Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs

2016 – 2018

Colis de déchets radioactifs HA et MAVL produits et à produire sur le site de La Hague

Analyse de l'acceptabilité dans CIGEO au regard des spécifications d'acceptation préliminaires Andra

Sommaire

1 CONTEXTE 3
2 REFERENCES 3
3 DOMAINE d'APPLICATION 4
3.1 Période de référence 4
3.2 Familles de colis de déchets concernées 4
3.3 Spécifications Andra applicables 7
3.4 Exigences Andra applicables 7
3.4.1 Masse des colis primaires 8
3.4.2 Puissance thermique des colis primaires 10
3.4.3 Activité en Césium 137 des colis primaires HA 10
3.4.4 Débit de H2 par radiolyse, des colis primaires 11
3.4.5 Tenue à la chute des colis primaires 11
4 SITUATION DES COLIS PAR RAPPORT AUX EXIGENCES 12
4.1 Exigence relative à la masse des colis primaires 13
4.1.1 Masse des colis HA 13
4.1.2 Masse des colis MAVL 14
4.1.3 Conclusion pour l'exigence relative à la masse des colis primaire 16
4.2 Exigence relative à la puissance thermique des colis primaires 16
4.2.1 Puissance thermique des colis HA chauds 17
4.2.2 Puissance thermique des colis HA froids 17
4.2.3 Puissance thermique des colis MAVL 17
4.2.4 Conclusion pour l'exigence relative à la puissance thermique des colis primaire 19
4.3 Exigence relative à l'activité radiologique en Cs 137 des colis HA 19
4.3.1 Activité en CS 137 des colis HA 20
4.3.2 Conclusion pour l'exigence relative à l'activité radiologique en Cs 137 des colis HA 20
4.4 Exigence relative au débit de H2 des colis primaires 20
4.4.1 Débit de H2 par radiolyse des colis HA 21
4.4.2 Débit de H2 par radiolyse des colis MAVL 21
4.4.3 Conclusion pour l'exigence relative au débit de H2 des colis primaires 23
4.5 Exigence relative à la tenue à la chute des colis primaires 24
4.5.1 Tenue à la chute des colis HA 24
4.5.2 Tenue à la chute des colis MAVL 25
4.5.3 Conclusion pour l'exigence relative à la tenue à la chute des colis primaires 28
5 CONCLUSIONS 29
5.1 Synthèse de l'analyse 29
5.2 Sécurisation d'éléments d'acceptabilité des colis au Cigéo 31

1 CONTEXTE

Pour la période 2016-2018, l'arrêté du 23 février 2017 pris en application du décret n° 2017-231 du 23 février 2017 pris pour application de 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 demande à son article 44 :

« EDF, Areva et le CEA réalisent avant le 31 décembre 2017 une analyse de l'acceptabilité dans CIGEO des colis de déchets radioactifs qui ont été conditionnés à cette date au regard de la version préliminaire des spécifications d'acceptation préliminaires de CIGEO transmise par l'ANDRA :

i. pour les familles de colis de déchets radioactifs en cours de production ou ceux dont la production est prévue dans les dix prochaines années, cette analyse permet d'identifier d'éventuelles incompatibilités entre les caractéristiques attendues des colis à produire et ces spécifications. Si de tels cas sont identifiés, les producteurs de déchets HA et MA-VL concernés mettent à jour leur stratégie de conditionnement ;

ii. pour les familles de colis de déchets radioactifs dont la production est achevée à la date de publication du présent arrêté, cette analyse permet d'identifier d'éventuelles incompatibilités entre les caractéristiques des colis produits et ces spécifications ainsi que les éléments supplémentaires à acquérir pour améliorer la connaissance des colis au regard des exigences contenues dans ces spécifications.

Si certaines incompatibilités sont identifiées :

- un dialogue technique est initié entre l'ANDRA et les producteurs de déchets correspondants pour définir les modalités adaptées de traitement de ces écarts ;

- les producteurs de déchets HA et MA-VL et l'ANDRA présentent, au regard de cette analyse, le programme d'étude à mener.

Le cas échéant, les chroniques de livraison des colis de déchets sur le projet de stockage géologique profond sont actualisées.

Les résultats de cette démarche sont transmis au ministre chargé de l'énergie avant le 31 décembre 2017, qui les soumet pour avis à l'ASN et à l'ASND.

2 REFERENCES

[1] Programme Industriel de Gestion des Déchets – Projet Cigéo – Indice E – Novembre 2016 – AREVA, CEA, EDF - Andra

[2] Edition 2015 de l'Inventaire National – Juin 2016 - Andra

[3] Dossier d'Option de Sûreté du projet Cigéo – Avril 2016 – Andra

[4] Spécifications préliminaires d'acceptation des colis primaires à Cigéo (phase APS) – Indice B – Juin 2016 - Andra

3 DOMAINE d'APPLICATION

Le présent document présente l'analyse réalisée par AREVA relativement à la situation des colis de déchets HA et MAVL produits et à produire sur le site de La Hague par rapport aux spécifications préliminaires d'acceptation communiquées par l'Andra.

3.1 Période de référence

Dans son premier paragraphe, l'article 44 de l'arrêté PNGMDR du 23 février 2017 limite le domaine d'application de la demande aux colis de déchets qui ont été conditionnés au 31/12/2017 «… colis de déchets radioactifs qui ont été conditionnés à cette date ».

Cependant, dans sa déclinaison au paragraphe i, l'article 44 de l'arrêté PNGMDR du 23 février 2017 étend le domaine d'application aux « … familles de colis de déchets radioactifs en cours de production ou ceux dont la production est prévue dans les dix prochaines années ».

C'est cette période de référence (début de production – fin 2027) qui est considérée dans le présent document afin d'apporter une vision moyen terme.

3.2 Familles de colis de déchets concernées

D'une manière générale, la nomenclature (code COG-xxx et intitulé) des familles de colis de déchets produits et à produire sur le site de La Hague a été définie dans le Programme Industriel de Gestion des Déchets (PIGD VE) [1], établi conjointement avec l'Andra et les autres producteurs de déchets CEA et EDF. C'est cette nomenclature qui est utilisée dans le présent document.

Le PIGD VE présente, en outre, les correspondances de ces familles avec celles (plus globales et donc moins nombreuses) de l'Edition 2015 de l'inventaire national [2].

Les familles de colis et le nombre de colis sont associés, pour ce qui concerne les colis de résidus issus des combustibles usés après traitement, à la déclinaison du scénario de gestion du parc EDF présenté dans le PIGD VE [1].

Le nombre de colis produits et à produire à terminaison sur le site de La Hague est de 146 726 colis [1], répartis comme suit :

- 51 811 colis HA Chauds : soit 100% de l'inventaire, à expédier à partir de 2090
- 816 colis HA froids : soit 20% de l'inventaire, à expédier dès 2033 pour ceux de La Hague,
- 94 099 colis MAVL : soit 56,4% de l'inventaire, à expédier dès 2031.

Le site de La Hague présente la particularité d'être concerné par des activités de production, de RCD, et de démantèlement. Pour ces différentes activités :

- certaines familles sont finies d'être produites,
- d'autres sont en cours de production,
- d'autres seront produites à partir d'une date comprise entre 2017 et 2027, et
- d'autres seront produites à partir d'une date postérieure à 2027.

Les trois premiers types de familles sont concernés par la présente analyse. Comme le montrent les tableaux 1 à 4 ci-dessous, seule 1 famille (colis PIVIC dont la production ne débutera qu'après 2036) ne fait pas l'objet de l'analyse, ce qui représente, en nombre de colis, 1% de la production à terminaison du site de La Hague [1]. Par ailleurs, on a intégré ici les familles dont il n'est pas certain que la production débutera avant 2027.

Catégorie	Identifiant de la famille de colis (PIGD VE)	Intitulé de la famille de colis (PIGD VE)	Conteneur primaire	Nombre de colis (PIGD VE)	Date de début de livraison chronique (PIGD VE)
MAVL	COG-040	Fûts de coques et embouts cimentés produits suivant la spécification 300 AQ 025	Fût acier	1 517	2030
MAVL	COG-050	Colis de déchets solides d'exploitation cimentés produits avant 1994 suivant la spécification 300 AQ 038	CAC	324	2033
MAVL	COG-420	Fûts enrobés bitumineux STE2 (reprise partielle silo 550-14)	Fût acier	340	2032

Tableau 1 : Familles de colis de déchets dont la production est terminée

Catégorie	Identifiant de la famille de colis (PIGD VE)	Intitulé de la famille de colis (PIGD VE)	Conteneur primaire	Nombre de colis (PIGD VE)	Date de début de livraison chronique (PIGD VE)
HA	COG-140	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres UOX produits suivant la spécification 300 AQ 016	CSD-V	6 900	2080
HA	COG-150	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-U : verres UMo produits suivant la spécification 300 AQ 059	CSD-U	800	2031
HA	COG-800	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres UOX produits suivant la spécification 300 AQ 060	CSD-V	19 010	2080
HA	COG-810	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres de vidange R7/T7	CSD-V	250	2080
HA	COG-820	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres de calcinats	CSD-V	75	2080
MAVL	COG-020	Fûts bitumes STE3 produits suivant la spécification 300 AQ 027	Fût acier	13 100	2030
MAVL	COG-030	Colis de déchets solides d'exploitation cimentés produits après 1994 suivant la spécification 300 AQ 044	CBF-C'2	8 117	2030
MAVL	COG-100	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C produits suivant la spécification 300 AQ 055 (dont coques et embouts des fûts ECE et des piscines S1, S2 et S3)	CSD-C	6 675	2030
MAVL	COG-110	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des coques et embouts issus d'assemblages combustibles UOX	CSD-C	17 850	2032
MAVL	COG-470	Colis CSD-B contenant des effluents de moyenne activité vitrifiés (MAD UP2-400, UP2-800 et UP3)	CSD-B	1 680	2086

Tableau 2 : Familles de colis de déchets dont la production est en cours

Catégorie	Identifiant de la famille de colis (PIGD VE)	Intitulé de la famille de colis (PIGD VE)	Conteneur primaire	Nombre de colis (PIGD VE)	Date de début de livraison chronique (PIGD VE)
HA	COG-160	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-RU : reliquats de verres Umo	CSD-RU	15	2033
HA	COG-200	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres UOX/URE/MOX	CSD-V	24 060	2080
HA	COG-830	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres REP/RNR (Superphénix et Phénix)	CSD-V	1 095	2080
HA	COG-850	Déchets technologiques issus des ateliers de vitrification conditionnés en Conteneurs Standards	CSD	300	2080
HA	COG-870	Capsules de titanates de Sr conditionnées en Conteneurs Standards/CSD-TiSr	CSD-TiSr	3	2035
HA	COG-880	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés : verres CU du CEA/Civil	CSD-V	11	2080
HA	COG-890	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés : verres CU du CEA/DAM	CSD-V	80	2080
MAVL	COG-070	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des coques et embouts du silo HAO	CSD-C	1 527	2030
MAVL	COG-120	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des coques et embouts issus d'assemblages combustibles UOX/URE/MOX	CSD-C	22 720	2035
MAVL	COG-430	Boues STE2 séchées, compactées et immobilisées dans un conteneur métallique	C5	14 429	2050
MAVL	COG-440	Fûts ECE cimentés de fines et résines du silo HAO	Fût ECE	121	2046
MAVL	COG-450	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets de structure issus d'assemblages combustibles REP et RNR (Superphénix et Phénix)	CSD-C	1 514	2035
MAVL	COG-460	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets technologiques métalliques et organiques et des déchets de DEM	CSD-C	500	2043
MAVL	COG-475	Colis CSD-RB contenant des reliquats d'effluents de moyenne activité vitrifiés (MAD UP2-400, UP2-800 et UP3)	CSD-RB	5	2091
MAVL	COG-480	Colis CBF-C'2 contenant des déchets d'exploitation et de DEM (poubelles fosse ATTILA)	CBF-C'2	18	2053
MAVL	COG-490	Déchets issus des opérations de CDE DEM des usines UP2-400, UP2-800 et UP3 compactés en CSD-C	CSD-C	289	2090
MAVL	COG-500	Déchets issus des opérations de CDE DEM des usines UP2-400, UP2-800 et UP3 conditionnés en CBF-C'2	CBF-C'2	1 031	2086
MAVL	COG-510	Déchets issus des opérations de CDE DEM de l'usine MELOX conditionnés en CBF-C'2	CBF-C'2	214	2091
MAVL	COG-530	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets de structure issus du traitement des CU du CEA/Civil	CSD-C	24	2043
MAVL	COG-540	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets de structure issus du traitement des CU du CEA/DAM	CSD-C	400	2044
MAVL	COG-550	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets de structure issus du traitement des CU EL4	CSD-C	200	2045
MAVL	COG-560	Déchets issus des colonnes d'élution d'ELAN IIB conditionnés en Colis Phomix	Colis Phomix	4	2070

Tableau 3 : Familles de colis de déchets dont la production débutera entre 2017 et 2027

Catégorie	Identifiant de la famille de colis (PIGD VE)	Intitulé de la famille de colis (PIGD VE)	Conteneur primaire	Nombre de colis (PIGD VE)	Date de début de livraison chronique (PIGD VE)
MAVL	COG-400	Déchets contaminés alpha en provenance de CAD, Melox et LHA conditionnés dans un colis PIVIC par incinération/vitrification	PIVIC	1 500	2091

Tableau 4 : Famille de colis de déchets dont la production ne débutera pas dans la période 2017 -2027

La description détaillée des familles de colis de déchets produits et à produire sur le site de La Hague est présentée dans le PIGD VE [1], et reproduite en annexe 1 au présent document.

3.3 Spécifications Andra applicables

La version des spécifications préliminaires d'acceptation des colis primaires au Cigéo disponible pour la présente analyse est la version Indice B [4] transmise en juillet 2016, correspondant à la phase APS du projet et donc au DOS d'avril 2016.

Le DOS Cigéo ayant été publié en avril 2016 et le PIGD VE en novembre 2016, deux écarts sont à noter entre ces documents en termes d'hypothèses de conditionnement pour AREVA. Il s'agit des familles de colis issus du démantèlement de l'atelier ELAN IIB de La Hague : COG-870 et COG-560 pour lesquelles le conditionnement a changé entre le PIGD VD, pris en compte dans le DOS Cigéo, et le PIGD VE pris en compte dans le présent document.

En conséquence, le conditionnement du PIGD VE de ces deux familles de colis n'a pas été pris en compte formellement dans le DOS et dans les spécifications Andra Indice B, même si des échanges ont eu lieu entre AREVA et Andra dès novembre 2015. Ces familles sont tout de même intégrées à l'analyse.

Cette version des spécifications Andra devrait être complétée par une version plus précise et quantifiée au moment du dépôt de la demande d'autorisation de création du cigéo. Une analyse plus complète et plus précise sera alors possible.

3.4 Exigences Andra applicables

Le document [4] contient trois spécifications préliminaires d'acceptation, selon le mode de stockage qui sera retenu pour les colis primaires :

- Colis primaires MAVL et HA en conteneur de stockage de référence
- Colis primaires MAVL en conteneur de stockage renforcé vis-à-vis du confinement
- Colis primaires MAVL destinés au stockage direct.

Une partie des exigences des spécifications [4] ne faisant pas encore l'objet d'une quantification, et une autre partie n'étant pas encore définie, le choix des exigences à prendre en compte pour la présente analyse a été réalisé avec l'Andra.

L'Andra et AREVA ont estimé que cinq paramètres pouvaient être considérés. Ces paramètres sont issus de la spécification pour les colis primaires MAVL et HA en conteneur de stockage de référence et sont relatifs à :

- la masse des colis primaires
- la puissance thermique des colis primaires
- l'activité radiologique en Césium 137 des colis primaires HA
- le débit de H2 par radiolyse, des colis primaires
- la tenue à la chute des colis primaires.

La perception par AREVA de la situation des exigences à attendre pour les deux autres spécifications, ne faisant pas encore l'objet d'études de conception et de sûreté abouties au niveau APS, est décrite dans le tableau ci-dessous [3].

D'une manière générale :

- les exigences, pour le cas du stockage de colis primaires en conteneur de stockage renforcé, seront les mêmes ou moins sévères que celles pour le cas du stockage de colis primaires en conteneur standard, du fait des performances apportées par le conteneur de stockage. C'est en particulier le cas pour l'exigence relative à la tenue à la chute,

- les exigences, pour le cas du stockage direct (sans conteneur complémentaire Andra), seront en général plus sévères que celles pour le cas du stockage de colis primaires en conteneur standard, dans la mesure où la sûreté mobilisera davantage le colis primaire. Cependant, ces exigences restent à définir lors des études d'APD. A noter que dans le cas de l'exigence relative à la masse des colis primaires, l'exigence sera moins sévère.

Exigence / Spécifications	**Masse**	**Puissance thermique**	**Activité Cs 137**	**Débit de H2**	**Tenue à la chute**
Colis primaire en conteneur de stockage de référence	Exigence CS réf Objet de la présente analyse	Exigence CS réf Objet de la présente analyse	Exigence CS réf Objet de la présente analyse	Exigence CS réf Objet de la présente analyse	Exigence CS réf Objet de la présente analyse
Colis primaire en conteneur de stockage renforcé	Idem Exigence CS réf	Idem Exigence CS réf	Sans objet (Colis HA)	Idem Exigence CS réf	Exigence moins sévère que exigence CS réf A définir
Colis primaire en stockage direct	Exigence moins sévère que exigence CS réf A définir	Exigence plus sévère que Critère CS réf A définir	Sans objet (Colis HA)	Exigence à définir	Idem exigence CS réf pour colis à produire donc plus sévère que exigence CS réf

Tableau 5 : Exigences à attendre pour les spécifications ne faisant pas encore l'objet d'études abouties de conception et de sûreté au niveau APD

Les paragraphes qui suivent reproduisent les exigences Andra des spécifications pour le stockage du colis primaire en colis de stockage de référence.

3.4.1 Masse des colis primaires

L'exigence des spécifications préliminaires Andra [4] est la suivante :

2.1.2 Masse du colis primaire

La masse du colis primaire devra être inférieure à la masse maximale admissible spécifiée en annexe 3. La correspondance entre les familles de colis primaires et leur conteneur de stockage est présentée en annexes 4 à 9.

