



Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs 2022-2026

Code de l'environnement, Article D542-88

Note technique DPS2D NT 2023-081

Chroniques de production de déchets de faible activité à vie longue et de leur envoi prévisionnel en stockage

Chroniques de production
de déchets FA-VL et de
leur envoi prévisionnel en
stockage

29 mars 2023

Sommaire

1. Demande du PNGMDR	3
2. Périmètre de la réponse d'Orano	3
3. Déchets UNGG « candidats historiques » au stockage FA-VL en sub-surface	5
3.1. Déchets UNGG des silos 115 et 130 et du SOD	5
3.1.1. Déchets du silo 115	5
3.1.2. Déchets du silo 130	9
3.1.3. Déchets du SOD	13
3.2. Déchets des Décanteurs 1,2 et 8 et des Fosses 217-1, 217-2 et 211-06	16
3.3. Conclusion	21
4. Colis de déchets re-catégorisables en FA-VL : Colis CBF-C'2, CAC, fûts de bitumes STE3 et STE2	22
4.1. Etude Orano réalisée en 2011 dans le cadre du PNGMDR 2010-2012 – Re-catégorisation de CBF-C'2	23
4.1.1. Contexte réglementaire et proposition Orano en 2010 de définition de critères génériques de distinction entre déchets MA-VL et FA-VL	23
4.1.2. Déclinaison de la proposition Orano au cas des colis de déchets d'exploitation conditionnés en CBF-C'2 en mai 2011	24
4.1.3. Recatégorisation de colis CBF-C'2 depuis 2011	30
4.2. Généralisation réalisée en 2022 pour la fourniture d'inventaire de colis FA-VL pour dossier 2023 FAVL Andra – Recatégorisation de CBF-C'2, de CAC, de fûts de bitumes STE2 et STE3	31
4.2.1. Contexte réglementaire des demandes d'inventaires de colis FA-VL	31
4.2.2. Généralisation de la démarche Orano de 2011	31
4.3. Chroniques de production et périodes de besoin de stockage	34
5. Conclusion	36
Références	38
Annexe	39

1. Demande du PNGMDR

L'article 30 de l'arrêté du 9 décembre 2022 pris en application du décret n°2022-1547 du 9 décembre 2022 prévu par l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement et établissant les prescriptions du Plan National de Gestion des Matières et des Déchets Radioactifs dispose :

« Pour l'application de l'article D. 542-88 du code de l'environnement et de l'action nommée FAVL.2 du PNGMDR, les producteurs de déchets radioactifs, en lien avec l'Andra, transmettent au ministre chargé de l'énergie un rapport définissant les chroniques de production de déchets de faible activité à vie longue et de leur envoi prévisionnel en stockage avant le 31 décembre 2022. ».

Le présent rapport constitue la réponse d'Orano à cette demande.

2. Périmètre de la réponse d'Orano

Les déchets pris en compte dans ce document sont :

- Les déchets UNGG du site Orano la Hague « candidats historiques » à un stockage FA-VL à faible profondeur (subsurface), c'est-à-dire :
 - o les déchets UNGG des silos 115 et 130 et du Stockage Organisé de Déchets (SOD), même si c'est la filière FMA-VC qui est recherchée en scénario de référence (Plan A) pour la très grande majorité d'entre eux, la filière de subsurface n'étant qu'une filière de repli,
 - o les déchets des décanteurs 1,2 et 8 et des fosses 217-01, 217-02 et 211-06 des ateliers Dégainage et Haute Activité / Dissolution Extraction (HA/DE).
- Des colis de déchets déjà produits (à fin 2021) sur le site Orano la Hague, qu'Orano estime re-catégorisables de la filière MA-VL vers la filière FA-VL, c'est-à-dire :
 - o des colis de déchets solides d'exploitation cimentés en coque béton : Conteneur Béton-Fibres Cylindrique de type C'2 (CBF-C'2) et Conteneur Amiante Ciment (CAC),
 - o des effluents de faibles et moyennes activités enrobés dans une matrice bitumineuse : fûts de bitumes STE3 et STE2.

Ces déchets sont tous déjà candidats au stockage de subsurface actuellement à l'étude sur la Communauté de Communes de Vendevre-Soulaines (CCVS).

Leurs caractéristiques radiologiques et chimiques ont été fournies à l'Andra pour lui permettre de réaliser les études quantitatives de sûreté qui seront présentées dans son « Dossier FAVL 2023 » en réponse à l'article 33 de l'arrêté du 9 décembre 2022 pris en application du décret n°2022-1547 du 9 décembre 2022.

Les Résidus de Traitement de Conversion de l'Uranium (RTCU) FA-VL ne sont donc pas pris en considération dans ce document car ils ne sont pas destinés au futur stockage CCVS ni à un stockage centralisé.

Les productions de colis de déchets CAC et de fûts de bitumes STE2 sont terminées respectivement depuis 1994 et 2007. Les quantités de colis de déchets CBF-C'2 et bitumes STE3 qui restent à produire (après 2021) et qui pourraient être redevables d'une re-catégorisation en FA-VL ne sont pas estimées dans ce document.

Les chroniques de productions demandées par l'arrêté s'appliquent donc dans cette note non pas à des déchets mais à des colis.

L'ensemble des colis CBF-C'2, CAC, fûts de bitumes STE3 et STE2 (produits et à produire, re-catégorisables et non re-catégorisables) ont été maintenus par Orano par prudence dans l'inventaire de référence de Cigéo. Ils sont donc tous pris en compte dans les études associées au dossier de demande d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo déposé par l'Andra le 16 janvier 2023.

En ce qui concerne la demande de fourniture de chroniques d'envoi prévisionnelles, l'expérience du stockage Cigéo a montré que l'établissement de telles chroniques n'est possible que lorsque les études de conception des installations de surface du stockage sont avancées. En effet, ces chroniques résultent d'une optimisation entre les besoins industriels d'évacuation des producteurs, leurs capacités d'expédition et de transport, le dimensionnement des installations de surface et de fond du stockage et les régimes d'exploitation du stockage. Au stade des études de conception du stockage de la CCVS, de telles études logistiques ne sont pas possibles. Aussi, ce rapport présentera les périodes de besoin d'évacuation des colis FA-VL du site Orano la Hague.

3. Déchets UNGG « candidats historiques » au stockage FA-VL en sub-surface

3.1. Déchets UNGG des silos 115 et 130 et du SOD

Les déchets UNGG proviennent du dégainage des combustibles des centrales graphite gaz EDF de Chinon, Saint-Laurent et Bugey.

3.1.1. Déchets du silo 115

Déchets

L'entreposage des déchets dans 3 cuves cylindriques en acier (cuves 550-40, 41 et 42) a été exploité de 1966 à 1974.

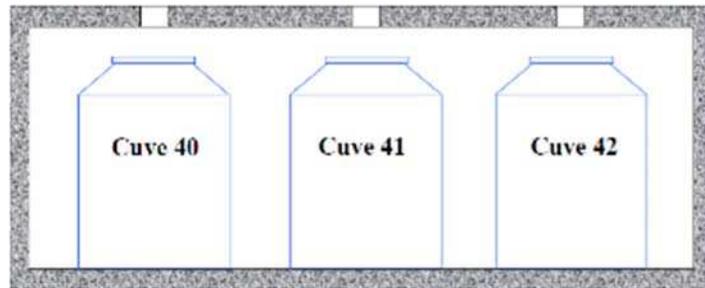


Figure 1 : Représentation des 3 cuves dans le silo 115

Les déchets entreposés dans les trois cuves pré-citées sont principalement constitués de :

- graphite pour les chemises et les selles,
- magnésium légèrement allié (Mn ou Zr) pour les gaines, bouchons et centreurs,
- uranium pour les pastilles entières ou les éclats,
- acier inox pour les fils de selles.

Les cuves 550-40 et 550-41 du bâtiment 115 contiennent également des conteneurs provenant d'AT1 qui renferment des coques en aciers inoxydables provenant du traitement des combustibles issus des réacteurs à neutrons rapides Rapsodie et Fortissimo. La plupart de ces conteneurs ont été placés dans une enveloppe en polyéthylène. Les quantités de déchets du silo 115 sont présentées dans les tableaux 1 et 2.

Déchets de structures des combustibles UNGG

Masse de déchet (t)	Silo 115			
	Cuve 40	Cuve 41	Cuve 42	Total
Graphite	237,855	125,461	122,964	486,280
Magnésium :				
* gaines	0,000	21,538	10,667	32,205
* bouchons	3,466	1,621	1,526	6,613
* centreurs	5,506	5,615	3,831	14,952
Fils de selles	0,306	0,135	0,142	0,583
Uranium	0,321	1,417	0,117	1,855
Total	247,454	155,787	139,247	542,488

Tableau 1 : Inventaire massique des déchets UNGG entreposés dans le silo 115

Poubelles AT1, déchets technologiques

	Silo 115		
	Cuve 40	Cuve 41	Cuve 42
Poubelles AT1	16 poubelles de coques Fortissimo	27 poubelles de coques Rapsodie 6 poubelles de coques Fortissimo	1 poubelle de déchets technologiques
Déchets technologiques	4 bennes inox internes de château LEMER Sacs vinyle, gants		

Tableau 2 : Inventaire des autres déchets entreposés dans le silo 115

Scénario de reprise

Le scénario de reprise envisagé consiste à :

- reprendre et trier les déchets de graphite qui représentent la majorité des déchets UNGG (90 % en masse) ;
- conditionner par cimentation, en ligne, les déchets de graphite compatibles avec les critères d'acceptation au stockage de surface CSFMA,
- entreposer temporairement et de manière sûre les autres déchets repris. Ces déchets seront conditionnés de manière définitive dans une seconde phase d'exploitation.

Colis envisagé

Il est prévu de conditionner la majorité du graphite du silo 115 en colis CBF-K. Lors de la reprise, les déchets seront déposés, un par un, dans des paniers qui seront déversés dans une boîte intermédiaire (BI). Une fois la boîte remplie, une injection gravitaire d'un liant hydraulique sera réalisée. La BI sera ensuite introduite dans un CBF-K qui sera cimenté. Le nombre de colis est estimé à environ 400 colis.

Les déchets magnésiens et les petits déchets (< 50 mm) seront triés et entreposés en fûts ECE sur l'entreposage D/E EDS dans l'attente d'un conditionnement définitif.

Les déchets technologiques seront placés en fûts de 400 litres et transférés en château CEFE vers l'atelier AD2 pour conditionnement définitif via les filières existantes du site. Ils ne sont pas destinés au stockage de subsurface.

Les coques AT1 seront reconditionnées et transportées vers la cellule HAO en vue d'un conditionnement définitif en CSD-C. Ces déchets ne sont pas destinés au stockage de subsurface.

En « Phase 2 » du projet de RCD (Reprise et Conditionnement des Déchets) UNGG du silo 115, les déchets à conditionner sont les suivants (cf. figure 1 ci-dessous) :

- Les déchets Magnésium de taille supérieure à 50 mm.
- Les déchets de faible granulométrie (< 50 mm) en fond de silo.
- Les déchets issus des curseurs du Stockage Organisé des Déchets (SOD).
- Les déchets issus du silo 130 préalablement entreposés en fûts ECE dans l'atelier D/E EDS.

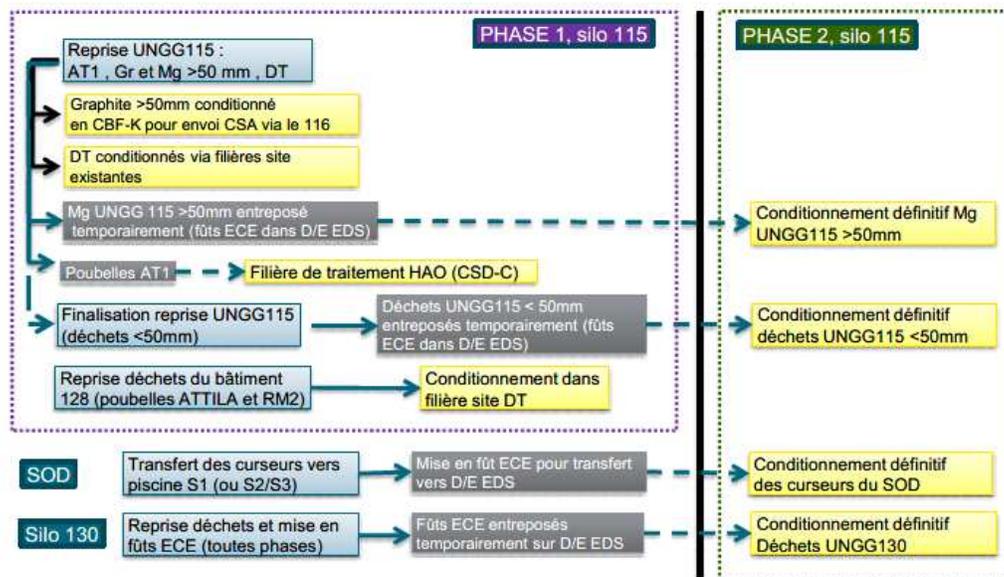


Figure 2 : Présentation des phases de reprise en fonction des typologies de déchets du silo 115 et reprise des déchets SOD / silo 130 en Phase 2

La stratégie de gestion des déchets de structure de combustibles UNGG du silo 115 consiste donc en :

- un stockage au CSFMA correspondant au scénario de référence Orano (Plan A),
 - o dans un premier temps (Phase 1 du projet) pour les gros déchets graphite pour lesquels les études de conditionnement sont les plus avancées (400 colis CBF-K),
 - o dans un second temps (Phase 2 du projet) pour les autres déchets UNGG du silo 115,
- un stockage en subsurface en filière de repli pour tous ces déchets correspondant au scénario alternatif (Plan B).

Les déchets des poubelles AT1 et les déchets technologiques ne sont pas candidats au stockage de subsurface et ne seront plus évoqués dans cette note.

Hypothèses communiquées à l'Andra pour le « Dossier FAVL 2023 »

Pour le « Dossier FAVL 2023 » de l'Andra, afin de permettre des évaluations quantitatives de sûreté, Orano a communiqué à l'Andra une estimation des caractéristiques radiologiques et chimiques associées à :

- 400 colis de type CBF-K (1960 m3) pour les gros déchets graphite (> 50 mm),
- 160 colis de type CBF-K (784 m3) contenant les déchets avec du magnésium,
- 35 colis de type CBF-K (7,1 m3) contenant les petits déchets UNGG.

