo op de transportverpakking
 - aangifte (ja/nee):
 - het radioactieve afval bevat kerntechnisch materiaal (indien ja, met referentie naar de transferbon en toevoegen van een kopie van de transferbon terwijl de originele transferbon het collo radioactief afval vergezelt)
 - het radioactieve afval bevat een gevaarlijke stof of mengsel (zie criterium 403)
 - het radioactieve afval is besmet of mogelijk besmet met biologische ziekteverwekkers (zie criterium 701 en volgende)
 - gegevens nodig voor het transport (minstens ophalingsplaats, UN nummer, activiteit in functie van de A2-waarde en referentie van de erkenning van de transporteur indien de producent het transport zelf organiseert)

- referentie naar het rapport van de fysische controle en toevoegen van een kopie van dit rapport aan het formulier (indien van toepassing)

303 (L,O) De volgende **fysische en chemische gegevens** moeten voor elk primair collo zijn opgegeven in de bijlagen aan het formulier:

- identificatiecode van de korf en het primair collo
- referentie van het productielot en type (volgens NTC-3 [7]) van de gebruikte primaire verpakking en de korf
- productiedatum van het radioactieve afval (datum van de sluiting van de transportverpakking), deze fungeert als referentiedatum met betrekking tot de geldigheidsperiode van het goedgekeurde EDM
- bruto- en nettomassa van het primair collo (in kg)
- afvalomschrijving en samenstelling per afvalfractie en per afvaltype
- indien het radioactieve afval een gevaarlijke stof of mengsel bevat (wat wil zeggen dat er een H-zin of EUH-zin op van toepassing is, op basis van de nettomassa van het primair collo en rekening houdend met de criteria en limietwaarden voor gevaarlijke stoffen in de CLP-Verordening [8] en in de technische richtsnoeren voor de indeling van afvalstoffen[9]), per veroorzakende gevaarlijke stof:
 - naam van de veroorzakende gevaarlijke stof
 - toepasselijke H-zinnen (inclusief EUH-zinnen)
- aangifte (ja/nee):
 - het radioactieve afval bevat biologisch afbreekbare stoffen
 - het radioactieve afval bevat complex- of chelaatvormende agens
- homologatie/kwalificatie van de transportverpakking
- bijlage met foto's van de samenstelling van de korf (genomen tijdens de vulling van de korf)
- beladingsschema van de korf
- warmtevermogen in W op het niveau van de individuele korf
- fysische en chemische karakteristieken van elk afvalstuk aanwezig in het primair collo:
 - types materialen (voorbeelden: SS304, SS316, Inconel 600, Inconel 750,...) met hun respectievelijke massa, fysische vorm (voorbeeld poeder, bramen of vaste stukken,...) en reactief oppervlak (inclusief binnenoppervlaktes)
 - van elk aanwezig elektropositief metaal (exhaustieve lijst gegeven in Bijlage 4):
 - naam van het metaal
 - massa (schatting)
 - dimensies van elk afvalstuk en technische tekeningen gerelateerd aan dit afvalstuk

304 (L,O) De volgende **radiologische gegevens** moeten voor elke korf zijn opgegeven in de bijlagen aan het formulier:

- activiteit per nuclide (in Bq) (zie criterium 305)
- datum bepaling activiteit van de nucliden
- totale alfa-activiteit (in Bq)
- totale bèta/gamma-activiteit (in Bq)
- maximaal dosistempo bij (pseudo-)contact met de korf, in lucht (mSv/h) en datum van de meting (onder water of in lucht – zie ook informatieve bullet bij criterium 202).
- maximaal dosistempo bij contact met het primair collo (mSv/h) en datum van de meting
- maximaal dosistempo bij contact met de transportverpakking (mSv/h) en datum van de meting
- totale massa U-235, Pu-239 en Pu-241
- bevestiging (ja/nee) :

- voor het transportcollo:
 - De gemeten afneembare oppervlaktebesmetting op het buitenoppervlak met bèta/gamma-stralers is kleiner of gelijk aan 0,4 Bq/cm².
 - De gemeten afneembare oppervlaktebesmetting op het buitenoppervlak met alfa-stralers is kleiner of gelijk aan 0,04 Bq/cm².
- voor het primair collo:
 - De gemeten afneembare oppervlaktebesmetting op het buitenoppervlak met bèta/gamma-stralers is kleiner of gelijk aan 4 Bq/cm².
 - De gemeten afneembare oppervlaktebesmetting op het buitenoppervlak met alfa-stralers is kleiner of gelijk aan 0,4 Bq/cm².
 - De som Ra-226 + Th-232 is kleiner dan of gelijk aan 1000 Bq/kg.
- alle nodige gegevens om het verbruik van de rechten ('volume credits') toegekend aan ENGIE zoals bepaald in [Schedule 2] te berekenen. De methodologie om het dosistempo op 1 meter rond de monoliet voor verschillende configuraties (combinaties van type primair collo of basket, aantal colli/baskets en type en lengte van de monoliet) te berekenen moet deel uitmaken van het goedkeuringsdossier voor transfer 'radiologische karakterisering' (EDR). De wijze waarop de resultaten van deze berekeningen gebruikt worden om het verbruik van de rechten te berekenen, wordt uitgelegd in [Schedule 2].

305 (L,O) De radionucliden die aanwezig zijn in het radiologische spectrum van het radioactieve afval en die vermeld zijn in Tabel 1 moeten zijn opgenomen in het goedkeuringsdossier voor de radiologische karakterisering en hun activiteiten moeten zijn opgegeven op het formulier.



Hierbij geldt het volgende:

- Voor de radionucliden die op korte termijn ($T_{1/2} < 30$ dagen) in seculair evenwicht verkeren met hun moedernuclide (Cs-137/Ba-137m, Sr-90/Y-90, Ru-106/Rh-106 en Ce-144/Pr-144), wordt enkel de activiteit van de moedernuclide vermeld.
- Natuurlijk thorium wordt verondersteld in seculair evenwicht te zijn met zijn dochters. Het volstaat dus om enkel de moedernuclide Th-232 op te geven.



Alles onder de 1 Bq mag als nul aanschouwd worden en mag als nul gedeclareerd worden op de bijlage bij het formulier. Deze waarde wordt opgelegd, om te vermijden dat mogelijk fictieve zeer lage activiteiten worden opgegeven die uitsluitend het resultaat zijn van berekeningen.

Tabel 1: Standaardlijst van verplicht op te geven radionucliden

H-3	Ni-63	Ag-108m	Cs-137	Ra-226	Np-237	Cm-242
C-14	Se-79	Ag-110m	Ce-144	Th-229	Pu-238	Cm-243
S-35	Kr-85	I-125	Pm-147	Th-230	Pu-239	Cm-244
Cl-36	Sr-90	I-129	Sm-151	Th-232	Pu-240	Cm-245
Ar-39	Mo-93	I-131	Eu-152	Pa-231	Pu-241	Cm-246
Ca-41	Zr-93	Sb-125	Eu-154	U-233	Pu-242	Cm-247
Mn-54	Nb-94	Sn-121m	Eu-155	U-234	Pu-244	Cm-248
Co-58	Tc-99	Sn-126	Ho-166m	U-235	Am-241	
Co-60	Ru-106	Cs-134	Hf-178n	U-236	Am-242m	
Ni-59	Pd-107	Cs-135		U-238	Am-243	

- 306 (L,O) Indien het radioactieve afval besmet of mogelijk besmet is met **biologische ziekteverwekkers**, moet dit gemeld zijn op het formulier. In de bijlagen aan het formulier moet de producent per primair collo het volgende specificeren:
- nodige voorzorgsmaatregelen
 - nuttige inlichtingen (wetenschappelijke soortnaam van de ziekteverwekker, risicoklasse ...)

4 FYSISCH EN CHEMISCH AFVALKENMERKEN

4.1 Het radioactieve afval

- 401 (L,O) **Biologisch afbreekbare stoffen**, inclusief cellulosehoudende stoffen, mogen niet in het radioactieve afval aanwezig zijn.
- 402 (L) **Complex- of chelaatvormende agentia** mogen niet in het radioactieve afval aanwezig zijn.
- 403(L,O) Het radioactieve afval mag geen **gevaarlijke stoffen** of mengsels bevatten die door de CLP-verordening worden ingedeeld bij de fysische gevaren én:
- Ofwel volgens bijlage I ervan worden aangeduid door een specifieke H-zin;
 - Ofwel volgens bijlage II ervan worden aangeduid door een specifieke EUH-zin met betrekking tot materiële eigenschappen.



Bijlage 3 bevat een overzicht van de gevaarzinnen van de stoffen en mengsels die uitgesloten zijn door dit criterium, op basis van de CLP-Verordening die van kracht is op het moment waarop deze nota goedgekeurd werd. Deze bijlage is daarom louter illustratief en bedoeld als hulpmiddel voor de gebruiker van dit document.

- 404 (L,O) **Zure** geabsorbeerde vloeistoffen met een pH-waarde lager dan 2 mogen niet in het radioactieve afval aanwezig zijn.
- 405 (L,O) **Basische** geabsorbeerde vloeistoffen met een pH-waarde hoger dan 11,5 mogen niet in het radioactieve afval aanwezig zijn.
- 406 (O) Geabsorbeerde vloeistoffen met een **vlampunt** lager dan 60°C mogen niet in het radioactieve afval aanwezig zijn.
- 407 (O) Het radioactieve afval mag niet **chemisch of fysisch incompatibel** zijn met de stof waaruit de korf en de verpakking van het primair collo is gemaakt. Hiermee wordt bedoeld dat het afval het insluitingsvermogen van de korf en de verpakking niet mag aantasten.
- 408 (L,O) **Metallisch uranium** of **metallisch plutonium** mag niet in het radioactieve afval aanwezig zijn.
- 409 (L,O) De **chemische samenstelling en eigenschappen** van het radioactieve afval en de bijhorende maximale variaties moeten vastgelegd zijn in het goedkeuringsdossier 'Methodes'.
- 410 (O) Mogelijke **gasontwikkeling** ten gevolge van corrosie, radiolyse en/of ontbinding van organische stoffen mag niet tot onaanvaardbare vervorming van de primaire verpakking, inclusief korf, leiden. De evolutie van de gasontwikkeling gedurende 75 jaar moet berekend en gedocumenteerd worden in het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking'. Als er geopteerd wordt om geen gasafvoer te gebruiken, moet aangetoond worden dat het primair collo na zijn opslagperiode veilig geopend kan worden.

In het geval dat er wel een gasafvoer gebruikt wordt, moet het een HEPA-filter zijn. Het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking' moet het gemonteerde type van HEPA-filter beschrijven en er moet aangetoond zijn dat deze bestand is tegen de verwachte gasproductie.



Radiolyseproducten kunnen een mogelijke impact hebben op de gasafvoer (bijvoorbeeld dichtslibben van de gasafvoer) en dus bijgevolg op de evolutie van de gasontwikkeling.

411 (L,O) Geen enkel primair collo mag vrije vloeistoffen (niet-geabsorbeerde of niet-chemisch gebonden vloeistoffen) bevatten.