Annexe 3 : Tableau des masses maximales par conteneur de stockage MA-VL et conteneurs de stockage HA

Pour les conteneurs de stockage MA-VL

Désignation du conteneur de stockage	Nbre de CP /CS	Type CP	Masse maximale du CP (en kg)
CS 1	2	EIP	1100
		500 L	1000
CS 2.1	1	CAC	2885
		CBF-C'2	4000
CS 2.2	4	CSD-C	850
		CSD-B	550
CS 2.3	2	500 L MI	2000
CS 2.4	4	AVM	450
CS 3	1	ECE	2700
		CEC	3845
CS 4	4	Fût acier	310
		223 L	600
		EIP	
CS 5.1	1	870 L FI - FI EXT	3000
		870 L α Pu	
		870 L FI	
CS 5.2	1	1460 L	3800
		1070 L	
CS 5.3	1	C1PG	7000
CS 5.4	4	C5	562
CS 6	1	1930 L	6400
		2405 L	7500
		2979 L	10200
CS 7	1	5000 L	11000

Pour les conteneurs de stockage HA

Désignation du conteneur de stockage	Nombre de CP /CS	Masse maximale du CP (en kg)
CS 10.1	2	121
CS 10.2	1	121
CS 10.4	1	112
CS 11	2	499
CS 13	1	570
CS 14	1	570

3.4.2 Puissance thermique des colis primaires

L'exigence des spécifications préliminaires Andra [4] est la suivante :

2.3.4 Puissance thermique

Familles de colis MA-VL

A réception, chaque colis primaire de déchets MA-VL devra présenter une puissance thermique inférieure à une valeur donnée, propre au type de colis et au dimensionnement retenu.

Pour les colis MA-VL présentant une décroissance thermique rapide, une puissance thermique maximale à réception de 60 W par colis de stockage est visée à ce stade.

Des exigences spécifiées aux colis MA-VL à décroissance thermique lente pourraient faire l'objet de valeurs spécifiques en fonction des résultats des études menées en APD.

Une courbe de décroissance thermique enveloppe sera déclarée à l'échelle de la famille de colis primaires.

Familles de colis HA

Les colis primaires de déchets HA seront livrés de sorte à respecter une puissance thermique moyenne par alvéole propre au dimensionnement retenu.

De plus, la puissance thermique maximale à réception pour chaque colis primaire sera de l'ordre de :

- ✓ 300 W pour un stockage sans intercalaire (HA0) tout en respectant une valeur maximale de 500 W par colis de stockage (pour les colis de stockage biplaces) ;
- ✓ 500 W pour un stockage avec intercalaire (HA1/HA2).

Une courbe de décroissance thermique enveloppe sera déclarée à l'échelle de la famille de colis primaires.

3.4.3 Activité en Césium 137 des colis primaires HA

L'exigence des spécifications préliminaires Andra [4] est la suivante :

2.3.6 Activité en ^{137}Cs des colis HA

A la date de réception sur l'installation Cigéo, l'activité en ^{137}Cs du colis primaire de déchet vitrifié HA ne devra pas excéder la valeur[14] déclinée dans le tableau 1 en fonction du concept de conteneur de stockage qui est associé au colis primaire.

Tableau 1. Limites d'activités en ^{137}Cs du colis primaire de déchet vitrifié HA en fonction du conteneur de stockage associé.

Concept de conteneur de stockage	Valeurs retenues pour le critère en A[^{137}Cs] (en Bq)
CS 13 et 14	$Min[1{,}97\ 10^{15};\ 1{,}35\ 10^{16}\frac{m}{\rho}]$
CS 11	$Min[1{,}72\ 10^{15};\ 1{,}15\ 10^{16}\frac{m}{\rho}]$
CS 10-1	$Min[5{,}64\ 10^{14};\ 1{,}16\ 10^{16}\frac{m}{\rho}]$

Avec :

- m : masse de déchets vitrifiés ;
- ρ : masse volumique de déchets vitrifiés ;
- $\frac{m}{\rho}$ en m³.

Pour les colis HA non vitrifiés, une valeur limite pourrait le cas échéant être définie pour la DAC en fonction du concept de conteneur de stockage associé au colis primaire.

3.4.4 Débit de H2 par radiolyse, des colis primaires

L'exigence des spécifications préliminaires Andra [4] est la suivante :

2.6.1 Dégagement de dihydrogène

Familles de colis MA-VL

Le producteur devra justifier du respect par colis primaire d'un dégagement annuel maximum de dihydrogène dans les conditions environnementales spécifiées correspondant à celles d'un alvéole au niveau II de l'échelle internationale de récupérabilité. Cette limite est exprimée comme suit :

- la valeur maximale d'exhalaison de dihydrogène par colis primaire est de 40/n L(H_2) par an, n étant le nombre de colis primaires contenus par conteneur de stockage ;
- à défaut du respect de cette valeur pour chacun des colis primaires chargés au sein d'un même conteneur de stockage, une limite de 40 L(H_2) par an et par colis de stockage devra être respectée.

Le nombre n à considérer est indiqué en annexes 4 à 6.

Des dispositions particulières d'exploitation des hottes de transfert et une gestion spécifique du remplissage de l'alvéole rendront possible, au cas par cas, la prise en charge d'un nombre limité de colis dont le taux de dégazage est supérieur à 40 L(H_2) par an et par colis de stockage[15], tout en respectant une valeur moyenne dans l'alvéole de 40 L(H_2) par an et par colis de stockage.

Le producteur devra déclarer les éléments nécessaires à la quantification du terme source dihydrogène. En ce qui concerne la production par radiolyse, si l'effet d'auto-absorption des particules contaminantes est utilisé et se révèle déterminant pour la justification du respect de l'exigence relative au dihydrogène, alors la granulométrie des particules devra être déclarée.

Pour les colis futurs, le producteur devra mettre en place un procédé de conditionnement permettant de minimiser la production de dihydrogène par colis primaire.

Familles de colis HA

Les colis de déchets HA ne devront présenter aucun dégagement d'hydrogène.

3.4.5 Tenue à la chute des colis primaires

L'exigence des spécifications préliminaires Andra [3] est la suivante :

2.4.2 Comportement à la chute

Colis MA-VL

Pour les colis futurs, le producteur justifiera, pour une chute du colis primaire d'une hauteur de 1,2 mètre sur une dalle indéformable, l'absence de dispersion du contenu radioactif interne du colis primaire (particules solides et aérosols compris).

Pour les colis produits ou en cours de production, le producteur justifiera :

- soit l'absence de dispersion du contenu radioactif interne du colis primaire (particules solides et aérosols compris) pour une chute du colis primaire d'une hauteur de 1,2 m sur une dalle indéformable ;
- soit un potentiel de contamination atmosphérique remis en suspension suite à une chute du colis primaire d'une hauteur de 1,2 mètre sur une dalle indéformable inférieur à :

$$\frac{5{,}20 \cdot 10^6}{n} \text{ LDCA.m}^3$$

Avec n, le nombre de colis primaires contenus par colis de stokage. A titre d'exemple, le calcul détaillé en annexe 13 présente une méthode d'évaluation du potentiel de contamination atmosphérique remis en suspension en cas de chute d'un colis primaire.

Les propriétés et les performances du colis primaire réceptionné dans l'installation Cigéo étant dépendantes de ses conditions d'entreposage, le producteur justifiera que les conditions thermiques et hydriques d'entreposage n'ont pas conduit à une remise en cause de sa tenue à la chute initialement garantie ou, le cas échéant, à une augmentation de son potentiel de contamination.

Colis HA

Le producteur justifiera, pour une chute du colis primaire d'une hauteur de 5 mètres sur une dalle indéformable intervenant au moment de la réception du colis à Cigéo, l'absence de dispersion du contenu radioactif.

4 SITUATION DES COLIS PAR RAPPORT AUX EXIGENCES

Depuis une vingtaine d'année, AREVA communique à l'Andra des dossiers de connaissance des colis de déchets produits et à produire sur le site de La Hague. Ces dossiers fournissent les valeurs des caractéristiques des colis demandées (selon une expression de besoin spécifiée, dont la dernière version date de 2007) par l'Andra pour la conception du stockage et les études de sûreté. Ils sont régulièrement mis à jour dans le but d'intégrer les retours d'expérience associés aux productions de colis. Dans le cas de colis non encore produits, les dossiers de connaissance fournissent une estimation des valeurs des caractéristiques des colis, pour les mêmes caractéristiques.

Dans les années 2000, après analyse de ces dossiers, l'Andra a délivré des agréments de niveau 1 pour tous les colis alors envisagés par AREVA et qui lui avaient été décrits dans les dossiers de connaissance. Ces agréments de niveau 1 signifiaient que l'Andra estimait disposer d'informations robustes et suffisantes pour les injecter dans les études d'esquisse du stockage Cigéo. Ces informations étaient suffisantes au stade des études d'esquisse du projet et pour la préparation du Dossier 2005 du stockage. Depuis cette période, AREVA a mis à jour tous ces dossiers de connaissance et en a produit d'autres pour les colis dont la stratégie de conditionnement a évolué. On doit noter qu'en 2013, lorsque les colis de résidus CSD-V et CSD-C issus du traitement des combustibles EL4, CEA civils et CEA DAM ont été introduits dans le PIGD, à la demande de l'Andra, des familles de colis spécifiques ont été créées. Les modalités de traitement de ces combustibles n'étant pas décidées, aucun dossier de connaissance ne peut être rédigé. AREVA, EDF et CEA ont donc demandé à l'Andra de considérer que les caractéristiques des colis correspondant seront couvertes par celles des dossiers de connaissance existant.

Les dossiers de connaissance constituent donc le support de référence de communication d'AREVA (et des autres producteurs de déchets) vers l'Andra pour les caractéristiques des colis à prendre en compte. C'est la raison pour laquelle ils sont systématiquement cités dans l'analyse qui suit et dans les tableaux des annexes associées. On a noté dans ces tableaux « pas de DC » dans le cas des CSD-V et CSD-C issus des combustibles EL4, CEA Civil et CEA DAM mentionnés au paragraphe précédent.

Par ailleurs, l'Andra exerce une surveillance sur les opérations de fabrication et de contrôle des colis de déchets nucléaires au moyen de visites techniques, inspections et audits sur le site de La Hague, qui lui permettent de s'assurer de la robustesse de ces données, par confrontation au retour d'expérience des productions. De plus, les résultats de la surveillance exercée par l'organisme tiers indépendant mandaté par les clients d'AREVA sont partagés avec l'Andra.

En outre, les colis produits sur le site de La Hague le sont en référence à une spécification de production autorisée (décision d'accord de conditionnement) par l'ASN après avis technique de l'IRSN et de l'Andra. Selon les caractéristiques, ces spécifications contiennent des valeurs de paramètres garantis ou complémentaires. Les paramètres garantis apportent la garantie que les colis respecteront une valeur donnée pour certains paramètres. Les paramètres complémentaires apportent une information sur les valeurs moyennes à attendre pour d'autres paramètres.

Enfin, dans son processus de définition de concept de colis, AREVA organise systématiquement des échanges suivis avec l'Andra dans le but de faire converger les spécifications de production et donc les caractéristiques des colis en cours de conception vers les exigences en cours de définition par l'Andra. Des demandes d'avis sur les conditionnements envisagés et sur la faisabilité opérationnelle de leur prise en charge au Cigéo sont adressées à l'Andra, qui y répond systématiquement.

Tous ces échanges ont eu, dès leur origine, l'objectif de garantir que la conception du stockage répondra bien, et en toute sûreté, aux besoins industriels d'AREVA, notamment pour les colis produits depuis longtemps et dont le bon niveau de connaissance des caractéristiques est acquis.

4.1 Exigence relative à la masse des colis primaires

L'exigence relative à la masse est une masse maximale en fonction du conteneur de stockage dans lequel est placé le colis primaire. Elle est reproduite au paragraphe 3.4.1.

Le tableau A2.1 de l'annexe 2 présente, pour toutes les familles de colis retenues au 3.2 :

- la masse maximale à respecter, des spécifications préliminaires [4],
- les masses moyennes et/ou maximales annoncées dans les dossiers de connaissance,
- les masses éventuellement issues du retour d'expérience de la production postérieure à la rédaction des dossiers de connaissance,
- l'éventuelle existence de paramètres garantis ou complémentaires relatifs à la masse dans les spécifications de production,
- les valeurs de masse qu'AREVA a demandé à l'Andra de prendre en compte en mars 2016, en intégrant le retour d'expérience des productions,
- l'avis d'AREVA sur le respect de la spécification Andra.

4.1.1 Masse des colis HA

La valeur spécifiée par Andra est de 570 kg pour tous les colis HA.

<u>Colis HA vitrifiés CSD-V, CSD-U et CSD-RU et colis MAVL vitrifiés CSD-B et CSD-RB</u>

Les valeurs maximales issues du retour d'expérience de la production à fin 2016 sont de 557,8 kg pour les CSD-V 300 AQ 016 (COG-140), de 521,9 kg pour les CSD-V 300 AQ 060 (COG-800). AREVA et les propriétaires de combustibles ont demandé à l'Andra de considérer que les CSD-V à produire (CSD-V UNE MOX URE (COG-200), CSD-V PX et SPX (COG-830), CSD-V EL4 (COG-900), CSD-V CU CEA Civil (COG-880) et CEA DAM (COG-890)) auront les mêmes caractéristiques massiques que les CSD-V 300 AQ 060.

Les valeurs maximales issues du retour d'expérience de la production à fin 2016 sont de 510,1 kg pour les CSD-V de Vidange (COG-810) et de 494,4 kg pour les CSD-V de Calcinats (COG-820).

La valeur maximale issue du retour d'expérience de la production à fin 2016 de colis CSD-U (COG-150) est de 510,1 kg. Il est estimé que les masses des colis CSD-RU (COG-160) seront similaires. La valeur maximale issue du retour d'expérience de la production à fin 2016 de colis CSD-B (COG-470) est de 481,6 kg. Il est estimé que les masses des colis CSD-RB (COG-475) seront similaires.

Pour tous ces colis, et compte tenu des éléments qui précèdent, AREVA a demandé à l'Andra en mars 2016 de prendre en compte une masse de 570 kg pour les études de conception et de sûreté. En effet, les valeurs des dossiers de connaissance sont régulièrement mises à jour avec le retour d'expérience de la production. Andra a repris cette valeur dans la spécification [4].

AREVA estime que cette masse restera enveloppe des productions à venir pour tous ces colis HA vitrifiés, même avec les évolutions actuellement envisagées pour les spécifications de production des colis.

AREVA estime donc que le respect de la spécification préliminaire Andra est garanti.

<u>Déchets technologiques HA issus des ateliers de vitrification à conditionner en conteneurs standards</u>

Ces colis (COG-850) ne sont pas encore produits. Les déchets sont actuellement dans les conteneurs standards CSD-. Le conditionnement final consistera à les bloquer avec des billes de verre. Les billes de verre, bien que non compactables, présentant un taux de vide d'environ 40 % et la densité du verre de ces billes étant proche du verre nucléaire, il n'y a pas de risque d'excéder la masse de 570 kg correspondant à un conteneur rempli de verre, pour ces colis.

Il est donc estimé que ces colis respecteront la spécification préliminaire Andra.

Colis de capsules de titanate de strontium à conditionner en conteneur standard HA

Pour ce nouveau colis (COG-870), la valeur annoncée dans le dossier de connaissance d'octobre 2015 est de 738,5 Kg. Par la suite, en mars 2016, AREVA a demandé à l'Andra de considérer une masse de 850 kg. Même si cette masse ne sera pas atteinte par les trois colis à produire, elle a été retenue par AREVA car elle correspond à la masse maximale des CSD-C et donc au domaine de validité de leur démonstration de résistance à une chute de 9 mètres. AREVA s'appuie, en effet, sur les études de tenue à la chute du CSD-C 300 AQ 055 pour la démonstration de la tenue à la chute du colis CSD-TiSr.

Dans ses études pour le DOS, l'Andra n'a pas eu le temps d'intégrer formellement les informations de 2015 et la demande d'AREVA de 2016. C'est la raison pour laquelle une valeur de 570 Kg (comme pour les autre colis HA) est spécifiée dans [4].

Cependant, l'Andra est en train d'évaluer l'impact de cette masse sur les équipements de manutention du colis, le dimensionnement des lorry et chariot de transfert. AREVA n'a pas noté de point dur sur ce sujet.

AREVA estime donc que la prochaine version des spécifications Andra situera l'exigence à 850 kg et que le colis respectera donc les spécifications issues des études d'APD. Même si cette évolution ne posera pas de problème, étant donné qu'une mise à jour des spécifications est nécessaire, il est considéré ici que le colis ne respecte pas formellement la spécification.

4.1.2 Masse des colis MAVL

Colis de déchets de structures compactés CSD-C

La valeur spécifiée par Andra est de 850 kg pour tous les CSD-C.

La valeur maximale de la masse des colis CSD-C produits suivant la spécification 300 AQ 055 est de 772 kg. Etant donné que le dossier de connaissance associé présentant le REX de la production entre 2002 et 2009 annonçait une masse moyenne de 692,8 Kg et une masse maximale de 765,9 kg, une discussion a eu lieu avec l'Andra afin de déterminer la pertinence de retenir une masse maximale supérieure à celles du dossier de connaissance pour la conception sans pour autant sur-dimensionner le stockage.

Etant donné que la spécification de production contient un paramètre garanti à 850 kg, AREVA a décidé de demander à l'Andra de considérer cette masse, qui est devenu l'exigence Andra.

De même, pour tous les autres CSD-C (COG-070, COG-110, COG-120, COG-450, COG-460, COG-490, COG-530, COG-540, COG-540) à produire, AREVA estime que ce paramètre garanti sera respecté, ainsi que la spécification Andra en conséquence.

Fûts de bitumes

La valeur spécifiée par Andra est de 310 kg pour tous les fûts de bitumes.

La valeur maximale de la masse des fûts de bitumes STE2 (COG-420) est de 290,6 kg. Cette production étant terminée, il peut être affirmé que ces colis respectent la spécification Andra.

La valeur moyenne de la masse des fûts de bitumes STE3 (COG-020) produits selon la spécification de production 300 AQ 027 entre 1989 et fin 2006 est de 235,6 kg. La spécification de production n'impose pas de paramètre garanti pour la masse. La masse maximale produite est de 301,1 kg.

Afin de tenir compte du retour d'expérience, AREVA a demandé à l'Andra en mars 2016 de considérer une masse maximale de 310 kg pour tous les fûts de bitumes. Andra a retenu cette valeur dans [4].

Tous les fûts de bitume produits à fin 2016 respectent la spécification, et tous les colis à produire la respecteront. En effet, la production de fûts de bitumes spécifiques est terminée.

Colis de déchets solides d'exploitation cimentés produits avant 1994 suivant la spécification 300 AQ 038

La valeur spécifiée par Andra est de 2885 kg.

La masse maximale des 324 colis (COG-050) produits est de 2880 kg et la production est terminée depuis 1994. Afin de prendre des marges, notamment pour faciliter la prise en compte des incertitudes au moment de l'analyse formelle de l'acceptabilité des colis par l'Andra, AREVA a demandé à l'Andra en mars 2016 de prendre en compte une masse de 2885 kg pour ses études.

Cette valeur ayant été retenue par Andra dans [4], tous les colis respectent la spécification [4].

Colis de déchets solides d'exploitation cimentés CBF-C'2 produits après 1994 suivant la spécification 300 AQ 044 et autres colis de déchets CBF-C'2

La valeur spécifiée par Andra est de 4000 kg.

La masse maximale des colis CBF-C'2 (COG-030) produits à fin 2016 est de 3586 kg, elle correspond à la masse maximale du dossier de connaissance. Etant donné que ce type de colis sera produit pendant toute la durée de fonctionnement des usines et également durant leur démantèlement, et dans la mesure où une masse de 4000 kg est envisagé dans la spécification de production des colis, AREVA a demandé à l'Andra de considérer la valeur de 4000 kg pour ses études.