Pour ce qui concerne les déchets magnésiens et les petits déchets UNGG, les nombres de colis et le type de conditionnement ont été fournis à titre illustratif. En effet, la maturité des études ne permettant pas d'avoir une vision consolidée à date, l'objectif était de majorer l'inventaire radiologique potentiellement à stocker.

Chroniques de production et besoin de stockage

Le planning (échéances prévisionnelles) du projet de RCD UNGG du Silo 115 envisage à ce stade :

- Pour les déchets graphite (> 50 mm) de la phase 1
 - o Le dépôt auprès de l'Andra d'un dossier de demande d'approbation en 2023.
 - o Une instruction d'une durée de 5 ans.
 - o Une reprise et un conditionnement des déchets entre 2035 et 2045.
 - o Une évacuation en ligne vers le stockage accepté par l'Andra afin de ne pas saturer les entreposages de colis cimentés sur le site de La Hague.

- Pour les déchets de la phase 2
 - o Le dépôt en 2036 de dossiers de demande d’approbation auprès de l’Andra et / ou de demande d’accord de conditionnement auprès de l’ASN
 - o Une instruction d’une durée de 5 ans.
 - o Une reprise et un conditionnement des déchets entre 2048 et 2055.
 - o Une évacuation en ligne vers le stockage de l’Andra autorisé (après accord de l’ASN sur les spécifications d’acceptation des colis de déchets radioactifs en application de la décision ASN n° 2017-DC-0587) afin de ne pas saturer les entreposages de colis cimentés sur le site de La Hague.

Le tableau 3 ci-dessous présente, par type de déchets, les colis et filières envisagées, ainsi que les chroniques estimées de production de colis et les périodes de besoin de stockage.

Déchets	Type de colis	Filière	Période de production	Besoin de stockage
Graphite > 50 mm	400 CBF-K	Plan A Surface Plan B Subsurface	2035 – 2045	2035 - 2045
Magnésium > 50 mm	CBF-K (ou type C2)	Plan A Surface Plan B Subsurface	2048- 2055	2048- 2055
Petits déchets UNGG	CBF-K (ou type C2)	Plan A Surface Plan B Subsurface	2048- 2055	2048- 2055
Petits déchets UNGG	CBF-C2K	Subsurface	2048- 2055	2048- 2055

Tableau 3

Le stockage de la CCVS, ne pourra pas ouvrir avant 2050 et ne constituera donc pas une solution d’évacuation en ligne pour les gros déchets graphite (> 50 mm) du silo 115 conditionnés en CBF-K.

Pour les autres déchets du silo 115, en cas de non-acceptation au CSFMA, le stockage de la CCVS serait sollicité dès son ouverture sur une période d’une dizaine d’années. Ce besoin resterait à confronter aux capacités d’accueil du site et à une étude logistique globale qui devrait être réalisée en intégrant les flux d’expédition et de transport vers les stockages de la CCVS et Cigéo. Cette étude est prématurée dans la mesure où les études du stockage de la CCVS sont en phase de préféabilité.

3.1.2. Déchets du silo 130

Déchets

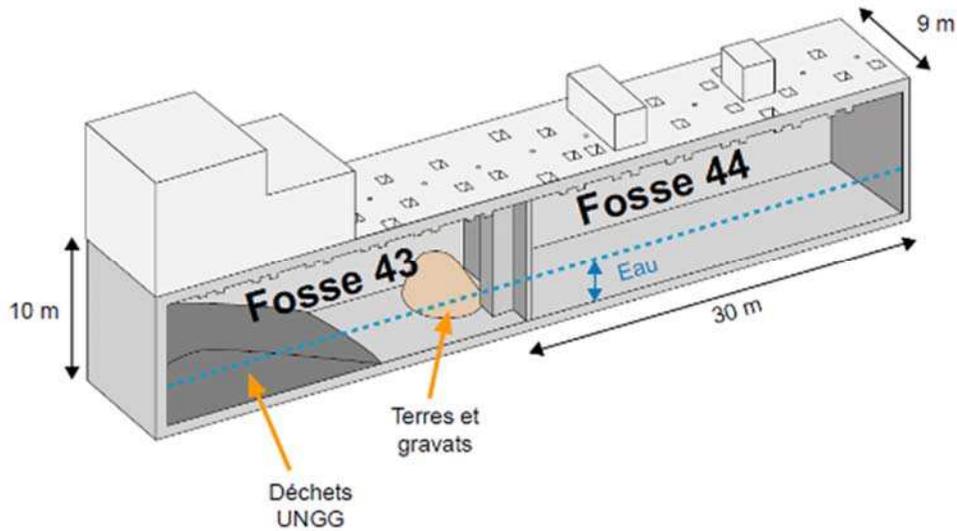


Figure 3 : Schéma du silo 130

Le silo 130 a été exploité de 1973 à 1981 pour les déchets magnésiens et jusqu'en 1987 pour les chemises en graphite.

Les déchets entreposés ont été générés lors :

- du traitement des combustibles UNGG dans les ateliers d'UP2-400 : éléments de structure, pastilles et résidus d'uranium, couvercles et conteneurs, déchets technologiques,
- du traitement des combustibles neutrons rapides (Rapsodie et Fortissimo) : conteneurs de coques, déchets technologiques,
- du traitement de quelques combustibles particuliers (71 barreaux en alliage UAI du réacteur expérimental PEGASE à Cadarache, 117 barreaux non UNGG du réacteur de recherche EL3 au CEA Saclay),
- de travaux d'assainissement sur l'Établissement : terres et gravats,
- de l'incendie survenu le 6 janvier 1981 dans le silo 130 : terres et gravats légèrement contaminés.

Seule la fosse 43 contient des déchets solides constitués principalement de :

- graphite pour les chemises et les selles,
- magnésium légèrement allié (Mn ou Zr) pour les gaines, bouchons et centreurs,
- uranium pour les pastilles entières ou les éclats,
- acier inox pour les fils de selles

- alliage ATR (Zr, Cu et Mo) pour les selles et pions ATR issus des combustibles Bugey,
- aluminium pour les couvercles et conteneurs,
- acier pour les bacs et autres déchets technologiques divers tels que pompes, filtres, éléments de tuyauteries, coton et vinyle,
- terres et gravats légèrement contaminés provenant de l'excavation de terres et gravats après l'incendie de 1981.

Les masses de l'ensemble des déchets UNGG entreposés dans le silo 130 sont présentées dans le tableau 4.

Type de déchet	Masse (t)	Pourcentage massique (%)
Graphite	453,020	94,539
Magnésium		
bouchons	9,833	2,052
centreurs	1,103	0,230
Fils de selles	0,762	0,159
Uranium	0,512	0,107
ATR		
selles	9,544	1,992
pions	4,416	0,922
Total	479,19	100

Tableau 4 : Inventaire massique des déchets UNGG entreposés dans le silo 130

Les autres déchets sont répertoriés dans le tableau 5 ci-après :

	Silo 130
Déchets technologiques (cuve 43)	2 280 couvercles Al 19 bacs aciers 2 à 6 pompes FLYGT conteneurs Al 2 tuyaux inox divers Total : environ 10 m ³
Eau (cuves 43 et 44)	1 400 m ³
Terres et gravats (cuve 43)	150 m ³ (densité apparente retenue de 1,6)

Tableau 5 : Inventaire des autres déchets entreposés dans le silo 130

Scénario de reprise

Le scénario prévoit quatre étapes successives :

Etape 1 : reprise des gros déchets UNGG solides (fosse 43).

Les déchets sont repris à l'aide d'un grappin et rapprochés de l'axe du grappin avec un engin de type « herse ». Ils sont remontés en cellule de reprise, déposés sur une table de tri puis déversés dans un panier ECE. Le panier est complété en eau, chaux et soude pour inerte les déchets. Les paniers pleins sont fermés par le premier couvercle du fût ECE. Les fûts sont transférés en cellule de préparation pour soudage d'un couvercle externe. Les fûts sont entreposés dans l'atelier D/E EDS.

Etape 2 : vidange des effluents du silo (fosses 43 et 44).

Non décrite car ne concerne pas des déchets candidats au stockage de subsurface.

Etape 3 : reprise des petits déchets résiduels et des boues de fond de silo (fosse 43).

Les déchets résiduels constitués de déchets solides non repris lors de la phase 1 et les boues de fond de silo sont rapprochés à la verticale de la trémie de reprise avec un engin robotisé muni d'un godet puis remontés en cellule de reprise. Ils sont mis en paniers ECE, « inertés » à l'eau pour être transférés vers l'atelier D/E EDS.

Etape 4 : reprise des terres et gravats (fosse 43).

Non décrite car ne concerne pas des déchets candidats au stockage de subsurface.

Colis envisagé

Pour les déchets UNGG (phases 1 et 3), le scénario de référence s'appuie donc sur une reprise et un conditionnement en fûts ECE recyclés, puis un entreposage de ces fûts sur D/E EDS dans l'attente du conditionnement définitif. Pour ce conditionnement définitif, un stockage en surface sera recherché en plan A pour une partie des déchets, les autres étant destinés à la subsurface.

Hypothèses communiquées à l'Andra pour le « Dossier FAVL 2023 »

Pour le « Dossier FAVL 2023 » de l'Andra, afin de permettre des évaluations quantitatives de sûreté, Orano a communiqué à l'Andra une estimation des caractéristiques radiologiques et chimiques :

- de 475 colis de type CBF-K (2328 m³) qui contiendraient l'ensemble des déchets UNGG, gravats et pulvérulents du silo 130 et du SOD.

Le nombre de colis et le conditionnement ont été fournis à titre illustratif. En effet, la maturité des études ne permettant pas d'avoir une vision consolidée à date, l'objectif était de majorer l'inventaire radiologique potentiellement à stocker.

Chroniques de production et besoin de stockage

Le planning du projet silo 130 envisage à ce stade :

- Pour les déchets de la phase 2
 - o Une demande d’approbation en 2036.
 - o Une instruction d’une durée de 5 ans.
 - o Une reprise et un conditionnement des déchets entre 2048 et 2055.
 - o Une évacuation en ligne vers le stockage accepté par l’Andra afin de ne pas saturer les entreposages de colis cimentés sur le site de La Hague.

Le tableau ci-dessous présente, par type de déchets, les colis et filières envisagées, ainsi que les chroniques estimées de production de colis et les périodes de besoins de stockage.

Déchets	Type de colis	Filière	Période de production	Besoin de stockage
Gros déchets	CBF-K (ou type C2)	Plan A Surface Plan B Subsurface	2048- 2055	2048- 2055
Gros déchets	CBF-C2K	Sub-Surface	2048- 2055	2048- 2055
Petits déchets UNGG	CBF-K (ou type C2)	Plan A Surface Plan B Subsurface	2048- 2055	2048- 2055
Petits déchets UNGG	CBF-C2K	Subsurface	2048- 2055	2048- 2055

Tableau 6

Pour les déchets du silos 130, en cas de non-acceptation au stockage CSFMA, le stockage de la CCVS serait sollicité dès son ouverture sur une période d’une dizaine d’années. Ce besoin resterait à confronter aux capacités d’accueil du site et à une étude logistique globale à réaliser, intégrant les flux d’expédition et de transport vers les stockages de la CCVS et Cigéo. Cette étude est prématurée dans la mesure où les études du stockage sont en phase de pré faisabilité.

3.1.3. Déchets du SOD

Déchets

Le SOD (Stockage Organisé des Déchets) est une alvéole en piscine située à l’est du canal 215-40 de l’atelier dégainage, dont elle est isolée par un batardeau. Hors partie SOD, le canal 215-40 est vide.



Figure 4 : Emplacement du SOD dans l'atelier Dégainage

Les déchets proviennent du dégainage des combustibles des centrales graphite gaz des centrales EDF de Chinon, Saint-Laurent et Bugey. Ils sont conditionnés dans des fûts métalliques appelés « curseurs » entreposés sous eau dans le SOD.

L'entreposage des curseurs dans le SOD a débuté en 1988.

Les déchets entreposés dans le SOD sont issus initialement des « pertes en fosse de travail » lors du dégainage et du transfert des combustibles de type UNGG. A l'issue de la reprise et assainissement du canal 215-40 dans l'atelier Dégainage, ils ont été rassemblés avec des boues et sables et entreposés dans 124 curseurs étanches.

Les différentes familles de curseurs UNGG sont les suivantes :

- 87 curseurs de « boues + sables »
- 19 curseurs « déchets de structure »
 - o du même type que ceux entreposés dans les silos 115 et 130 (âmes et chemises graphite, gaines et bouchons de magnésium, pastilles d'uranium et fils de selles métalliques)
- 8 curseurs « Combustibles »
- 5 curseurs « déchets divers »
- 3 curseurs « acier et inox »
- 2 curseurs « gravats ».

Le tableau 7 ci-dessous présente les masses des déchets UNGG du SOD, au regard de ceux des silos 115 et 130.

	Silo 115	Silo 130	SOD
Graphite	486,4 t	453 t	3,7 t
Magnésium	53,8 t	3,1 t	0,3 t
Fils de selle	0,5 t	0,8 t	7 10 ⁻³ t
Uranium	1,8 t	0,5 t	
Total	542,5 t	457,4 t	4 t
Éléments combustibles			1,3 t
Boues sèches			1,7 t
HADE			0,2 t
Autres			2,3 t

Tableau 7 : Inventaire massique des déchets UNGG des silos 115 et 130 et du SOD

Scénario de reprise

La stratégie de reprise et de conditionnement des déchets du SOD consiste à garantir en priorité un entreposage de ces déchets en toute sûreté, d'où leur transfert vers la piscine S1 puis dans un second temps leur reprise et leur transfert vers l'entreposage D/E EDS. Un procédé de conditionnement sera étudié ultérieurement.

Colis envisagé

Pour ce conditionnement définitif, un stockage en surface sera recherché en scénario de référence (Plan A) pour une partie des déchets, les autres étant destinés à la subsurface.