412 (L,O) In geen enkel primair collo mogen andere types afval aanwezig zijn dan deze die verschijnen in onderstaande lijst:

- de lagere interne delen:
 - o core barrels
 - o lower core support plate , plenum and support columns
 - o baffles
 - o thermal shield
 - o diffuser plate
 - o secondary core support
- de bovenste interne delen:
 - o upper core support plate
 - o upper support plate assembly
 - o support columns en lower guide tubes
 - o upper guide tubes and their support plate, clamping ring
 - o centering of the upper internals
- de ondersteunende structuur voor de in-core instrumentatie
 - o bovenste structuur voor de thermokoppels die bovenaan het reactorvat ingebracht worden,
 - o onderste structuur voor de neutronfluxmeters die onderaan het reactorvat ingebracht worden.
- secundair metallisch afval afkomstig van de versnijdingsoperaties van bovenstaande reactor-internen

5 RADIOLOGISCHE AFVALKENMERKEN

5.1 Maximale activiteit en dosistempo

501 (L,O) Voor de opslag van deze colli in gebouw 136 zone D op site BP-1 geldt dat de activiteit van de totale hoeveelheid **bèta/gammastralers** in elk primair collo kleiner dan of gelijk moet zijn aan de limiet zoals deze op het moment van transfer gedefinieerd is in het door de Veiligheidsautoriteiten goedgekeurde veiligheidsrapport van G136 zone D.

Indien op het moment van transfer op de site van Belgoproces een nieuw opslaggebouw beschikbaar en vergund is voor de opslag van het radioactieve afval dat valt onder het toepassingsdomein van deze contractuele overdrachtscriteria, dan geldt dat de activiteit van de totale hoeveelheid bèta/gammastralers in elk primair collo kleiner dan of gelijk moet zijn aan 8000 TBq.



Op dit moment bedraagt deze limiet voor G136 zone D 400 TBq.

502 (L,O) In elk primair collo moet de activiteit van de totale hoeveelheid **alfastralers** kleiner dan of gelijk aan zijn aan 10 TBq.

- 503 (L,O) In elk primair collo moet de totale radiologische inventaris beperkt zijn zodat op 01/01/2080 het maximaal dosistempo van een monoliet van type CB-5 (zie Bijlage 6) waarin enkel dit primaire collo geconditioneerd is, beperkt is tot 25 $\mu\text{Sv/h}$ op 1 meter.

Bovendien moet het laden van de korf op een zodanige manier gebeuren dat hot-spots met een veel hoger dosistempo dan gemiddeld rond het collo vermeden worden.

- 504 (L,O) In elk primair collo moet de som van de activiteiten van **Ra-226** en **Th-232** per massa-eenheid kleiner dan of gelijk aan 1000 Bq/kg zijn. Hierbij wordt de activiteit per massa-eenheid berekend op de massa van de afvalvorm.

5.2 Kritikaliteit

- 505 (L,O) In elk primair collo moet de hoeveelheid splijtstoffen beperkt worden volgens de onderstaande sommatieregel:

$$\sum \frac{M_i}{M_{i,\max}} \leq 1$$

Waarbij:

M_i = massa van nuclide 'i' (Pu-241, Pu-239 of U-235) in gram

$M_{i,\max}$ = maximale massa van nuclide 'i', zoals gegeven in Tabel 2

Tabel 2: Maximale massa van ^{235}U , ^{239}Pu en ^{241}Pu

Nuclide 'i'	$M_{i,\max}$ (g)
U-235	326 (700*)
Pu-239	219
Pu-241	112

*: indien de verrijkingsgraad $\leq 5\%$

Indien natuurlijk of verarmd uranium $\leq 0,72\%$ is de hoeveelheid splijtstoffen ongelimiteerd.

6 PRIMAIRE VERPAKKING EN COLLO

6.1 De primaire verpakking

- 601 (O) De primaire verpakking moet zodanig zijn dat het primair collo voldoet aan de vereisten voor een transportcollo **type IP-2**, zoals bepaald in de 'IAEA Safety Standards' [10]. Naast de bewijsrapporten en de resultaten van de val- en stapeltest moet de producent ook het IP-2-certificaat opnemen in het goedkeuringsdossier 'Primaire Verpakking'.
- 602 (L,O) Alle materialen (basismateriaal, toevoegmateriaal lassen, beschermingslaag /galvanisatie, coating, dichting en radiologische afscherming) waaruit de korf vervaardigd wordt, moeten onderling **fysisch en chemisch compatibel** zijn alsook compatibel zijn met de materialen van de primaire verpakking, met het radioactief afval dat in de korf geladen wordt en de uitrustingen gebruikt bij de hantering van de korf in het voorbestemde opslaggebouw.
- 603(L,O) Alle materialen (basismateriaal, toevoegmateriaal lassen, beschermingslaag /galvanisatie, coating, dichting en radiologische afscherming) waaruit de primaire verpakking (hier wordt bedoeld: zonder de korf) vervaardigd wordt, moeten onderling **fysisch en chemisch compatibel** zijn alsook compatibel zijn met de materialen van de

korf en de uitrustingen gebruikt bij de hantering van het primair collo in het voorbestemde opslaggebouw.

- 604(O) De producent moet in het goedkeuringsdossier methodes beschrijven hoe de **droging** uitgevoerd zal worden en aantonen dat het resterende vocht (met bijhorende toleranties) geen negatieve impact heeft op de integriteit van de primaire verpakking gedurende de opslag van het betrokken radioactieve afval, noch op de uitneembaarheid van het afval uit de verpakking.
- 605 (O) De primaire verpakking en korf moeten hun **integriteit, mechanische weerstand, vorm en afmetingen** behouden
- onder invloed van de dynamische mechanische belasting veroorzaakt door de geplande hantering (inclusief het uitnemen van het afval en de periodieke inspecties) waaraan de korf en het primair collo zal onderworpen worden gedurende de fase van tijdelijke opslag, meer bepaald gedurende een periode van minimaal 75 jaar.
 - wanneer het primair collo zal onderworpen worden aan een statische mechanische belasting gegenereerd door een stapeling "één op één", met een maximum van twee hoog.
- 606 (O) Alle materialen waaruit de primaire verpakking en de korf zijn samengesteld moeten zodanig zijn dat deze hun integriteit en mechanische weerstand behouden onder invloed van de interne **bestraling** door zijn radioactieve afval en de externe bestraling door zijn omgeving tijdens de opslag.
- 607 (O) De primaire verpakking en de korf moeten een voldoende weerstand hebben tegen **corrosie**, zowel extern (onder invloed van zijn omgeving) als intern (veroorzaakt door het radioactieve afval), opdat deze nog op een veilige manier gehanteerd kan worden na een opslagperiode van 75 jaar en dit middels het gebruik van conventionele uitrustingen voor het hanteren van afvalcolli of korven. Deze weerstand moet aangetoond zijn in het goedkeuringsdossier 'Primaire Verpakking'.
- 608 (O) De primaire verpakking en de korf moeten een voldoende weerstand hebben tegen **vermoeiingseffecten** veroorzaakt door temperatuurschommelingen (hoofdzakelijk veroorzaakt door warmteafgifte), opdat deze nog op een veilige manier gehanteerd kan worden na een opslagperiode van 75 jaar en dit middels het gebruik van conventionele uitrustingen voor het hanteren van afvalcolli of korven. Deze weerstand moet aangetoond zijn in het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking' door middel van het uitvoeren van een studie, waarbij de thermische belasting berekend wordt voor een gemiddeld collo en een collo in de meest penalisierende condities.
- 609 (L,O) De primaire verpakking moet **gasdicht** zijn. In het geval de primaire verpakking toch uitgerust is met een gasafvoer, moet dit verantwoord worden in het goedkeuringsdossier 'Primaire Verpakking' en moet de op de gasafvoer gemonteerde filter gasdicht kunnen afgesloten worden na de opslagfase. Bovendien mag het gas dat vrijkomt uit de gasafvoer zich niet ophopen tussen de primaire verpakkingen bij een stapeling van één op één.
- 610 (O) De primaire verpakking moet zijn integriteit behouden na een **val** van een zekere hoogte op een representatief oppervlak, waarbij rekening gehouden moet worden met de maximale massa van het primair collo. De valhoogte en het representatief oppervlak volgen uit het op het moment van transfer door de Veiligheidsautoriteiten goedgekeurde veiligheidsrapport (en/of zijn ondersteunende documenten) voor het voorbestemde opslaggebouw.
- Na deze val moet:
- de primaire verpakking nog steeds gehanteerd kunnen worden,
 - de inhoud uit de TSC overgeladen kunnen worden in een nieuwe primaire verpakking waarbij de vrijgestelde activiteiten lager moeten zijn dan de limiet(en)

zoals deze op het moment van transfer gedefinieerd is/zijn in het door de Veiligheidsautoriteiten goedgekeurde veiligheidsrapport van het voorbestemde opslaggebouw.



Op dit moment bedraagt de valhoogte voor G136 zone D 5,5 meter.

611 (L,O) De producent moet een **programma met koude testen** uitwerken met betrekking tot de operaties en handelingen in de pools en het ontladen van een transportcollo in G136 op de site van Belgoprocess. De producent moet dit programma uitvoeren vooraleer het eerste transport van een transportcollo naar Belgoprocess aan te vatten. De beschrijving van dit testprogramma en alle gerelateerde documentatie moet opgenomen worden in het goedkeuringsdossier voor transfer 'methode' (EDM).

612 (O) De maasopeningen van de korf moeten zodanig klein zijn dat er, afgezien van stofdeeltjes, geen stukken radioactief afval kunnen doorvallen. Een eventuele doorval van stof is toegelaten op voorwaarde dat dit geen afbreuk doet aan de integriteit van de primaire verpakking gedurende de opslagfase.



Bramen die loskomen worden ook als stof beschouwd.

613 (O) De primaire verpakking en korf moeten zo ontworpen zijn en het afval moet op zo'n manier in de korf geplaatst worden dat bij het conditioneren met een immobilisatiematrix zoals momenteel gebruikt of voorzien te gebruiken voor de heterogene conditionering van radioactief afval (zoals de CILVA-mortel, DCM of de IPM-mortel) het geheel van de afvalstukken volledig omgeven wordt door immobilisatiematrix en de lege ruimtes tussen de afvalstukken op zo'n manier opgevuld worden dat elk afvalstuk door de immobilisatiematrix geïmmobiliseerd wordt.



Een set van op elkaar gestapelde platen worden voor dit criterium beschouwd als één afvalstuk.

6.2 Het primaire collo

614 (O) Van geen enkel primair collo mag de **brutomassa** groter zijn dan 9×10^3 kg.

615 (O) Bij opslag in G136 zone D mag van geen enkel primair collo de externe afmetingen groter zijn dan (uitgaande van een referentieverpakking die ofwel cilindrisch of kubisch kan zijn):

- Hoogte: 1m90
- Breedte: 1m70
- Lengte: 1m75

Indien op het moment van transfer op de site van Belgoprocess een nieuw opslaggebouw beschikbaar en vergund is voor de opslag van het radioactieve afval dat valt onder het toepassingsdomein van deze contractuele overdrachtscriteria, dan mogen de externe afmetingen van het primair collo niet groter zijn dan de maximale afmetingen die volgen uit de door de Veiligheidsautoriteiten goedgekeurde veiligheidsrapport (en/of zijn ondersteunende documenten) voor dit gebouw.

616 (O) De uitneembaarheid van het radioactieve afval uit het primaire collo voor verdere verwerking/conditionering moet gegarandeerd zijn tijdens een periode van 75 jaar, waarbij gebruik gemaakt wordt van conventionele uitrustingen voor het hanteren van de primaire colli en de korf. Dit moet de producent aantonen in het goedkeuringsdossier voor transfer 'Primaire verpakking'.

- 617 (O) Het primair collo, wanneer een-op-een gestapeld, mag niet omvallen en moet zijn integriteit behouden bij een aardbeving met het referentiespectrum van het voorbestemde opslaggebouw of in geval van een referentievliegtuigimpact op dit gebouw. De terugneembaarheid van elk primair collo moet gegarandeerd blijven in elk van deze gevallen.