A ce stade, AREVA a demandé à l'Andra de considérer que tous les autres familles de colis CBF-C'2 (COG-480, COG-500, COG-510) auront les mêmes caractéristiques massiques que ceux actuellement produits selon la spécification de production applicable.

En conséquence, AREVA estime que tous les colis CBF-C'2 produits et à produire respectent et respecteront la spécification Andra [4].

Fûts de coques et embouts cimentés produits suivant la spécification 300 AQ 025

La valeur spécifiée par Andra est de 3845 kg.

La masse maximale des 1517 colis (COG-040) produits est de 3831 kg et la production est terminée depuis 2002. Afin de prendre des marges, notamment pour faciliter la prise en compte des incertitudes au moment de l'analyse formelle de l'acceptabilité des colis par l'Andra, AREVA a demandé à l'Andra en mars 2016 de prendre en compte une masse de 3845 kg pour ses études.

Cette valeur ayant été retenue par Andra dans [4], tous les colis respectent la spécification [4].

Boues STE2 séchées, compactées et immobilisées dans un conteneur métallique

La valeur spécifiée par Andra est de 562 kg.

Ces colis (COG-430) ne sont pas produits. La masse maximale annoncée par le dossier de connaissance étant de 561,4 kg, AREVA a demandé à l'Andra en mars 2016 de prendre en compte une masse de 562 kg pour ses études.

L'Andra ayant retenu cette valeur dans [4], il est estimé que tous les colis respecteraient la spécification.

Fûts CFR de fines et résines du silo HAO

La valeur spécifiée par Andra est de 2700 kg.

Ces colis (COG-440) ne sont pas encore produits. La masse moyenne annoncée par le dossier de connaissance étant de 2443 kg, AREVA a demandé à l'Andra en mars 2016 de prendre en compte une masse de 2700 kg pour ses études. A cette époque l'Andra avait proposé de spécifier pour ce colis, la masse du colis primaire le plus lourd utilisant le même conteneur de stockage Andra. Cette valeur était alors de 3831 Kg, il s'agissait de la masse du colis FCE.

Depuis ces échanges, des travaux ont été réalisés par AREVA pour converger vers une valeur de paramètre garanti pour la masse totale du colis finis. La prise en compte des différentes incertitudes et bornes du domaine qualifié conduise à retenir une valeur enveloppe de 3000 kg.

Les colis ne respectent donc pas formellement la spécification préliminaire [4], mais AREVA estime que le retour à une valeur plus élevée inférieure à 3845 kg (exigence pour le colis FCE) ne posera aucun problème. Une mise à jour de [4] étant nécessaire, il est considéré ici que les colis ne respectent pas la spécification.

Déchets issus des colonnes d'élution d'ELAN IIB conditionnés en Conteneurs Standards

La valeur spécifiée par Andra pour ces colis, avec l'hypothèse de conditionnement du PIGD VD est de 570 kg. En effet, le conditionnement du PIGD VD était basé sur un scénario de traitement du produit Phomix à la vitrification.

Depuis le PIGD VD, AREVA a changé d'hypothèse de conditionnement. Le conditionnement retenu correspondant maintenant (PIGD VE [1]) au colis Phomix MAVL (COG-560), et son mode de stockage à la mise en conteneur Andra CS7 [4], la masse spécifiée à considérer est de 11 000 kg [4].

La masse maximale estimée dans le dossier de connaissance étant de 8300 kg, ces 4 colis Phomix (COG-560) respecteront la spécification Andra [4]. Cependant, une mise à jour de [4] étant nécessaire, il est considéré ici que les colis ne respectent pas la spécification.

4.1.3 Conclusion pour l'exigence relative à la masse des colis primaire

Aucune difficulté n'est attendue pour le respect de cette exigence dans la mesure où la spécification d'acceptation Andra [4] a intégré le besoin industriel récapitulé par AREVA dans son courrier de mars 2016.

On notera simplement que les deux familles de colis relatives au démantèlement de l'atelier ELAN IIB (COG-870 (3 colis) et COG-560 (4 colis)) n'ayant pas été formellement prises en compte dans le DOS [3] et donc dans la spécification préliminaire [4], une mise à jour de [4] sera nécessaire à l'issu de l'APD qui intégrera les nouveaux conditionnements.

Par ailleurs, de nouvelles estimations pour le colis CFR (COG-440) (121 colis) conduisent à un besoin de retour de la spécification à une valeur plus élevée (abaissée dans [4] à la demande d'AREVA).

Ces trois colis nécessitant une mise à jour du document [4], ils sont notés en gras dans le tableau A2.1.

4.2 Exigence relative à la puissance thermique des colis primaires

L'exigence relative à la puissance thermique est une puissance thermique maximale à la réception du colis au Cigéo. Elle dépend de la catégorie du colis et du conteneur de stockage Andra.

L'exigence est reproduite au paragraphe 3.4.2.

Le tableau A3.1 de l'annexe 3 présente, pour toutes les familles de colis retenues au 3.2 :

- la puissance maximale à respecter [4],
- les puissances thermiques moyennes et maximales annoncées à l'Andra dans les dossiers de connaissance,
- les éventuels éléments de retour d'expérience postérieurs aux dossiers de connaissance,
- l'avis d'AREVA sur le respect de la spécification Andra.

4.2.1 Puissance thermique des colis HA chauds

La puissance à respecter pour les colis HA chauds est de 500 W par colis primaire au moment du stockage.

Colis HA vitrifiés CSD-V

Les puissances thermiques sont données à la production dans les dossiers de connaissance. Ces valeurs à la production sont toutes supérieures à la valeur spécifiée à réception (de 1345 W pour les CSD-V Calcinats (COG-820) à 2734 W pour les CSD-V 300 AQ 060 (COG-140) les plus chauds). Les colis sont entreposés sur le site de La Hague avant leur stockage définitif au Cigéo.

Les CSD-V déjà produits (CSD-V 300 AQ 016 (COG-140), CSD-V Vidange (COG-810), CSD-V Calcinats (COG-820)) respecteront la spécification dès 2080, date d'ouverture de la zone HA.

Pour les CSD-V 300 AQ 060 (COG-800) en cours de production et CSD-V MOX URE UNE (COG-200) les plus chauds, un entreposage postérieur à 2080 pourra être nécessaire pour une partie de la population. Les CSD-V MOX URE UNE ne sont pas encore produits. Ils le seront en diluant les solutions de produits de fissions issues du traitement des combustibles MOX avec celles issues du traitement des combustibles URE et UNE. Le taux de dilution pris en compte a été choisi dans le but de garantir sur le long terme la même thermique pour les deux familles de colis.

De même, AREVA a demandé à l'Andra de considérer que les CSD-V à produire (CSD-V PX et SPX (COG-830), CSD-V EL4 (COG-900), CSD-V CU CEA Civil (COG-880) et CEA DAM (COG-890)) auront les mêmes caractéristiques thermiques que les CSD-V 300 AQ 060.

4.2.2 Puissance thermique des colis HA froids

La puissance à respecter pour les colis HA froid est de 300 W par colis primaire au moment du stockage.

Colis HA froids vitrifiés CSD-U et CSD-RU

Pour ces colis HA froids (COG-150, COG-160), le dossier de connaissance envisageait une population de colis HA froids avec une puissance thermique moyenne d'environ 50 W à la production, et une petite population de colis HA chauds de puissance thermique maximale de 474 W à la production. Il ne sera pas produit de CSD-U HA chauds, et le REX de production rapporte une valeur maximale de 38 W à la production.

AREVA a donc informé l'Andra de ce retour d'expérience. Il résulte que la spécification Andra de 300 W est largement respectée, même avec une hypothèse de stockage en zone HA0 dès 2031 [1]. Il en sera de même pour les colis CSD-RU.

Colis de capsules de titanate de strontium à conditionner en conteneur standard HA

Pour les 3 colis COG-870, la puissance thermique maximale est évaluée à 191 W à 2025, ce qui garantit le respect de la spécification Andra pour un stockage en zone HA0 dès l'ouverture du stockage.

4.2.3 Puissance thermique des colis MAVL

Pour les colis du site de La Hague dont le stockage en conteneur de stockage serait effectué respectivement par 1 ou par 4 colis primaires, l'exigence Andra est de 60 W ou 15 W.

Colis de déchets de structures compactés CSD-C

Pour les colis produits entre 2002 et 2009 selon la spécification 300 AQ055 (COG-100), le dossier de connaissance annonce une puissance thermique moyenne de 11,5 W à la production. Sur la base du retour d'expérience étendu à fin 2015, la prise en compte des incertitudes de manière majorante conduit à envisager une valeur moyenne (garantie) de 17,5 W à la production. Ces colis respectent donc, dans leur ensemble, la spécification Andra à une date proche de leur production. La valeur maximale calculée dans le dossier de connaissance est de 38,8 W à la production pour les colis produits entre 2002 et fin 2009. Pour la période de production étendue à 2015 et intégrant les incertitudes, la valeur la plus haute observée est de 88 W. Pour les colis produits et à produire selon le retour d'expérience connu, le respect de la spécification est garanti à l'ouverture du stockage à 2031. Une décroissance en

entreposage serait nécessaire pour des colis produits tardivement et avec des valeurs élevées. Le paramètre garanti de la spécification de production étant situé à 90 W.

Pour les CSD-C à produire COG-110, une puissance thermique moyenne de 46,6 W et maximale de 50 W sont envisagées dans le dossier de connaissance, de manière enveloppe, à la production. Sur cette base, la puissance thermique garantie (intégrant les incertitudes) serait de l'ordre de 85 W à la production. Il faudrait donc une décroissance de 20 ans avant livraison au Cigéo. Il est à noter cependant que ces évaluations sont basées sur des hypothèses de gestion EDF Haut Taux de Combustion (Taux de combustion, temps de refroidissement, enrichissement) qui ne sont plus d'actualité, ce qui les rend enveloppes.

Il en est de même, par défaut, pour les colis à produire (COG-120, COG-450, COG-460, COG-490, COG-530, COG-540, COG-540).

Concernant le CSD-C HAO, le dossier de connaissance annonce une puissance thermique de 14,8 W rendant le colis acceptable du point de vue thermique à la production. Cependant, le projet de mise à jour du dossier de connaissance prévoit une valeur de 5,3 W qui sera bientôt communiquée à l'Andra. Aucune contrainte n'est donc attendue pour le respect de la spécification Andra, dans l'hypothèse [1] de livraison de ces colis dès l'ouverture du Cigéo.

Colis CSD-B et CSD-RB

La puissance moyenne annoncée dans le dossier de connaissance pour les CSD-B (COG-470) est de 3,5 W en moyenne et 23,6 W au maximum. Dans ce dernier cas, une décroissance de 20 ans serait nécessaire pour respecter la limite de 15 W à réception.

Au stade du PIGD VE [1], les colis sont prévus par convention avec Andra pour une expédition en zone MAVL en 2086 ce qui apporte des marges pour la période de production. En outre, le scénario de référence d'AREVA est plutôt le stockage de ces colis en intercalaire après 2080. Dans cette optique, le colis aura une thermique idéale au moment de son stockage.

Déchets issus des colonnes d'élution d'ELAN IIB conditionnés en Conteneurs Standards

La valeur de l'exigence à respecter n'est, selon la compréhension d'AREVA, pas encore déterminée. En effet, les valeurs de 15 W et 60 W s'appliquent au stockage de colis primaires dans un conteneur de stockage en béton. Les colis Phomix seront pris en charge dans le conteneur métallique CS7. Par extrapolation, on peut raisonner à ce stade par rapport à ces valeurs.

Les 4 colis Phomix ont une puissance thermique à 2025 de 9,7 W à 36,4 W. Les quatre colis respecteraient la spécification dès l'ouverture du stockage avec une exigence de 60 W. Deux des quatre colonnes nécessiteraient un entreposage de 20 ans pour respecter le critère de 15 W. Cela est compatible avec la date prévisionnelle d'expédition de 2070 [1]. Cependant, afin d'être en capacité d'ajuster cette chronique d'expédition, AREVA a demandé à l'Andra de définir la puissance thermique maximale acceptable pour des colis à mettre en colis de stockage métallique de gros volume.

En effet, si pour les conteneurs de stockage en béton, les valeurs maximales de puissance thermique par colis sont de 15 W par colis primaire ou 60 W par colis de stockage, pour respecter un critère de 65°C dans le béton du conteneur de stockage, selon le nombre de colis primaire par conteneur de stockage, ce n'est pas le cas pour les conteneurs métalliques.

Dans le cas des conteneurs métallique, le critère de 65°C est à garantir dans le béton de soutènement de l'alvéole. Au stade des études du DOS, l'Andra n'ayant étudié que des colis de faible puissance thermique (1 W), des études sont nécessaires pour le colis Phomix en conteneur CS7. En réponse à une demande d'avis d'AREVA, l'Andra a fait savoir que les valeurs envisagées pour les colonnes ne sont pas de nature à remettre en cause le concept de conditionnement de ce colis.

AREVA considère donc que les colis respecteront les spécifications dans toutes les configurations, au vu notamment des chroniques d'expédition prévisionnelles.

Autres colis MAVL

Le tableau A3.1 montre que tous les autres colis MAVL ont des puissances thermiques avérées ou attendues très inférieures aux valeurs spécifiées. Ils ne représentent aucun enjeu d'acceptabilité.

Les fûts de coques et embouts FCE (COG-040), produits entre 1990 et 1995 avaient une puissance thermique moyenne de 16 W en 2011 alors que l'exigence est à 60 W. De même les CAC (COG-020), tous produits avant 1994, avaient une puissance thermique moyenne à la production de 0,36 W pour une exigence à 15 W

Les fûts de bitumes STE3 (COG-020) et STE2 (COG-420) ont des puissances thermiques de 0,2 à 0,3 W respectivement pour une exigence à 15 W.

Il en est de même pour les colis CBF-C'2 (COG-050) de puissance thermique de 0,67 W à la production.

4.2.4 Conclusion pour l'exigence relative à la puissance thermique des colis primaire

Il n'est pas identifié de difficulté pour le respect du critère de 500 W pour les colis HA au moment de leur arrivée au stockage, même si tous ne seront pas acceptables du point de vue thermique dès 2080. Les chroniques d'expédition de ces colis permettront le respect de la spécification.

Les colis CSD-U attendus dès 2031 en zone HA0 ont une thermique très en deçà du critère Andra de 300 W.

Aucune difficulté n'est attendue pour le respect de l'exigence de 60 W ou 15 W pour tous les colis cimentés et bitumes produits et à produire.

Le retour d'expérience de la production des colis compactés CSD-C selon la spécification 300 AQ 055 montre que les colis respecteront l'exigence Andra de 15 W au début du stockage à 2031. Une décroissance en entreposage d'au plus 20 ans serait nécessaire pour des colis produits tardivement et avec des valeurs élevées. En effet, on ne peut exclure des productions de colis plus thermiques étant donné que la spécification présente un paramètre garanti à 90 W. Cependant, la décroissance de la puissance thermique, pilotée par le Co 60 les premières années, étant inférieure à 20 ans, le respect de l'exigence n'impliquera pas de nouvelle contrainte d'entreposage et de dé-entreposage.

4.3 Exigence relative à l'activité radiologique en Cs 137 des colis HA

L'exigence est relative au respect d'une valeur maximale d'activité radiologique en Cs 137 au moment du stockage des colis de déchets HA. Deux bornes sont spécifiées, l'une fixe et l'autre dépendant de la masse et de la densité du déchet. Dans tous les cas la borne la plus basse doit être respectée.

L'exigence est reproduite au paragraphe 3.4.4.

Le tableau A4.1 de l'annexe 4 présente, sur la base d'évaluations réalisées avec l'Andra, pour toutes les familles de colis retenues au 3.2 et concernées par l'exigence :

- le conteneur de stockage retenu par l'Andra,
- la date à partir de laquelle la famille de colis est prévue pour un stockage sur la base des chroniques prévisionnelles du PIGD VE [1],
- la masse de déchets vitrifiés issue des dossiers de connaissance,
- la masse volumique des déchets vitrifiés issue des dossiers de connaissance,
- l'activité radiologique correspondant à la borne fixe en Cs 137 de la spécification Andra pour le conteneur de stockage retenu,
- l'activité radiologique en Cs 137 correspondant à la borne variable de la spécification Andra et dépendant de la masse et de la densité du déchet,
- l'activité radiologique maximale en Cs 137 retenue par Andra en 2080 sur la base des inventaires radiologiques massiques déclarés dans les dossiers de connaissance. L'inventaire radiologique moyen est augmenté du facteur de variabilité maximal des dossiers de connaissance afin de rendre le calcul majorant. En outre, les masses moyennes de déchets des dossiers de connaissance sont prises en compte,
- l'avis d'AREVA sur le respect de la spécification Andra.

Il est à noter que les chroniques prévisionnelles d'expédition des colis de déchets HA chauds ne sont pas arrêtées. Le PIGD VE [1] ne distingue donc pas de famille de colis dans ces chroniques. Des discussions sont en cours avec l'Andra dans le but de confronter les hypothèses de dimensionnement de la zone HA chauds du stockage du point de vue des puissances thermiques des colis, avec les contraintes d'entreposage et de dés entreposage associées sur le site de La Hague.

A ce stade, et afin d'être pénalisant, la présente analyse considère que tous les colis HA chauds pourraient être livrés dès 2080.

4.3.1 Activité en CS 137 des colis HA

Le tableau A4.1 montre que la borne fixe est respectée pour toutes les familles colis. C'est donc le respect de la borne variable qu'il convient de vérifier, lorsque celle-ci est inférieure à la borne fixe.

Colis HA froids vitrifiés CSD-U et CSD-RU

Pour ces colis HA froids (COG-150, COG-160), les niveaux d'activités radiologiques en Cs 137 sont beaucoup plus bas que ceux des CSD-V. Il en résulte que la spécification Andra est vérifiée, même avec une hypothèse de stockage dès 2031 [1].

En outre, le retour d'expérience montre que le dossier de connaissance est très majorant.

Colis HA chauds vitrifiés CSD-V

Pour les CSD-V produits selon la spécification 300 AQ 016 [COG-140), ainsi que pour les CSD-V de Vidange (COG-810) les deux bornes sont respectées, même dès 2080.

Pour les CSD-V 300 AQ 060 (COG-800) et pour les CSD-V de Calcinats (COG-820) les plus chargés en activité, un entreposage d'une dizaine d'année après 2080 s'avèrerait nécessaire, pour une partie de la population, pour respecter la spécification Andra.

Pour les CSD-V UNE MOX URE (COG-200) les plus chargés en activité et produits plus tardivement, un entreposage d'une durée supérieure s'avèrerait nécessaire pour respecter la spécification Andra.

Pour tous les autres CSD-V, non représentés dans le tableau A4.1, (CSD-V PX et SPX (COG-830), CSD-DT HA (COG-850), CSD-V EL4 (COG-900), CSD-V CU CEA Civil (COG-880) et CEA DAM (COG-890)), il est considéré à ce stade qu'ils sont couverts par les caractéristiques des CSD-V 300 AQ 060.