Hypothèses communiquées à l'Andra pour le « Dossier FAVL 2023 »

Pour le « Dossier FAVL 2023 » de l'Andra, afin de permettre des évaluations quantitatives de sûreté, Orano a communiqué à l'Andra une estimation des caractéristiques radiologiques et chimiques :

- de 475 colis de type CBF-K (2328 m³) qui contiendraient l'ensemble des déchets UNGG, gravats et pulvérulents du silo 130 et du SOD.

Le nombre de colis et le conditionnement ont été fournis à titre illustratif. En effet, la maturité des études ne permettant pas d'avoir une vision consolidée à date, l'objectif était de majorer l'inventaire radiologique potentiellement à stocker.

Chroniques de production et besoin de stockage

Le planning du projet SOD envisage à ce stade :

- Pour les déchets de la phase 2
 - o Une demande d'approbation en 2036.
 - o Une instruction d'une durée de 5 ans.
 - o Une reprise et un conditionnement des déchets entre 2048 et 2055.
 - o Une évacuation en ligne vers le stockage accepté par l'Andra afin de ne pas saturer les entreposages de colis cimentés sur le site de La Hague.

Le tableau 8 ci-dessous présente, par type de déchets, les colis et filières envisagées, ainsi que les chroniques estimées de production de colis et les périodes de besoins de stockage.

Déchets	Type de colis	Filière	Période de production	Besoin de stockage
Déchets du SOD	CBF-K (ou type C2)	Plan A Surface Plan B Subsurface	2048- 2053	2048- 2053
Déchets du SOD	CBF-C'2	Subsurface	2048- 2053	2048- 2053

Tableau 8

Pour les déchets du SOD, en cas de non-acceptation au CSFMA, le stockage de la CCVS serait sollicité dès son ouverture sur une période d'une dizaine d'années. Ce besoin resterait à confronter aux capacités d'accueil du site et à une étude logistique globale à réaliser, intégrant les flux d'expédition et de transport CCVS et Cigéo. Cette étude est prématurée dans la mesure où les études du stockage sont en phase de préféabilité.

3.2. Déchets des Décanteurs 1,2 et 8 et des Fosses 217-1, 217-2 et 211-06

Les déchets entreposés dans les décanteurs des ateliers Dégainage et HA/DE ont été produits principalement lors du traitement des combustibles de la filière UNGG (Uranium Naturel Graphite Gaz).

Déchets

Ils sont constitués de résines échangeuses d'ions usées, de matériaux filtrants (zéolithe et diatomées) et de poudre de graphite.

L'ensemble des installations concernées se situent sur la zone ouest du site de La Hague. Les décanteurs 1 à 5 sont implantés dans l'atelier Dégainage et les décanteurs 6 à 9 dans l'atelier HA/DE.

Les résines échangeuses d'ions, entreposées dans ces neuf décanteurs, sont issues des unités de filtration des piscines de traitement mécanique des combustibles de la filière UNGG. Elles se composent de résines billes, de résines broyées, de zéolithes, de diatomées et de poudre de graphite.

A noter que le décanteur 5, utilisé comme décanteur relais, est vide. Une partie du contenu du décanteur 4 a été transférée dans le SBR (Stockage Boues et Résines). Elle a été traitée entre 2017 et 2019 sur l'atelier ACR produisant 100 colis ACR équivalent aux 5.2 tonnes de déchets transférés.

Les fosses 217-01 et 02, implantées dans l'atelier Dégainage, contiennent essentiellement des résines et des boues issues des opérations d'éluion des résines utilisées pour le traitement des eaux de piscine.

Le projet Déchets de Faible Granulométrie (DFG) traite aussi des déchets complémentaires dont :

- des déchets issus du fond des cellules 929 A et B de l'atelier HA/DE ;
- des boues issues de la fosse 211-06 (fosse R3) de l'atelier Dégainage ;
- des résines issues de la filtration des piscines du SOC et du SOD ;
- des déchets issus de la fosse 26 de la Zone Nord-Ouest de l'Etablissement.

Les quantités de déchets sont présentées dans le tableau 9 ci-dessous.

	Nature des déchets	Volume 100% décanté (m3)	Masse totale (tDS)
Décanteur 1	Graphite Résines broyées Diatomées	40.3	27.6
Décanteur 2	Graphite Résines billes Diatomées Zéolithes	29.1	19.9
Décanteur 3	Résines billes Résines broyées Zéolithes	33.3	10.3
Décanteur 4	Résines billes Résines broyées	18.4	7.3
Décanteur 6		41.3	12.6
Décanteur 7		74.9	23.5
Décanteur 8		61	24.9
Décanteur 9		49.9	13.9
Fosses 217.01 et 217.02	Boues	13.8	11.6
Fosse 26	Boues	75.9	28.1
Fosse 211-06	Boues	11	4.4
Cellules 929- A/B	Boues	5.8	19.4
Résines des piscines SOC/SOD	Résines billes Résines broyées	32	10
TOTAL		486.70	213.50

Tableau 9 : Inventaire volumique et massique des déchets des décanteurs et fosses

Scénario de reprise

La solution de référence, en étude à ce jour pour le traitement et le conditionnement des déchets de ces décanteurs et fosses, consiste à reprendre les déchets et à les cimenter dans une nouvelle installation à créer sur le site de la Hague, appelée « Cimentation DFG ». Certains colis seront redevables d'un stockage au CSFMA et d'autres de la filière subsurface.

Colis envisagé

Les déchets sont transférés vers le nouveau bâtiment et sont cimentés dans un colis dit CBF-C2 DFG, par un procédé à pale perdue.

Le colis CBF-C2 DFG est un colis reprenant la géométrie et les dimensions externes du colis CBF-C2 déjà utilisé sur le site de la Hague et manipulé sur des installations d'entreposage comme ADT1 et ADT2.

Le colis intègre une coque en acier dont l'épaisseur (2, 30 ou 50mm) varie afin de respecter un Débit d'Equivalent de Dose (DeD) au contact du colis de 2mSv/h.

Le nombre et le type de colis à produire ont été déterminés à partir des activités massiques des déchets secs, le respect des Limites Maximales d'Acceptabilité (LMA) par RN pour les colis de surface, le DeD au contact $\leq 2\text{mSv/h}$ et le taux d'incorporation possible avec la formulation cimentaire.

Origine	Filière de stockage	Epaisseur de protection acier (mm)	Nombre de colis
Décanteur 1	Non surface	30	394
Décanteur 2	Non surface	50	332
Décanteur 3	Surface	50	333
Décanteur 4	Surface	50	125
Décanteur 6	Surface	50	221
Décanteur 7	Surface	50	1112
Décanteur 8	Non surface	30	356
Décanteur 9	Surface	50	383
Fosses 217-01 et 02	Non surface	50	352
Boues fosse 26	Surface	2	336
Cellules 929 A et B	Surface	30	277
Fosse 211-06 (R3)	Non surface	2	146
Piscines SOC/SOD	Surface	30	143
Nombre total de colis			4510
Dont colis « Non surface »			1580
Dont colis « Surface »			2930

Tableau 10 : Nombre et répartition des colis de surface et de subsurface

Hypothèses communiquées à l'Andra pour « Le Dossier FAVL 2023 »

Pour le « Dossier FAVL 2023 » de l'Andra, afin de permettre des évaluations quantitatives de sûreté, Orano a communiqué à l'Andra une estimation des caractéristiques radiologiques et chimiques :

- De 394 colis CBF-C2 DFG pour le décanteur 1
- De 332 colis CBF-C2 DFG pour le décanteur 2
- De 356 colis CBF-C2 DFG pour le décanteur 8
- De 352 colis CBF-C2 DFG pour les Fosses 217-01 et 217-02
- De 146 colis CBF-C2 DFG pour la Fosse 211-06.

Soit au total 1580 CBF-C2 DFG (1864,4 m3)

Chroniques de production et besoin de stockage

Le tableau ci-dessous présente, par origine de déchets, les colis envisagés pour la filière FA-VL, ainsi que les chroniques estimées de production de colis et les périodes de besoins de stockage.

Déchets	Type de colis	Filière	Période de production	Besoin de stockage
Déchets du DEC 8	356 CBF-C2 DFG	Subsurface	2032- 2033	2033- 2036
Déchets du DEC 1	394 CBF-C2 DFG	Subsurface	2033- 2034	2034- 2036
Déchets du DEC 2	332 CBF-C2 DFG	Subsurface	2034-2035	2036-2037
Fosses 217-01 et 217-02	352 CBF-C2 DFG	Subsurface	2035-2036	2036-2037
Fosse 211-06	146 CBF-C2 DFG	Subsurface	2036	2036-2037

Tableau 11

Pour les déchets des décanteurs et fosses FA-VL, une évacuation en ligne aurait été souhaitable pour optimiser la gestion des entreposages de colis cimentés sur le site de La Hague. Cela ne sera pas possible dans la mesure où le stockage de la CCVS ne pourra pas ouvrir avant 2050.

Le stockage de la CCVS sera sollicité dès son ouverture sur une période qu'il est difficile d'estimer sans avoir étudié les modalités d'expédition, de transport et de réception. Il semble raisonnable de considérer une période de 10 à 20 ans. Ce besoin sera cependant à confronter aux capacités d'accueil du site ainsi qu'à une étude logistique globale à réaliser, intégrant les flux d'expédition et

de transport vers les stockages de la CCVS et Cigéo. Cette étude est prématurée au vu des études en phase de préféabilité du stockage.

3.3. Conclusion

Au total 1580 colis CBF-C2 DFG seront à réceptionner par le site de la CCVS dès son ouverture, sur un nombre d'années allant d'une dizaine à une vingtaine. Dans le cas d'un refus d'acceptation au CSFMA de déchets des silos 115, 130 et SOD, une quantité allant jusqu'à 1070 CBF-K serait à prendre en charge au stockage de la CCVS sur la même période.

Pour ces colis volumineux ne pouvant être transportés en grands nombres dans un emballage de transport, des études de logistiques seront nécessaires le moment venu pour préciser les durées d'expéditions.

4. Colis de déchets re-catégorisables en FA-VL : Colis CBF-C'2, CAC, fûts de bitumes STE3 et STE2

En plus des déchets « candidats historiques » à un stockage en subsurface, qui sont de fait candidats sur le site investigué de la CCVS dès son ouverture, Orano a identifié des colis de déchets déjà produits et jusqu'alors considérés par défaut comme MA-VL mais qui pourraient relever d'un stockage en subsurface et donc être considérés comme FA-VL.

Une partie d'entre eux, des déchets d'exploitation du site Orano la Hague conditionnés en colis CBF-C'2, sont déjà candidats à un stockage en subsurface depuis 2013 et donc pris en compte dans les études de sûreté de l'Andra depuis le rapport d'étape de 2015.

L'ensemble de tous les colis de déchets re-catégorisables selon Orano (CBF-C'2, CAC, fûts de bitume STE3 et STE2) font l'objet de ce paragraphe.

Il n'existe pas de critères réglementaires précis définissant ce qu'est un déchets FA-VL. La classification française des déchets radioactifs n'est pas suffisante pour permettre aux producteurs de déchets d'identifier de manière objective les familles qui relèvent de cette catégorie et l'Andra n'a pas encore défini de spécifications techniques en la matière.

Historiquement, les premiers déchets étudiés et nommés FA-VL par l'Andra et les producteurs ont été les déchets radifères en 1993 puis les déchets graphite en 2001. Se sont ensuite ajoutés les fûts de bitumes de Marcoule refusés au CSFMA dans les années 2000 puis des déchets d'exploitation d'Orano (CBF-C'2) en 2013. La catégorie FA-VL est ainsi une sorte de « reste » entre des déchets acceptables en surface au CSFMA et ceux nécessitant une grande profondeur. Ils ont pour point commun :

- de ne pas respecter les critères d'acceptation au CSFMA à cause notamment :
 - o des risques en situations d'intrusion en post-surveillance, représentés par les émetteurs alpha et les radionucléides irradiants à décroissance non rapide qu'ils contiennent ; et
 - o des risques associés aux transferts par l'eau des radionucléides émetteurs bêta à vie longues peu retenus qu'ils contiennent,
- mais de ne pas nécessairement nécessiter un stockage en grande profondeur du point de vue de la sûreté.

Les discussions organisées par l'ASN entre les parties prenantes en 2018 et 2019 afin de transformer la note d'orientation de sûreté de 2008 [1] (relative aux orientations générales de sûreté en vue d'une recherche de site pour le stockage des déchets de faibles activités massiques à vie longue) en guide de sûreté, ont montré qu'une définition purement a priori et ontologique d'un déchet FA-VL n'était pas possible et qu'il convenait également de l'appréhender en se demandant quels types de déchets un stockage de subsurface pourrait accueillir.

C'est avec cette perspective qu'Orano avait posé la question de cette définition en 2010 dans le cadre d'un groupe de travail Andra-producteurs-ASN-IRSN demandé par le PNGMDR 2010-2012 et

mis en place par la DGEC. Orano avait alors identifié des populations de colis de déchets déjà produits, jusqu'alors considérés MA-VL par défaut, et qui pourraient ne pas nécessiter un stockage en grande profondeur mais être redevables, du point de vue de la sûreté, d'un stockage en subsurface, et donc être appelés FA-VL.

Cette démarche s'inscrivait dans l'esprit de la loi de programme du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs [1] qui fixait une feuille de route pour la gestion des déchets radioactifs dans les termes suivant « les déchets radioactifs ultimes ne pouvant pour des raisons de sûreté nucléaire ou de radioprotection être stockés en surface ou en faible profondeur font l'objet d'un stockage en couche géologique profonde ».

Afin de comprendre comment Orano a défini ses inventaires de type de déchets, nommés dans le présent rapport « re-catégorisables », il est nécessaire de présenter les différentes étapes de la démarche d'Orano.

4.1. Etude Orano réalisée en 2011 dans le cadre du PNGMDR 2010-2012 – Re-catégorisation de CBF-C'2

4.1.1. Contexte règlementaire et proposition Orano en 2010 de définition de critères génériques de distinction entre déchets MA-VL et FA-VL

Dans le cadre des études à mener sur la cohérence globale de la gestion des déchets radioactifs, les décret et arrêté établissant les prescriptions du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2010-2012 prévoyaient la remise par « Areva, le CEA, EDF et l'Andra », au plus tard le 31 décembre 2011, d'une étude commune proposant une méthodologie afin de mieux optimiser la répartition des flux de déchets entre les filières de gestion existantes ou en projet, en prenant en considération l'ensemble de la chaîne de gestion des déchets, de leur production à leur stockage. Cette étude devait également porter sur les scénarios industriels à envisager pour la mise en œuvre de la méthodologie proposée, en intégrant notamment les contraintes techniques et économiques des exploitants et préciser les inventaires prévisionnels par filière en découlant.