6.3 Radiologische operationele veiligheid (collo)

- 618 (O) Voor de opslag van deze colli in gebouw 136 zone D op site BP-1 geldt dat van geen enkel primair collo het gemeten maximale dosistempo op (pseudo-)contact en het gemeten maximale dosistempo op 1 meter afstand van het primair collo groter mogen zijn dan hun respectievelijke limieten zoals deze op het moment van transfer gedefinieerd zijn in het door de Veiligheidsautoriteiten goedgekeurde veiligheidsrapport van G136 zone D.

Indien op het moment van transfer op de site van Belgoproces een nieuw opslaggebouw beschikbaar en vergund is voor de opslag van het radioactieve afval dat valt onder het toepassingsdomein van deze contractuele overdrachtscriteria, dan geldt dat het gemeten maximale dosistempo op (pseudo-)contact kleiner dan of gelijk moet zijn aan 2000 Gy/h.



- Op dit moment bedragen deze limieten voor G136 zone D:
- 100 Gy/uur op (pseudo-)contact met het primair collo;
 - 10 Gy/uur op 1 meter afstand van het primair collo.

- 619 (O) Van geen enkel primair collo mag de **afneembare** oppervlaktebesmetting op het buitenoppervlak groter zijn dan:
- 0,4 Bq/cm² voor het totaal van alfastralers
 - 4 Bq/cm² voor het totaal van bèta/gammastralers

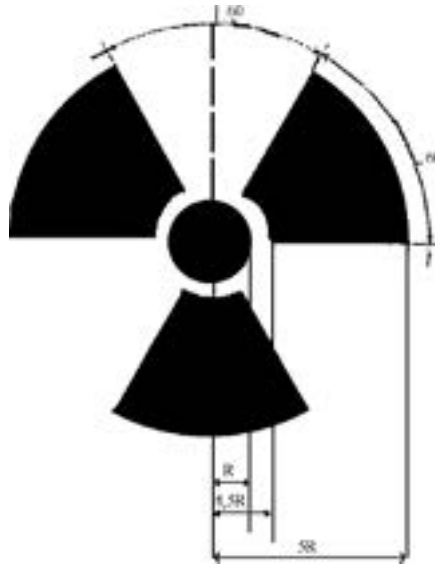
6.4 Opschriften en pictogrammen

- 620 (L,O) Elke korf en primair collo moet een **unieke identificatiecode** dragen die het radioactieve afval eenduidig verbindt met de ermee overeenstemmende documentatie.
- 621 (L,O) De **aangebrachte identificatiecode** moet voldoen aan alle onderstaande voorwaarden:
- De code moet bestaan uit een combinatie van achtereenvolgens een letter (L), een getal van twee cijfers (C), een koppelteken en een getal van vier cijfers (C) (zie Figuur 1). Hierbij gelden de volgende regels:
 - De letter stemt overeen met de producent (zie NTC-3 [7]).
 - Het getal van twee cijfers voor het koppelteken bestaat uit de laatste twee cijfers van het jaar waarin de opslagverpakking werd gefabriceerd.
 - Het getal van vier cijfers na het koppelteken is het volgnummer dat aan het collo is toegekend.
 - De code moet bestaan uit letters en cijfers met een grootte van 75 mm of meer.
 - De code moet zijn aangebracht voordat de opslagverpakking gevuld wordt met afval.
 - De code moet zijn aangebracht op het zijvlak van de dikwandige opslagverpakking en op het deksel of de bodem.
 - De code moet minimaal 75 jaar (periode van de opslag) leesbaar blijven.

L	C	C	-	C	C	C	C
---	---	---	---	---	---	---	---

Figuur 1: theoretische identificatiecode voor een collo radioactief afval

- 622 (O) Elk primair collo moet een **waarschuwingsteken voor ioniserende straling** dragen, dat gekenmerkt wordt door het symbool afgebeeld in Figuur 2. Het waarschuwingsteken moet voldoen aan alle onderstaande voorwaarden:
- Het teken moet een hoogte hebben van 200 mm of meer en moet voldoen aan de verhoudingen vermeld in Figuur 2.
 - Het teken moet duidelijk zichtbaar en goed herkenbaar zijn.
 - Het teken moet zijn aangebracht op het zijvlak van de opslagverpakking, op een plaats onder de identificatiecode.



3.1 Figuur 2: Symbool in het waarschuwingsteken voor ioniserende straling op een collo radioactief afval

7 BIOLOGISCHE ZIEKTEVERWEKKERS

- 701(L,O) Het radioactieve afval mag niet besmet of mogelijk besmet zijn met **biologische ziekteverwekkers**.

Met biologische ziekteverwekkers wordt bedoeld:

- infectieuze stoffen (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 6.2)
- biotoxines (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 6.1-code T1, T2)
- medisch afval (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 6.2-UN 3291)
- genetisch gemodificeerde organismen (zoals gedefinieerd voor ADR Klasse 9-code M8)

- 702 (L,O) **Biologisch geïnactiveerd** radioactief afval moet worden beschouwd als mogelijk besmet met biologische ziekteverwekkers.

8 REFERENTIES

- [1] NIRAS-nota 98-1446, 'Overzichtslijst van goedgekeurde documenten met betrekking tot de acceptatiecriteria voor radioactief afval / Liste récapitulative des documents approuvés relatifs aux critères d'acceptation de déchets radioactifs';
- [2] NIRAS-nota 2012-0982, technische nota: 'GLOS: Glossarium met betrekking tot de acceptatiecriteria van NIRAS';
- [3] NIRAS-nota 97-4696N: 'Technische nota NTC-6/A: Type-inhoud van een technisch dossier voor methodes gebaseerd op de analyse van primaire colli via gamma-spectrometrie', auteur: A. De Goeyse;
- [4] NIRAS-nota 97-4700N: 'Technische nota NTC-6/B: Type-inhoud van een technisch dossier voor methodes gebaseerd op de analyse van primaire colli via neutronenmetingen', auteur: A. De Goeyse;
- [5] NIRAS-nota 2020-2682: 'Technische nota NTC-6/C: Type-inhoud van een erkenningsdossier voor de meetinstallatie en methodes gebaseerd op de analyse van primaire colli via dosistempometingen.', auteur: J. Becker;
- [6] NIRAS-nota 2000-1049: 'Technische nota NTC-9: Type-inhoud van de goedkeuringsdossiers van de primaire verpakkingen voor geconditioneerd afval.', auteur: M. Voet;
- [7] NIRAS-nota 2016-1866, technische nota: 'Technische nota NTC-3', auteur: T. Vanthourout;
- [8] 'CLP-Verordening', zijnde Verordening (EG) nr. 1272/2008 van het Europees Parlement en de Raad van 16 december 2008 (en latere wijzigingen) betreffende de indeling, etikettering en verpakking van stoffen en mengsels tot wijziging en intrekking van de Richtlijnen 67/548/EEG en 1999/45/EG en tot wijziging van Verordening (EG) nr. 1907/2006;
- [9] 'Technische richtsnoeren voor de indeling van afvalstoffen', Mededeling (EG) nr. 2018/C124/01 van de Europese Commissie van 9 april 2018.
- [10] IAEA Safety Standard – Specific Safety Requirements no. SSR-6 (Rev. 1): 'Regulations for the safe transport of radioactive material (edition 2018)', Vienna: International Atomic Energy Agency, uitgave 2018 of een recentere versie, ISBN 978-92-0-107917-6
- [11] NIRAS-nota 2010-1163, technische nota, 'TNT-2: Codering van het NGA';
- [12] ARBIS', zijnde het koninklijke besluit van 20 juli 2001 (en latere wijzigingen) houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen;
- [13] 'ADR' in voege op 1 januari 2019 (en latere wijzigingen), zijnde het Europees Verdrag betreffende het internationaal vervoer van gevaarlijke goederen over de weg, gepubliceerd in het Belgisch Staatsblad op 27 december 2018.

Bijlage 1 Verklaringen en Motiveringen

201 De goedkeuringen van de uitrustingen, vormen een essentieel element bij het verzekeren van de conformiteit van het radioactieve afval met de contractuele overdrachtscriteria. Deze goedkeuringen zijn voor de contractuele overdrachtscriteria wat de erkenningen, geregeld door het koninklijke besluit van 18 november 2002, zijn voor de acceptatiecriteria. De goedkeuring impliceert immers:

- dat de afvalproducent met de gebruikte methode, uitrusting, installatie of het gebruikte procedé in staat is radioactief afval te produceren of te karakteriseren dat beantwoordt aan de van toepassing zijnde contractuele overdrachtscriteria;
- dat het gaat om een uitrusting waarbij voorrang wordt gegeven aan de toepassing van technologieën voor de verpakking en de tijdelijke opslag van de primaire colli, waarvan de uitvoerbaarheid voldoende beproefd is en waarbij het principe van optimalisering van de stralingsbescherming (ALARA) wordt toegepast

De goedkeuring houdt in:

- dat het radioactieve afval fysisch en chemisch gekarakteriseerd is volgens een goedgekeurde methode;
- dat het radioactieve afval radiologisch gekarakteriseerd is volgens een goedgekeurde methode en/of meetinstallatie;
- dat het radioactieve afval verpakt is in een goedgekeurde primaire verpakking.

202 NIRAS legde de meetmethodes die het onontbeerlijk vindt voor het verkrijgen van correcte kwalitatieve radiologische gegevens over het radioactieve afval vast in deze technische nota's. Voor de goedkeuring van de methodes en meetinstallaties voor de radiologische karakterisering van het radioactieve afval gebruikt NIRAS deze technische nota's alsof het normen zijn.

Voor het afval dat valt onder het toepassingsdomein van deze contractuele overdrachtscriteria, is de verwachting dat de producent de metingen onder water zal uitvoeren. In dat geval moet het dosistempo gemeten onder water omgezet worden naar een dosistempo in lucht, gezien dit de relevante karakteristiek is voor het verdere beheer. De methodologie voor deze omzetting moet deel uitmaken van het goedkeuringsdossier en aldus goedgekeurd worden door NIRAS. Zie ook criterium 304 ivm het dosistempo op de korf.

203 Idem verklaring en motivering 201. Aangezien volgens het referentiebeheertraject het radioactieve afval terug uit de primaire verpakking gehaald zal worden voor de eindconditionering, dient de producent dit ook te beschrijven in zijn goedkeuringsdossier.

301 Het invullen van een afzonderlijk formulier heeft te maken met de aparte tarifiering, aparte logistieke stroom of aparte maatregelen (al dan niet om redenen van operationele veiligheid).

302 Het formulier is gestructureerd in twee grote delen: (1) het voorblad met de gegevens die toepasselijk zijn op alle colli en, (2) de bijlagen met de specifieke gegevens per collo. Dit contractueel overdrachts criterium somt de gegevens op die de producent opgeeft op het voorblad.

303 De gegevens die toepasselijk zijn op elk primair collo zijn gestructureerd in twee grote delen: (a) fysische en chemische gegevens, (b) radiologische gegevens. Dit contractueel overdrachts criterium somt de fysische en chemische gegevens op die de producent opgeeft in de bijlagen aan het formulier.

Enkele voorbeelden van de afvalomschrijving zijn de *lower core support plate*, *baffles* en *upper guide tubes*. Bij de fysische en chemische karakteristieken van elk afvalstuk is het de bedoeling om dan de specifieke materialen, dimensies en relevante technische tekeningen waar het afvalstuk deel van uitmaakt op te geven.

Wat betreft 'gevaarlijke stoffen' of 'gevaarlijke mengsels':

Het 'gevaarlijk' zijn van een stof of een mengsel in het afval van elk primair collo is niet alleen een kwestie van de aanwezigheid van een bepaalde 'gevaarlijke' stof, maar ook van de concentratie waarin deze stof in het afval aanwezig is. Hieronder staat een rekenvoorbeeld van de beoordeling van het 'gevaarlijk' zijn van een stof of een mengsel, alsook welke gegevens op de bijlage van het formulier opgegeven worden.