Colis de capsules de titanate de strontium à conditionner en conteneur standard HA

La question est sans objet pour ces colis de déchets (COG-870) dont le spectre est 100% Sr 90.

4.3.2 Conclusion pour l'exigence relative à l'activité radiologique en Cs 137 des colis HA

Avec des hypothèses de calculs pénalisantes, et sur la base des calculs de décroissance retenus par Andra dans ses études, même si tous les colis vitrifiés HA chauds produits à ce jour respecteront la spécification avant l'ouverture du stockage en 2080, ce n'est systématiquement le cas de tous les colis CSD-V à produire.

Ceci n'est pas une surprise et les chroniques prévisionnelles d'expédition de ces colis depuis le site de La Hague intègreront cette contrainte lorsqu'elles seront définies avec l'Andra, en cohérence avec le dimensionnement de la zone HA chaud du stockage. En tout état de cause le besoin d'entreposage de décroissance des colis HA avant stockage est géré de manière industrielle par AREVA depuis le début de leur production.

AREVA estime ainsi que tous les colis HA respecteront la spécification Andra au moment de leur stockage.

4.4 Exigence relative au débit de H2 des colis primaires

Pour les colis HA, l'exigence est de ne présenter aucun débit de H2.

Pour les colis MAVL, l'exigence est, pour les colis AREVA, selon le nombre de colis primaire par colis de stockage, de respecter un débit de H2 de 10 L/an/colis ou 40 L/an/colis. Cependant, dans le cas où cette valeur ne serait pas respectée au niveau de chaque colis primaire, la spécification exige le respect d'une valeur moyenne de 40 L/an/colis pour tous les colis d'une alvéole de stockage.

L'exigence est reproduite au paragraphe 3.4.5.

Le tableau A5.1 de l'annexe 5 présente, pour toutes les familles de colis retenues au 3.2 :

- l'exigence Andra à respecter [4],

- les valeurs de débit de H2 annoncés dans les dossiers de connaissance,
- les éventuels éléments de connaissance complémentaires,
- l'avis d'AREVA sur le respect de la spécification Andra.

4.4.1 Débit de H2 par radiolyse des colis HA

Colis HA vitrifiés CSD-V, CSD-U et CSD-RU, colis MAVL vitrifiés CSD-B et CSD-RB

Pour tous les colis en cours de production (COG-140, COG-800, COG-810, COG-820, COG-200, COG-150), et à produire (CSD-V PX et SPX (COG-830), CSD-V EL4 (COG-900), CSD-V CU CEA Civil (COG-880) et CEA DAM (COG-890)), ainsi que CSD-RU (COG-160), CSD-RB (COG-475) et CSD-DTHA (COG-850)), l'absence de matière organique garantit le respect de la spécification Andra.

Il en est de même pour les colis MAVL CSD-B (COG-470) et CSD-RB (COG-475).

Déchets technologiques HA issus des ateliers de vitrification à conditionner en conteneurs standards

Dans le cas des colis CSD-DTHA (COG-850), s'agissant de déchets technologiques, il n'est pas possible d'exclure formellement la présence de matière organique dans le colis.

AREVA échangera avec l'Andra sur le respect d'une quantité de matière organique acceptable ou d'un terme source H2 interne acceptable pour le cas des colis HA contenant des déchets technologique afin de recentrer la spécification sur le juste besoin de sûreté.

A ce stade, AREVA estime qu'il ne lui est pas possible de démontrer formellement que tous les colis CSD-DTHA respecteront la version actuelle des spécifications d'acceptation préliminaires au Cigéo [4].

Colis de capsules de titanate de strontium à conditionner en conteneur standard HA

Pour les colis CSD-TiSr (COG-870), les matrices d'accueil utilisées que sont le verre et l'acier inox, permettent d'éliminer la problématique de radiolyse et donc la production d'hydrogène.

Aucun gaz n'est produit au sein du colis Ti-Sr ELAN IIB et la spécification Andra est respectée.

4.4.2 Débit de H2 par radiolyse des colis MAVL

Colis de déchets de structures compactés CSD-C

Des estimations enveloppes de la production d'hydrogène de radiolyse liée à la présence de matières radiolysables ont été réalisées pour différentes quantités de matières et pour différents termes sources et conduisent à une estimation enveloppe de 0,53 L/an/colis.

Ces estimations sont applicables aux colis CSD-C 300 AQ 055 (COG-100), ainsi qu'aux CSD-C à produire CSD-C (COG-110, COG-120, COG-450, COG-460, COG-490, COG-530, COG-540, COG-540).

Dans le cas des CSD-C HAO à produire (COG-070), le dossier de demande d'approbation de la spécification de production présente les évaluations suivantes :

- pour le colis enveloppe : 4.82 L/an/colis au maximum,
- pour le colis moyen : 0.26 L/an/colis au maximum.

La spécification est et sera respectée par toutes les familles de CSD-C.

Fûts de bitumes STE3 en cours de production selon la spécification 300 AQ 027

A valeur à respecter est 10 L/an/fût. Le dossier de connaissance des fûts COG-020 ne permet pas de remonter aisément à une valeur de débit de H2. Cependant, dans le cadre d'un programme conjoint bitume (ANDRA EDF AREVA CEA), il a été partagé les valeurs suivantes :

- débit de H2 inférieur à 10 L/an/fût à la production,
- puis très rapidement inférieur à 1 L/an/fût pour les futs les moins actifs
- et inférieur à 3 L /an/fût pour les plus actifs, au bout de quelques décennies.

Le critère de 10 L/an/fût est donc respecté pour ces colis au moment de leur stockage.

Fûts de bitumes STE2 dont la production est terminée

Les valeurs affichées dans le programme conjoint bitume (ANDRA EDF AREVA CEA) sont applicables pour les enrobés STE 2 (COG-420).

Le critère de 10 L/an/fût est donc respecté pour ces colis.

Fûts de bitumes spécifiques

Des fûts de bitumes spécifiques (COG-020) ont été produits sur le site de La Hague (Fûts contenant des déchets technologiques (DT) produits entre 1989 et 2009, fûts expérimentaux produits en juillet 1989 à la demande de l'ASN, fûts instrumentés produits en février 2004 et en octobre 2005, fûts bitumés STE3 non conformes à la spécification 300 AQ 027), AREVA a transmis à l'Andra en 2011 une note situant ces colis par rapport au domaine dessiné par le dossier de connaissance des fûts produits en conformité à la spécification 300 AQ 027.

Le débit de gaz de radiolyse pour les enrobés de type STE3 étant proportionnel :

- à la masse de bitume dans le colis,
- au débit de dose, soit aux activités α et βγ du colis,

cette note montre que pour tous les colis spécifiques le dossier de connaissance reste enveloppe.

La spécification Andra est donc respectée pour ces colis.

Colis de déchets solides d'exploitation cimentés CBF-C'2 produits après 1994 suivant la spécification 300 AQ 044 et autres colis de déchets CBF-C'2

La valeur à respecter est 40 L/an/colis. Pour les CBF-C'2 en cours de production (COG-030), AREVA a transmis à l'Andra des évaluations par calculs en 2011 pour des colis à dominante alpha. Le débit d'hydrogène produit par radiolyse dans un colis à dominante α moyen peut être assimilé au débit d'hydrogène produit par radiolyse α. Les estimations réalisées conduisent à des débits d'hydrogène produits par radiolyse α pour un colis à dominante α moyen inférieurs à 20 L/an/colis après 5 années d'entreposage. Pour les colis à dominante béta gamma, les évaluations montrent des débits inférieurs à 5 L/an/colis à la production.

La spécification Andra est donc respectée pour ces colis.

A ce stade, AREVA a demandé à l'Andra de considérer que tous les autres familles de colis CBF-C'2 (COG-480, COG-500, COG-510) auront les mêmes caractéristiques que ceux actuellement produits selon la spécification de production applicable.

Colis de déchets solides d'exploitation cimentés produits avant 1994 suivant la spécification 300 AQ 038

La valeur à respecter est 40 L/an/colis. Les éléments de démonstration sont les mêmes que pour les CBF-C'2.

La spécification Andra est donc respectée pour ces colis.

Fûts de coques et embouts cimentés produits suivant la spécification 300 AQ 025

La valeur à respecter est 40 L/an/colis. Pour les colis FCE (COG-040) le dossier de connaissance fournit une courbe montrant que le relâchement d'hydrogène de radiolyse se fait en plusieurs phases. Lors de la phase initiale après la production, le débit d'hydrogène monte rapidement jusqu'à atteindre un maximum après 5 à 6 mois (débit de l'ordre de 28 L/an/colis). Puis le débit ralentit en corrélation avec la décroissance radioactive et s'amorce une phase de compétition entre la production et l'évacuation de l'hydrogène, jusqu'à environ 10 ans (débit de l'ordre de 16 L/an/colis). Enfin, le débit continue de diminuer toujours en corrélation avec la décroissance radioactive et passe en dessous de 10 L/an/colis après environ 30 ans.

Les fûts ayant été produits en 1995 et cette estimation étant enveloppe, les fûts FCE présenteront un débit de relâchement d'hydrogène de radiolyse inférieur à 10 L/an/colis lors de leur arrivée au stockage.

La spécification Andra est respectée.

Boues STE2 séchées, compactées et immobilisées dans un conteneur métallique

La valeur à respecter est 10 L/an et par colis primaire pour les colis C5 (COG-430).

Le dossier de connaissance annonce 4,5 L/an/colis pour le colis moyen et 15,3 L/an/colis pour le colis enveloppe. Les courbes d'évolution du dossier de connaissance montrent que les colis respectent la spécification, avec quelques dizaines d'année d'entreposage pour les colis enveloppes. Les chroniques prévisionnelles d'expédition [1] intègrent cette contrainte.

Fûts ECE cimentés de fines et résines du silo HAO

Pour le colis CFR HAO (COG-440), AREVA a initié des échanges avec l'Andra dès 2011. Un dossier de connaissance préliminaire a été transmis à cette date et des réunions régulières ont été montées dans le but d'une part de garantir la bonne prise en compte du colis dans les études de conception et de sûreté du stockage, et d'autre part de faire converger le projet de spécification de production du colis vers le projet de spécification d'acceptation Andra.

Le conditionnement des résines dans une matrice en ciment vise à d'obtenir une forme physicochimique des déchets la plus inerte possible. Cependant, ce conditionnement conduit à des productions de débit de H2 significativement plus élevé que 40 L/an/colis. Plusieurs demandes d'avis ont alors été adressées à l'Andra.

Les analyses de sûreté conduisent à limiter ce débit d'une part pour la phase de transfert des colis dans la hotte vers le fond, d'autre part dans les alvéoles, lorsque les colis sont en position de stockage.

Au niveau de la hotte, la prise en charge de colis présentant des débits de H2 significativement supérieurs à 40 L/an semble possible, même si l'Andra a précisé que des études complémentaires concernant les conditions d'intervention en fonctionnement dégradé (mise en place de modes opératoires particuliers, balayage de la hotte, mise en place de getters ...) étaient encore nécessaires.

Au niveau de l'alvéole, c'est la valeur totale de débit de H2/an qui est le critère pertinent pour cette faible population de colis. En effet, une augmentation de la production du nombre de colis dans le but d'abaisser le débit de H2 ne ferait pas baisser de débit total apporté par tous les colis au niveau de l'alvéole. En outre, cette dilution conduirait à mettre en œuvre des taux d'incorporation du déchet dans la matrice ciment extrêmement bas et non industriels.

C'est la raison pour laquelle la spécification préliminaire précise que « Des dispositions particulières d'exploitation des hottes de transfert et une gestion spécifique du remplissage de l'alvéole rendront possible, au cas par cas, la prise en charge d'un nombre limité de colis dont le taux de dégazage est supérieur à 40 L(H2) par an et par colis de stockage, tout en respectant une valeur moyenne dans l'alvéole de 40 L(H2) par an et par colis de stockage. ».

L'Andra n'a pas noté de point rédhibitoire pour ce colis et AREVA estime que la spécification sera respectée, même si des échanges et évaluations sont encore nécessaires de part et d'autre.

Déchets issus des colonnes d'élution d'ELAN IIB conditionnés en Conteneurs Standards

Pour ces colis COG-560, les estimations sont en cours et les études ne sont pas suffisamment avancées pour pouvoir quantifier un débit de H2. A ce stade il n'est donc pas possible de garantir le respect de la spécification Andra.

4.4.3 Conclusion pour l'exigence relative au débit de H2 des colis primaires

Dans la très grande majorité des familles de colis, on peut estimer que la spécification Andra est respectée et que l'Andra possède les informations déclaratives le montrant.

En revanche, à ce stade, AREVA estime qu'il ne lui est pas possible de démontrer formellement que tous les colis CSD-DTHA (300 colis) respecteront la version actuelle des spécifications d'acceptation préliminaires au Cigéo. Un ajustement de l'exigence en relation avec le juste besoin de sûreté et une mise à jour de la spécification sont nécessaires.

Dans le cas du colis CFR HAO (121 colis) AREVA estime que la spécification sera respectée, mais des études Andra et des évaluations AREVA restent nécessaires pour le démontrer.

Pour le colis Phomix (4 colis), les études de conception étant en cours, les estimations ne sont pas suffisamment avancées pour pouvoir transmettre démontrer le respect de la spécification.

Tous ces colis sont notés en caractères gras dans le tableau A5.1.

4.5 Exigence relative à la tenue à la chute des colis primaires

Pour les colis primaires HA, l'exigence Andra est l'absence de dispersion du contenu radioactif dans le cas d'une chute de 5 mètres sur dalle indéformable.

Pour les colis primaires MAVL l'exigence Andra est l'absence de dispersion du contenu radioactif interne du colis primaire dans le cas d'une chute de 1,2 mètre sur dalle indéformable. Dans le cas de familles de colis déjà produits ou en cours de production, si l'exigence ci-dessus n'est pas respectée, l'exigence est de respecter un potentiel de dispersion du contenu radioactif interne du colis primaire pour la même chute.

L'exigence est reproduite au paragraphe 3.4.5.

Le tableau A6.1 de l'annexe 6 présente, pour toutes les familles de colis retenues au 3.2 :

- l'exigence Andra à respecter [4],
- les éléments relatifs à la tenue à la chute, communiqués à l'Andra dans le cadre des dossiers de connaissance,
- des éléments complémentaires, dont certains n'ont pas encore fait l'objet d'échanges avec l'Andra
- l'avis d'AREVA sur le respect de la spécification Andra.

4.5.1 Tenue à la chute des colis HA

<u>Colis HA vitrifiés CSD-V, CSD-U et CSD-RU, colis MAVL vitrifiés CSD-B et CSD-RB, et colis CSD-DT HA</u>

Comme le rapportent les dossiers de connaissance des colis CSD-V vitrifiés 300 AQ 016 (COG-140), 300 AQ 060 (COG-800), Vidange (COG-810), Calcinats (COG-820), MOX URE UNE (COG-200), ainsi que ceux des CSD-U (COG-150) et CSD-B (COG-470), la hauteur de chute la plus élevée lors des manutentions de ces colis est atteinte lors de la mise en entreposage et correspond à la profondeur du puits, soit 20,72 mètres.

La qualification du conteneur a été réalisée pour les différents colis produits et à produire avec ce type de conteneur. Dans le cadre de cette qualification, deux configurations de chute ont été étudiées :

- la chute du conteneur directement sur l'amortisseur en fond de puits : dans ce cas il a été montré par calcul que le conteneur n'était pas affecté,
- la chute du conteneur sur un conteneur en place sur l'amortisseur : dans ce cas il a été montré par calcul que la chute d'un conteneur n'empêchait pas la reprise du conteneur cible.

En outre, une démonstration de la tenue du conteneur à une chute sur sol rigide d'une hauteur de 7,8 mètres a été réalisée. Cette démonstration utilise des caractéristiques mécaniques établies avec l'acier constitutif du conteneur type 309S en prenant en compte un traitement thermique couvrant le traitement thermique subi par le conteneur lors de la coulée du verre. Ce traitement réduit la ductilité du métal et est donc pénalisant vis-à-vis des critères de chute.

AREVA estime que les colis cités plus haut respectent donc l'exigence Andra d'une tenue à 5 mètres. Il en est de même pour les familles de colis ne faisant pas encore d'objet de dossier de connaissance (CSD-V PX et SPX (COG-830), CSD-V EL4 (COG-900), CSD-V CU CEA Civil (COG-880) et CEA DAM (COG-890), ainsi que CSD-RU (COG-160), CSD-RB (COG-475) et CSD-DTHA (COG-850)).

Dans le cas des CSD-DTHA (COG-850), des éléments de justification devront cependant être apportés à l'Andra, notamment pour ce qui concerne la prise en compte des spécificités apportées par les déchets technologiques.

<u>Colis de capsules de titanate de strontium à conditionner en conteneur standard HA</u>

La démonstration de la résistance à la chute du colis CSD-TiSr (COG-870) repose sur celle du CSD-C.

Les essais de résistance des CSD-C à la chute ont démontré l'étanchéité des conteneurs après une chute de 9 m sur un sol rigide. Ils ont également permis de vérifier que l'état de la tête de manutention permettait la reprise du conteneur impacté.

D'après les calculs réalisés, à configurations de chute équivalentes, les déformations observées sur le CSD-TiSr sont de même ordre de grandeur que pour les colis CSD-C, ce qui confirme un comportement mécanique à la chute du CSD-S équivalent à celui du CSD-C.

Le colis respecte en effet les conditions suivantes :

- l'enveloppe des colis CSD-TiSr (5 mm d'épaisseur) a les mêmes caractéristiques géométriques que l'enveloppe des CSD-C ;
- les enveloppes sont dans la même nuance d'acier inoxydable ;
- la masse d'un colis CSD-TiSr (< 750 kg) est sensiblement inférieure à la masse des maquettes de colis CSD-C (850 kg) utilisées pour les essais de chute.

Le maintien de la fonction d'étanchéité de l'enveloppe du colis CSD-S est assuré, dans les mêmes conditions de chute que les colis CSD-C.

Par ailleurs, des essais de tenue à la chute d'une hauteur de 9 m sur plan dur, menés sur une maquette de galette de conditionnement des capsules, ont montré que le serrage du bouchon fretté à froid est maintenu en cas de chute de la galette seule, et donc le confinement est garanti.

Ces confirmations, montrant le respect de la spécification Andra, seront portées à la connaissance de l'Andra fin 2017 avec la mise à jour du dossier de connaissance.

4.5.2 Tenue à la chute des colis MAVL

<u>Colis de déchets de structures compactés CSD-C</u>

La tenue à la chute de 9 mètres des CSD-C en cours de production (COG-100 et COG-110) et à produire (COG-120, COG-450, COG-460, COG-490, COG-530, COG-540, COG-540) est bien connue de l'Andra et intégrée aux études de conception et de sûreté, notamment à celles du DOS Cigéo [3].