En réponse à cette demande, la DGEC avait mis en place un groupe de travail Andra-Producteurs-ASN-IRSN afin de mieux optimiser la répartition des flux de déchets radioactifs entre les filières de gestion existantes ou en projet, en tenant compte des risques liés à chaque type de déchet tout en assurant la cohérence du dispositif de gestion des déchets radioactifs ainsi que son optimisation technique et économique.

L'Andra a transmis le 13/01/2012 le rapport commun Andra-AREVA-CEA-EDF-Rhodia intitulé « Rapport du groupe de travail Optimisation des filières » [2] qui faisait le bilan des travaux menés par le groupe de travail. Une présentation conjointe a été faite en séance plénière du PNGMDR le 16/02/2012 [3].

Par la suite, les décret et arrêté établissant les prescriptions du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2013-2015 demandaient la poursuite des travaux. L'Andra a ainsi remis un second rapport conjoint [4] daté du 31/03/2015.

Dès le début des travaux, le groupe de travail avait convenu que les producteurs et l'Andra essaieraient d'identifier des populations de déchets ou de colis de déchets qui étaient affectés à une

filrière de stockage mais pourraient être réorientés dans une démarche d'optimisation. Orano avait alors précisé qu'il lui semblait pertinent, sur la base de scénarios d'intrusions en phase de post-surveillance, de définir des seuils d'activités massiques de colis de déchets, par radionucléides, au-dessus desquels un stockage en subsurface ne serait pas possible. Orano estimait, en effet, que la sûreté d'exploitation pourrait être garantie par la conception et l'exploitation du stockage et la sûreté en lien avec les transferts des radionucléides par l'eau, par le choix du site. Il ne restait donc plus qu'à dériver des critères exprimés en activités massiques de colis sur la base de scénarios d'intrusion, les démonstrations de sûreté en surface ayant montré que les émetteurs alpha et les radionucléides irradiants apportaient les doses les plus élevées en cas d'intrusions. L'analyse Orano a été rapportée dans les rapports conjoints [2] et [4].

Sur la base de cette analyse, les producteurs avaient demandé à l'Andra, dans le cadre du groupe de travail, de dériver de tels critères qui pourraient permettre une première distinction entre colis de déchets MA-VL et FA-VL. L'Andra avait alors répondu que, ne possédant pas de site, elle n'était pas en capacités de dériver de tels critères.

4.1.2. Déclinaison de la proposition Orano au cas des colis de déchets d'exploitation conditionnés en CBF-C'2 en mai 2011

Lors de la séance du groupe de travail « Optimisation des filières » du 5 mai 2011, Orano a alors présenté une proposition de démarche de « recherche de population de colis ré-orientables d'une filière vers une autre » [6]. Cette présentation alors qualifiée d'« illustrative » avait initialement le seul objectif de lancer des échanges techniques au sein du groupe de travail. Finalement, il s'est avéré que, sans proposition contradictoire, les critères de re-catégorisation alors proposés dans cette présentation [6] ont été utilisés par la suite par Orano jusqu'en 2022 pour les colis CBF-C'2. Cette présentation est donc importante et elle est reproduite en annexe au présent rapport et expliquée par la suite. L'analyse Orano a été rapportée dans les rapports conjoints [2] et [4].

La suite du paragraphe reproduit entre guillemets le contenu de cette présentation et apporte quelques commentaires. Les critères d'acceptation des colis en stockages au CSFMA qui y sont cités sont ceux qui étaient applicables en 2011. Certaines Limites Maximales d'Activités (LMA) ont pu évoluer depuis 2011 mais ces évolutions ne remettent pas en question la pertinence de la démarche. Par ailleurs, les notions de stockage SCR et SCI mentionnés correspondent aux concepts étudiés en 2011 (Stockage sous Couverture Remaniées à une profondeur de 20 mètres ; Stockage sous Couverture Intacte à une profondeur de 150 à 200 mètres).

Objectif de la démarche illustrative

Selon les termes de la présentation, la proposition avait vocation à, dans l'esprit des travaux du groupe de travail :

- « Identifier des populations de colis de déchets MAVL produits pour lesquels la question d'une réorientation vers une filière de stockage en subsurface pourrait se poser, afin de répondre à la demande du PNGMDR,
- Illustrer le besoin des producteurs de déchets de disposer d'un minimum de critères quantitatifs d'acceptation en stockage de type subsurface,

- *Prendre en compte les difficultés pour l'ANDRA de dériver des critères d'acceptation compte tenu de l'absence de site en participant à l'identification des besoins de stockage des colis*
- *Partager dans le cadre du GT DGEC sur l'opportunité de poursuivre une telle démarche avec l'ensemble des exploitants et avec l'aide de l'ANDRA. »*

Domaine d'application

Selon les termes de la présentation, le domaine d'application de l'illustration était le suivant :

- *« Déchets affectés à ce jour à la catégorie MAVL*
 - o *Pas les déchets FAVL, FMA-VC, TFA*
- *Colis déjà produits*
 - o *Pour lesquels il existe une connaissance de caractéristique au niveau du colis*
 - o *Pas les colis à produire décrits par un colis moyen et enveloppe dans les dossiers de connaissance*
- *Colis affectés par défaut au stockage profonds et pour lesquels une orientation en stockage de type SCR pourrait être instruite : illustration pour les colis :*
 - o *Coques Amiantes Ciments CAC 300 AQ 038*
 - o *CBF-C'2 300 AQ 044*
 - o *Fûts de bitumes STE 3 300 AQ 027*
 - o *Fûts de bitume STE 2 »*

Il est important de noter que, dans son système de gestion des déchets et colis, Orano a utilisé dans les années 2000 l'appellation « Non Immédiatement Evacuables en surface (NIE) » pour les colis de déchets qui ne respectaient pas les critères d'acceptation en surface. Cette appellation était commune avec le CEA. Par la suite, et encore actuellement, les colis qui ne sont pas acceptables en surface ont été qualifiés de « Non Susceptibles de Stockage et Surface (N3S) » plutôt que NIE.

Ces appellations sont des appellations par défaut, héritées d'une période où les producteurs ne disposaient que de spécifications d'acceptation de déchets et colis en stockages de surface (CSFMA) mais pas de critères d'acceptation à Cigéo ni en stockage de subsurface. Elle ne signifiait donc pas toujours « redevable d'un stockage à Cigéo » et donc « de catégorie MA-VL ».

Il doit, en outre, être noté que ces appellations étaient jusqu'à ce jour affectées à des colis sur la base de leurs caractéristiques radiologiques (inventaires et ded) à la date de production des colis mais pas à une date estimée de leur stockage à Cigéo ou en subsurface. Selon les spectres, la prise en compte de la décroissance radioactive entre la date de production des colis et la date de leur stockage (pouvant aller jusqu'à 60 ans dans le cas d'une hypothèse d'ouverture d'un stockage FA-VL en 2050) peut faire changer les colis de catégorie de MA-VL vers FA-VL. Il a même été évalué que certains colis de déchets nommés « CBF-C'2 N3S » dans la base Orano sont devenus aujourd'hui des CBF-C2 respectant les critères d'acceptation en surface.

- *« Population de colis dont les caractéristiques radiologiques sont les plus basses »*

Sur l'exemple des colis CBF-C'2, les déchets d'exploitations du site de la Hague les moins actifs sont conditionnés en colis CBF-C2, alors que les autres le sont en colis N3S appelés CBF-C'2. Les CBF-C'2 sont des CBF-C2 qui dépassent : (i) la LMA alpha spécifiée au CSFMA des colis à 300 ans et/ou (ii) le ded contact spécifié au CSFMA à réception des colis.

Mais, dans la réalité de la production des colis, il existe un continuum du niveau d'activités radiologiques et de ded des colis en fonction de leur contenu. Il existe donc un continuum du niveau de nocivité des colis, qui doit trouver un continuum de solutions de stockage proportionnées aux enjeux de sûreté correspondants.

- « *Caractéristiques retenues : comparables à des critères d'acceptation quantifiés dans les spécifications d'acceptation ANDRA au CSFMA*
 - o *Activité massique totale alpha*
 - o *Activité massique de certains radionucléides bêta à vie longue importants pour la sûreté du CSFMA*
 - o *Débit d'équivalent de dose bêta gamma*
 - o *(Puissance thermique) »*

Pour ce choix de critères, Orano a :

- d'une part, pris en compte le fait que ce sont ces critères (LMA alpha à 300 ans et ded contact à réception) qui rendent inacceptables les CBF-C'2 au CSFMA, et
- d'autre part, posé une hypothèse de doctrine de sûreté : en l'absence de spécifications d'acceptation Andra mais à la lumière de la RFS I.2 présentant la doctrine de sûreté des stockages de surface [5] et de la note d'orientation FAVL de 2008 présentant la doctrine de sûreté des stockages de subsurface [1], Orano a estimé que les deux doctrines étaient comparables dans la mesure où :
 - o elles imposent toutes les deux une limitation des activités initiales pour rendre les risques résiduels acceptables en cas d'intrusion à la banalisation,
 - o elles imposent toutes les deux une limitation du terme source en émetteurs bêta à vie longues mobiles et des performances de confinement des colis, du stockage et du site.

En conséquence, dans les deux cas (surface et subsurface), des limites d'activités massiques alpha et d'émetteurs irradiants doivent être imposées sur la base de scénarios d'intrusions, dans le but de définir des critères de distinction intrinsèques entre colis de déchets MA-VL et FA-VL.

En effet, si la gestion des risques en exploitation n'est pas discriminante entre la surface et la subsurface et si les risques liés aux transferts des radionucléides par l'eau dépendent essentiellement des performances du site sur le long terme, ce qui est discriminant entre la surface et la subsurface, ce sont avant tout les activités massiques en émetteurs alpha et irradiant acceptables à la banalisation. Ces limites dépendent de la durée de la surveillance, de la profondeur du stockage et du choix des scénarios d'intrusion. Orano a fait l'hypothèse structurante que les scénarios d'intrusion en subsurface seraient les mêmes que ceux déployés au CSFMA en surface.

Pour autant, étant donné que la gestion de ded trop élevés impliquerait des surcoûts de conception, voire une augmentation de la dosimétrie, un ded maximal a été retenu.

Enfin, même si la gestion des risques associés aux transferts par l'eau conduit à imposer des capacités radiologiques en émetteurs bêta à vies longues pour la totalité des colis en surface et en subsurface, et non à des activités massiques par colis ; étant donné que les LMA des émetteurs bêta à vies longues sont limitantes au CSFMA, des limites ont été retenues pour la subsurface pour certains radionucléides.

- *A ce stade et pas de considération des problématiques relatives à la radiolyse, au gonflement, aux taux de vide, ... »*

Même si Orano a vérifié que les colis CBF-C'2 proposés à la re-catégorisation en FA-VL présentaient des caractéristiques similaires à ceux acceptés au CSFMA pour ce qui concerne : la radiolyse, les taux de vides, la puissance thermique, la criticité ; il ne peut être exclu qu'une conception plus contraignante en subsurface qu'en surface et qui ne tiendrait pas compte de la réalité de ces colis, puisse conduire à des contraintes sur ces paramètres.

De la même manière, même si Orano avait vérifié que les inventaires totaux par radionucléides des colis CBF-C'2 re-catégorisables étaient faibles par rapport aux capacités radiologiques du CSFMA et ne devraient ainsi pas poser de problème pour un stockage espéré plus capacitif en subsurface, ils devront être confrontés aux performances réelles du site qui sera choisi.

Parti pris de la démarche

- *« La démarche ne vise aucunement à porter une appréciation sur d'éventuels critères d'acceptation d'un stockage de type SCR ou SCI*
- *MAIS part du principe que pour présenter un intérêt industriel, un stockage de type subsurface devrait proposer des critères d'acceptations moins sévères que ceux du CSFMA. »*

Après avoir justifié le choix des paramètres à mobiliser pour distinguer un colis FA-VL d'un colis MA-VL pour une même famille, la démarche Orano a consisté à détendre les valeurs de ces critères d'acceptation retenus au CSFMA pour examiner si des populations significatives de colis N3S par défaut pourraient les respecter et ainsi être rendus acceptables en subsurface et donc baptisés FA-VL.

Sans s'autoriser à décider du niveau de détente acceptable du point de vue de la sûreté, puisqu'il s'agissait d'une proposition illustrative au groupe de travail, Orano avait en revanche estimé que si aucune détente des critères de surface n'était possible pour définir des critères d'acceptation en subsurface, on pourrait alors douter du service industriel rendu par un tel stockage de subsurface et donc de son intérêt : il présenterait un coût plus élevé qu'un stockage de surface mais n'accepterait pas de déchets plus actifs ou plus dosants.