Veronderstel een primair collo met 100 kg aan afvalvorm, waarvan 5 kg asbest:

- De concentratie aan asbest in de afvalvorm is dus 5%.

- Volgens de CLP-Verordening is asbest een gevaarlijke stof, aangeduid met de H-zin H350 (carcinogeen, categorie IA/B).
- Volgens § 3.6.3 van Bijlage I van de CLP-Verordening is dit gevaar van toepassing indien de concentratie aan asbest groter is dan 0,1%.
→ Bijgevolg is H350 van toepassing.
- Volgens de CLP-Verordening is asbest ook een gevaarlijke stof aangeduid met de H-zin H372 (schadelijk voor bepaalde organen, categorie 2).
- Volgens § 3.9.3 van Bijlage I van de CLP-Verordening is dit gevaar van toepassing indien de concentratie aan asbest groter is dan 10%.
→ Bijgevolg is H372 niet van toepassing.
- De gegevens voor de bijlage bij het C-formulier zijn: De afvalvorm bevat de gevaarlijke stof 'asbest' met de toepasselijke H-zin: H350.

Wat betreft 'fysische en chemische karakteristieken van elk afvalstuk aanwezig in het primair collo':

Het kennen van het type materiaal en het reactief oppervlak is belangrijk om een inschatting te kunnen maken van de gasproductie in de geologische berging. Anaerobe corrosie van metaal in een bergingsomgeving kan namelijk aanleiding geven tot een gasproblematiek.

Elektropositieve metalen kunnen waterstofgas produceren tijdens de latere cementering. Waterstofgas in lucht kan een explosief mengsel vormen en daarnaast kan het de kwaliteit van de latere conditioneringsmatrix negatief beïnvloeden. Daarom is het belangrijk om deze elektropositieve metalen te identificeren en hun massa in te schatten.

- 304 De gegevens die toepasselijk zijn op elke ophalingseenheid zijn gestructureerd in twee grote delen: (a) fysische en chemische gegevens, (b) radiologische gegevens. Dit contractueel overdrachts criterium somt de radiologische gegevens op die de producent opgeeft in de bijlagen bij het formulier.
- 305 De nota met de verklaring rond de oorsprong van de lijst van 62 radionucliden van belang voor het beheer van het categorie B-afval is opgenomen in de nota met NIRAS referentie 2018-2496. Bijkomend wordt de declaratie van 4 kortlevende nucliden (S-35, Co-58, I-125 en I-131) gevraagd voor de operationele veiligheid bij Belgoprocess. De activiteit van de radionucliden wordt opgevraagd vanwege het belang van deze nucliden voor de operationele veiligheid, de langetermijnveiligheid in de referentie-eindbestemming, of beide. Alles onder de 1 Bq mag als nul aanschouwd worden en mag als 0 gedeclareerd worden op de bijlage bij het formulier. Deze drempelwaarde wordt opgelegd, om te vermijden dat mogelijk fictieve zeer lage activiteiten worden opgegeven die uitsluitend het resultaat zijn van berekeningen. Bovendien zijn deze activiteiten te laag om relevant te zijn.
- 306 Wanneer de producent meldt dat het radioactieve afval is besmet of mogelijk is besmet met biologische ziekteverwekkers, kan hij, naast de nodige voorzorgsmaatregelen, bijkomende inlichtingen verschaffen. Dit laat aan de exploitant toe om aangepaste maatregelen te nemen.
- 401 Dit criterium berust op een beslissing van NIRAS, die daarmee het courante beheer met betrekking tot 'putrifieerbare stoffen' in het afval wil handhaven. Met 'putrifieerbare stoffen' worden organische stoffen bedoeld die een gepast substraat (= voedingsbodem voor micro-organismen) vormen voor een biologisch afbraakproces en/of gemakkelijk kunnen afbreken door basische hydrolyse. Putrifieerbare stoffen zijn daarom eigenlijk biologisch afbreekbare stoffen en vetten. Biologische afbreekbare stoffen zijn immers stoffen die een gepast substraat kunnen vormen voor een biologisch afbraakproces. Vetten zijn stoffen die door basische hydrolyse uiteenvallen in een zeep (= zout van een vetzuur) en glycerol.
- De hierboven vermelde reacties resulteren in producten die de operationele- en langetermijnveiligheidsfuncties kunnen verstoren (bijvoorbeeld door corrosie van de metalen verpakking of aantasting van de latere cementmatrix), afhankelijk van de hoeveelheid waarmee ze in het afval aanwezig zijn. Het Criterium maakt de abstractie dat vetten in de praktijk ofwel tot de biologisch afbreekbare stoffen behoren, ofwel slechts in verwaarloosbaar kleine hoeveelheden in het afval voorkomen.

Omwille van de aard van het radioactieve afval (enkel metalen) wordt geen limiet opgelegd op de aanwezigheid van biologisch afbreekbare stoffen, maar worden deze uitgesloten. Dit criterium kan aangetoond worden op basis van traceerbaarheid en de informatie i.v.m. de gebruikte materialen uit het constructiedossier van de componenten.

- 402 Complexen en chelaten zijn op elektrostatische aantrekkingskracht gebaseerde verbindingen tussen een centraal metaalion en omgevende organische liganden. Het complex of chelaat kan aanzienlijk andere migratie-eigenschappen hebben dan het afzonderlijke metaalion. Op deze wijze kunnen complex- of chelaatvormende agentia een verstorend effect hebben op de chemische retentie van op cement gebaseerde barrières. Omwille van de aard van het radioactieve afval wordt de aanwezigheid van complex- en chelaatvormende agentia in het afval uitgesloten. Voorbeelden van complex- of chelaatvormende agentia zijn EDTA, DPTA, citroenzuur, wijnsteenzuur, oxaalzuur, picolinezuur en tributylfosfaat. In de praktijk kunnen complex- of chelaatvormende agentia typisch voorkomen in radioactief afval afkomstig van het gebruik van decontaminatie- en schoonmaakmiddelen in ziekenhuizen, onderzoeksinstellingen, chemiebedrijven en bij de ontmanteling van nucleaire installaties.

Omwille van de aard van het radioactieve afval (enkel metalen) wordt geen limiet opgelegd op de aanwezigheid van complex- of chelaatvormende agentia, maar worden deze uitgesloten. Dit criterium kan aangetoond worden op basis van traceerbaarheid en de informatie i.v.m. de gebruikte materialen uit het constructiedossier van de componenten.

- 403 Het is een beslissing van NIRAS dat stoffen of mengsels die geklasseerd zijn onder de 'fysische gevaren' uitgesloten worden in het radioactieve afval. Bovendien vraagt NIRAS om de van toepassing zijnde EUH-zinnen toe te voegen, aangezien deze extra informatie leveren over specifieke gevaren voor stoffen die als fysisch gevaarlijk ingedeeld worden. Bij de beoordeling van het gevaarlijk zijn van bepaalde stoffen, speelt de concentratie ook een rol. De beoordeling van het al dan niet gevaarlijk zijn, gebeurt daarom per primair collo.

Dit criterium kan aangetoond worden op basis van traceerbaarheid en de informatie i.v.m. de gebruikte materialen uit het constructiedossier van de componenten.

- 404 Deze pH-limietwaarden volgen uit de algemeen gangbare definities van zeer zure of zeer basische vloeistoffen. Via exotherme reacties kunnen deze vloeistoffen de operationele veiligheid in het gedrang brengen. Via corrosieve reacties kunnen deze vloeistoffen de toepasselijke barrières beschadigen (zoals verpakkingen, cementmatrices, kunstmatige barrières van de bergingsinstallatie) en zowel de operationele als de langetermijnveiligheid in het gedrang brengen.

Dit criterium kan aangetoond worden op basis van traceerbaarheid, de informatie i.v.m. de gebruikte materialen uit het constructiedossier van de componenten en de beschrijving van de verwerkings- en conditioneringsstappen.

- 405 Idem verklaring en motivering 404

- 406 Dit criterium sluit vloeistoffen uit die een gevaar voor ontbranding inhouden maar toch niet vallen onder de definitie van een gevaarlijke stof in de CLP-Verordening.

Dit criterium kan aangetoond worden op basis van traceerbaarheid, de informatie i.v.m. de gebruikte materialen uit het constructiedossier van de componenten en de beschrijving van de verwerkings- en conditioneringsstappen.

- 407 De aantasting van het insluitingsvermogen van de verpakking kan de operationele veiligheid in het gedrang brengen van de handelingen van het radioactief afval (hanteren, vervoeren, tijdelijke opslag en uitnemen van het afval).

- 408 Metallisch uranium corrodeert wanneer het in contact komt met water. Initieel is de corrosiereactie snel, waarna deze vertraagt maar wel een constante snelheid blijft aanhouden. Deze corrosie, die niet kan worden verhinderd door enige immobilisatiematrix, levert een aantal pyrofore en explosieve reactieproducten op. Hierdoor wordt vooral de operationele veiligheid in het gedrang gebracht. Bovendien nemen de reactieproducten een groter volume in dan het metallische uranium, hetgeen de integriteit van de immobilisatiematrix kan aantasten en de eraan verbonden veiligheidsfuncties kan

verstoren. Hierdoor kunnen zowel de operationele als de langetermijnveiligheid in het gedrang worden gebracht.

De problematiek voor metallisch plutonium is gelijkaardig aan die voor metallisch uranium.

Dit criterium kan aangetoond worden op basis van traceerbaarheid en de informatie i.v.m. de gebruikte materialen uit het constructiedossier van de componenten.

409 De chemische samenstelling en eigenschappen van het radioactieve afval is nodig om de a priori conformiteit van het radioactieve afval met de contractuele overdrachtscriteria te kunnen nagaan. Daarnaast kan dit een invloed hebben op de kwaliteit en de eigenschappen van de toekomstig geïmmobiliseerde afvalvorm en is deze info nodig om een goed verder beheer van het radioactieve afval te garanderen. Daarom wordt er aan de producent gevraagd om de extreme samenstelling van het radioactieve afval en zijn corresponderende eigenschappen op te geven.

410 Dit criterium is een operationeel criterium omdat gas zich kan ontwikkelen door reacties tussen het radioactieve afval en de primaire verpakking, ten gevolge van corrosie, radiolyse of ontbinding van organische stoffen. Dit gas kan de integriteit van het primaire collo aantasten door drukopbouw, barsten, gaten en/of vervormingen te veroorzaken. Aldus kunnen de operationele veiligheidsfuncties van de primaire colli (insluiting, afscherming en afzondering) worden verstoord.

Om een mogelijke ontploffing in accidentele omstandigheden te vermijden en aangezien bij de latere conditionering de primaire verpakking terug geopend moet worden – ofwel om het afval direct te immobiliseren in de verpakking, ofwel om de korf uit de verpakking te halen – mag er geen ophoping van explosievezgassen in het collo plaatsvinden.

411 Vrijstaande vloeistoffen kunnen aanleiding geven tot lekkages en besmettingen tijdens het transport, alsook kunnen vrije vloeistoffen dienen als medium voor versturende chemische reacties zoals corrosie. Daarom worden deze zoveel mogelijk vermeden.

Chemisch gebonden vloeistoffen zijn niet verboden in het radioactieve afval, aangezien deze door de binding andere chemische eigenschappen bezitten dan vrije of geabsorbeerde vloeistoffen. De problematieken betrokken bij deze laatste vloeistoffen (zeer hoge of zeer lage pH, vlampunt) zijn daarom niet van toepassing op de chemisch gebonden vloeistoffen.