Le caractère compact des galettes de déchets ainsi que la forme et les dimensions caractéristiques du conteneur dans lequel les galettes sont empilées, assurent les qualités de résistance à la chute requises pour le CSD-C pendant les phases de manutention.

Les essais de résistance des CSD-C à la chute ont permis d'accéder aux paramètres suivants :

- dimensions après la chute,
- état des galettes contenues dans le CSD-C après la chute,
- accélération,
- déformation et vitesse de déformation.

Les trois CSD-C (nommés ici CSD-C A, B et C) utilisés pendant ces essais de chute à échelle 1 contenaient chacun 5 galettes inactives.

Deux types d'essais de chute ont été réalisés :

- chute sur une surface rigide d'une hauteur de 9 mètres (CSD-C A),
- chute sur un autre CSD-C d'une hauteur de 7 mètres (CSD-C B sur CSD-C C).

L'examen des CSD-C à l'issue des essais montre que ceux-ci ne sont pas endommagés. Des tests à l'hélium montrent que les CSD-C ne présentent aucune fissure traversante. Les jauges relèvent des allongements inférieurs à 2%. Cependant, une analyse tridimensionnelle donne des allongements maximaux de :

- 25 % pour le fond du CSD-C A,
- 10 % pour la partie supérieure du CSD-C C.

Les accélérations maximales mesurées pendant les chocs sont de :

- 38000 m/s² pour le CSD-C A,
- 35000 m/s² pour le CSD-C B.

Les essais ont démontré l'étanchéité des conteneurs après une chute de 9 m sur le sol et ont également permis de vérifier que l'état de la tête de manutention permettait la reprise du conteneur impacté. D'autres essais de chute ont été réalisés. Ils permettent de confirmer que le risque de fissuration est à écarter.

La spécification Andra est respectée pour tous les colis CSD-C produits et à produire.

Fûts de bitumes STE3 en cours de production selon la spécification 300 AQ 027

Pour les fûts de bitumes en cours de production selon la spécification 300 AQ 027 (COG-020), deux séries d'essais de chute ont été réalisées en considérant :

- des fûts avec couvercle et une hauteur de chute de 4,50 m,
- des fûts sans couvercle et une hauteur de chute de 1,20 m.

Les déformations engendrées par les essais de chute (plissement, enfoncement, tassement) n'ont provoqué ni déchirure de tôle inoxydable, ni rupture de soudure.

Aucune dispersion de déchet n'a été observée dans tous les cas.

Le couvercle reste parfaitement fermé (cas de la première série d'essais effectuée sur des fûts avec couvercle).

Ces colis respectent la spécification Andra.

Fûts de bitumes STE2 dont la production est terminée

Les enrobés STE 2 (COG-420) étant coulés dans des fûts strictement identiques du point de vue de la nature du matériau employé, de la géométrie et des dimensions du fût, et de l'épaisseur de la tôle, les conclusions des essais de chute des fûts STE 3 sont transposables et applicables aux colis STE 2.

La spécification Andra est respectée.

Fûts de bitumes spécifiques

Concernant les fûts de bitumes spécifiques (COG-020) dont la production est terminée (Fûts contenant des déchets technologiques (DT) produits entre 1989 et 2009, fûts expérimentaux produits en juillet 1989 à la demande de l'ASN, fûts instrumentés produits en février 2004 et en octobre 2005, fûts bitumés STE3 non conformes à la spécification 300 AQ 027), les essais réalisés pour les fûts produits selon la spécification 300 AQ 027 sont applicables pour ceux qui contiennent uniquement des enrobés bitumineux.

La spécification Andra est respectée.

Pour les autres fûts qui contiennent aussi des déchets technologiques (21 colis) : AREVA devra démontrer à l'Andra que l'exigence est respectée.

Colis de déchets solides d'exploitation cimentés produits avant 1994 suivant la spécification 300 AQ 038

Pour les CAC (COG-030), il a été démontré qu'une chute par basculement ou par rupture d'élingue ne provoque qu'un écaillage de l'enveloppe en amiante ciment se limitant au point de choc, sans conséquence sur le reste du conteneur (inspection sonique).

Sur le site de La Hague, la hauteur maximale de manutention est de 1,20 m. A cette hauteur, aucune dispersion de matières radioactives n'est susceptible de se produire consécutivement à une chute.

La spécification Andra est respectée

Colis de déchets solides d'exploitation cimentés CBF-C'2 produits après 1994 suivant la spécification 300 AQ 044 et autres colis de déchets CBF-C'2

Pour les colis COG-050, les essais de chute ont été réalisés dans le cadre des essais de caractérisation pour l'agrément des CBF-C2 (colis accepté au CSA Andra) avec des conteneurs entièrement remplis de béton. Cette configuration est la plus pénalisante car le conteneur a une charge maximale. L'enveloppe des colis CBF-C2 étant la même que celle des colis CBF-C'2, les résultats sont reconduits pour les colis CBF-C'2.

Une chute par basculement ou par rupture d'élingue ne provoque que des épaufrures par écrasement du béton fibres se limitant au point de choc, sans conséquence sur le reste du conteneur (inspection sonique).

La hauteur de chute pour ces deux configurations est de 1,20 mètre. La spécification Andra est respectée.

Ces éléments sont applicables à tous les autres colis CBF-C'2 à produire.

Fûts de coques et embouts cimentés produits suivant la spécification 300 AQ 025

Pour les fûts de coques et embouts FCE (COG-040) dont la production est terminée, le maintien du confinement est garanti pour une hauteur de chute de 0,2 m.

Sur le site de La Hague, pour être gerbé, le FCE est levé à une hauteur de 2 m correspondant à la hauteur du fût (environ 1,70 m) complétée par la hauteur d'une couronne (environ 30 cm)Dans les scénarios de sûreté de l'installation d'entreposage, les conséquences radiologiques d'une chute de 2 mètres sont estimées et sont négligeables. AREVA n'a pas encore transposé ces évaluations dans le formalisme de la spécification Andra et devra donc démontrer à l'Andra que l'exigence exprimée en potentiel de contamination atmosphérique remis en suspension suite à une chute de 1,2 mètres dans le conteneur de stockage Andra est respectée.

Boues STE2 séchées, compactées et immobilisées dans un conteneur métallique

Dans le cadre de la demande d'approbation de la spécification de production adressée aux Autorités, l'étude de trois configurations de chutes a été décrite pour cette famille de colis C5 (COG-430) :

- une chute verticale de 7,30 m sur sol rigide (configuration la plus probable),
- une chute inclinée de 7,30 m à l'aplomb du point d'impact sur sol rigide (configuration la plus pénalisante pour le fond du colis)
- une chute à l'horizontale de 7,30 m sur la tête d'un autre colis vertical (pénalisant pour la virole du colis chutant et la tête du colis impacté, et peu réaliste car cette hauteur ne peut être atteinte lors des opérations de manutention sur le site de La Hague).

La présente étude a permis de mettre en évidence que les états de déformation des conteneurs C5 en cas de chute vérifient le critère qui a été retenu, défini par la courbe limite de formage en striction du matériau :

- pour la configuration de chute sur sol rigide d'une hauteur de 7,30 m,
- pour la configuration de chute d'un conteneur incliné sur sol rigide d'une hauteur de 7,30 m,
- pour la configuration de chute d'un conteneur horizontal sur un second conteneur au sol.

La simulation numérique montre que les déformations dans le conteneur C5 pour les cas de chute retenus sont situées largement en dessous de la courbe limite de formage permettant donc de justifier la tenue à la chute du conteneur C5.

L'intégrité des conteneurs C5 est conservée pour les 3 configurations de chute envisagées, ce qui répond à l'exigence de la spécification Andra.

Fûts ECE cimentés de fines et résines du silo HAO

Pour le colis de fines et résines du silo HA0 cimentées (CFR) (COG-440), AREVA n'a pas encore échangé suffisamment avec l'Andra pour pouvoir établir le respect de la spécification. Le colis CFR HAO (COG-440) et le procédé associé sont conçus depuis une dizaine d'année et l'unité de fabrication est construite. Les principes de conception devront permettre de garantir le respect de l'exigence Andra. Le dossier de spécification permettra de préciser ces éléments.

Déchets issus des colonnes d'élution d'ELAN IIB conditionnés en Conteneurs Standards

Pour ces colis COG-560, l'enveloppe extérieure du colis primaire est un emballage de transport SV 40 qui a été dimensionné pour une chute de 9 mètre. L'agrément de type B ayant expiré, le dossier de connaissance transmis à l'Andra en 2016 annonçait qu'une vérification par calcul serait effectuée pour valider les conditions de manutention qui seraient retenues.

AREVA a réalisé en 2016 une étude démontrant que la tenue à la chute de 9 m du colis SV40 sur sol rigide est validée, avec maintien du confinement et de la protection radiologique. Ces éléments seront portés à la connaissance de l'Andra fin 2017.

AREVA estime que ce colis respecte la spécification Andra.

4.5.3 Conclusion pour l'exigence relative à la tenue à la chute des colis primaires

Les exigences relatives à la tenue à la chute des colis primaires HA et MAVL sont ou seront respectées.

Cependant si, dans la plupart des cas, les éléments de démonstrations sont connus par l'Andra, dans le cas de certains colis en cours de développement (CSD-DT HA (COG-850) : 300 colis; colis de démantèlement d'ELAN II B (COG-560) : 4 colis ; COG-870 : 3 colis), ces éléments restent à apporter

Par ailleurs, dans ce cas des fûts de bitumes contenant des déchets technologiques (21 colis COG-020), dont la production est terminée, les éléments restent également à apporter à l'Andra.

Enfin, dans le cas du colis FCE (COG-040) (1517 colis), la tenue à la chute n'étant garantie qu'à 20 cm, le respect du critère relatif au potentiel de contamination atmosphérique remis en suspension suite à une chute de 1,2 mètres dans le conteneur de stockage devra être démontré à l'Andra.

Ces colis sont inscrits en caractère gras dans le tableau A6.1 de l'annexe 6.

5 CONCLUSIONS

5.1 Synthèse de l'analyse

Les tableaux 6 et 7 ci-dessous résument l'analyse de l'acceptabilité des 146 726 colis de déchets produits et à produire sur le site AREVA de La Hague au regard de la spécification préliminaire Andra. Le codage couleur des niveaux d'acceptabilité estimés par AREVA et le nombre de colis concerné par chaque niveau sont les suivants :

144 760 colis (99%)	Familles de colis pour lesquelles AREVA estime dès à présent que la spécification Andra est respectée et que cette acceptabilité pourrait être formalisée dès maintenant.
1 966 colis (1%)	Familles de colis pour lesquelles AREVA estime que la spécification Andra sera respectée mais pour lesquelles des compléments sont nécessaires.
O colis (0%)	Familles de colis pour lesquelles AREVA estime que la spécification Andra sera respectée sans point dur mais après fourniture d'éléments de connaissance du colis non disponibles à ce jour et prise en considération dans la démonstration de sûreté du stockage.
O colis (0%)	Familles de colis pour lesquelles AREVA estime que la spécification pourra être respectée mais après levée de points durs au niveau du colis ou de la démonstration de sûreté
	Familles de colis pour lesquelles AREVA estime que le respect de la spécification remet en cause le concept même du colis

	Identifiant de la famille de colis	Intitulé	Nombre de colis	Masse	Chute	Débit de H2	Puisssance thermique	Activité Cesium 137
HA	COG-140	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres UOX produits suivant la spécification 300 AQ 016	6 900					
HA	COG-150	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-U : verres UMo produits suivant la spécification 300 AQ 059	800					
HA	COG-160	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-RU : reliquats de verres Umo	15					
HA	COG-200	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres UOX/URE/MOX	24 060					
HA	COG-800	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres UOX produits suivant la spécification 300 AQ 060	19 010					
HA	COG-810	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres de vidange R7/T7	250					
HA	COG-820	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres de calcinats	75					
HA	COG-830	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres REP/RNR (Superphénix et Phénix)	1 095					
HA	COG-850	Déchets technologiques issus des ateliers de vitrification conditionnés en Conteneurs Standards	300		300 colis	300 colis		
HA	COG-870	Capsules de titanates de Sr conditionnées en Conteneurs Standards/CSD-TiSr	3	3 colis				
HA	COG-880	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés : verres CU du CEA/Civil	11					
HA	COG-890	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés : verres CU du CEA/DAM	80					
HA	COG-900	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés : verres EL4	30					

Tableau 6 : Acceptabilité des colis de déchets HA

	Identifiant de la famille de colis	Intitulé	Nombre de colis	Masse	Chute	Débit de H2	Puisssance thermique	Activité Cesium 137
MAVL	COG-020	Fûts bitumes STE3 produits suivant la spécification 300 AQ 027	13 100		21 colis			
MAVL	COG-030	Colis de déchets solides d'exploitation cimentés produits après 1994 suivant la spécification 300 AQ 044	8 117					
MAVL	COG-040	Fûts de coques et embouts cimentés produits suivant la spécification 300 AQ 025	1 517		1517 colis			
MAVL	COG-050	Colis de déchets solides d'exploitation cimentés produits avant 1994 suivant la spécification 300 AQ 038	324					
MAVL	COG-070	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des coques et embouts du silo HAO	1 527					
MAVL	COG-100	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C produits suivant la spécification 300 AQ 055 (dont coques et embouts des fûts ECE et des piscines S1, S2 et S3)	6 675					
MAVL	COG-110	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des coques et embouts issus d'assemblages combustibles UOX	17 850					
MAVL	COG-120	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des coques et embouts issus d'assemblages combustibles UOX/URE/MOX	22 720					
MAVL	COG-420	Fûts enrobés bitumineux STE2 (reprise partielle silo 550-14)	340					
MAVL	COG-430	Boues STE2 séchées, compactées et immobilisées dans un conteneur métallique	14 429					
MAVL	COG-440	Fûts ECE cimentés de fines et résines du silo HAO	121	121 colis	121 colis	121 colis		
MAVL	COG-450	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets de structure issus d'assemblages combustibles REP et RNR (Superphénix et Phénix)	1 514					
MAVL	COG-460	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets technologiques métalliques et organiques et des déchets de DEM	500					
MAVL	COG-470	Colis CSD-B contenant des effluents de moyenne activité vitrifiés (MAD UP2-400, UP2-800 et UP3)	1 680					
MAVL	COG-475	Colis CSD-RB contenant des reliquats d'effluents de moyenne activité vitrifiés (MAD UP2-400, UP2-800 et UP3)	5					
MAVL	COG-480	Colis CBF-C'2 contenant des déchets d'exploitation et de DEM (poubelles fosse ATTILA)	18					
MAVL	COG-490	Déchets issus des opérations de CDE DEM des usines UP2-400, UP2-800 et UP3 compactés en CSD-C	289					
MAVL	COG-500	Déchets issus des opérations de CDE DEM des usines UP2-400, UP2-800 et UP3 conditionnés en CBF-C'2	1 031					
MAVL	COG-510	Déchets issus des opérations de CDE DEM de l'usine MELOX conditionnés en CBF-C'2	214					
MAVL	COG-530	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets de structure issus du traitement des CU du CEA/Civil	24					
MAVL	COG-540	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets de structure issus du traitement des CU du CEA/DAM	400					
MAVL	COG-550	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets de structure issus du traitement des CU EL4	200					
MAVL	COG-560	Déchets issus des colonnes d'élution d'ELAN IIB conditionnés en Conteneurs Standards	4	4 colis		4 colis		

Tableau 6 : Acceptabilité des colis de déchets MAVL

Sur les 146 726 colis de déchets produits et à produire sur le site de La Hague, AREVA estime qu'il pourrait être formalisé dès maintenant que 144 760, soit 99%, sont acceptables au regard des cinq paramètres quantifiés de la spécification préliminaire d'acceptation au Cigéo.

Pour 1 966 colis (1%), l'acceptabilité n'est pas mise en cause, mais des compléments sont nécessaires.

Les colis PIVIC (1% de la population) ne sont pas étudiés à cause de leur date prévisionnelle de production qui sort du périmètre de l'analyse, cependant de nombreux échanges sont en cours avec l'Andra et aucun point rédhibitoire n'a été noté à ce stade.

Au final, aucun concept de colis produits et à produire par AREVA n'est remis en cause et aucun point dur majeur n'est identifié à ce stade, pour les exigences reconnues par AREVA et l'Andra comme pertinentes pour la présente analyse.

Cette situation montre que les échanges avec l'Andra sont productifs et que le besoin industriel d'AREVA est en cours de prise en compte dans les études de conception et de sûreté. Elle confirme également qu'AREVA prend en compte dans les spécifications de production des colis la quasi-totalité des éléments relatifs aux critères d'acceptation que l'Andra lui communique.

5.2 Sécurisation d'éléments d'acceptabilité des colis au Cigéo

Cependant, AREVA a besoin de sécuriser plus formellement les éléments d'acceptabilité des colis qu'elle produit. Même si les spécifications d'acceptation Andra ne seront définitives et applicables qu'après accord de l'ASN et que cet accord ne sera délivré qu'après l'autorisation de création de l'installation de stockage Cigéo, AREVA a demandé à l'Andra de réfléchir à un processus de consolidation au plus tôt des éléments d'acceptabilité qui peuvent l'être (par exigence et par famille de colis).

Ce processus de sécurisation permettrait d'apporter de la visibilité aux parties prenantes, de rationaliser les efforts relatifs à la caractérisation des déchets et au conditionnement des colis, d'adapter lorsque nécessaire le suivi de production des colis aux exigences Andra, et d'optimiser la répartition des colis selon les filières de stockage opérationnels et à l'étude.

L'objectif d'AREVA pour la sécurisation de l'acceptation des colis est de transmettre à l'Andra au plus tôt les données colis, mêmes partielles pour les nouveau colis, où mêmes théoriques pour les colis couverts par les productions actuelles, afin que tous les déchets correspondants soient intégrés à la demande d'autorisation de création, prévue à mi 2019.

Comme précisé au paragraphe 4, AREVA a dû débuter les opérations de conditionnement des déchets relevant des catégories HA et MAVL avant de disposer de la version préliminaire de spécifications d'acceptation de colis au stockage Cigéo. Ces opérations ont été encadrées réglementairement par des Autorisations de production délivrées par l'ASN. De nombreux échanges techniques avec l'Andra ont été ainsi générés suite à saisine de l'ASN dans le cadre de l'instruction des demandes d'accord de conditionnement déposées par l'exploitant AREVA NC La Hague. En effet, conformément à l'article 6.7 de l'arrêté INB du 7 février 2012, il s'agit pour l'exploitant, en tant que responsable de la gestion des déchets produits dans son installation de "s'assurer, lors du conditionnement des déchets provenant d'une zone à production possible de déchets nucléaires, de la compatibilité des colis de déchets produits avec les conditions prévues pour leur gestion ultérieure".

Les colis de déchets sont produits par AREVA NC dans le respect d'un référentiel de conditionnement qui comprend notamment :

- la spécification de production du colis,
- le plan de contrôle qualité,
- le plan d'assurance qualité,
- les notes de détermination des paramètres garantis et complémentaires et des incertitudes associées.