Justification des critères retenus

- *« Activité massique totale alpha :*

(CSFMA LMA = 3700 Bg/g à 300 ans)

- Critère directement relié de manière quantitative à des scénarios de type intrusion mettant en jeu des transferts de la radioactivité par l'air
 - Un des critères d'acceptation souvent mobilisé pour refuser (de justesse) des déchets au CSFMA
 - Critère d'acceptation qui ne dépend pas du site puisque les scénarios dont ils sont dérivés ne prennent pas en compte de performance du site ou du concept, autre qu'une « dilution » par des matériaux non contaminés en place
 - Critère pratique car il prend en compte la nuisance de l'ensemble des émetteurs alpha (hors nuisances spécifiques type Ra 226, Th 232)
 - Critère lié, via une hypothèse d'homogénéisation, à la capacité radiologique d'un stockage de type surface ou subsurface
 - Remarque : par mesure de précaution et de simplification, les activités des colis sont ici présentées à la production et non à 300 ans (sauf C'2 car aisément disponibles)
- *Activité massique d'émetteurs bêta gamma à vie longue importants pour la sûreté du CSFMA :*
- Cl 36 (CSFMA LMA = 5 Bq/g)*
 - LMA très basse au CSFMA
 - RN : également important pour la sûreté du CSFMA vis-à-vis des transferts par l'eau et contributeur majoritaire dans tous les stockages
 - Sn 126 (CSFMA LMA = 2,7 Bq/g)*
 - LMA la plus basse au CSFMA
 - I 129 (CSFMA LMA = 1400 Bq/g)*
 - RN : également important pour la sûreté du CSFMA vis-à-vis des transferts par l'eau et contributeur majoritaire dans tous les stockages
- *Débit d'équivalent de dose bêta gamma au contact :*
- (CSFMA 2 et 10 mSv/h au contact)*
 - Critère spécifié et utilisé par les exploitants pour orienter un colis vers le CSFMA ou le CIGEO par défaut, notamment dans le cas des CBF-C2 de La Hague
- *Puissance thermique*
- Critère pertinent pour une affectation en stockage profond
 - A ce stade de la démarche pas de tri par niveau de Wt mais domaine d'application limité aux colis « objectivement froids » < 1 Watt
- *La démarche suppose donc à ce stade pour un stockage de type SCR*
- Que les contraintes d'exploitations mises en oeuvre pour la gestion du SCR pourront permettre de gérer des Ded égaux ou supérieurs à 2 et 10 mSv/h
 - Que les colis de puissance thermique < 1 Watt seront acceptables en stockage de type SCR
 - Que le passage en plus grande profondeur que le CSFMA permettra d'accepter des colis d'activités massiques totales alpha à 300 ans supérieures à 3700 Bq/g

- *Que les performances d'un stockage de type SCR permettront d'accueillir des colis d'activités massiques de RN bêta à vie longue supérieures aux LMA du CSFMA. »*

Choix des valeurs des critères

La démarche d'Orano a été appliquée dans un premier temps pour les colis CBF-C'2, elle a consisté à :

- détendre les valeurs des critères d'acceptation au CSFMA décrits plus haut,
- identifier les populations de colis jusqu'alors considérés N3S (MA-VL) qui respecteraient ces critères détendus,
- rechercher par tâtonnement une sorte de compromis pour recatégoriser des populations significatives sans trop s'éloigner des critères de surface afin de ne pas dégrader le niveau de sûreté.

Les résultats sont présentés sur la planche 16 de [6] en annexe et reproduits ci-dessous.

- « *Population analysée*
 - *1591 à 4815 colis étudiés selon les paramètres*
- *Critères de référence = critères CSFMA*
 - *Ded = 10 mSv/h ; LMA alpha 300 ans ; LMA CI36 ; LMA Sn126 ; LMA I129*
- *Critères étudiés*
 - *10 * Critères CSFMA*
 - ***1379 CBF-C'2 respectant critères***
 - *100 * Critères CSFMA*
 - ***1591 CBF-C'2 respectant critères***
 - *Optimisation Grossière*
 - *50 * Ded CSFMA*
 - *50 * LMA alpha 300 ans CSFMA*
 - *10 * LMA Sn 126*
 - *1 * LMA CI36*
 - *1 * LMA I129*
 - ***1467 respectant critères »***

Il convient de noter que les valeurs des caractéristiques des colis confrontées aux critères de détentes étaient des valeurs à la production et non des valeurs au moment du stockage. Ceci d'une part car la date d'ouverture d'un stockage de subsurface n'était pas connue et d'autre part car la démarche ne résultait que d'une simple étude illustrative menée rapidement dans le but d'alimenter le groupe de travail.

Il avait cependant été noté par Orano qu'au vu du spectre des déchets, les colis CBF-C'2 avaient une décroissance assez rapide et que même les activités massiques alpha auraient une

décroissance non négligeable en 300 ou 500 ans (durée de la phase de surveillance). C'est la raison pour laquelle les valeurs des critères détendus avaient été choisies élevées.

Une application des mêmes critères avait montré en 2011 que des colis CAC, fûts de bitumes STE2 et 3 pourraient également être recatégorisés [6]. Mais Orano souhaitait d'abord recevoir une forme de caution de l'Andra et de l'administration pour les CBF-C'2 avant de généraliser la démarche.

Il est également important de noter que la démarche Orano n'avait pas la prétention de remplacer celle qui avait été demandée à l'Andra en 2011 par les producteurs et qui consistait à dériver des critères de distinction entre déchets FA-VL et MA-VL sur la base d'évaluations quantitatives de sûreté mettant en œuvre des scénarios d'intrusions. Une telle démarche établirait les justes valeurs à prendre en considération alors que la démarche d'Orano n'était qu'une démarche d'attente illustrative. Par la suite, le PNGMDR 2023-2026 a demandé une telle étude à l'Andra.

4.1.3. Recatégorisation de colis CBF-C'2 depuis 2011

Après consolidation de certaines valeurs de données de base (recalcul d'activités alpha et bêta à vies longues) des colis CBF-C'2, l'application des critères correspondant à l'« optimisation grossière » décrite au paragraphe 4.1.3 a conduit Orano, à partir de 2011, à retenir que **1368 CBF-C'2 étaient redevables d'un stockage en subsurface et donc de la catégorie FA-VL.**

Les critères retenus depuis 2011 sont donc les suivants :

- 50 * Ded CSFMA = 500 mSv/h au contact
- 50 * LMA alpha 300 ans CSFMA = 185 000 Bq/g
- 10 * LMA Sn 126 = 27 Bq/g
- 1 * LMA Cl36 = 5 Bq/g
- 1 * LMA I129 = 1400 Bq/g.

Après plusieurs échanges techniques, Orano a transmis une demande d'étude à l'Andra en 2014 ainsi que la description précise des 1368 colis CBF-C'2 concernés. Ces colis ont tous été pris en compte dans le rapport d'étape de 2015 du projet FAVL de l'Andra. En particulier, Orano avait demandé à l'Andra une estimation du surcoût de conception des installations de surface pour gérer des ded plus élevés que ceux des autres colis candidats au même stockage. Mais les études de conception des installations de surface de l'Andra n'étaient pas suffisamment avancées pour permettre une réponse.

A partir de 2014, 1368 colis CBF-C'2 ont été déclarés par Orano à l'inventaire national non plus en catégorie MA-VL mais en catégorie FA-VL.

A partir de 2019, Orano a décidé de prendre en compte les colis CBF-C'2 produits postérieurement à 2010 et de considérer comme FA-VL ceux qui respectent les critères définis au paragraphe 4.1.2. (« Optimisation grossière » de 2011). Il en résulte une légère augmentation annuelle de cette population de CBF-C'2 FA-VL dans les déclarations annuelles de stocks de la fiche BAN 3 de l'inventaire national.

Pour autant, et en l'absence d'une caution explicite de l'Andra et de l'administration, Orano a toujours laissé ces colis dans l'inventaire de référence de Cigéo. Ils sont donc bien pris en compte dans la DAC Cigéo déposée en janvier 2023.

4.2. Généralisation réalisée en 2022 pour la fourniture d'inventaire de colis FA-VL pour dossier 2023 FAVL Andra – Recatégorisation de CBF-C'2, de CAC, de fûts de bitumes STE2 et STE3

4.2.1. Contexte réglementaire des demandes d'inventaires de colis FA-VL

Dans le cadre de la préparation des évaluations quantitatives de sûreté pour son « Dossier FAVL 2023 » dû en réponse à l'article 33 de l'arrêté du 9 décembre 2022, l'Andra a demandé aux producteurs de lui fournir les quantités et caractéristiques radiologiques et chimiques des colis candidats au stockage FAVL de la CCVS. Cette demande de l'Andra transmise au printemps 2022 appelait un retour pour l'automne 2022.

En parallèle, le PNGMDR 2022-2026 a identifié la nécessité de fiabiliser l'inventaire des déchets de faible activité à vie longue (FA-VL). Pour ce faire, l'article n°27 de l'arrêté du 9 décembre 2022 établissant les prescriptions du PNGMDR demande que :

« Pour l'application de l'article D. 542-88 du code de l'environnement et de l'action nommée FAVL.1 du PNGMDR, l'Andra, en lien avec le CEA et Orano, transmet au ministre chargé de l'énergie, avant le 31 décembre 2022, un rapport définissant des critères objectifs permettant de discriminer les déchets relevant de la filière des déchets de faible activité à vie longue [(FA-VL)] de ceux relevant de la filière des déchets de moyenne activité à vie longue [(MA-VL)], en particulier pour les déchets bitumés. Sur la base de ces critères, le CEA et Orano évaluent, avant le 30 juin 2023, les quantités de déchets relevant des filières FA-VL et MA-VL, en particulier les déchets bituminés. Les résultats de cette étude sont transmis au ministre chargé de l'énergie avant le 30 juin 2023. L'Autorité de sûreté nucléaire est saisie pour avis sur ces rapports. »

Il se trouve que l'articulation de ces demandes réglementaires ne permettait pas aux producteurs de déchets de prendre en considération les critères de distinction Andra entre déchets MA-VL et FA-VL puisqu'ils n'étaient pas disponibles au moment de la remise des inventaires des producteurs fin 2022.

Dans ces conditions, en plus des déchets UNGG « candidats historiques » au stockage FA-VL, objet du paragraphe 3, Orano a transmis à l'Andra fin 2022 un inventaire de colis de déchets re-catégorisables sur la base de **ses propres critères**. Cette stratégie de prise en compte des inventaires de colis re-catégorisables pour le « Dossier FAVL 2023 » a été convenu entre l'Andra et les producteurs de déchets fin 2022.

4.2.2. Généralisation de la démarche Orano de 2011

Ainsi, en 2022, afin de pouvoir répondre à la demande de l'Andra de fourniture d'un inventaire pour le « Dossier FAVL 2023 », et dans l'attente de critères Andra, Orano a été amené à généraliser son approche de 2011. Pour ce faire, les étapes suivantes ont été suivies :

- Prise en compte des colis CBF-C'2 mais également des CAC, fûts de bitumes STE2 et STE3
 - o L'étude Orano de 2011 avait montré la pertinence de prendre en compte ces quatre familles de colis de déchets et pas seulement les CBF-C'2.

- Pour les fûts de bitumes STE2 et STE3 : il a été pris en compte un conditionnement de 4 fûts dans un CBF-K de la Hague. Les fûts de bitume stockés au CSFMA et ceux prévus à Cigéo utilisent en effet un sur-conditionnement en colis de béton. Il ne serait pas pertinent de stocker des fûts de bitume sans sur-conteneurs en subsurface.
- Prise en compte des colis produits jusqu'à fin 2021
 - Les populations ainsi étudiées sont les suivantes
 - CBF-C'2 : 6557 colis
 - CAC : 324 colis (fin de production en 1994)
 - Fûts de bitumes STE3 : 11 513 colis
 - Fûts de bitumes STE2 : 294 colis sur 340 produits (fin de production en 2007)
- Prise en compte de la date de 2050 comme date de prise en charge au plus tôt de colis de déchets sur le site de la CCVS.
 - Orano estime en effet que les plannings des études demandées par le PNGMDR et prévues par l'Andra ne conduiront pas à une ouverture avant cette date.
 - L'Andra a fait part de son accord pour la prise en compte de cette hypothèse.
- Prise en compte d'une fin de la phase de surveillance et donc d'une banalisation du stockage 500 ans après la fin de la phase d'exploitation.
 - Cette durée est retenue dans les études de l'Andra.
- Prise en compte de la décroissance des inventaires des colis pour tous les radionucléides non alpha jusqu'à 2050 (pertinent pour le critère ded et LMA non alpha) et prise en compte d'une décroissance à 2050 + 500 ans pour les émetteurs alpha (pertinent pour l'application des premiers scénarios d'intrusion et donc pour la LMA alpha).
- Prise en compte qualitative de l'utilisation par l'Andra, pour les stockages de subsurface, d'un nouveau scénario pénalisant : le scénario forage de reconnaissance géotechnique suivi d'une résidence et de jeux d'enfants.
 - Ce scénario conduit à une mise à jour des hypothèses structurantes retenues par Orano en 2011.
 - Même si Orano ne partage pas avec l'Andra la pertinence de prendre en compte ce scénario (car il lui semble que la perte de mémoire ne conduirait pas pour autant la perte de technologie) conduisant à ne pas détecter la remontée de déchets radioactifs et à organiser la vie d'une famille pendant 50 ans sur ces déchets, Orano estime que ce scénario non pris en compte en 2011 doit conduire à une baisse des critères de détente de 2011.
 - Ce scénario engageant un faible nombre de colis par rapport aux autres scénarios jusqu'alors considérés (chantier routier et résidence), il va apporter des contraintes en termes d'activités massiques acceptable au niveau de chaque colis en

complément des limites apportées pour toute une population de colis par les scénarios chantier routier et résidence.

- Etant donné que la démarche d'Orano ne permet pas de quantifier l'impact de ce scénario faute d'hypothèses, il a simplement été décidé de réviser le plus possible à la baisse les détentes des critères de surface par rapport à 2011.
- Généralisation des critères à tous les radionucléides pourvus d'une LMA au CSFMA, donc passage :
 - de
 - En 2011
 - Ded au contact à réception
 - LMA alpha 300 ans
 - 3 LMA RN non alpha (Sn126, Cl36, I129) à réception
 - à
 - En 2022
 - Ded contact à réception
 - LMA alpha 500 ans
 - 38 LMA RN non alpha (tous les RN ayant une LMA au CSFMA) à réception
 - Avec ces nouveaux éléments, recherche par tâtonnement d'un compromis entre l'identification de populations significatives re-catégorisables et le caractère acceptable des niveaux de détente des critères de surface.
 - Identification de populations re-catégorisables pour chacune des 4 familles étudiées. Les résultats sont les suivants :

CBF-C'2

- Critères
 - 5 * Ded CSFMA contact réception = 50 mSv/h
 - 5 * LMA alpha 300 CSFMA = 18 500 Bq/g
 - 5 * LMA non alpha réception CSFMA
- Nombre de colis acceptables
 - **3512 colis** (4144,2 m³) sur 6557 étudiés

CAC

- Critères
 - 5 * Ded CSFMA contact réception = 50 mSv/h
 - 5 * LMA alpha 300 CSFMA = 18 500 Bq/g
 - 5 * LMA non alpha réception CSFMA
- Nombre de colis acceptables
 - **143 colis** (168,8 m³) sur 324 étudiés

Fûts de bitumes STE3

- Critères
 - 2 * Ded CSFMA contact réception = 10 mSv/h
 - 5 * LMA alpha 300 CSFMA = 18 500 Bq/g

- 5 * LMA non alpha réception CSFMA
- Nombre de colis acceptables
 - **11 353** colis (2839 CBF-K soit 13 911 m3) sur 11 513 étudiés

Fûts de bitumes STE2

- Critères
 - 2 * Ded CSFMA contact réception = 10 mSv/h
 - 5 * LMA alpha 300 CSFMA = 18 500 Bq/g
 - 5 * LMA non alpha réception CSFMA
- Nombre de colis acceptables
 - **81** colis (20 CBF-K soit 98 m3) sur 294 étudiés

Remarque :

- Le conditionnement de fûts de bitumes en CBF-K apporte une atténuation du ded qui fait que le nombre de colis acceptable est le même pour 50 et 10 mSv/h

- Pour chaque population de colis respectant les critères de recatégorisations définis ci-dessus, évaluation des inventaires radiologiques totaux par radionucléides : à 2050 pour les radionucléides non alpha et à 2050 + 500 ans pour les émetteurs alpha.