Dit criterium kan aangetoond worden op basis van de beschrijving van de verwerkings- en conditioneringsstappen.

412 Met dit criterium wil NIRAS het toepassingsgebied van dit document met contractuele overdrachtscriteria en de link met de betrokken families handhaven.

501 De totale alfa- of bèta/gamma-activiteit is een parameter die van belang is voor de operationele veiligheid gedurende het hele beheertraject. Bij accidentele omstandigheden moet de impact naar mens en milieu binnen de wettelijke beperkingen blijven. De huidige limiet voor de bèta/gammastralers uit het veiligheidsrapport van het betrokken opslaggebouw 136D bedraagt 400 TBq/collo. Deze limiet zal in de toekomst mogelijk naar boven herzien worden in functie van de veiligheidsstudies en mits aanvaarding door de Veiligheidsautoriteiten. In dat geval moet elk primair collo voldoen aan de limiet die op het moment van transfer van toepassing is. Indien er een nieuw opslaggebouw voor dit afval gebouwd zou worden, zal dit zo ontworpen worden dat het primaire collo met een bèta/gamma-activiteit tot 8000 TBq kan ontvangen. Deze activiteit is gebaseerd op informatie die door Electrabel werd aangeleverd omtrent de maximale bèta/gamma-activiteit van een primair collo dat valt onder het toepassingsdomein van deze contractuele overdrachtscriteria.

502 De totale alfa- of bèta/gamma-activiteit is een parameter die van belang is voor de operationele veiligheid gedurende het hele beheertraject. Bij accidentele omstandigheden moet de impact naar mens en milieu binnen de wettelijke beperkingen blijven. De limiet van 10 TBq/collo voor de alfastralers is overgenomen uit het veiligheidsrapport van het betrokken opslaggebouw 136.

503 Om de werknemers in de *Post Conditioning Facility* en de bergingsinstallatie te beschermen, nam NIRAS de strategische beslissing dat de bergingscolli (in dit geval dus de monolieten cat. B) zo

ontworpen moeten worden dat zij in een permanente radiologische afscherming voorzien. Daarom wordt een limiet van 25 $\mu\text{Sv/h}$ op 1 meter van elk oppervlak van de monoliet type B gedefinieerd.

- 504 NIRAS hanteert de waarde van 1000 Bq/kg als algemene limietwaarde voor het van *nature* aanwezige radium en thorium.
- 505 Omwille van zowel de operationele als de langetermijnveiligheid, moet het risico op kritikaliteit in de bergingsinrichting onbestaande zijn. De limietwaarden in het contractueel overdrachtscriterium zijn overgenomen uit de nota 2019-03334: Actieplan PVH site 1: actie S1-6.4 en S1-22 van Belgoprocess aangezien voor de geologische berging nog geen definitieve limietwaarden bepaald zijn.
- 601 Voor het interne vervoer van de verpakkingen op de site van Belgoprocess wordt geargumenteed dat de IP-2 eisen volgens SSR-6 voldoende zijn op het vlak van de routine en normale vervoersomstandigheden.
- 602 De fysische en chemische compatibiliteit houdt in dat er, zowel op korte als op lange termijn, geen nadelige consequenties mogen zijn voor de integriteit van de korf, onder meer ten gevolge van:
- de incompatibiliteit tussen het contactoppervlak van de korf en de primaire verpakking;
 - de incompatibiliteit tussen het contactoppervlak van de korf en de verschillende andere uitrustingen;
 - het inbrengen van het radioactieve afval.
- Dit criterium impliceert bijgevolg dat er geen fysische en chemische aantastingen van de korf met inwendige oorsprong kunnen optreden in de korf.
- 603 De fysische en chemische compatibiliteit houdt in dat er, zowel op korte als op lange termijn, geen nadelige consequenties mogen zijn voor de integriteit van het primaire collo, onder meer ten gevolge van:
- de incompatibiliteit tussen de materialen waaruit de primaire verpakking vervaardigd is,
 - de incompatibiliteit tussen het contactoppervlak van de korf en de primaire verpakking;
 - de incompatibiliteit tussen het contactoppervlak van een primaire verpakking en de verschillende uitrustingen gebruikt voor de hantering van de verpakking;
- Dit criterium impliceert bijgevolg dat er geen fysische en chemische aantastingen van de primaire verpakking met inwendige oorsprong kunnen optreden in het primaire collo.
- 604 Een goede droging is nodig zodat er geen vrijstaande vloeistoffen (zie criterium 411) aanwezig zijn in het primaire collo en om chemische en fysische reacties zoals corrosie en radiolyse te beperken.
- 605 Dit criterium impliceert dat er geen fysische beschadigingen van de primaire verpakking van uitwendige afkomst kunnen optreden in het collo radioactief afval voor een minimale periode van 75 jaar. NIRAS heeft beslist om deze periode te laten beginnen vanaf het jaar waarin de primaire verpakking geproduceerd wordt.
- Het criterium zorgt ervoor dat de primaire verpakking kan weerstaan aan alle mechanische belastingen die kunnen optreden onder normale bedrijfsomstandigheden en er dus geen doorboringen, scheuren of barsten, diepe krassen, deuken, bulten en chemische en thermische aantastingen optreden.
- 606 Indien gebruik gemaakt wordt van stralingsgevoelige materialen, bijvoorbeeld rubberen dichtingen waarvoor de stralingsweerstand gedurende 75 jaar moeilijk te handhaven is, moet de nodige infrastructuur en procedures beschikbaar zijn om deze te kunnen vervangen gedurende de opslagfase op de site van Belgoprocess. Om het concept zo simpel mogelijk en de operationele kostprijs zo laag mogelijk te houden, wordt dit niet voorzien voor zone D van het opslaggebouw G136X. Bijgevolg moeten alle materialen waaruit de primaire verpakking is samengesteld zodanig te zijn dat deze hun integriteit en mechanische weerstand behouden onder invloed van bestraling
- 607 Dit criterium impliceert dat er geen chemische aantastingen van de primaire verpakking van uitwendige en inwendige oorsprong kunnen optreden in het collo radioactief afval. Hiervoor eist NIRAS onder andere dat de primaire verpakking van het radioactief afval corrosiebestendig is tijdens alle fases van zijn beheer voorafgaand aan de eindconditionering. Corrosiebestendigheid heeft betrekking op corrosieverschijnselen van zowel interne als externe oorsprong, waarbij de voorziene periode wordt vastgelegd op 75 jaar.

De integriteit van de primaire verpakking is van cruciaal belang voor de veiligheid tijdens de volledige opslagperiode en heeft rechtstreeks invloed op het latere ontladen van de primaire colli uit het opslaggebouw.

Voor de omgevingsomstandigheden moet rekening gehouden worden met de volgende waarden, zoals opgenomen in het veiligheidsrapport voor zone D van G136X:

- De relatieve vochtigheid mag nooit boven 60% komen binnen de permanente basiscondities
- Het setpunt van de drooginstallatie moet vastgelegd worden op 50%
- De permanente basiscondities zelf bedragen 5°C in de winter en maximaal +45°C bij 55% relatieve vochtigheid in de zomer

- 608 Een aantasting van de structurele integriteit of het insluitingsvermogen van de verpakking door vermoeiingseffecten kan de operationele veiligheid in het gedrang brengen van de handelingen van het primaire collo (hanteren, vervoeren, tijdelijke opslag).
- 609 Rechtstreekse berging van de primaire collo wordt weinig waarschijnlijk geacht omwille van de gerelateerde gasproblematiek. Uit voorzorg wordt deze optie toch meegenomen. Opdat de primaire colli accepteerbaar zouden zijn voor geologische berging, moet de gasafvoer luchtdicht afgesloten worden. Elke besmetting van de bergingsinstallatie tijdens de operationele fase moet immers vermeden worden. De gasdichtheid kan bijvoorbeeld bereikt worden door het dichtlassen van de plaats waar de filter gemonteerd was. Daarbij mogen uiteraard de integriteit en de hanteerbaarheid van de verpakking niet aangetast worden.
- 610 Op basis van de maximale hoogte die het collo bereikt in het opslaggebouw G136 wordt de referentievalhoogte op 5,5 meter vastgelegd. Op basis van mitigerende maatregelen zou de valhoogte en het valoppervlak kunnen wijzigen. De verpakking moet dan voldoen aan de vereisten voor een val die volgen uit de op het moment van transfer door de Veiligheidsautoriteiten goedgekeurde update van het veiligheidsrapport van G136 zone D. Hetzelfde geldt als er een nieuw opslaggebouw voorzien wordt voor dit afval.
- 611 Om NIRAS zich ervan te vergewissen dat het proces van eigen operaties en handelingen in de pools bevredigend verloopt zijn deze koude testen nodig.
- 612 Doorval van radioactief afval kan ervoor zorgen dat er afbreuk wordt gedaan aan de integriteit van de primaire verpakking gedurende de opslagfase.
- 613 Na de tijdelijke opslag zal het radioactieve afval een verwerking en immobilisatie moeten ondergaan zodat het de volgende stappen van het referentiebeheertraject kan aanvangen. De immobilisatie van het afval, zij het in de primaire verpakking, zij het na uitnemen van de korf in een andere verpakking of rechtstreeks in de monoliet categorie B, moet ervoor zorgen dat het afval volledig omgeven wordt door immobilisatiematrix en de vrije ruimtes opgevuld worden. Het ontwerp van de korf, en de manier waarop het afval in de korf geplaatst is, mag dit niet verhinderen of onnodig bemoeilijken. Gezien deze immobilisatiematrix nog niet bepaald is, wordt gevraagd aan te tonen dat hieraan voldaan kan worden met één van de immobilisatiematrices die momenteel gebruikt wordt of voorzien is te gebruiken voor de heterogene conditionering van radioactief afval (nl. de CILVA-mortel, DCM of de IPM-mortel).
- 614 Deze limiet is afkomstig van de capaciteit van de rolbrug in zone D die voor 10 ton niet-nucleaire last ontworpen werd. In het kader van de lopende veiligheidsstudies werd onderzocht of de brug gebruikt kon worden voor 10 ton nucleaire last. Preliminair resultaten tonen aan dat:
- De rolbrug primaire colli tot en met 5 ton zonder enige operationele beperking kan manipuleren;
 - De rolbrug primaire colli met een massa tussen 5 en 9 ton kan manipuleren maar dit voor een beperkt aantal manipulaties binnen een bepaalde tijdspanne. Deze operationele beperking kan een impact hebben op de afvoersnelheid van de sites van Electrabel.
- 615 Deze limiet is afkomstig van de veiligheidsstudie die naging wat de limiterende dimensies zijn voor dergelijke primaire verpakking voor de opslag in zone D van G136X. Een aanpassing van de referentieverpakking is mogelijk maar vereist een nieuwe evaluatie om technische aandachtspunten te identificeren.
- 616 Na de tijdelijke opslag zal het radioactieve afval een verwerking en immobilisatie moeten ondergaan zodat het de volgende stappen van het beheertraject kan aanvangen, met als uiteindelijk doel om geborgen te worden in de geologische bergingsinstallatie. Het radioactieve afval kan daarom uit zijn

primaire verpakking gehaald moeten worden met de conventionele uitrustingen voor het hanteren van de primaire colli. Om NIRAS zich ervan te vergewissen dat dit proces bevredigend verloopt, moet de producent in het goedkeuringsdossier 'Primaire verpakking': de methode en procedure beschrijven die toegepast wordt en aantonen hoe verzekert kan worden dat de eventueel gebruikte mobiele installatie beschikbaar is op het moment dat het radioactieve afval uit zijn primaire verpakking gehaald moet worden.