Pour les colis de déchets radioactifs disposant d'une décision d'accord de conditionnement prise par l'ASN en application des décrets du 12 mai 1981 modifiés relatifs aux INB 116, 117 et 118 et de l'arrêté INB du 7 février 2012, AREVA estime d'une part qu'elle peut prétendre à leur intégration dans la demande d'autorisation de création de Cigéo, d'autre part que la décision d'accord de conditionnement éclairée par les avis des supports techniques que sont l'IRSN et l'Andra apporte une garantie vis à vis de l'acceptabilité des colis au stockage.

Il apparaît cependant que le respect strict, tant des spécifications de production du détenteur que des spécifications d'acceptation préliminaire de l'Andra, ainsi que toutes les démarches d'échange en amont des choix de conditionnement, ne suffisent pas à apporter des garanties permettant de déployer un programme industriel de conditionnement de déchets qui soit robuste à des considérations d'acceptation plus générales toujours en évolution.

ANNEXE 1

Description des colis de déchets produits et à produire sur le site AREVA de La Hague selon l'état de connaissance au moment de la publication du PIGD VE

Extrait du PIGD VE

Déchets HA vitrifiés

Colis de déchets vitrifiés CSD-V d'AREVA/La Hague (Famille F1-3-01 de l'Inventaire national – familles élémentaires COG-140, COG-200, COG-800, COG-810, COG-820, COG-830, COG-880, COG-890 et COG-900)

Cette famille de l'Inventaire national concerne les conteneurs standards de déchets vitrifiés en acier inoxydable (CSD-V) dans lesquels sont conditionnées les solutions de produits de fission et d'actinides mineurs, calcinées et incorporées dans une matrice de verre, dans les ateliers de vitrification R7 et T7 de La Hague (la famille élémentaire COG-140 étant la première famille élémentaire produite).
AREVA a reçu en 2007 l'autorisation de l'Autorité de sûreté nucléaire de vitrifier des solutions de produits de fission issus de combustibles à taux de combustion plus élevés conduisant à des déchets vitrifiés à teneur augmentée en actinides (famille élémentaire COG-800). Les colis de déchets vitrifiés provenant du traitement des combustibles usés du CEA et de ceux du réacteur EL4 de Brennilis font aussi partie de cette famille (familles élémentaires COG-880 pour le CEA/Civil, COG-890 pour le CEA/DAM et COG-900 pour EL4).

Dans le scénario proposé par EDF et retenu pour établir l'inventaire de Cigéo, le traitement des combustibles usés MOX est supposé débuter vers 2030, en mélange avec des combustibles usés UOX et URE. De la même façon, les combustibles usés des réacteurs à neutrons rapides Phénix et Superphénix seront traités en mélange avec des combustibles UOX. L'ensemble des colis ainsi produits est rattaché à cette famille. Ils font l'objet des familles élémentaires COG-200 (MOX) et COG-830 (RNR).

La famille F1-3-01 de l'Inventaire national comporte également des colis de déchets vitrifiés produits lors de la vidange du four de vitrification (famille élémentaire COG-810) et à partir de calcinats issus des campagnes de nettoyage du calcinateur (famille élémentaire COG-820).

Colis de solutions molybdiques de produits de fission vitrifiées d'AREVA/La Hague (famille F1-3-02 de l'Inventaire national – familles élémentaires COG-150 et COG-160)

La famille F1-3-02 regroupe les colis de déchets qui résultent de la vitrification des solutions molybdiques de produits de fission, entreposées sur le site de La Hague (COG-150). Ces solutions sont issues du traitement des combustibles usés dits « UMo » (constitués d'alliage d'uranium et de molybdène) utilisés dans les réacteurs Uranium Naturel-Graphite-Gaz (UNGG), maintenant arrêtés. Ces solutions sont vitrifiées selon un procédé analogue à celui utilisé aujourd'hui pour la production des colis de déchets vitrifiés décrit dans la famille F1-3-01, mais utilisant une technologie dite du « creuset froid », associée à une nouvelle formulation de verre. La production de ces colis a commencé en 2013 et devrait se terminer en 2018.

La famille F1-3-02 regroupe également les colis standard de déchets de reliquats de verre UMo (CSD-RU). Les reliquats de verre UMo sont issus du traitement des solutions de produits de fission UMo sur la chaîne B de l'atelier R7 de la Hague. A la fin d'une campagne d'élaboration de verre UMo, et après arrêt du four, il reste le long des parois froides du creuset et de l'agitateur de la matière qui correspond à l'auto-creuset auquel vient s'ajouter le verre figé de la dernière coulée. C'est l'ensemble auto-creuset + verre figé à la dernière coulée qui est appelé reliquat. Les colis CSD-RU seront produits dans l'atelier R7. La production est estimée à 15 colis (COG-160). Les caractéristiques radiologiques et thermiques des CSD-RU sont comparables à celles de CSD-U. Le conteneur utilisé pour ces colis est le conteneur standard de déchets vitrifiés en acier inoxydable, identique à celui utilisé pour la famille F1-3-01.

Autres déchets HA

Colis de déchets technologiques issus des ateliers de vitrification d'AREVA/La Hague (famille F1-3-03 de l'Inventaire national – famille élémentaire COG-850)

Dans les premières années d'exploitation de l'atelier de vitrification R7 de La Hague, des déchets technologiques d'exploitation de cet atelier ont été conditionnés dans des conteneurs standards en acier

inoxydable de géométrie extérieure identique à celle des colis de déchets vitrifiés de La Hague. Ce même conditionnement est envisagé pour des paniers contenant des déchets technologiques tels que des morceaux de verre et des découpes d'équipements des ateliers R7 et T7. L'ensemble de ces colis est regroupé dans la famille élémentaire COG-850.

Colis de capsules de titanate de strontium d'AREVA/La Hague (famille F1-3-04 de l'Inventaire national – famille élémentaire COG-870)

L'atelier Elan IIB, situé à La Hague, était un pilote pour la fabrication de sources scellées de césium 137 et de strontium 90. Le strontium arrivait conditionné dans l'atelier Elan IIB dans des étuis métalliques (capsules) et subissait des opérations de fractionnement, compactage et conditionnement sous une double enveloppe métallique. Cet atelier, dont l'exploitant nucléaire était le CEA, a été mis en service en 1970. La production a été arrêtée à partir de 1973. Quinze capsules de titanate de strontium sont actuellement entreposées à La Hague.

Le procédé actuellement envisagé pour le conditionnement de ces capsules consiste à les bloquer dans un conteneur standard en acier inoxydable de type CSD-C. Il est prévu de placer 5 capsules dans une galette métallique centrale, deux galettes inférieures et supérieures, en verre massif, assurant le remplissage du colis. Les capsules seront conditionnées sur l'atelier ACC du site AREVA NC de La Hague, 3 CSD-TiSr seront produits, avec une thermique de l'ordre de 150 W en 2035

Déchets de structure MAVL

Colis de coques et embouts cimentés en fûts métalliques d'AREVA/La Hague (famille F2-3-01 de l'Inventaire national – famille élémentaire COG-040)

Entre 1990 et 1995, les déchets de structure des combustibles des réacteurs à eau pressurisée étaient placés dans des fûts en acier inoxydable et bloqués par une matrice cimentaire. Une faible part de ces colis (environ 10 %) contient, en outre, des filtres chargés de fines d'alliage de zirconium (matériau de constitution des structures de combustibles) ou des déchets de maintenance provenant du procédé de traitement des combustibles.

Colis de déchets compactés CSD-C d'AREVA/La Hague (famille F2-3-02 de l'Inventaire national – familles élémentaires COG-070, COG-100, COG-110, COG-120, COG-450, COG-530, COG-540 et COG-550)

Depuis 2002, les déchets de structure des combustibles usés des réacteurs à eau pressurisée sont compactés et conditionnés en conteneurs standards de déchets compactés (CSD-C).

Les colis CSD-C actuellement produits (COG-100 et COG-110) proviennent du compactage en ligne des déchets de structure résultant du traitement de combustibles UOX ainsi que de la reprise des déchets de structure entreposés sous eau dans des fûts et des déchets de structure entreposés en curseurs dans les piscines S1, S2 et S3 de La Hague. Un faible nombre de ces colis contient également des déchets solides métalliques d'exploitation compactés.

Dans les prochaines années, de tels colis seront aussi constitués à partir des déchets entreposés dans le silo de l'atelier HAO (Haute Activité Oxyde) (COG-070) ainsi que des déchets de structure résultant de traitements futurs de combustibles UOX, URE, MOX en mélange (COG-120), de combustibles des réacteurs à neutrons rapides Phénix et Superphénix (COG-450), des combustibles du CEA et de ceux du réacteur EL4 de Brennilis (COG-530 pour le CEA/Civil, COG-540 pour le CEA/DAM et COG-550 pour EL4).

Déchets MAVL de fonctionnement et de démantèlement du cycle de combustible

Colis de déchets technologiques compactés CSD-C d'AREVA/La Hague (famille F2-3-02 de l'Inventaire national – familles élémentaires COG-460 et COG-490)

Le procédé de compactage mis en œuvre à La Hague pour le conditionnement des déchets de structure de combustibles usés sera aussi utilisé dans les années à venir pour conditionner certains déchets d'exploitation et de démantèlement de l'usine UP2-400 en colis CSD-C (COG-460).

En outre, les natures de déchets résultant des opérations de démantèlement des usines UP2-800 et UP3 réalisées au-delà de 2040, étant a priori identiques à celles des déchets résultant du démantèlement de l'usine UP2-400, ce type de conditionnement est aussi l'hypothèse retenue à ce stade pour évaluer les quantités de colis produits par le conditionnement des déchets compactables résultant du démantèlement des usines UP2-800 et UP3 (COG-490).

Colis de déchets solides d'exploitation cimentés produits avant 1994 d'AREVA / La Hague (famille F2-3-07 de l'Inventaire national – famille élémentaire COG-050)

Entre 1990 et mars 1994, certains déchets générés lors de l'exploitation courante d'ateliers, d'opérations de maintenance ou de démantèlements (outillages, équipements métalliques...) à La Hague ont été conditionnés dans des conteneurs en béton comportant de l'amiante (dits conteneur amiante-ciment).

Colis de déchets solides d'exploitation cimentés produits après 1994 d'AREVA / La Hague (famille F2-3-08 de l'Inventaire national – familles élémentaires COG-030, COG-480, COG-500 et COG-510)

Depuis mars 1994, certains déchets générés lors de l'exploitation courante d'ateliers, d'opérations de maintenance ou de démantèlements (outillages, équipements métalliques...) à La Hague sont conditionnés dans des conteneurs en béton-fibres (COG-030) en remplacement du conteneur précédemment utilisé.

Dans les prochaines années, des déchets issus du démantèlement de l'ancienne usine de traitement des combustibles irradiés de La Hague, UP2-400, seront également conditionnés selon ce procédé et seront donc rattachés à cette famille (COG-480).

En outre, les natures de déchets résultant des opérations de démantèlement des usines UP2-800 et UP3 qui ne prendront place qu'au-delà de 2040, étant a priori identiques à celles des déchets résultant du démantèlement l'usine UP2-400, ce type de conditionnement est aussi l'hypothèse retenue à ce stade pour évaluer les quantités de colis produits par le conditionnement des déchets non compactables résultant du démantèlement d'UP2-800 et UP3 (COG-500) ainsi que du démantèlement de MELOX (COG-510).

Déchets issus des colonnes d'élution d'ELAN IIB conditionnés en colis Phomix d'AREVA/La Hague (famille F1-3-05 de l'Inventaire national – famille élémentaire COG-560)

L'atelier Elan IIB, situé à La Hague, était un pilote pour la fabrication de sources scellées de césium 137 et de strontium 90. Le césium était transporté depuis le CEA/Marcoule dans des colonnes d'élution sur un échangeur minéral puis élué, concentré et calciné. La poudre d'oxyde de césium était ensuite frittée et conditionnée sous une double enveloppe métallique. Quatre colonnes d'élution sont actuellement entreposées à La Hague, contenant l'échangeur minéral appelé Phomix. Le Phomix est contenu dans des réservoirs internes aux châteaux de transports constituant les colonnes d'élution.

Le scénario actuellement étudié par AREVA est le conditionnement du Phomix dans son château de transport.

Déchets contaminés en émetteurs alpha d'AREVA / La Hague (famille F2-3-10 de l'Inventaire national – famille élémentaire COG-400)

Cette famille regroupe les colis de déchets solides essentiellement contaminés par du plutonium lors des opérations de fabrication de combustibles MOX (usine MELOX et centre de fabrication de combustible de Cadarache), ou de traitement de combustibles (usines de La Hague). Il s'agit de déchets divers de natures métalliques (outillages, câbles...) ou organiques (gants, manches d'extraction...).

Sont également rattachés à cette famille des colis de déchets issus des opérations préalables à la cessation définitive d'exploitation et au démantèlement d'installations de l'usine UP2-400 de La Hague. L'hypothèse de conditionnement actuellement retenue par AREVA est un conditionnement basé sur un procédé d'incinération / fusion / vitrification (PIVIC).

Colis de déchets vitrifiés (CSD-B et CSD-RB) : effluents de rinçage d'AREVA / La Hague (famille F2-3-11 de l'Inventaire national – familles élémentaires COG-470 et COG-475)

Le conditionnement retenu pour certains effluents de moyenne activité produits lors des opérations de rinçage effectuées dans le cadre de la mise à l'arrêt définitif de l'usine UP2-400 est une vitrification (en creuset froid) et un conditionnement dans des conteneurs identiques à ceux utilisés pour les déchets vitrifiés de haute activité (COG-470).

De même que pour les CSD-RU, des conteneurs standards de déchets de reliquat de verres d'effluents de rinçages seront produits dans l'atelier R7 du site de La Hague (COG-475). Ces colis sont appelés CSD-RB. Il est prévu de produire quelques unités de colis. Les caractéristiques radiologiques et thermiques de ces colis sont semblables à celles des CSD-B.

Colis de boues de la STE2 séchées et compactées d'AREVA / La Hague (famille F2-3-12 de l'Inventaire national – famille élémentaire COG-430)

Les boues dites "STE2" sont des précipités fixant l'activité contenue dans les effluents secondaires de faible et moyenne activité de l'usine de La Hague. Elles proviennent essentiellement du fonctionnement de l'usine UP2-400 entre 1966 et 1997 et sont entreposées dans 7 silos numérotés 550-10 à 550-15 et 550-17 de l'ancienne Station de Traitement des Effluents (STE2).

Une partie des boues du silo 550-14 a été enrobée dans du bitume et conditionnée dans des fûts en acier inoxydable dans l'atelier STE3 entre 2002 et 2007, lors de campagnes de reprise des boues (voir famille F2-3-05).

A la suite de l'interdiction du bitumage de ces boues par l'Autorité de sûreté nucléaire en septembre 2008, AREVA a étudié d'autres modes de conditionnement pour les boues non conditionnées du silo 550-14 ainsi que pour celles entreposées dans les autres silos. Le procédé actuellement retenu est le séchage avant compactage des boues sous forme de pastilles qui seront ensuite conditionnées dans des fûts en acier inoxydable.

Colis d'enrobés bitumineux produits à partir d'effluents traités dans la STE3 d'AREVA/La Hague (famille F2-3-04 de l'Inventaire national – famille élémentaire COG-020)

Les effluents de faible et moyenne activité, issus des usines UP2 et UP3 de l'établissement de La Hague, sont enrobés dans une matrice bitumineuse dans la station de traitement des effluents n°3 (STE3), installation démarrée en 1989. La nouvelle gestion des effluents mise en œuvre sur le site de La Hague permet aujourd'hui de diminuer la quantité d'effluents traités dans la STE3 et par conséquent le nombre de colis produits. Ce conditionnement concerne également un certain volume d'effluents produits au titre des opérations d'assainissement-démantèlement d'UP2-400 (rinçages, décontaminations) qui pourraient, le cas échéant, ne pas pouvoir faire l'objet d'une vitrification du fait de leur nature chimique.

Cette famille intègre également les colis d'enrobés bitumineux instrumentés pour le contrôle de certains paramètres comme la température.

Colis d'enrobés bitumineux produits à partir d'effluents traités dans la STE2 d'AREVA/La Hague (famille F2-3-05 de l'Inventaire national – famille élémentaire COG-420)

Avant 1991, les effluents provenant de l'usine UP2-400 étaient uniquement traités par coprécipitation afin de fixer la radioactivité qu'ils contenaient puis entreposés sous forme de boues dans 7 silos de l'ancienne station de traitement des effluents (STE2) sur le site de La Hague.

Ces boues doivent faire l'objet d'opérations de reprise et de conditionnement. Le premier procédé envisagé par AREVA pour les conditionner était le bitumage. Différentes campagnes ont eu lieu à cet effet entre 2002 et 2007, produisant 340 colis de boues bitumées à partir de boues provenant du silo 550-14. Certains de ces colis sont équipés de thermocouples pour le suivi de la température. D'autres sont des colis témoins pour le suivi du gonflement dû à la production d'hydrogène par radiolyse.

En septembre 2008, le bitumage des boues de la STE2 a été interdit par l'Autorité de sûreté nucléaire, conduisant AREVA à étudier d'autres modes de conditionnement (voir famille F2-3-12).

Colis de fines et résines du silo HAO d'AREVA / La Hague (famille F2-3-13 de l'Inventaire national – famille élémentaire COG-440)

Cette famille regroupe les colis qui seront produits par le conditionnement des déchets de procédé de faible granulométrie (fines de cisaillage, fines de clarification et résines) entreposés dans le silo de l'atelier HAO (Haute Activité Oxyde).

L'hypothèse de conditionnement actuellement retenue par AREVA est une cimentation des déchets dans des fûts en acier inoxydable dits « fûts ECE » de géométrie similaire à celle des fûts de coques et embouts cimentés. La production de ces colis devrait commencer vers 2017.