- Comparaison de ces inventaires totaux par population de colis re-catégorisables respectivement avec les capacités radiologiques du CSFMA à réception pour les radionucléides non alpha et à 300 ans pour les émetteurs alpha.
 - Le détail des résultats sera présenté dans le rapport dû par Orano en réponse à l'article 27 de l'arrêté du 9 décembre 2022.
 - Même s'il est espéré qu'un stockage de subsurface aura des capacités industrielles plus élevées que celles du CSFMA, il semble prudent de situer les inventaires des populations re-catégorisables par rapport aux capacités radiologiques du CSFMA.
 - On peut noter ici que, pour chacune des quatre familles, les colis respectant les critères définis ci-dessus apportent des contributions en activités totales qui sont en général très faibles à faibles par rapport aux capacités radiologiques du CSFMA. Les contributions les plus importantes en pourcentages de capacités radiologiques du CSFMA étant celle des 3512 CBF-C'2 en Se 79 et celle des 11 353 fûts de bitumes STE3 en émetteurs alpha.

4.3. Chroniques de production et périodes de besoin de stockage

Comme expliqué plus haut, la totalité des colis re-catégorisables (3512 CBF-C'2 ; 143 CAC ; 11 513 fûts STE3 et 81 fûts STE2) sont déjà produits à fin 2021.

Une estimation pourra être faite du nombre de colis CBF-C'2 et fûts STE3 restant à produire et qui seraient re-catégorisables.

Pour ce qui concerne les périodes de besoins de stockage de ces colis au stockage de la CCVS, une prise en charge dès l'ouverture du stockage permettrait une optimisation de la gestion des entreposages du site Orano la Hague.

Si tous les colis re-catégorisables devaient être acceptés au stockage de la CCVS, leur nombre élevé impliquerait que les colis d'exploitation cimentés pourraient être stockés sur les 25 premières années et les fûts de bitumes également. Cette estimation ne résulte pas d'une étude logistique, impossible au vu de l'avancement des études du stockage, mais d'une hypothèse de flux FA-VL similaires à ceux qui sont aujourd'hui envisagés à Cigéo pour les mêmes colis.

Il est important de noter que ces flux ne s'ajouteraient pas à ceux de Cigéo puisque les colis seraient recatégorisés FA-VL et donc non envoyés à Cigéo.

Le tableau ci-dessous résume ces informations. La date d'ouverture du stockage étant supposée à 2050, les besoins de stockage sont affichés sur la période 2050 – 2075.

Déchets	Type de colis	Filière	Période de production	Besoin de stockage
Exploitation LHA	3512 CBF-C'2	Recatégorisation subsurface	1994 - 2021	2050 - 2075
Exploitation LHA	143 CAC	Recatégorisation subsurface	1990 - 1994	2050 - 2075
Effluents FMA LHA	11 353 fûts STE3	Recatégorisation subsurface	1989 - 2021	2050 -2075
Effluents FMA LHA	81 fûts STE2	Recatégorisation subsurface	2007 - 2007	2050 - 2075

Tableau12

5. Conclusion

En réponse à l'article 30 de l'arrêté du 9 décembre 2022 pris en application du décret n°2022-1547 du 9 décembre 2022, le présent rapport fait apparaître des besoins de prise en charge de colis de déchets FA-VL du site Orano la Hague dès 2035 et donc avant l'ouverture possible du stockage de la CCVS estimée par Orano à 2050 au plus tôt. Dans le cas d'une ouverture en 2050, l'ensemble des colis FA-VL du site Orano la Hague seraient candidats à un stockage sur une période 2050 à au moins 2075.

Deux populations de déchets sont candidats à une prise en charge en subsurface au stockage de la CCVS :

- Les déchets UNGG du site Orano la Hague candidats historiques depuis 2001 (soit 2650 colis pour 7 107 m3 au total).
 - o Déchets des silos 115, 130 et du SOD candidats en scénario de référence Orano (Plan A) au CSFMA et en filière de repli (scénario alternatif Plan B) au stockage de la CCVS, envisagés d'être conditionnés dans 400 CBF-K pour les gros déchets graphites du silo 115 et étudiés dans environ 670 CBF-K pour les autres. Les études n'étant pas matures pour ces derniers.
 - Les besoins de stockage sont identifiés entre 2035 à 2040 pour les 400 CBF-K dans le cas où ils seraient refusés au CSFMA et entre 2048 et 2055 pour les autres sous la même hypothèse de refus.
 - o Les déchets des décanteurs 1,2 et 8 et des Fosses 217-1, 217-2 et 211-06 des ateliers Dégainage et HA/DE.
 - Il est envisagé de conditionner ces déchets dans 1580 CBF-C2 DFG entre 2032 et 2036 et un besoin d'évacuation en ligne fait apparaître un besoin de stockage entre 2033 et 2037.
- Des colis de déchets déjà produits à fin 2021 sur le site Orano la Hague, catégorisés par défaut en MA-VL mais qu'Orano estime re-catégorisables en FA-VL sur la base de critères correspondant à une détente d'un facteur 5 des ded et LMA appliqués aujourd'hui en stockage de surface (soit 15 249 colis à regrouper (4 fûts de bitumes dans 1 CBF-K) dans 6514 colis à stocker correspondant à 18 322 m3 au total).
 - Il s'agit de déchets d'exploitation conditionnés en 3512 CBF-C'2 et 143 CAC et d'effluents de faibles et moyennes activités conditionnés en 11 513 fûts STE3 (à regrouper dans 2839 CBF-K) et 81 fûts STE2 (à regrouper dans 20 CBF-K). Leur acceptabilité ayant été supposée par Orano sur la base d'une décroissance à 2050, la période de 2050 à 2075 correspond au besoin de leur stockage.

Le volume total de colis de déchets candidats au stockage de subsurface de la CCVS est de 25 429 m3 pour le site Orano la Hague.

Orano estime que l'intérêt d'un stockage en subsurface qui n'accepterait pas des populations de colis de niveaux de Débit d'Equivalent de Doses et d'activités massiques (LMA) au moins 5 fois supérieurs à ceux du CSFMA et dont les inventaires d'activités totales sont très inférieurs aux capacités du CSFMA serait à questionner.

Pour les gros déchets graphite du silo 115 prévus en 400 colis CBF-K, une prise en charge au CSFMA (scénario de référence (Plan A)) présenterait l'avantage de répondre à un besoin d'évacuation dès 2035.

En revanche, pour les 1580 colis CBF-C2 DFG des déchets des décanteurs et fosses, un entreposage jusqu'à l'ouverture du stockage de la CCVS en 2050 ne semble pas pouvoir être évité. Il en est de même pour les 15 249 colis re-catégorisables.

Dans tous les cas, des études de logistiques d'expédition, de transport et de réception seront nécessaires pour définir des chroniques de livraison lorsque la conception du stockage de subsurface de la CCVS aura avancé. A ce stade, ce rapport se contente de fournir des horizons de besoins de stockage de manière illustrative.

Les besoins d'un stockage de subsurface au plus tôt exprimés ici ainsi que les perspectives de re-catégorisations importantes de colis de la catégorie MA-VL vers la catégorie FA-VL, renforcent le besoin d'établissement d'un schéma global de gestion des déchets pour rationaliser la mobilisation des exutoires opérationnels et à l'étude.

Références

- [1] ASN – Note d’Orientation - Orientations générales de sûreté en vue d’une recherche de site pour le stockage des déchets de faibles activités massiques à vie longue – Version du 5 mai 2008.
- [2] Andra-Areva-CEA-EDF-RHODIA – Rapport du groupe de travail « Optimisation des filières » - Z RP ADMR 12-0001/A.
- [3] Andra-Areva-CEA-EDF-RHODIA – Présentation : Optimisation de la cohérence globale des filières de gestion – Optimisation de la répartition des déchets entre filières de gestion – Le 16/02/2012.
- [4] Andra-Areva-CEA-EDF-Solvay – Rapport 2015 du groupe de travail « Optimisation de la répartition de déchets entre filières de gestion ». – FRPADPG 50004 – Le 31/03/2015.
- [5] ASN - RFS I.2 – Objectifs de sûreté et base de conception pour les centres de surface destinés au stockage à long terme de déchets radioactifs solides de période courte ou moyenne et de faible ou moyenne activité massique – 19 juin 1984.
- [6] Areva – Présentation – PNGMDR GT Optimisation filières – Recherche de populations de colis ré-orientables d’une filière vers une autres - Présentation du 5 mai 2011.
- [7] Loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs.

Annexe

PNGMDR - GT Optimisation filière
Présentation Areva du 5 mai 2011
Recherche de populations de colis ré-orientables d'une filière vers
une autre

PNGMDR GT Optimisation filières –



**Recherche de population de
colis ré-orientables d'une
filière vers une autre**

BU-R/DIRP/DS

GT DGEC 5 mai 2011



Objectif de la démarche illustrative



- ▶ **Identifier des populations de colis de déchets MAVL produits pour lesquels la question d'une ré-orientation vers une filière de stockage en sub-surface pourrait se poser, afin de répondre à la demande du PNGMDR**
- ▶ **Illustrer le besoin des producteurs de déchets de disposer d'un minimum de critères quantitatifs d'acceptation en stockage de type sub-surface**
- ▶ **Prendre en compte les difficultés pour l'ANDRA de dériver des critères d'acceptation compte tenu de l'absence de site en participant à l'identification des besoins de stockage des colis**
- ▶ **Partager dans le cadre du GT DGEC sur l'opportunité de poursuivre une telle démarche avec l'ensemble des exploitants et avec l'aide de l'ANDRA**

Domaine d'application de l'illustration (1/2)



- ▶ **Déchets affectés à ce jour à la catégorie MAVL**
 - ◆ Pas les déchets FAVL, FMA-VC, TFA
- ▶ **Colis déjà produits**
 - ◆ Pour lesquels il existe une connaissance de caractéristique au niveau du colis
 - ◆ Pas les colis à produire décrits par un colis moyen et enveloppe dans les dossiers de connaissance
- ▶ **Colis affectés par défaut au stockage profonds et pour lesquels une orientation en stockage de type SCR pourrait être instruite : illustration pour les colis :**
 - ◆ Coques Amiantes Ciments CAC 300 AQ 038
 - ◆ CBF-C'2 300 AQ 044
 - ◆ Fûts de bitumes STE 3 300 AQ 027
 - ◆ Fûts de bitume STE 2

Domaine d'application de l'illustration (2/2)



- ▶ **Population de colis dont les caractéristiques radiologiques sont les plus basses**
- ▶ **Caractéristiques retenues : comparables à des critères d'acceptation quantifiés dans les spécifications d'acceptation ANDRA au CSFMA**
 - ◆ **Activité massique totale alpha**
 - ◆ **Activité massique de certains radionucléides bêta à vie longue importants pour la sûreté du CSFMA**
 - ◆ **Débit d'équivalent de dose bêta gamma**
 - ◆ **(Puissance thermique)**
- ▶ **A ce stade et pas de considération des problématiques relatives à la radiolyse, au gonflement, aux taux de vide, ...**

Parti pris de la démarche



- ▶ **La démarche ne vise aucunement à porter une appréciation sur d'éventuels critères d'acceptation d'un stockage de type SCR ou SCI**
- ▶ **MAIS part du principe que pour présenter un intérêt industriel, un stockage de type sub-surface devrait proposer des critères d'acceptations moins sévères que ceux du CSFMA**

Justification des critères retenus (1/4)



- ▶ **Activité massique totale alpha**
(CSFMA LMA = 3700 Bg/g à 300 ans)
 - ◆ Critère directement relié de manière quantitative à des scénarios de type intrusion mettant en jeu des transferts de la radioactivité par l'air
 - ◆ Un des critères d'acceptation souvent mobilisé pour refuser (de justesse) des déchets au CSFMA
 - ◆ Critère d'acceptation qui ne dépend pas du site puisque les scénarios dont ils sont dérivés ne prennent pas en compte de performance du site ou du concept, autre qu'une « dilution » par des matériaux non contaminés en place
 - ◆ Critère pratique car il prend en compte la nuisance de l'ensemble des émetteurs alpha (hors nuisances spécifiques type Ra 226, Th 232)
 - ◆ Critère lié, via une hypothèse d'homogénéisation, à la capacité radiologique d'un stockage de type surface ou sub-surface
 - ◆ Remarque : par mesure de précaution et de simplification, les activités des colis sont ici présentées à la production et non à 300 ans (sauf C'2 car aisément disponibles)

Justification des critères retenus (2/4)



▶ **Activité massique d'émetteurs bêta gamma à vie longue importants pour la sûreté du CSFMA**

CI 36 (CSFMA LMA = 5 Bq/g)

- ◆ **LMA très basse au CSFMA**
- ◆ **RN également important pour la sûreté du CSFMA vis-à-vis des transferts par l'eau et contributeur majoritaire dans tous les stockages**

Sn 126 (CSFMA LMA = 2,7 Bq/g)

- ◆ **LMA la plus basse au CSFMA**

I 129 (CSFMA LMA = 1400 Bq/g)

- ◆ **RN également important pour la sûreté du CSFMA vis-à-vis des transferts par l'eau et contributeur majoritaire dans tous les stockages**