- 617 Dit criterium is afkomstig van het veiligheidsrapport van het opslaggebouw G136 zone D.
- 618 De limietwaarden op (pseudo-)contact en op 1 meter van het primaire collo is afkomstig van het veiligheidsrapport van opslaggebouw G136 zone D. De huidige limieten voor het dosistempo op (pseudo-)contact en op 1 meter van het primaire collo uit het veiligheidsrapport van het betrokken opslaggebouw 136D bedragen 100 Gy/uur op (pseudo-)contact met het primair collo en 10 Gy/uur op 1 meter afstand van het primair collo. Deze limieten zullen in de toekomst mogelijk naar boven herzien worden in functie van de veiligheidsstudies en mits aanvaarding door de Veiligheidsautoriteiten. In dat geval moet elk primair collo voldoen aan de limieten die op het moment van transfer van toepassing zijn. Indien er een nieuw opslaggebouw voor dit afval gebouwd zou worden, zal dit zo ontworpen worden dat het primaire colli met een maximaal dosistempo op (pseudo-) contact tot 2000 Gy/h kan ontvangen. Deze dosislimiet is gebaseerd op informatie die door Electrabel werd aangeleverd omtrent het maximale dosistempo op (pseudo-)contact van een primair collo dat valt onder het toepassingsdomein van deze contractuele overdrachtscriteria.
- 619 Het criterium voor afneembare oppervlaktebesmetting is een operationele parameter die van belang is voor de bescherming van mens en omgeving tijdens de verschillende fasen van het verdere beheer (transport en opslag in het opslaggebouw). Bovendien is dit criterium opgenomen in het veiligheidsrapport van het betrokken opslaggebouw.
- 620 Een unieke identificatiecode op een collo zorgt voor een eenduidige verbinding met zijn radiologische en chemische inhoud, zodat men steeds weet hoe de operationele veiligheid gegarandeerd kan worden. Naast een operationeel criterium is dit ook een langetermijncriterium, omdat het de traceerbaarheid en (radiologische en chemische) inhoud van het afval omvat die van belang is voor de berging van het collo. Dit stemt overeen met de Algemene Regel (voor het opstellen van acceptatiecriteria voor radioactief afval) die verplicht dat een eenheid radioactief afval met zijn documentatie moet verbonden zijn door middel van een unieke identificatiecode op de verpakking, die duidelijk afleesbaar blijft tot zo lang de eenheid als dusdanig blijft bestaan (zie criterium 623).
- 621 Om het identificatienummer vanop afstand en onder verschillende invalshoeken leesbaar te maken, zal het identificatienummer voldoende groot aangebracht worden op meerdere plaatsen op het vat. Om de uniformiteit te verzekeren, wordt er een bepaalde structuur gehanteerd voor het identificatienummer, zoals vermeld is in het contractueel overdrachts criterium.
- 622 Het ARBIS [12] legt het volgende op:
- Elk collo radioactief afval moet een waarschuwingsteken voor ioniserende straling dragen. Dit volgt uit artikel 31.2 c van het ARBIS, dat bepaalt dat het waarschuwingsteken moet voorkomen op elk recipiënt waarin zich radioactieve stoffen bevinden. De afmetingen van het etiket en de plaats(en) op het collo waar het wordt aangebracht, staan in functie van de duidelijke zichtbaarheid en de goede herkenbaarheid van het waarschuwingsteken.
 - Het waarschuwingsteken moet gelijken op het waarschuwingsteken voor radioactieve stoffen, dat wordt omschreven in het koninklijk besluit van 17 juni 1997 betreffende de veiligheids- en gezondheidssignalering op het werk (waar ook de Codex over het welzijn op het werk naar verwijst). Dit volgt uit artikel 31.1 van het ARBIS, dat zich verder focust op het symbool dat het belangrijkste kenmerk is van dit waarschuwingsteken. Hierbij wordt opgemerkt dat het koninklijk besluit van 17 juni 1997 niet oplegt dat het waarschuwingsteken voor radioactieve stoffen moet voorkomen op recipiënten.
- 701 Dit criterium is voor de operationele veiligheid van de operatoren van het betrokken opslaggebouw. Voor de omschrijving van 'biologische ziekteverwekkers' wordt een beroep gedaan op definities uit het ADR [13], wegens de nauwkeurigheid van deze definities en de algemene bekendheid van deze wetgeving.
- 702 Dit criterium is gebaseerd op het voorzichtigheidsprincipe. Biologische inactivatietechnieken zijn doorgaans niet voor 100% effectief in het vernietigen van de aanwezige biologische ziekteverwekkers.

Bijlage 2 Referentiebeheertraject

Een referentiebeheertraject is de opeenvolging van beheeractiviteiten, dat door NIRAS gepland is in overeenstemming met het Nationale Programma, zoals bedoeld in de wet van 3 juni 2014 houdende wijziging van artikel 179 van de wet van 8 augustus 1980.

Het referentiebeheertraject voor het radioactieve afval van Electrabel dat afkomstig is van de ontmanteling van de interne delen van de reactorvaten die uitgevoerd wordt onder de ontmantelingsvergunning van de Belgische reactoren bestaat uit de volgende stappen:

1. Transport naar site 1 van Belgoprocess (in geval de colli niet geproduceerd zijn op deze site) en transfer van de colli radioactief afval in niet-geïmmobiliseerde vorm naar de Belgische Staat. De primaire verpakking is een dunwandige container (TSC, thin-shelled container).
2. Opslag van de colli in opslaggebouw G136 zone D of in een nieuw opslaggebouw bestemd voor dit afval.
3. Acceptatie en overbrenging van de colli radioactief afval vanuit de opslaggebouwen naar de installatie voor het uitladen van het radioactieve afval.
4. Overbrenging van het uitgeladen radioactieve afval vanuit de installatie voor het uitladen van het radioactieve afval naar de (toekomstige) eindconditioneringsinstallatie.
5. Het product van de eindconditionering zijn bergingscolli ('monolieten') Type B.
6. Acceptatie en overbrenging van de monolieten B vanuit de eindconditioneringsinstallatie naar de (geplande) geologische bergingsinstallatie.
7. Berging van de monolieten B.
8. Beheer van het radioactieve afval na berging.

Bijlage 3 Overzicht van de gevaarzinnen van de uitgesloten gevaarlijke stoffen en mengsels

H-zin	begeleidend GHS-pictogram	Omschrijving
Ontploffbare stoffen		
H200		instabiele ontploffbare stof
H201		ontploffbaar; gevaar voor massaexplosie
H202		ontploffbaar; ernstig gevaar voor scherfwerking
H203		ontploffbaar; gevaar voor brandluchtdrukwerking of scherfwerking
H204		gevaar voor brand of scherfwerking
H205	geen	gevaar voor massa-explosie bij brand
Ontvlambare gassen of aerosolen		
H221	geen	ontvlambaar gas
H220		zeer licht ontvlambaar gas
H222		zeer licht ontvlambare aerosol
H223		ontvlambare aerosol
Ontvlambare vloeistoffen of vaste stoffen		
H224		zeer licht ontvlambare vloeistof en damp
H225		licht ontvlambare vloeistof en damp
H226		ontvlambare vloeistof en damp
H228		ontvlambare vaste stof
Zelfontledende stoffen en mengsels, alsook organische peroxiden		
H240	  of	ontploffingsgevaar bij verwarming
H241		brand of ontploffingsgevaar bij verwarming
H242		Brandgevaar bij verwarming
Pyrofore stoffen en stoffen en mengsels die voor zelfverhitting vatbaar zijn		
H250		vat spontaan vlam bij blootstelling aan lucht
H251		vatbaar voor zelfverhitting; kan vlam vatten
H252		in grote hoeveelheden vatbaar voor zelfverhitting; kan vlam vatten
Stoffen en mengsels die in contact met water ontvlambare gassen ontwikkelen		
H260		in contact met water komen ontvlambare gassen vrij die spontaan kunnen ontbranden

H261		in contact met water komen ontvlambare gassen vrij
Oxiderende vaste stoffen en vloeistoffen en gassen		
H270		Gas dat kan brand of ontploffingen veroorzaken; sterk oxiderend
H271		kan brand of ontploffingen veroorzaken; sterk oxiderend
H272		kan brand bevorderen; oxiderend
Gassen onder druk		
H280		bevat gas onder druk; kan ontploffen bij verwarming
H281		bevat sterk gekoeld gas; kan cryogene brandwonden of letsel veroorzaken
Stoffen en mengsels die bijtend zijn voor metalen		
H290		kan bijtend zijn voor metalen
EUH-zin	begeleidend GHS-pictogram	Omschrijving
Materiële eigenschappen		
EUH001	geen	in droge toestand ontplofbaar
EUH014		reageert heftig met water
EUH018		kan bij gebruik een ontvlambaar/ontplofbaar damp-luchtmengsel vormen
EUH019		kan ontplofbare peroxiden vormen
EUH044		ontploffingsgevaar bij verwarming in afgesloten toestand

Opmerking: EUH006, 'Ontplofbaar met en zonder lucht.', is geschrapt door de Europese Verordening (EU) nr. 487/2013 van 8 mei 2013.

Bijlage 4 Lijst van de elektropositieve metalen

Elektropositieve metalen zijn elementen in metaalvorm waarvan de standaardelektrodepotentiaal (E^0) in een waterige oplossing ten opzichte van de standaard-waterstofelektrode lager is dan -0,83 V, zijnde de E^0 van het koppel waterstof/waterstofhydroxide (H_2/OH).

De onderstaande tabel bevat een exhaustieve lijst van de elektropositieve metalen, met hun standaardelektrodepotentiaal.

Zink en titanium zijn niet in deze lijst opgenomen omdat deze metalen zeer snel een uiterst weinig oplosbare oxidelaag vormen die stabiel is over een breed spectrum van pH-waarden.

Enkel voor aluminium en beryllium werd in TNT-2 [11] een specifieke AO-code bepaald, omdat in de praktijk van het afvalbeheer enkel deze elementen voorkomen in metaalvorm.

3.2

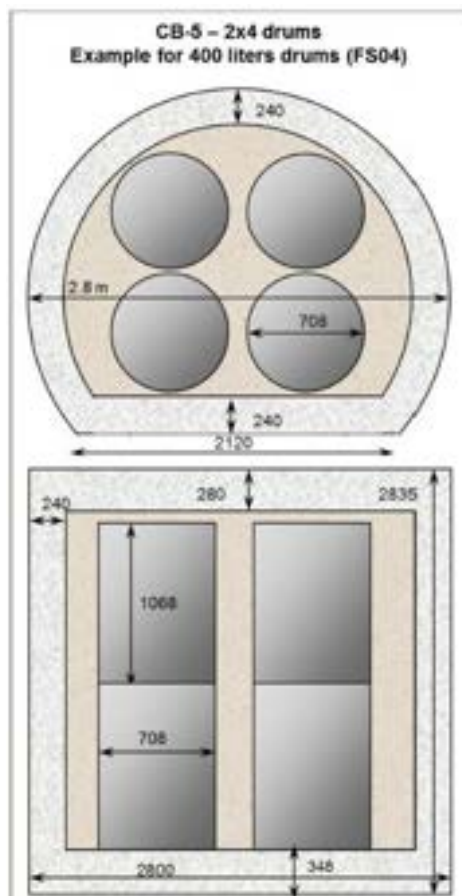
	Element (zuiver metaal)	E^0 (Volt)
ELEKTROPOSITIEVE METALEN	Li	-3.04
	Rb	-2.98
	K	-2.93
	Cs	-2.92
	Ba	-2.91
	Sr	-2.89
	Ca	-2.76
	Na	-2.71
	Mg	-2.38
	Be	-1.85
	Al	-1.66
	Mn	-1.19
Ref.	$2H_2O \leftrightarrow H_2 + 2OH^-$	-0.83

Bron: CRC Handbook of Chemistry and Physics 64th Ed (1983)

Bijlage 5 Lijst met afkortingen

ARBIS	Algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen, koninklijk besluit van 20 juli 2001 en wijzigingen.
EDM	Goedkeuringsdossier methode
EDR	Goedkeuringsdossier radiologische karakterisering.
TSC	Thin-shelled container

Bijlage 6 Design CB-5 (bron: NIROND-TR 2017-10 E V3 (December 2019))



Types of caissons	CB-5
Outer length (mm)	2 835
Outer diameter (mm)	2 800
Base width (mm)	2 120
Height (mm)	2 310
Radial thickness (mm)	240
Axial thickness bottom (mm)	348
Axial thickness top (mm)	280
Mortar thickness top (mm)	71
Total volume (m ³)	15.43
Mass of caisson (kg)	18 047
Maximum mass of the monolith B (kg) ¹	41 202

Gezien om gevoegd te worden bij Ons besluit van [DATUM] inzake de indeling van het radioactief afval en de verbruikte kernbrandstof, de meeteenheden en de wijze van verbruik van de volumekredieten, en de contractuele overdrachtscriteria.