ANNEXE 2

Respect des exigences relatives à la masse des colis primaires

Tableau A2.1

	Identifiant de la famille de colis	Intitulé	Nombre de colis	Masse max du CP spécifiée dans les spec DOS Vb (en Kg)	Masse maximale des CP demandée par AREVA (Courrier AREVA 2016) (en kg)	Valeur moyenne des dossiers de connaissance (Kg)	Valeur maximale des dossiers de connaissance (Kg)	Valeur maximal issue du REX de production (Kg)	Respect des spécifications préliminaires d'acceptation Andra	Commentaires
HA	COG-140	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres UOX produits suivant la spécification 300 AQ 016	6 900	570	570	492,1	557,2	557,8	Oui	AREVA a pris des marge par rapport au REX de production et a demandé à l'Andra de dimensionner le Cigéo en intégrant ces marges
HA	COG-150	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-U : verres UMo produits suivant la spécification 300 AQ 059	800	570	570	474,0	_	510,06	Oui	AREVA a pris des marge par rapport au REX de production et a demandé à l'Andra de dimensionner le Cigéo en intégrant ces marges
HA	COG-160	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-RU : reliquats de verres Umo	15	570	570	Pas de DC	Pas de DC	Production non débutée	Oui	La masse attendue pour le CSD-RU est inférieure à celle attendue pour le CSD-U (Paramètre complémentaire envisagé das le projet de spécification de production CSD-RU inférieur au paramètre complémentaire de la spécification CSD-U
HA	COG-200	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres UOX/URE/MOX	24 060	570	570	494,0	_	Production non débutée	Oui	Colis non encore produits mais dont la production sera semblable à celle des CSD-V 300 AQ 060 pour ce qui concerne la masse
HA	COG-800	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres UOX produits suivant la spécification 300 AQ 060	19 010	570	570	494,0	_	521,91	Oui	AREVA a pris des marge par rapport au REX de production et a demandé à l'Andra de dimensionner le Cigéo en intégrant ces marges
HA	COG-810	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres de vidange R7/T7	250	570	570	439,0	537,0	510,11	Oui	AREVA a pris des marge par rapport au REX de production et a demandé à l'Andra de dimensionner le Cigéo en intégrant ces marges
HA	COG-820	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres de calcinats	75	570	570	434,1	490,7	494,11	Oui	AREVA a pris des marge par rapport au REX de production et a demandé à l'Andra de dimensionner le Cigéo en intégrant ces marges
HA	COG-830	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres REP/RNR (Superphénix et Phénix)	1 095	570	570	Pas de DC	Pas de DC	Production non débutée	Oui	Colis non encore produits mais dont la production sera semblable à celle des CSD-V 300 AQ 060 pour ce qui concerne la masse
HA	COG-850	Déchets technologiques issus des ateliers de vitrification conditionnés en Conteneurs Standards	300	570	570	Pas de DC	Pas de DC	Production non débutée	Oui	Le conditionnement final des colis n'est pas réalisé, cependant la masse du colis fini sera inférieure à celle des CSD-V du fait de la densité des billes de verre et des vides entre les billes
HA	**COG-870**	**Capsules de titanates de Sr conditionnées en Conteneurs Standards/CSD-TiSr**	**3**	**570**	**850**	**738,5**	**850**	**Production non débutée**	**Oui**	**Compte tenu du développement du projet de conception du colis, la demande a été faite à l'andra après la publication du projet de spéciifications d'acceptation des colis VB DOS L'Andra instruit cette demande mais aucune difficulté n'est atttendue**
HA	COG-880	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés : verres CU du CEA/Civil	11	570	570	Pas de DC	Pas de DC	Production non débutée	Oui	Colis non encore produits mais dont la production sera semblable à celle des CSD-V 300 AQ 060 pour ce qui concerne la masse
HA	COG-890	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés : verres CU du CEA/DAM	80	570	570	Pas de DC	Pas de DC	Production non débutée	Oui	Colis non encore produits mais dont la production sera semblable à celle des CSD-V 300 AQ 060 pour ce qui concerne la masse
HA	COG-900	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés : verres EL4	30	570	570	Pas de DC	Pas de DC	Production non débutée	Oui	Colis non encore produits mais dont la production sera semblable à celle des CSD-V 300 AQ 060 pour ce qui concerne la masse

	Identifiant de la famille de colis	Intitulé	Nombre de colis	Masse max du CP spécifiée dans les spec DOS Vb (en Kg)	Masse maximale des CP demandée par AREVA (Courrier AREVA 2016) (en kg)	Valeur moyenne des dossiers de connaissance (Kg)	Valeur maximale des dossiers de connaissance (Kg)	Valeur maximal issue du REX de production (Kg)	Respect des spécifications préliminaires d'acceptation Andra	Commentaires
MAVL	COG-020	Fûts bitumes STE3 produits suivant la spécification 300 AQ 027	13 100	310	310	235,6	301,1	301,1	Oui	AREVA a pris des marge par rapport au REX de production et a demandé à l'Andra de dimensionner le Cigéo en intégrant ces marges
MAVL	COG-030	Colis de déchets solides d'exploitation cimentés produits après 1994 suivant la spécification 300 AQ 044	8 117	4000	4000	2324,0	3586,0	3586,0	Oui	AREVA a pris des marge par rapport au REX de production et a demandé à l'Andra de dimensionner le Cigéo en intégrant ces marges
MAVL	COG-040	Fûts de coques et embouts cimentés produits suivant la spécification 300 AQ 025	1 517	3845	3845	3541	3831	3831,0	Oui	Masses issues du REX - Production terminée
MAVL	COG-050	Colis de déchets solides d'exploitation cimentés produits avant 1994 suivant la spécification 300 AQ 038	324	2885	2885	2139,0	2880,0	2880,0	Oui	Masses issues du REX - Production terminée
MAVL	COG-070	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des coques et embouts du silo HAO	1 527	850	850	700	_	Production non débutée	Oui	Colis non encore produit mais dont la spécification de production garantira le respect de la masse communiquée
MAVL	COG-100	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C produits suivant la spécification 300 AQ 055 (dont coques et embouts des fûts ECE et des piscines S1, S2 et S3)	6 675	850	850	692,8	765,9	772	Oui	AREVA a pris des marge par rapport au REX de production et a demandé à l'Andra de dimensionner le Cigéo en intégrant ces marges
MAVL	COG-110	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des coques et embouts issus d'assemblages combustibles UOX	17 850	850	850	692,4	734,0	772	Oui idem 300 AQ 055	AREVA a pris des marge par rapport au REX de production et a demandé à l'Andra de dimensionner le Cigéo en intégrant ces marges
MAVL	COG-120	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des coques et embouts issus d'assemblages combustibles UOX/URE/MOX	22 720	850	850	692,5		Production non débutée	Oui idem 300 AQ 055	Colis non encore produits mais dont la production sera semblable à celle des CSD-V 300 AQ 055 pour ce qui concerne la masse
MAVL	COG-420	Fûts enrobés bitumineux STE2 (reprise partielle silo 550-14)	340	310	310	248,5	290,6	290,6	Oui	Masses issues du REX - Production terminée
MAVL	COG-430	Boues STE2 séchées, compactées et immobilisées dans un conteneur métallique	14 429	562	562	554	561,4	Production non débutée	Oui	Colis non encore produit mais dont la spécification de production garantira le respect de la masse communiquée à l'Andra et retenue dans les spécifications préliminaires
MAVL	**COG-440**	**Fûts ECE cimentés de fines et résines du silo HAO**	**121**	**2700**	**2700**	**2443,0**	**_**	**Production non débutée**	**Oui**	**Colis non encore produit mais dont la spécification de production garantira le respect de la masse communiquée à l'Andra et retenue dans les spécifications préliminaires**
MAVL	COG-450	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets de structure issus d'assemblages combustibles REP et RNR (Superphénix et Phénix)	1 514	850	850	Pas de DC	Pas de DC	Production non débutée	Oui	Masse supposée couverte par le paramètre garanti de la spécification 300 AQ 055

	Identifiant de la famille de colis	Intitulé	Nombre de colis	Masse max du CP spécifiée dans les spec DOS Vb (en Kg)	Masse maximale des CP demandée par AREVA (Courrier AREVA 2016) (en kg)	Valeur moyenne des dossiers de connaissance (Kg)	Valeur maximale des dossiers de connaissance (Kg)	Valeur maximal issue du REX de production (Kg)	Respect des spécifications préliminaires d'acceptation Andra	Commentaires
MAVL	COG-460	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets technologiques métalliques et organiques et des déchets de DEM	500	850	850	Pas de DC	Pas de DC	Production non débutée	Oui	Masse supposée couverte par le paramètre garanti de la spécification 300 AQ 055
MAVL	COG-470	Colis CSD-B contenant des effluents de moyenne activité vitrifiés (MAD UP2-400, UP2-800 et UP3)	1 680	550	550	454,0		481,56	Oui	AREVA a pris des marge par rapport au REX de production et a demandé à l'Andra de dimensionner le Cigéo en intégrant ces marges
MAVL	COG-475	Colis CSD-RB contenant des reliquats d'effluents de moyenne activité vitrifiés (MAD UP2-400, UP2-800 et UP3)	5	550	_	Pas de DC	Pas de DC			Colis non encore produits mais dont la production sera semblable à celle des CSD-B 300 AQ 061 pour ce qui concerne la masse
MAVL	COG-480	Colis CBF-C'2 contenant des déchets d'exploitation et de DEM (poubelles fosse ATTILA)	18	4000	4000	Pas de DC	Pas de DC	Production non débutée	Oui idem 300 AQ 044	Colis non encore produits mais dont la production sera semblable à celle des CBF-C'2 300 AQ 044 pour ce qui concerne la masse
MAVL	COG-490	Déchets issus des opérations de CDE DEM des usines UP2-400, UP2-800 et UP3 compactés en CSD-C	289	850	850	Pas de DC	Pas de DC	Production non débutée	Oui	Colis non encore produits mais dont la production sera semblable à celle des CSD-V 300 AQ 055 pour ce qui concerne la masse
MAVL	COG-500	Déchets issus des opérations de CDE DEM des usines UP2-400, UP2-800 et UP3 conditionnés en CBF-C'2	1 031	4000	4000	Pas de DC	Pas de DC		Oui idem 300 AQ 044	Colis non encore produits mais dont la production sera semblable à celle des CBF-C'2 300 AQ 044 pour ce qui concerne la masse
MAVL	COG-510	Déchets issus des opérations de CDE DEM de l'usine MELOX conditionnés en CBF-C'2	214	4000	4000	Pas de DC	Pas de DC	Production non débutée	Oui idem 300 AQ 044	Colis non encore produits mais dont la production sera semblable à celle des CBF-C'2 300 AQ 044 pour ce qui concerne la masse
MAVL	COG-530	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets de structure issus du traitement des CU du CEA/Civil	24	850	850	Pas de DC	Pas de DC	Production non débutée	Oui idem 300 AQ 055	Colis non encore produits mais dont la production sera semblable à celle des CSD-V 300 AQ 055 pour ce qui concerne la masse
MAVL	COG-540	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets de structure issus du traitement des CU du CEA/DAM	400	850	850	Pas de DC	Pas de DC	Production non débutée	Oui idem 300 AQ 055	Colis non encore produits mais dont la production sera semblable à celle des CSD-V 300 AQ 055 pour ce qui concerne la masse
MAVL	COG-550	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets de structure issus du traitement des CU EL4	200	850	850	Pas de DC	Pas de DC	Production non débutée	Oui idem 300 AQ 055	Colis non encore produits mais dont la production sera semblable à celle des CSD-V 300 AQ 055 pour ce qui concerne la masse
MAVL	**COG-560**	**Déchets issus des colonnes d'élution d'ELAN IIB conditionnés en Conteneurs Standards**	**4**	**11000**	**8000**		**8300**	**Production non débutée**	**En cours de prise en compte par Andra**	**En cours de prise en compte par Andra Le conditionnement retenu correspondant à un conditionnement en CS7,la masse maximale admissible est de 11 000 kg, largement au-dessus de la masse du colis**

ANNEXE 3

Respect des exigences relatives à la puissance thermique des colis primaires

Tableau A3.1

	Identifiant de la famille de colis	Intitulé	Nombre de colis	Puissance thermique des spécifications DOS VB Andra (W/colis)	Puissance thermique moyenne donnée dans le dossier de connaissance à la production (W/colis)	Puissance thermique maximale donnée dans le dossier de connaissance à la production (W/colis)	Respect des spécifications préliminaires d'acceptation Andra	Commentaires (dont niveau de confiance)
HA	COG-140	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres UOX produits suivant la spécification 300 AQ 016	6 900	500	1939	2734	Oui dès 2080	La puissance thermique de ces colis à l'ouverture de la zone HA (2080) du cigéo est conforme à la spécification préliminaire Andra.
HA	COG-150	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-U : verres UMo produits suivant la spécification 300 AQ 059	800	300	49	474 Mais REX = 38	Oui à la production	Le retour d'expérience de la production montre que le niveau thermique de ces colis est beauoup plus bas que celui du critère de la spécification préliminaire Andra Les colis sont conformes à la spécification dès 2031, date prévisionnelle de leur stockage
HA	COG-160	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-RU : reliquats de verres Umo	15	300	Pas de DC	Pas de DC Mais estimation < 100 à la production	Oui à la production	Colis non encore produit
HA	COG-200	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres UOX/URE/MOX	24 060	500	2110		Oui avec entreposage de décroissance	Colis non encore produit mais dont la conception garanti le même niveau de puissance thermique à long terme que celui des CSD-V 300 AQ 060
HA	COG-800	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres UOX produits suivant la spécification 300 AQ 060	19 010	500	2510		Oui avec entreposage de décroissance	Colis en cours de production
HA	COG-810	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres de vidange R7/T7	250	500	1555	2442	Oui dès 2080 pour les colis produits	La puissance thermique pour les colis produits est conforme à la spécification préliminaire Andra à l'ouverture du Cigéo 2080
HA	COG-820	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres de calcinats	75	500	1345		Oui dès 2080 pour les colis produits	La puissance thermique pour les colis produits est conforme à la spécification préliminaire Andra à l'ouverture du Cigéo 2080
HA	COG-830	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres REP/RNR (Superphénix et Phénix)	1 095	500	Pas de DC	Pas de DC	Oui avec entreposage de décroissance	Colis non encore produits
HA	COG-850	Déchets technologiques issus des ateliers de vitrification conditionnés en Conteneurs Standards	300	500	Pas de DC	Pas de DC	Oui avec entreposage de décroissance	Colis non encore produits
HA	COG-870	Capsules de titanates de Sr conditionnées en Conteneurs Standards/CSD-TiSr	3	300	191 en 2025		Oui à la production	Collis non encore produits mais respecttant la spécification dès la phase industrielle pilote (période de leur livraison)
HA	COG-880	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés : verres CU du CEA/Civil	11	500	Pas de DC	Pas de DC	Oui avec entreposage de décroissance	Colis non encore produits
HA	COG-890	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés : verres CU du CEA/DAM	80	500	Pas de DC	Pas de DC	Oui avec entreposage de décroissance	Colis non encore produits
HA	COG-900	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés : verres EL4	30	500	Pas de DC	Pas de DC	Oui avec entreposage de décroissance	Colis non encore produits

	Identifiant de la famille de colis	Intitulé	Nombre de colis	Puissance thermique des spécifications DOS VB Andra (W/colis)	Puissance thermique moyenne donnée dans le dossier de connaissance à la production (W/colis)	Puissance thermique maximale donnée dans le dossier de connaissance à la production (W/colis)	Respect des spécifications préliminaires d'acceptation Andra	Commentaires (dont niveau de confiance)
MAVL	COG-020	Fûts bitumes STE3 produits suivant la spécification 300 AQ 027	13 100	15	0,2		Oui à la production	Colis très peu thermique au regard des critères de le spécification préliminaire Andra
MAVL	COG-030	Colis de déchets solides d'exploitation cimentés produits après 1994 suivant la spécification 300 AQ 044	8 117	60	0,36		Oui à la production	Colis très peu thermique au regard des critères de le spécification préliminaire Andra
MAVL	COG-040	Fûts de coques et embouts cimentés produits suivant la spécification 300 AQ 025	1 517	60	16,2 en 2011		Oui à la production	Colis dont la production est terminée
MAVL	COG-050	Colis de déchets solides d'exploitation cimentés produits avant 1994 suivant la spécification 300 AQ 038	324	60	0,67		Oui à la production	Colis très peu thermique au regard des critères de le spécification préliminaire Andra
MAVL	COG-070	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des coques et embouts du silo HAO	1 527	15	14,8 Valeur ajustée à 5,3 dans le projet de mise à jour du DC		Oui à la production	Colis non encore produits mais dont la conception est réalisée en intégrant le critère de 15 W Andra
MAVL	COG-100	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C produits suivant la spécification 300 AQ 055 (dont coques et embouts des fûts ECE et des piscines S1, S2 et S3)	6 675	15	11,5 pour le REX 2002 - 2009 Un calcul intégrant les incertitude conduit à 17,5 pour le REX 2002 - 2015	38,8 Un calcul intégrant les incertitudes conduit à 88 W	Oui à la production pour certains colis et à 2031 pour les autres	Colis dont le REX de production montre le respect du critère de 15 W La gestion en décroissance en entreposage permettrait le respect pour des colis futurs les plus chauds
MAVL	COG-110	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des coques et embouts issus d'assemblages combustibles UOX	17 850	15	46,6 Evaluation très enveloppe compte-tenu du changement de stratégie de gestion de EDF	50 Evaluation très enveloppe compte-tenu du changement de stratégie de gestion de EDF	Oui après 10 ans d'entreposage	Le respect du critère de 15 W est garanti par la décroissance en entreposage
MAVL	COG-120	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des coques et embouts issus d'assemblages combustibles UOX/URE/MOX	22 720	15	13,2		Oui à la production	Colis non encore produits dont le respect est garanti à la production En cas de dépassement de 15 W à la production la décroissance en entreposage permettra le respect du critère
MAVL	COG-420	Fûts enrobés bitumineux STE2 (reprise partielle silo 550-14)	340	15	O,28		Oui à la production	Colis très peu thermique au regard des critères de la spécification préliminaire Andra, et dont la production est terminée

	Identifiant de la famille de colis	Intitulé	Nombre de colis	Puissance thermique des spécifications DOS VB Andra (W/colis)	Puissance thermique moyenne donnée dans le dossier de connaissance à la production (W/colis)	Puissance thermique maximale donnée dans le dossier de connaissance à la production (W/colis)	Respect des spécifications préliminaires d'acceptation Andra	Commentaires (dont niveau de confiance)
MAVL	COG-430	Boues STE2 séchées, compactées et immobilisées dans un conteneur métallique	14 429	15	1,67	3,24	Oui à la production	Colis non encore produit mais très peu thermique au regard des critères de la spécification préliminaire Andra
MAVL	COG-440	Fûts ECE cimentés de fines et résines du silo HAO	121	60	6,6		Oui à la production	Colis non encore produit mais dont le niveau thermique attendu est bas au regard des critères de la spécification préliminaire Andra
MAVL	COG-450	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets de structure issus d'assemblages combustibles REP et RNR (Superphénix et Phénix)	1 514	15	Pas de DC		Oui Avec entreposage si besoin	Colis non enore produits mais qui serait gérés en décroissance si beson
MAVL	COG-460	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets technologiques métalliques et organiques et des déchets de DEM	500	15	Pas de DC		Les colis seront entreposés la durée nécessaire	Colis non enore produits mais qui serait gérés en décroissance en cas de puissance thermique supérieur à 15 W à la production
MAVL	COG-470	Colis CSD-B contenant des effluents de moyenne activité vitrifiés (MAD UP2-400, UP2-800 et UP3)	1 680	15	3,5	23,6	Oui	La durée de refroidissement nécessaire est compatible avec la date prévisiopnnelle d'exédition des colis
MAVL	COG-475	Colis CSD-RB contenant des reliquats d'effluents de moyenne activité vitrifiés (MAD UP2-400, UP2-800 et UP3)	5	15			Oui	Colis non enore produits mais qui seront gérés comme les CSD-B
MAVL	COG-480	Colis CBF-C'2 contenant des déchets d'exploitation et de DEM (poubelles fosse ATTILA)	18	15	Pas de DC		Oui valeurs attendues du même odre de grandeur que les C'2 300 AQ 038	Colis non encore produits mais dont la therùique attendue est du même ordre que celle des CBF-C'2 300 AQ 044, donc très faible au regard des critères de la spécification préliminaire d'acceptation
MAVL	COG-490	Déchets issus des opérations de CDE DEM des usines UP2-400, UP2-800 et UP3 compactés en CSD-C	289	15	Pas de DC		Oui Avec entreposage si besoin	Colis non enore produits mais qui serait gérés en décroissance si beson
MAVL	COG-500	Déchets issus des opérations de CDE DEM des usines UP2-400, UP2-800 et UP3 conditionnés en CBF-C'2	1 031	60	Pas de DC		Oui valeurs attendues du même odre de grandeur que les C'2 300 AQ 038	Colis non encore produits mais dont la therùique attendue est du même ordre que celle des CBF-C'2 300 AQ 044, donc très faible au regard des critères de la spécification préliminaire d'acceptation
MAVL	COG-510	Déchets issus des opérations de CDE DEM de l'usine MELOX conditionnés en CBF-C'2	214	60	Pas de DC		Oui valeurs attendues du même odre de grandeur que les C'2 300 AQ 038	Colis non encore produits mais dont la therùique attendue est du même ordre que celle des CBF-C'2 300 AQ 044, donc très faible au regard des critères de la spécification préliminaire d'acceptation