Justification des critères retenus (3/4)



- ▶ **Débit d'équivalent de dose bêta gamma au contact (CSFMA 2 et 10 mSv/h au contact)**
 - ◆ Critère spécifié et utilisé par les exploitants pour orienter un colis vers le CSFMA ou le CIGEO par défaut, notamment dans le cas des CBF-C2 de La Hague

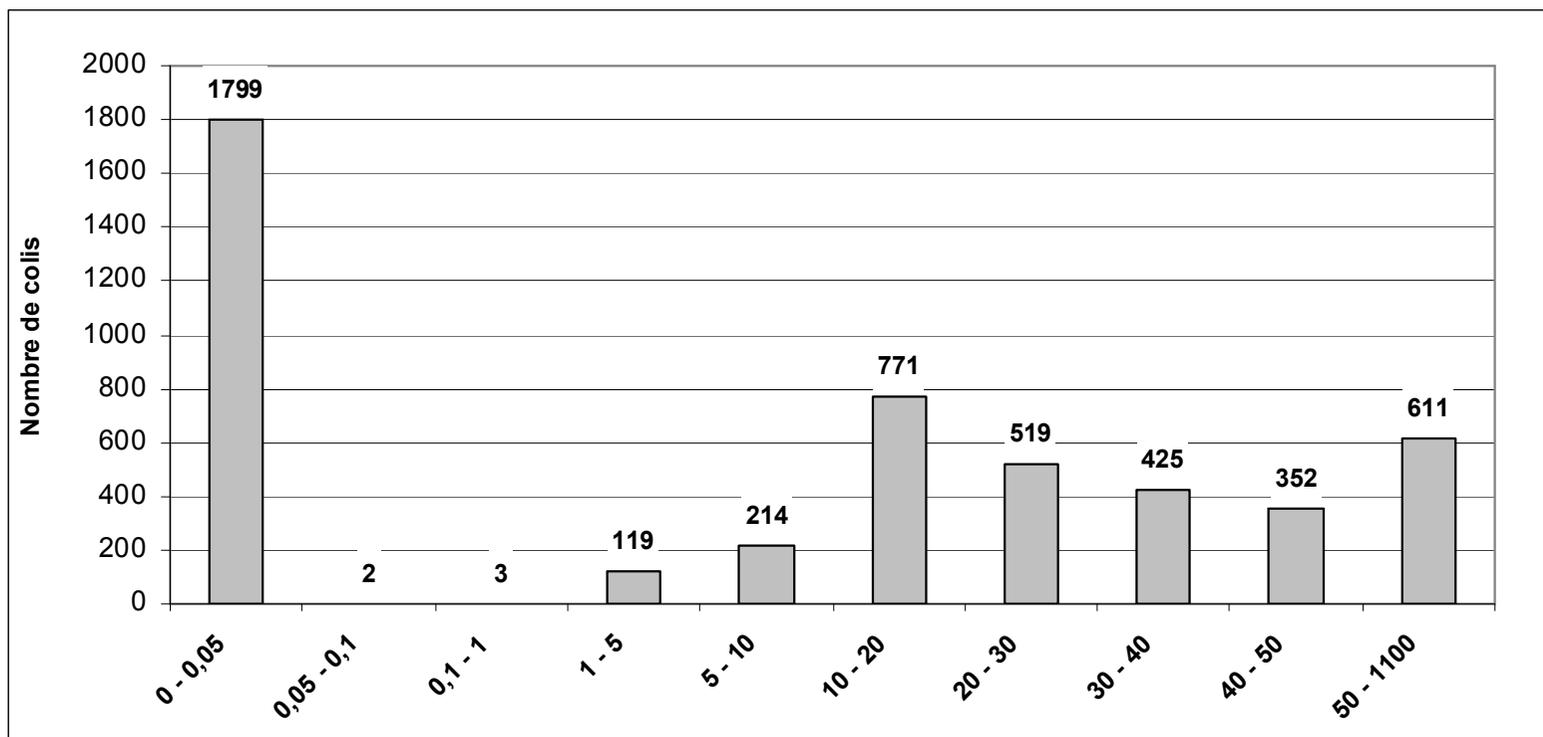
- ▶ **Puissance thermique**
 - ◆ Critère pertinent pour une affectation en stockage profond
 - ◆ A ce stade de la démarche pas de tri par niveau de Wt mais domaine d'application limité aux colis « objectivement froids » < 1 W

Justification des critères retenus (4/4)



- ▶ La démarche suppose donc à ce stade pour un stockage de type SCR
 - ◆ Que les contraintes d'exploitations mises en œuvre pour la gestion du SCR pourront permettre de gérer des **Ded égaux ou supérieurs à 2 et 10 mSv/h**
 - ◆ Que les colis de **puissance thermique** < 1 Watt seront acceptables en stockage de type SCR
 - ◆ Que le passage en plus grande profondeur que le CSFMA permettra d'accepter des colis **d'activités massiques totales alpha** à 300 ans supérieures à 3700 Bg/g
 - ◆ Que les performances d'un stockage de type SCR permettront d'accueillir des colis **d'activités massiques de RN bêta à vie longue** supérieures aux LMA du CSFMA

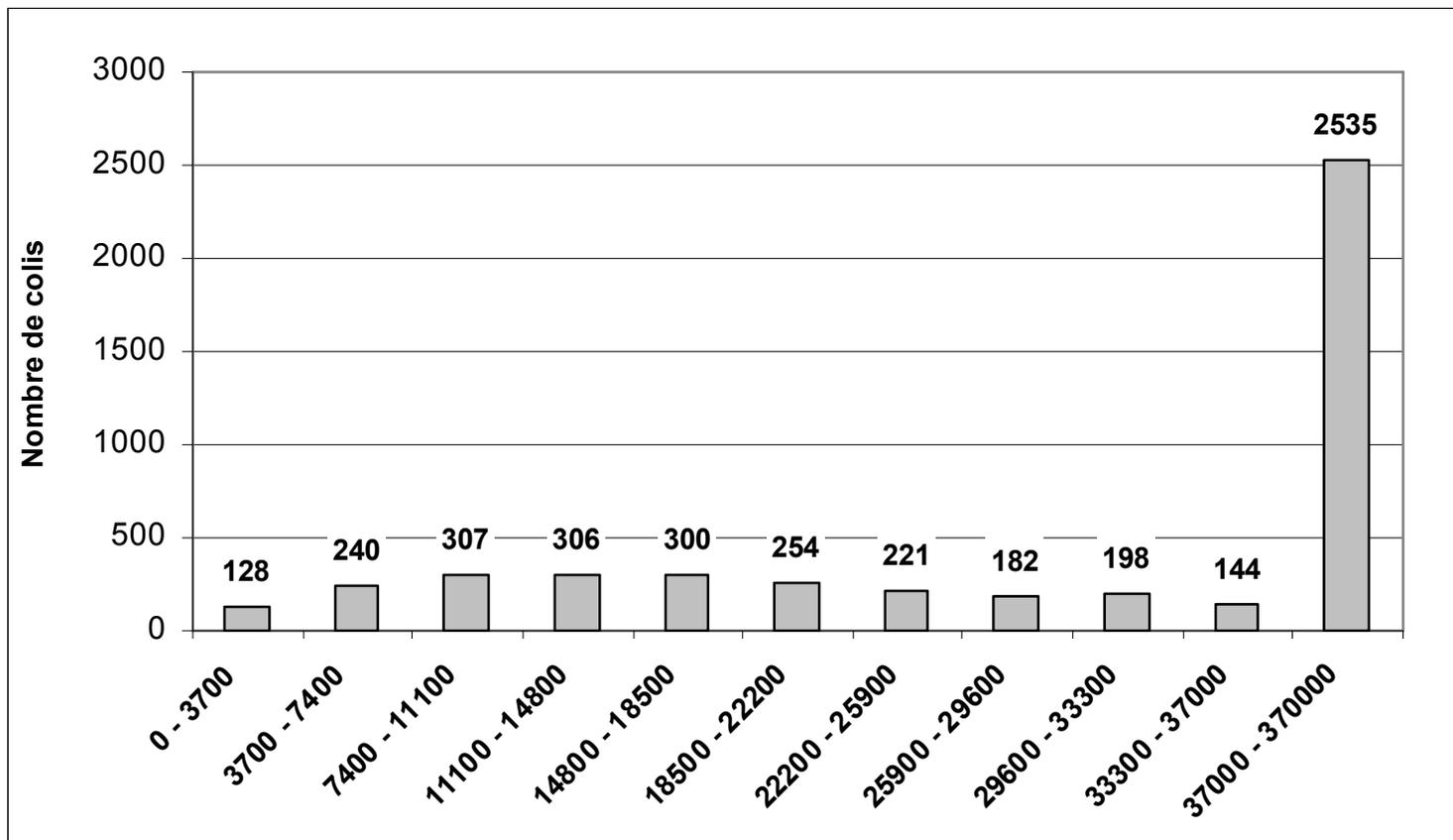
Caractéristiques des colis CBF-C'2 Ded bêta gamma au contact



Répartition des Ded (mGy/h) bêta gamma au contact des colis CBF-C'2
produits entre 1994 et 2010

Caractéristiques des colis CBF-C'2

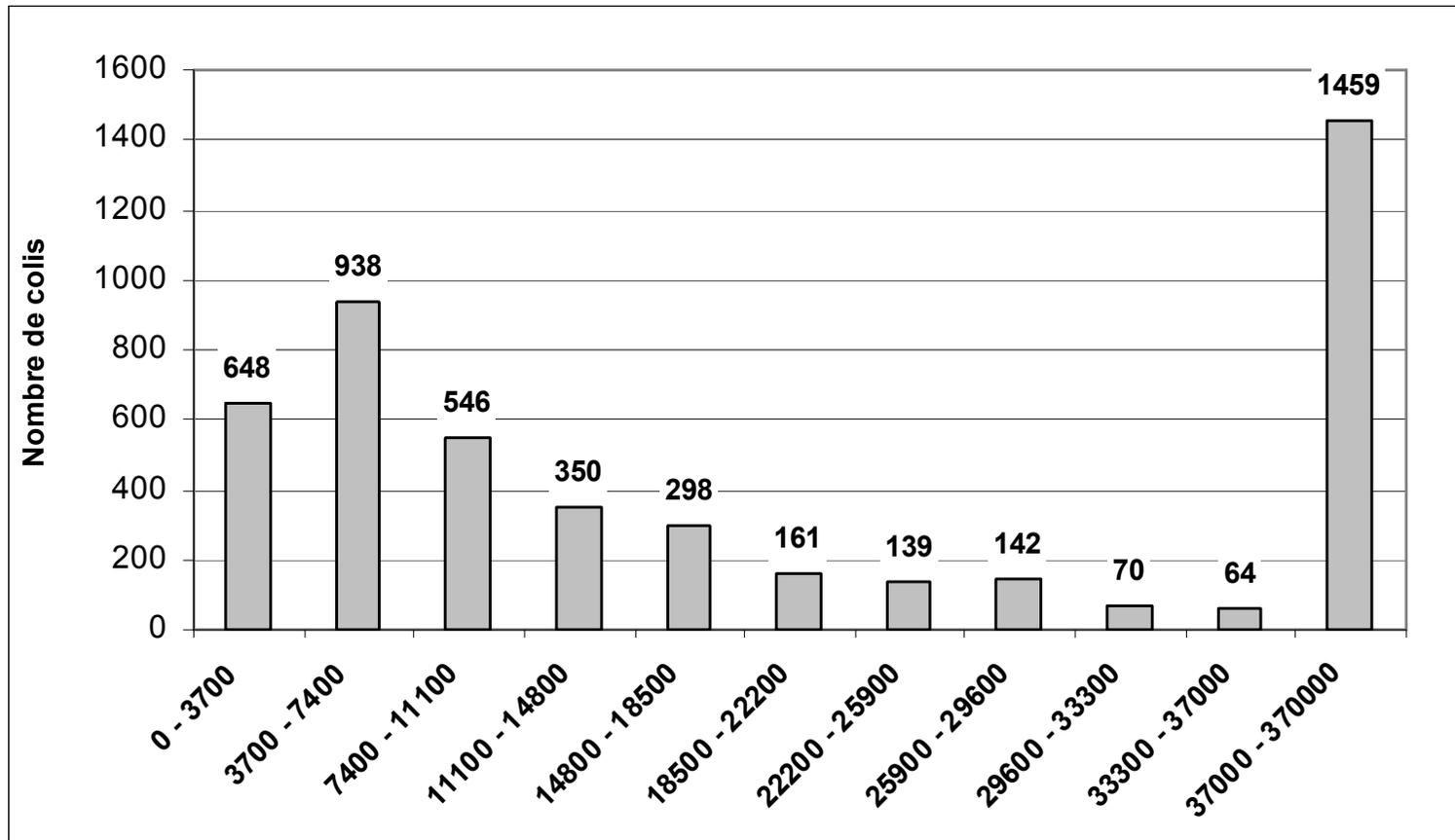
Activité massique alpha à t0



Répartition des activités massiques alpha à t0 des colis CBF-C'2
produits entre 1994 et 2010