Van Koningswege,

De Minister van Energie
Tinne Van der Straeten

¹ Calculated for the heaviest type of PWPs for each type of monolith B.

N3. Déchets radioactifs de catégorie C et de combustible utilisé, unités et méthodes de consommation des crédits de volume pour les déchets de catégorie C et de combustible utilisé et critères de transfert contractuels pour les déchets de catégorie C, pour les déchets de combustible utilisé et les installations d'entreposage correspondantes et pour les sites nucléaires.

Annexe 3

Volumes et critères de transfert contractuels pour les déchets de catégorie C et le combustible nucléaire usé et installations d'entreposage correspondantes

1. VOLUMES

types	Unité pour les DÉCHETS PRIMAIRES	Quantité de DÉCHETS PRIMAIRES/ Assemblages de combustible	Taux de remplissage (#/ Super-Container)	type Super-Container	Nombre de Super-Containers	Longueur unitaire (m/Super-Container)	Équivalent longueur de stockage [m]	Facteur de conversion [m / #]
		A	B		C = A / B	D	E = C*D	F=D/B
CSD-V	Nombre de canisters	387	2	SC1	193,5	4,077	789	2,039
Doel 1/2	Nombre d'assemblages de combustible (y compris capsule canister)	2.221	4	SC2	555,25	4,193	2.328	1,048
Tihange 1/2/Doel3 UOX	Nombre d'assemblages de combustible (y compris capsule canister)	4.886	4	SC3	1.221,5	5,368	6.557	1,342
Tihange3/Doel 4	#Assemblages de combustible (y compris capsule canister)	3.338	4	SC4	834,5	6,122	5.109	1,531
MOX	Nombre d'assemblages de combustible	144	1	SC5	144	5,498	792	5,498
Total		10.976				Total	15.575	

Note : le nombre de capsules canisters est limité à 11 conformément au dossier CPN 2022 (à l'exclusion de tous nouveaux canisters pouvant être qualifiés de déchets LTO

et de combustible nucléaire usé).

En utilisant les formules suivantes :

Facteur de conversion [m / #] =

Unité de longueur [m / Super -Container]

Taux de remplissage [# / Super -Container]

Consommation de la longueur de stockage [m] =

Facteur de conversion [m / #] * Quantité de déchets primaires [#]

2. PRINCIPES GÉNÉRAUX POUR LE TRANSFERT DES DÉCHETS DE CATÉGORIE C ET DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE USÉ

Le transfert à l'Etat belge des obligations financières transférées relatives à la gestion des déchets radioactifs et du combustible nucléaire usé concernant le paquet de déchets de catégorie C et les paquets de combustible nucléaire usé a lieu :

- immédiatement après le closing de la transaction et le paiement des montants forfaitaires de catégorie B et de catégorie C pour les déchets vitrifiés et conditionnés de catégorie C déjà entreposés chez Belgoprocess ;
- à la date de transfert du site pour tous les autres paquets de combustible nucléaire usé, à condition qu'ils soient tous conditionnés et emballés dans des conteneurs à sec appropriés pour l'entreposage à sec.

3. CRITÈRES DE TRANSFERT CONTRACTUELS DES DÉCHETS VITRIFIÉS DE CATÉGORIE C DÉJÀ ENTREPOSÉS CHEZ BELGOPROCESS

Les déchets vitrifiés de catégorie C déjà entreposés chez Belgoprocess seront transférés à l'Etat belge dans l'état où ils se trouvent après le closing de la transaction et le paiement du montant forfaitaire de Catégorie B et de Catégorie C, étant entendu que toutes les informations dont dispose l'opérateur nucléaire et qui sont requises par Belgoprocess et/ou l'ONDRAF seront communiquées par l'opérateur nucléaire. Cette transmission d'informations constitue les critères de transfert contractuels pour ces déchets vitrifiés de catégorie C.

4. CRITÈRES DE TRANSFERT CONTRACTUELS POUR LES SITES NUCLÉAIRES

4.1 Transfert des installations d'entreposage à sec et informations connexes

(A) Les critères de transfert contractuels pour les installations d'entreposage à sec sont les suivants :

- Les installations d'entreposage à sec sont conformes à leur autorisation de base spécifique, comme indiqué dans leur rapport de sûreté respectif, leurs autorisations d'exploitation et leurs permis régionaux ou équivalents ;
- Les installations d'entreposage à sec ont obtenu la validation par l'AFCN de leur dernière révision décennale à la date de transfert du site. Si un programme d'actualisation de la conception ou un programme de vieillissement est en cours, il sera exécuté comme convenu avec l'AFCN jusqu'à la date de transfert du site, tous les travaux faisant partie de ce programme d'actualisation de la conception étant à la charge de l'exploitant nucléaire, à ses propres frais, jusqu'à la date de transfert du site, et tous les travaux futurs, après la date de transfert du site, étant à la charge de l'Etat belge, à ses propres frais. Le planning utilisé sera celui approuvé par l'AFCN.

(B) Les installations d'entreposage à sec seront transférées avec l'ensemble du personnel, des actifs, des permis, des autorisations et du savoir-faire pertinents, y compris les documents techniques et autres archives pertinentes, afin de garantir la continuité de leur exploitation en toute sécurité.

(C) Les installations d'entreposage à sec seront transférées avec toutes les informations pertinentes, à jour et disponibles, relatives aux installations, ce qui inclura :

- Plans/schémas as built,
- La position du combustible/des conteneurs à sec à l'intérieur du bâtiment,
- Le rapport de sûreté et les études de sûreté associées,
- Les résultats des programmes d'inspection (rapport des inspections visuelles, rapport de spectrographie thermique, etc.),
- Documents juridiques nécessaires pour assurer le transfert de propriété,
- Informations relatives à la maintenance et à l'amélioration effectuées sur le bâtiment (y compris les programmes de gestion du vieillissement et lors de l'examen périodique décennal de la sûreté).

(D) Tous le combustible nucléaire usé entreposé dans des conteneurs d'entreposage à sec dans les installations d'entreposage à sec seront conditionnés par l'exploitant nucléaire en paquets de combustible nucléaire usé.

4.2 Transfert du bâtiment de soutien aux installations d'entreposage à sec et informations connexes

Les critères de transfert contractuels pour le bâtiment de soutien aux installations d'entreposage à sec seront déterminés dans les documents de transaction.

5. CRITÈRES DE TRANSFERT CONTRACTUELS POUR LES PAQUETS DE COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE USÉ DANS LES INSTALLATIONS D'ENTREPOSAGE À SEC

Les paquets de combustible nucléaire usé et les installations d'entreposage à sec sont transférés avec toutes les informations et tous les documents disponibles et à jour, y compris les données historiques, conformément aux bonnes pratiques et aux recommandations internationales, ce qui inclut :

1) Pour la phase de conception et de fabrication :

- Dossier de construction de chaque conteneur d'entreposage à sec et de ses accessoires, dossiers QA, dossier de conformité, etc.
- Dossier de construction du système de surveillance, y compris la surveillance de l'étanchéité (surveillance de la pression d'hélium).
- ./.. Dossier de sûreté relatif à chaque type de conteneur d'entreposage à sec (comparable à un « rapport de sûreté » pour le conteneur tel qu'autorisé par l'AFCN) et certificats d'approbation potentiels liés.

2) Pour la phase d'exploitation :

- Dossier du cycle de vie de chaque conteneur d'entreposage à sec (y compris les réparations et l'entretien éventuels du conteneur),
- Programme de gestion du vieillissement comme convenu avec l'AFCN, y compris les résultats des inspections thermographiques.

3) Informations sur le contenu de chaque conteneur d'entreposage à sec

- Plan de chargement de chaque conteneur d'entreposage à sec (identification des assemblages de combustible chargés, conformité avec l'autorisation de chargement du conteneur, activité totale, puissance thermique, conformité aux critères de doses). Si le conteneur contient des crayons séparés : identification des crayons et du canister/des carquois utilisés.
- Validation BEL V du plan de chargement.
- Processus de gestion du vieillissement applicable.

4) Informations détaillées sur l'inventaire des assemblages de combustible

(i) Données générales, par assemblage ou, si elles ne sont pas disponibles, par lot de production

- Réacteur dans lequel le combustible a été irradié.
- Éléments de la conception mécanique de l'assemblage de combustible :

- Code de conception mécanique.
- Caractéristiques physiques : espace entre les crayons de combustible, masse enveloppe, longueur, volume et section transversale, diamètre et densité des pastilles de combustible, masse initiale maximale d'uranium, position de la longueur active.
- Plans de référence/de fabrication.
- Des schémas axiaux et radiaux pour positionner les composants de l'assemblage.
- Éléments de la conception nucléaire de l'assemblage de combustible :
 - Code de conception nucléaire.
 - Nombre et type de cellules dans la région active : enrichissement initial en U-235, densité de concentration nominale en Gd₂O₃ (pour les pastilles contenant du Gd₂O₃, le cas échéant).
- Éléments des composants de l'assemblage de combustible :
 - Code du composant.
 - Caractéristiques physiques : masse enveloppe, section/diamètre (selon le composant), longueur, matériau de base, teneur en impuretés, teneur initiale/finale en isotopes fissiles (le cas échéant), taux de combustion (le cas échéant), pression de remplissage du gaz et volume libre (le cas échéant).
 - Position à l'intérieur de l'assemblage de combustible.
 - Dessins/dossiers de fabrication.
 - Liste des sous-composants : matériau de base, masse et teneur en impuretés pertinentes.

(ii) Données spécifiques (par assemblage ou par cycle de réacteur)

- Codes ANSI pour l'assemblage
- Conception mécanique et nucléaire des assemblages de combustible.
- Enrichissement initial moyen en U-235 (en wt%) et inventaire initial/final des isotopes fissiles (U-total, U-235).
- Les absorbeurs intégraux et leur composition.
- Historique de l'irradiation : nombre de cycles d'irradiation, augmentation de la combustion moyenne de l'assemblage par cycle, combustion moyenne de l'assemblage final et emplacements de l'assemblage pendant les cycles d'irradiation, profil de combustion axiale, fonctionnement avec ou sans insertion du crayon de contrôle.
- Inspections : date, méthode utilisée et opérations de réparation effectuées (le cas échéant).
- État physique : type de défaut et code d'état.
- Localisation : réacteur, entreposage intermédiaire.

(iii) Données d'inventaire

- Date de déchargement.
- Nombre et type d'assemblages de combustible déchargés à chaque interruption du rechargement.
- Enrichissement initial moyen et maximal en U-235.
- Taux de combustion moyen et maximum de l'assemblage de combustible.
- Masse totale d'uranium initiale et finale.