Caractéristiques des colis CBF-C'2

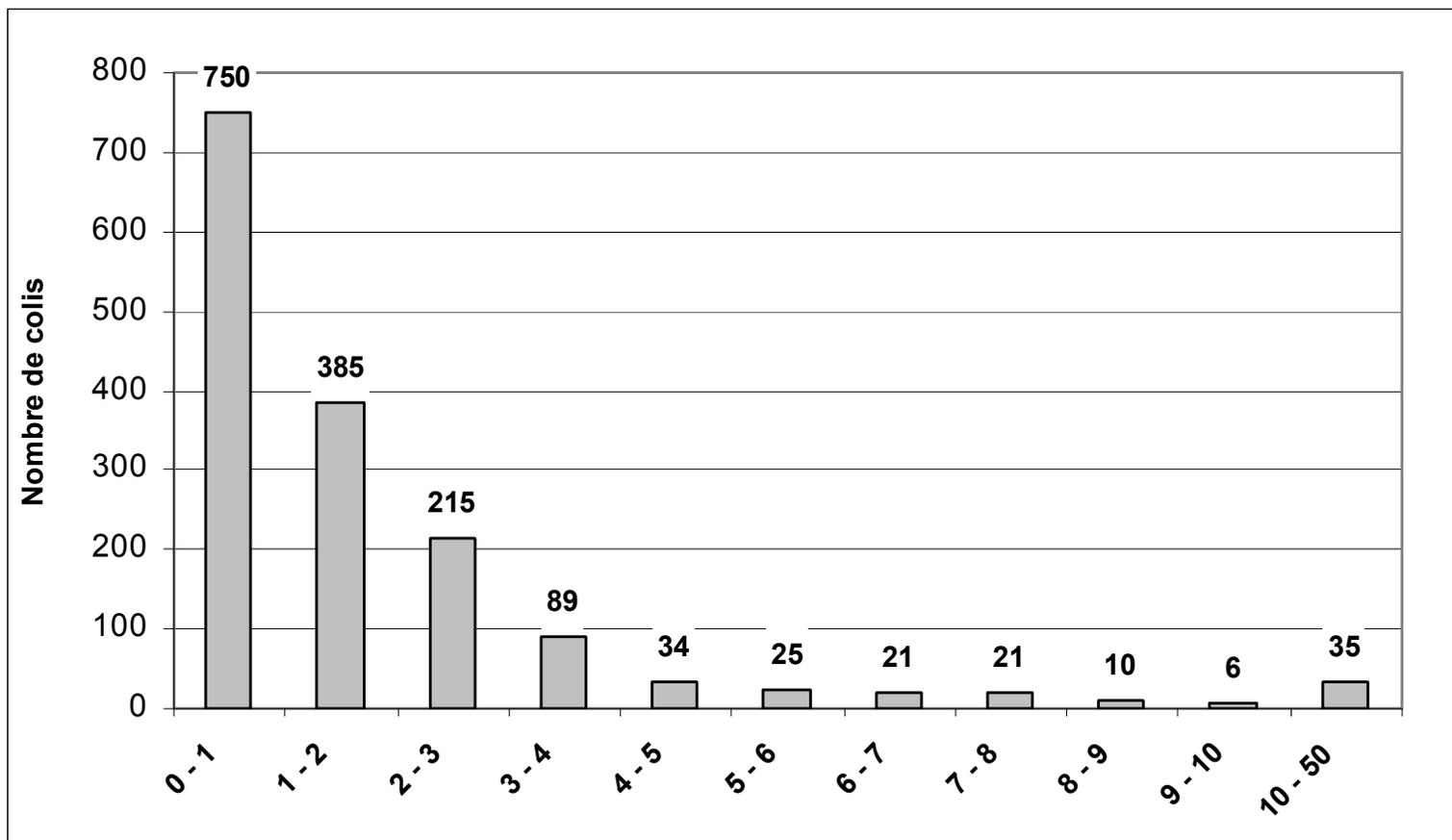
Activité massique alpha à 300 ans



Répartition des activités massiques alpha à 300 ans des colis CBF-C'2
produits entre 1994 et 2010

Caractéristiques des colis CBF-C'2

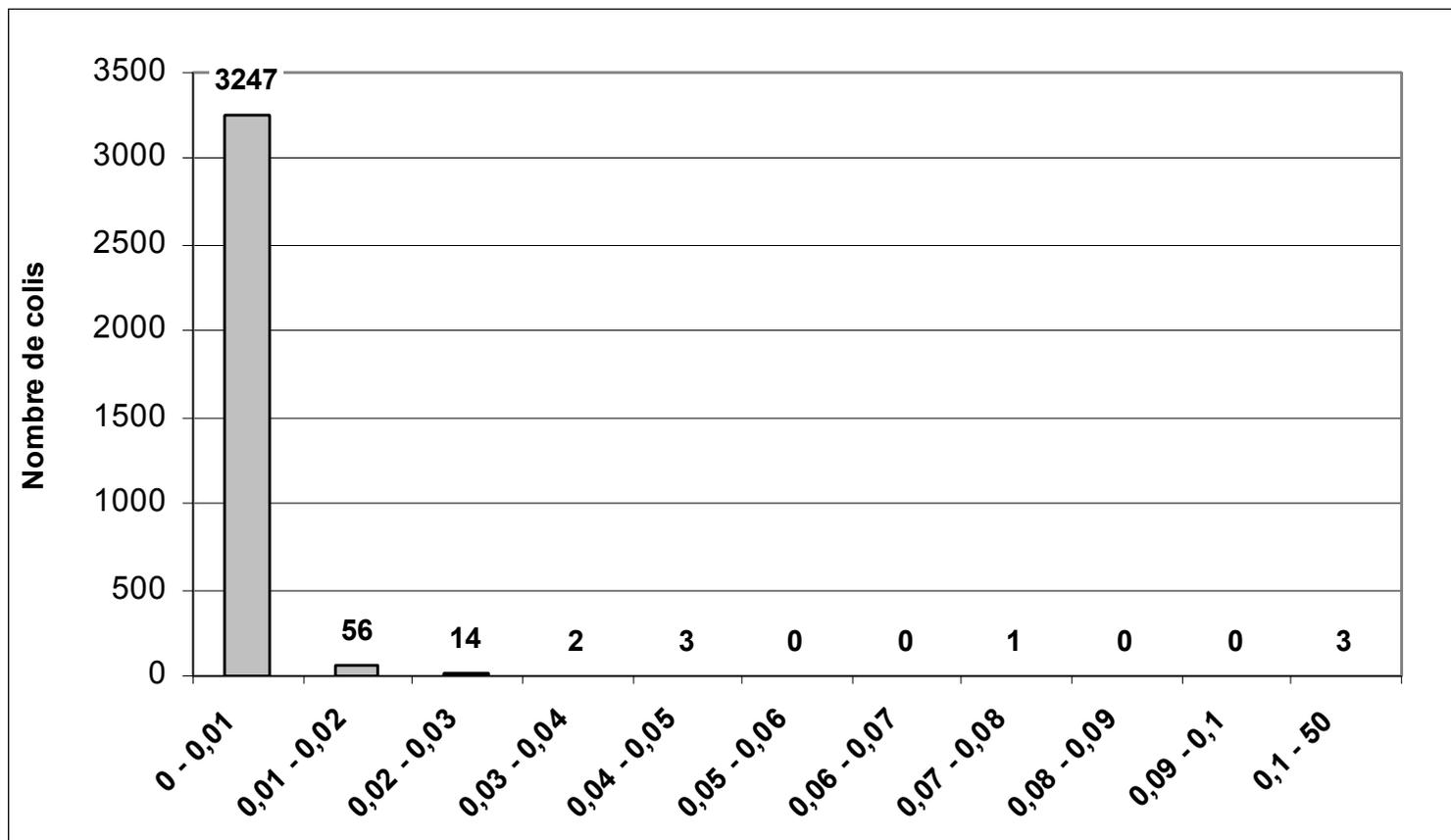
Activité massique CI 36 à t0



Répartition des activités massiques CI 36 à t0 des colis CBF-C'2
produits entre 1994 et 2010

Caractéristiques des colis CBF-C'2

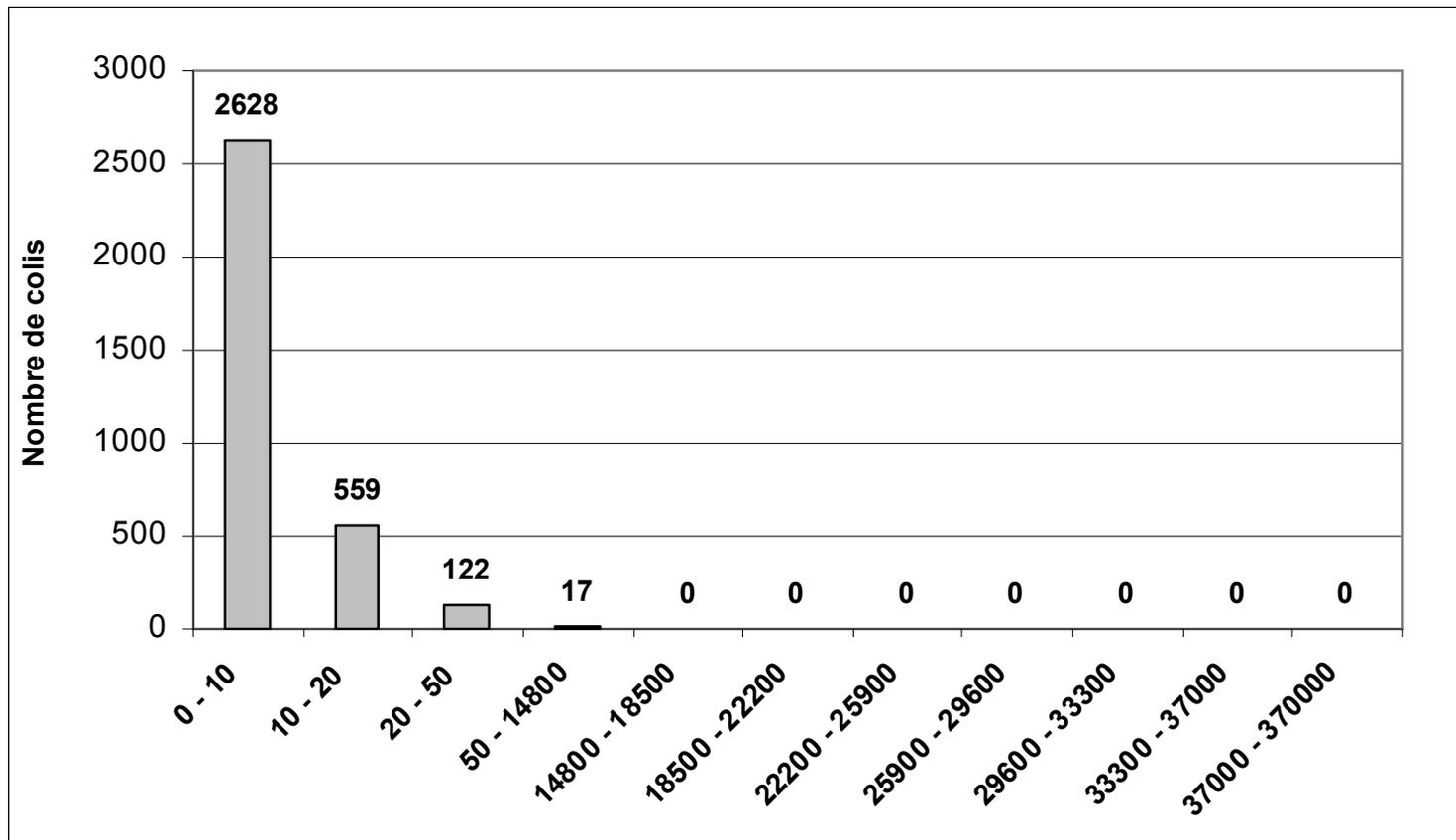
Activité massique Sn 126 à t0



Répartition des activités massiques Sn 126 à t0 des colis CBF-C'2
produits entre 1994 et 2010

Caractéristiques des colis CBF-C'2

Activité massique I 129 à t0



Répartition des activités massiques Sn 129 à t0 des colis CBF-C'2
produits entre 1994 et 2010

Synthèse CBF-C'2



► Population analysée

- ◆ 1591 à 4815 colis étudiés selon les paramètres

► Critères de référence = critères CSFMA

- ◆ Ded = 10 mSv/h; LMA alpha 300 ans; LMA CI36; LMA Sn126; LMA I129

► Critères étudiés

- ◆ 10 * Critères CSFMA
 - 1379 CBF-C'2 respectant critères
- ◆ 100 * Critères CSFMA
 - 1591 CBF-C'2 respectant critères
- ◆ Optimisation Grossière
 - 50 * Ded CSFMA
 - 50 * LMA alpha 300 ans CSFMA
 - 10 * LMA Sn 126
 - 1 * LMA CI36
 - 1 * LMA I129
 - 1467 respectant critères

Synthèse CBF-C'2, CAC, STE 2 et STE 3



Nombre de colis respectant l'ensemble des critères illustratifs posés pour un échantillon étudié de 8430 colis aujourd'hui classé en MAVL, et pour une population potentielle de 19 644 colis

Colis	10 * CSFMA	100 * CSFMA	Optimisation grossière	Population étudiée	Inventaire SI 2009
STE 3	447	6184	4258	6184	11900
STE 2	0	322	96	331	340
CBF-C'2	1379	1591	1467	1591	7080
CAC	157	157	288	324	324
Nombre total	1983	8254	6109	8430	19644
Volume total (m3)	1912	3507	3037		

Remarques : Les critères posés sont parfois élevés pour être exploratoires (SCR et SCI) et dans la mesure où les caractéristiques des colis sont évalués à la production

Conclusion (1/2)



► Optimisation possible en prenant en compte

◆ Le vieillissement des colis entre la production et la date d'arrivée au stockage

- Ded C'2 (dû principalement en début de vie au Cs 137, Cs134 et Co 60) décroît en moyenne de 70% en 25 ans)
- Ded STE 3 (dû principalement en début de vie au Cs137, CS 134, et Rh 106) décroît de 75% en 25 ans)

En conséquence les populations identifiées respectent des critères plus faibles en Ded que ceux affichés : 3 et 30 fois le Ded CSFMA)

◆ La date de l'occurrence des scénarios d'intrusions

- Activité massique alpha (hors C'2 à 300 ans déjà pris en compte)
- Eventuellement intrusion plus tardive que 300 ans pour tenir compte de la profondeur du stockage

Conclusion (2/2)



- ▶ **Généralisation possible de l'étude**
 - ◆ à toute la production réalisée des colis CAC, C'2, STE 2 et STE 3 : **19 644 au lieu de 8 430 colis**
 - ◆ à tous les colis MAVL produits : **CE cimentées, CSD-C**
 - ◆ à la production à venir en se basant sur les caractéristiques radiologiques des colis moyen et/ou enveloppe des dossiers de connaissance (C5, C'2, STE 3, CSD-C)
- ▶ **Intérêt pour le GT de poursuivre la démarche ?**
 - ◆ Par exemple pour stockage de type SCI
- ▶ **Possibilité d'échanger avec l'ANDRA**
 - ◆ Sur des critères quantitatifs objectivement raisonnables?
 - ◆ Les autres paramètres même qualitatifs importants pour la sûreté du stockage de type SCR?