Cette transmission d'informations constitue les critères de transfert contractuels pour les paquets de combustible nucléaire utilisé.

Vu pour être annexé à Notre arrêté du [DATUM] relatif à la répartition des déchets radioactifs et de combustible utilisé, aux unités et méthodes de consommation des crédits de volume et aux critères de transfert contractuels

Par le Roi,

Ministre de l'Énergie
Tinne Van der Straeten

N3. Radioactief afval van categorie C en verbruikte kernbrandstof, meeteenheden en de wijze van verbruik van de volumekredieten voor categorie C-afval en verbruikte kernbrandstof en de contractuele overdrachtscriteria voor categorie C-afval, voor verbruikte kernbrandstof en de betreffende opslaginstallaties en voor de nucleaire sites.

Bijlage 3
Volumes en contractuele overdrachtscriteria voor categorie C-afval en verbruikte kernbrandstof en
aanverwante opslaginstallaties

1. VOLUMES

types	Eenheid voor PRIMAIR AFVAL	Hoeveelheid PRIMAIR AFVAL/brandstofelementen	Vultempo (#/ Supercontainer)	type Supercontainer	Aantal Supercontainers	Eenheidslengte (m/Supercontainer)	Equivalente bergingslengte [m]	Conversiefactor [m / #]
		A	B		C = A / B	D	E = C*D	F=D/B
CSD-V	Aantal canisters	387	2	SC1	193,5	4,077	789	2,039
Doel 1/2	Aantal brandstofelementen (inclusief capsulecanister)	2.221	4	SC2	555,25	4,193	2.328	1,048
Tihange 1/2/Doel3 UOX	Aantal brandstofelementen (inclusief capsulecanister)	4.886	4	SC3	1.221,5	5,368	6.557	1,342
Tihange3/Doel 4	#Brandstofelementen (inclusief capsulecanister)	3.338	4	SC4	834,5	6,122	5.109	1,531
MOX	Aantal brandstofelementen	144	1	SC5	144	5,498	792	5,498
Totaal		10.976				Totaal	15.575	

Opmerking: het aantal capsulecanisters is beperkt tot 11 in overeenstemming met het CPN-bestand 2022 (exclusief nieuwe canisters die in aanmerking komen als LTO-afval en verbruikte kernbrandstof).

Met de volgende formules gebruikt :

Conversiefactor [m / #] =

Eenheidslengte [m / Supercontainer]

Vultempo [# / Supercontainer]

Verbruik bergingslengte [m] =

Conversiefactor [m / #] * Hoeveelheid primair afval [#]

2. ALGEMENE PRINCIPES VOOR DE OVERDRACHT VAN CATEGORIE C-AFVAL EN VERBRUIKTE KERBRANDSTOF

De overdracht aan de Belgische Staat van de overgedragen financiële verplichtingen inzake het beheer van radioactief afval en verbruikte kernbrandstof met betrekking tot categorie C-afvalpakketten en pakketten verbruikte kernbrandstof vindt plaats:

- onmiddellijk na de closing van de transactie en de betaling van de forfaitaire bedragen van categorie B en categorie C voor het verglaasde en geconditioneerde categorie C-afval dat reeds bij Belgoprocess is opgeslagen;
- op de datum van overdracht van de site voor alle andere pakketten verbruikte kernbrandstof, op voorwaarde dat deze allemaal geconditioneerd zijn en verpakt in geschikte containers voor droge opslag.

3. CONTRACTUELE OVERDRACHTSCRITERIA VAN HET VERGLAASDE CATEGORIE C-AFVAL DAT AL IS OPGESLAGEN BIJ BELGOPROCESS

Het verglaasde categorie C-afval dat reeds bij Belgoprocess is opgeslagen, zal worden overgedragen aan de Belgische Staat in de staat waarin het zich bevindt bij de closing van de transactie en de betaling van het categorie B en categorie C forfaitaire bedrag, met dien verstande dat alle informatie waarover de kernexploitant beschikt en die vereist wordt door Belgoprocess en/of NIRAS, zal worden overgemaakt door de kernexploitant. De overgedragen informatie zijn de contractuele overdrachtscriteria voor dit verglaasde categorie B-afval.

4. CONTRACTUELE OVERDRACHTSCRITERIA VOOR DE NUCLEAIRE SITES

4.1 Overdracht van de droge opslaginstallaties en bijbehorende informatie

(A) De contractuele transfercriteria voor de installaties voor droge opslag zijn de volgende:

- De installaties voor droge opslag voldoen aan hun specifieke toelatingsbasis zoals vermeld in hun respectievelijke veiligheidsrapport, exploitatietoelatingen en regionale vergunningen of gelijkwaardig;
- De installaties voor droge opslag hebben voldaan aan de validatie door het FANC van hun laatste tienjaarlijkse revisie op de datum van overdracht van de site. Als er een updateprogramma van het ontwerp of een verouderingsprogramma aan de gang is, zal dit worden uitgevoerd zoals overeengekomen met het FANC tot aan de datum van overdracht van de site, waarbij alle werken die deel uitmaken van dat updateprogramma van het ontwerp de verantwoordelijkheid zijn van de kernexploitant, op zijn eigen kosten, tot aan de datum van overdracht van de site, en alle toekomstige werken, na de datum van overdracht van de site, de verantwoordelijkheid zijn van de Belgische Staat, op zijn eigen kosten. De gebruikte planning is de door het FANC goedgekeurde planning.

(B) De installaties voor droge opslag worden overgedragen met al het relevante personeel, activa, vergunningen, toelatingen en knowhow, inclusief technische documenten en andere relevante archieven, om hun veilige werking in continuïteit te garanderen.

(C) De installaties voor droge opslag worden overgedragen met alle relevante actuele en beschikbare informatie over de installaties, waaronder:

- As Built-plannen/schema's,
- De positie van de brandstof/containers voor droge opslag in het gebouw,
- Het veiligheidsrapport en bijbehorende veiligheidsstudies,
- De resultaten van inspectieprogramma's (visueel inspectierapport, thermisch spectrografisch rapport, enz.)
- Juridische documenten die nodig zijn voor de eigendomsoverdracht,
- Informatie met betrekking tot het onderhoud en de upgrade uitgevoerd aan het gebouw (inclusief verouderingsbeheerprogramma's en tijdens de 10-jaarlijkse periodieke veiligheidsbeoordeling).

(D) Alle verbruikte kernbrandstof opgeslagen in containers voor droge opslag in de installaties voor droge opslag wordt door de kernexploitant geconditioneerd in pakketten verbruikte kernbrandstof.

4.2 Overdracht van het ondersteuningsgebouw naar de installaties voor droge opslag en bijbehorende informatie

De contractuele overdrachtscriteria voor het ondersteuningsgebouw naar de installaties voor droge opslag worden bepaald in de transactiedocumenten.

5. CONTRACTUELE OVERDRACHTSCRITERIA VOOR PAKKETTEN VERBRUIKTE KERBRANDSTOF IN DE INSTALLATIES VOOR DROGE OPSLAG

De pakketten verbruikte kernbrandstof en de installaties droge opslag worden overgedragen met alle actuele en beschikbare informatie en documenten, inclusief historische gegevens, in overeenstemming met internationale goede praktijken en aanbevelingen, waaronder:

1) Voor de ontwerp- en fabricagefase:

- Constructiedossier van elke container voor droge opslag en toebehoren, QA-dossiers, conformiteitsdossier, enz.
- Constructiedossier van het bewakingssysteem, inclusief de lekvrije bewaking (heliumdrukbewaking)
- Veiligheidsdossier met betrekking tot elk type container voor droge opslag (vergelijkbaar met een "veiligheidsrapport" voor de container zoals toegelaten door het FANC) en mogelijke goedkeuringscertificaten gekoppeld

2) Voor de operationele fase,

- Levenscyclusdossier van elke container voor droge opslag (inclusief mogelijke reparatie en onderhoud van de container),
- Verouderingsbeheerprogramma zoals overeengekomen met het FANC, inclusief de resultaten van de thermografische inspecties

3) Informatie over de inhoud van elke container voor droge opslag

- Laadplan van elke container voor droge opslag (identificatie van de geladen brandstofelementen, overeenstemming met de toelating om de container te laden, totale activiteit, thermisch vermogen, overeenstemming met het dosiscriterium).
Als de container afzonderlijke staven bevat: identificatie van de gebruikte staven en canister/kokers
- BEL V-validatie van het belastingsplan
- Verouderingsbeheerproces van toepassing

4) Gedetailleerde informatie over de inventaris van splijtstofelementen

(i) Algemene gegevens, per element of, indien niet beschikbaar, per productiebatch

- Reactor waar de brandstof is bestraald.
- Eigenschappen mechanisch ontwerp brandstofelementen :

- Mechanische ontwerpcode.
 - Fysische kenmerken: afstand tussen de brandstofstaven, grensmassa, lengte, volume en doorsnede, diameter en dichtheid van de brandstofpellet, maximale initiële uraniummassa, positie van de actieve lengte.
 - Referentie-/productieteplannen.
 - Axiale en radiale lay-outs om de elementenonderdelen te positioneren.
- Eigenschappen nucleair ontwerp brandstofelementen :
 - Nucleaire ontwerpcode.
 - Aantal en type cellen in het actieve gebied: U-235 initiële aanrijking, Gd₂O₃ concentratie nominale dichtheid (voor pellets met Gd₂O₃, indien van toepassing).
- Eigenschappen van splijtstofelementonderdelen:
 - Onderdeelcode.
 - Fysische kenmerken: grensmassa, doorsnede/diameter (afhankelijk van de component), lengte, basismateriaal, gehalte aan onzuiverheden, begin-/eindgehalte aan splijtbare isotopen (indien van toepassing), opbranding (indien van toepassing), vuldruk van het gas en vrij volume (indien van toepassing).
 - Positie binnen de brandstofelementen.
 - Productieteplannen/-dossiers.
 - Lijst van subcomponenten: basismateriaal, massa en relevante onzuiverheden.

(ii) Specifieke gegevens (per element of per reactorcyclus)

- ANSI-codes voor de elementen
- Mechanische en nucleaire ontwerpen voor brandstofelementen.
- Gemiddelde initiële U-235 aanrijking (in wt%) en initiële/eindinventaris splijtbare isotopen (U-totaal, U-235).
- Integrale absorbers en hun samenstelling.
- Bestralingshistoriek: aantal bestralingscycli, toename van de gemiddelde opbranding van het element per cyclus, gemiddelde opbranding van het uiteindelijke element en locaties van de elementen tijdens de bestralingscycli, axiaal opbrandingsprofiel, werking met of zonder het inbrengen van de regelstaaf.
- Inspecties: datum, gebruikte methode en uitgevoerde reparaties (indien van toepassing).
- Fysieke toestand: type defect en statuscode.
- Locatie: reactor, voorlopige opslag.

(iii) Inventarisgegevens

- Datum van ontlading
- Aantal en type van brandstofelementen gelost bij elke herladingsstop.
- Gemiddelde en maximale initiële U-235 aanrijking.
- Gemiddelde en maximale opbranding van de brandstofelementen.
- Totale initiële en finale uraniummassa.

De overgedragen informatie zijn de contractuele overdrachtscriteria voor de pakketten verbruikte kernbrandstof.

Gezien om gevoegd te worden bij Ons besluit van [DATUM] inzake de indeling van het radioactief afval en de verbruikte kernbrandstof, de meeteenheden en de wijze van verbruik van de volumekredieten, en de contractuele overdrachtscriteria.

Van Koningswege,

De Minister van Energie
Tinne Van der Straeten