	Identifiant de la famille de colis	Intitulé	Nombre de colis	Puissance thermique des spécifications DOS VB Andra (W/colis)	Puissance thermique moyenne donnée dans le dossier de connaissance à la production (W/colis)	Puissance thermique maximale donnée dans le dossier de connaissance à la production (W/colis)	Respect des spécifications préliminaires d'acceptation Andra	Commentaires (dont niveau de confiance)
MAVL	COG-530	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets de structure issus du traitement des CU du	24	15	Pas de DC		Oui Avec entreposage si besoin	Colis non enore produits mais qui serait gérés en décroissance si beson
MAVL	COG-540	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets de structure issus du traitement des CU du	400	15	Pas de DC		Oui Avec entreposage si besoin	Colis non enore produits mais qui serait gérés en décroissance si beson
MAVL	COG-550	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets	200	15	Pas de DC		Oui Avec entreposage si	Colis non enore produits mais qui serait gérés en décroissance si beson
MAVL	COG-560	Déchets issus des colonnes d'élution d'ELAN IIB conditionnés en Conteneurs Standards	4	15	9,7	24,3	Oui deux colonne devront être entreposés jusqu'en 2045	Colis non encore produit car en cours de conception. Les chroniques prévisionnelles d'évacuation de ces colis prévoient des livraisons en fin de période MAVL du Cigéo. A cette période les 4 colis respecteront le critère de 15 W

ANNEXE 4

Respect des exigences relatives à l'activité radiologique en Cs137 des colis primaires HA

Tableau A4.1

	Identifiant de la famille de colis	Intitulé	Nombre de colis	Type de Conteneur de stockage considérés dans le DOS par l'Andra	Date de livraison chronique (PIGD VE)	Masse de déchets vitrifiés issue des Dossiers de Connaissance (kg)	Masse volumique des déchets vitrifiés issue des Dossiers de Connaissance (kg/m3)	Activité radiologique fixe en ^{137}Cs issue des spec DOS Vb pour un CTS donné (Cf. § 2.3.6) (Bq/CP)	Activité radiologique en ^{137}Cs issue des spec DOS Vb issu du calcul : m/ρ X constante dépendant du Conteneur de stockage (Cf. § 2.3.6) (Bq/CP)	Activité maximale en ^{137}Cs retenue par Andra en 2080 sur la base des inventaires radiologiques massiques déclarés dans les Dossiers de Connaissance (Pour l'invenntaire radiologique moyen et une masse moyenne) (Bq/CP)	Respect des spécifications préliminaires d'acceptation	Commentaires
HA	COG-140	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres UOX produits suivant la spécification 300 AQ 016	6 900	Conteneur de stockage HA pour colis primaires R7/T7 chauds	2080	398,1	2750	1,97E+15	1,95E+15	1,33E+15	Oui	Pas de contrainte particulière
HA	COG-150	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-U : verres UMo produits suivant la spécification 300 AQ 059	800	Conteneur de stockage HA pour colis primaires R7/T7	2031	380	2530	1,97E+15	2,03E+15	8,82E+12	Oui	Les évaluations ci-contre sont réalisée sur la base du dossier de connaissance. Cependant, le retour d'expérience rapporte des activités moindre
HA	COG-160	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-RU : reliquats de verres Umo	15	Conteneur de stockage HA pour colis primaires R7/T7	2033	Pas de dossier de connaissance	Pas de dossier de connaissance	1,97E+15	-	-	Oui	Pas de dossier de connaissance mais les activités radiologiques attendues seront bien inférieures à celle des CSD-V
HA	COG-200	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres UOX/URE/MOX	24 060	Conteneur de stockage HA pour colis primaires R7/T7	2080	400	2800	1,97E+15	1,93E+15	2,18E+15		Un entreposage de décroissance de quelques années pourra être nécessaitre après 2080 pour les colis les plus actifs
HA	COG-800	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres UOX produits suivant la spécification 300 AQ 060	19 010	Conteneur de stockage HA pour colis primaires R7/T7 chauds	2080	400	2800	1,97E+15	1,93E+15	2,03E+15	Oui	Un entreposage de décroissance de quelques années pourra être nécessaitre après 2080 pour les colis les plus actifs
HA	COG-810	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres de vidange R7/T7	250	Conteneur de stockage HA pour colis primaires R7/T7 chauds	2080	345	2750	1,97E+15	1,69E+15	1,20E+15	Oui	Pas de contrainte particulière
HA	COG-820	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres de calcinats	75	Conteneur de stockage HA pour colis primaires R7/T7 chauds	2080	340,1	2750	1,97E+15	1,67E+15	2,15E+15	Oui	Un entreposage de décroissance de quelques années pourra être nécessaitre après 2080 pour les coles les plus actifs Le calcul est réalisé avec des hypothèses de variabilité pénalisantes
HA	COG-870	Capsules de titanates de Sr conditionnées en Conteneurs Standards/CSD-TiSr	3	Conteneur de stockage HA pour colis primaires R7/T7 chauds	2035	646	4785	1,97E+15	1,82E+15	Sans objet	Oui	Sans objet car le déchete est composé d'un spéctre 100% Sr90

ANNEXE 5

Respect des exigences relatives au débit de H2 de radiolyse des colis primaires

Tableau A5.1

	Identifiant de la famille de colis	Intitulé	Nombre de colis	Valeur de débit de H_2 des spécifications AndraDOS VB (L/Colis/an)	Valeur de débit de H2 donnée dans le DC (L/CP/an)	Valeur de débit de H2 issu d'autres estimations (L/CP/an)	Respect des spécifications préliminaires d'acceptation Andra	Commentaires
HA	COG-140	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres UOX produits suivant la spécification 300 AQ 016	6 900	0	Sans objet car pas de matière organique	Sans objet car pas de matière organique	Oui	Sans objet car pas de matière organique
HA	COG-150	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-U : verres UMo produits suivant la spécification 300 AQ 059	800	0	Sans objet car pas de matière organique	Sans objet car pas de matière organique	Oui	Sans objet car pas de matière organique
HA	COG-160	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-RU : reliquats de verres Umo	15	0	Sans objet car pas de matière organique	Sans objet car pas de matière organique	Oui	Sans objet car pas de matière organique
HA	COG-200	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres UOX/URE/MOX	24 060	0	Sans objet car pas de matière organique	Sans objet car pas de matière organique	Oui	Sans objet car pas de matière organique
HA	COG-800	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres UOX produits suivant la spécification 300 AQ 060	19 010	0	Sans objet car pas de matière organique	Sans objet car pas de matière organique	Oui	Sans objet car pas de matière organique
HA	COG-810	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres de vidange R7/T7	250	0	Sans objet car pas de matière organique	Sans objet car pas de matière organique	Oui	Sans objet car pas de matière organique
HA	COG-820	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres de calcinats	75	0	Sans objet car pas de matière organique	Sans objet car pas de matière organique	Oui	Sans objet car pas de matière organique
HA	COG-830	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres REP/RNR (Superphénix et Phénix)	1 095	0	Sans objet car pas de matière organique	Sans objet car pas de matière organique	Oui	Sans objet car pas de matière organique
HA	**COG-850**	**Déchets technologiques issus des ateliers de vitrification conditionnés en Conteneurs Standards**	**300**	**0**	**Pas de DC**		**Pas pour 100% des colis**	**Il n'est pas possible de garantir l'absence totale de matière organique Discussion à avoir avec Andra sur une exigence nécessaire et suffisante (limitation des quatités de matières organiques ou du terme source H2)**
HA	COG-870	Capsules de titanates de Sr conditionnées en Conteneurs Standards/CSD-TiSr	3	0	Sans objet car matrices verre et acier		Oui	Sans objet car matrice en verre et acier
HA	COG-880	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés : verres CU du CEA/Civil	11	0	Sans objet car pas de matière organique	Sans objet car pas d'eau ni matière organique	Oui	Sans objet car pas de matière organique
HA	COG-890	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés : verres CU du CEA/DAM	80	0	Sans objet car pas de matière organique	Sans objet car pas d'eau ni matière organique	Oui	Sans objet car pas de matière organique
HA	COG-900	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés : verres EL4	30	0	Sans objet car pas de matière organique	Sans objet car pas d'eau ni matière organique	Oui	Sans objet car pas d'eau ni matière organique

	Identifiant de la famille de colis	Intitulé	Nombre de colis	Valeur de débit de H_2 des spécifications AndraDOS VB (L/Colis/an)	Valeur de débit de H2 donnée dans le DC (L/CP/an)	Valeur de débit de H2 issu d'autres estimations (L/CP/an)	Respect des spécifications préliminaires d'acceptation Andra	Commentaires
MAVL	COG-020	Fûts bitumes STE3 produits suivant la spécification 300 AQ 027	13 100	10	Pas de valeur directement extrapolable dans le DC	Dans le cadre du programme conjoint bitume (ANDRA EDF AREVA CEA) - débit de < 10 L/an/fût - puis très rapidement inférieur à 1L/an/fût pour les futs les moins actifs - et inférieur à 3L/an/fût pour les plus actifs, au bout de quelques décennies.	Oui	Une note relative à la situation des fûts de bitumes spécifiques par rapport au dossier de connaissance des colis 300 AQ 027 montre que ce DC reste enveloppe pour les colis spécifiques
MAVL	COG-030	Colis de déchets solides d'exploitation cimentés produits après 1994 suivant la spécification 300 AQ 044	8 117	40	< 20 pour les C'2 alpha 5 ans après la production dans le cas le plus pénalisant	< 20 pour les C'2 alpha 5 ans après la production dans le cas le plus pénalisant	Oui	Des discussions sont en cours avec l'Andra concernant la masse maximale matériaux organiques à considérer
MAVL	COG-040	Fûts de coques et embouts cimentés produits suivant la spécification 300 AQ 025	1 517	40	< 10 à l'ouvrture du stockage		Oui	
MAVL	COG-050	Colis de déchets solides d'exploitation cimentés produits avant 1994 suivant la spécification 300 AQ 038	324	40	< 20 5 ans après la production dans le cas le plus pénalisant		Oui	Des discussions sont en cours avec l'Andra concernant la masse maximale matériaux organiques à considérer
MAVL	COG-070	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des coques et embouts du silo HAO	1 527	10	Pas de valeur	Dossier de spécification déposé en 2016. Colis enveloppe : 4.82 L /an max Colis moyen 0.26 L /an max	Oui	En cours d'instruction Andra
MAVL	COG-100	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C produits suivant la spécification 300 AQ 055 (dont coques et embouts des fûts ECE et des piscines S1, S2 et S3)	6 675	10	0,53 à la production		Oui dès la production	
MAVL	COG-110	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des coques et embouts issus d'assemblages combustibles UOX	17 850	10	< 0,53 à la production		Oui dès la production	Idem 300 AQ 055
MAVL	COG-120	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des coques et embouts issus d'assemblages combustibles UOX/URE/MOX	22 720	10	< 0,53 à la production		Oui dès la production	Idem 300 AQ 055

	Identifiant de la famille de colis	Intitulé	Nombre de colis	Valeur de débit de H_2 des spécifications AndraDOS VB (L/Colis/an)	Valeur de débit de H2 donnée dans le DC (L/CP/an)	Valeur de débit de H2 issu d'autres estimations (L/CP/an)	Respect des spécifications préliminaires d'acceptation Andra	Commentaires
MAVL	COG-420	Fûts enrobés bitumineux STE2 (reprise partielle silo 550-14)	340	10	Pas de valeur dans le DC	Dans le cadre du programme conjoint bitume (ANDRA EDF AREVA CEA) - débit de < 10 L/an/fût - puis très rapidement inférieur à 1L/an/fût pour les futs les moins actifs - et inférieur à 3L/an/fût pour les plus actifs, au bout de quelques décennies.	Oui	
MAVL	COG-430	Boues STE2 séchées, compactées et immobilisées dans un conteneur métallique	14 429	10	4,5 colis moyen 15,3 colis enveloppe	Un paramètre garanti du projet de spécification de production (PG siccité = 95 %) permet de garantir le respect de la valeur de 10 L/an	Oui avec queleques dizaines d'années d'entreposage des colis envelopes	Plutôt PG siccité = 95 %
MAVL	**COG-440**	**Fûts ECE cimentés de fines et résines du silo HAO**	**121**	**40**	**Pas de valeur car étude alors en cours**		**Oui avec étude spécifique Andra**	**demande faite à l'Andra pour 300 Etude Andfra en cours Cas de dépassement de 40 Nl prévu dans les spec Andra**
MAVL	COG-450	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets de structure issus d'assemblages combustibles REP et RNR (Superphénix et Phénix)	1 514	10	Pas de DC Idem 300 AQ 055		Oui comme 300 AQ 055	
MAVL	COG-460	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets technologiques métalliques et organiques et des déchets de DEM	500	10	Pas de DC Idem 300 AQ 055		Oui comme 300 AQ 055	
MAVL	COG-470	Colis CSD-B contenant des effluents de moyenne activité vitrifiés (MAD UP2-400, UP2-800 et UP3)	1 680	10	Sans objet car pas de matière organique		oui	Sans objet car pas de matière organique
MAVL	COG-475	Colis CSD-RB contenant des reliquats d'effluents de moyenne activité vitrifiés (MAD UP2-400, UP2-800 et UP3)	5	10	Sans objet car pas de matière organique		oui	Sans objet car pas de matière organique
MAVL	COG-480	Colis CBF-C'2 contenant des déchets d'exploitation et de DEM (poubelles fosse ATTILA)	18	40	Pas de DC a ce stade Idem C'2 300 AQ 044		Oui Pas de DC a ce stade Idem C'2 300 AQ 044	
MAVL	COG-490	Déchets issus des opérations de CDE DEM des usines UP2-400, UP2-800 et UP3 compactés en CSD-C	289	10	Pas de DC Idem 300 AQ 055		Oui comme 300 AQ 055	

	Identifiant de la famille de colis	Intitulé	Nombre de colis	Valeur de débit de H_2 des spécifications AndraDOS VB (L/Colis/an)	Valeur de débit de H2 donnée dans le DC (L/CP/an)	Valeur de débit de H2 issu d'autres estimations (L/CP/an)	Respect des spécifications préliminaires d'acceptation Andra	Commentaires
MAVL	COG-500	Déchets issus des opérations de CDE DEM des usines UP2-400, UP2-800 et UP3 conditionnés en CBF-C'2	1 031	40	Pas de DC a ce stade Idem C'2 300 AQ 044		Oui Pas de DC a ce stade Idem C'2 300 AQ 044	
MAVL	COG-510	Déchets issus des opérations de CDE DEM de l'usine MELOX conditionnés en CBF-C'2	214	40	Pas de DC a ce stade Idem C'2 300 AQ 044		Oui Pas de DC a ce stade Idem C'2 300 AQ 044	
MAVL	COG-530	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets de structure issus du traitement des CU du CEA/Civil	24	10	Pas de DC Idem 300 AQ 055		Oui comme 300 AQ 055	
MAVL	COG-540	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets de structure issus du traitement des CU du CEA/DAM	400	10	Pas de DC Idem 300 AQ 055		Oui comme 300 AQ 055	
MAVL	COG-550	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets de structure issus du traitement des CU EL4	200	10	Pas de DC Idem 300 AQ 055		Oui comme 300 AQ 055	
MAVL	**COG-560**	**Déchets issus des colonnes d'élution d'ELAN IIB conditionnés en Conteneurs Standards**	**4**	**40**	**Pas évalué au moment de la rédaction du DC**		**Evaluation de dégagements en cours**	

ANNEXE 6

Respect des exigences relatives à la tenue à la chute des colis primaires

Tableau A6.1

	Identifiant de la famille de colis	Intitulé	Nombre de colis	Hauteur de qualification à la chute retenue dans les spec DOS Vb (en m)	Hauteur de qualification à la chute donnée dans le Dossier de Connaissance (m)	Eléments complémentaires	Respect de la spécification préliminaire Andra	Commentaires
HA	COG-140	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres UOX produits suivant la spécification 300 AQ 016	6 900	5	20,72 m dans un puits avec amortisseur	Réistance à une chute sur sol rigide à 7,8 m	Oui	
HA	COG-150	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-U : verres UMo produits suivant la spécification 300 AQ 059	800	5	20,72 m dans un puits avec amortisseur	Réistance à une chute sur sol rigide à 7,8 m	Oui	
HA	COG-160	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-RU : reliquats de verres Umo	15	5	Pas de DC	Réistance à une chute sur sol rigide à 7,8 m	Oui	
HA	COG-200	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres UOX/URE/MOX	24 060	5	Pas de DC	Réistance à une chute sur sol rigide à 7,8 m	Oui	
HA	COG-800	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres UOX produits suivant la spécification 300 AQ 060	19 010	5	20,72 m dans un puits avec amortisseur	Réistance à une chute sur sol rigide à 7,8 m	Oui	
HA	COG-810	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres de vidange R7/T7	250	5	20,72 m dans un puits avec amortisseur	Réistance à une chute sur sol rigide à 7,8 m	Oui	
HA	COG-820	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres de calcinats	75	5	20,72 m dans un puits avec amortisseur	Réistance à une chute sur sol rigide à 7,8 m	Oui	
HA	COG-830	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés/CSD-V : verres REP/RNR (Superphénix et Phénix)	1 095	5	Pas de DC	Réistance à une chute sur sol rigide à 7,8 m	Oui	
HA	**COG-850**	**Déchets technologiques issus des ateliers de vitrification conditionnés en Conteneurs Standards**	**300**	**5**	**Pas de DC**	**Réistance à une chute sur sol rigide à 7,8 m**	**Oui**	**Des éléments de démonstration devront être apportés à l'Andra relativement aux spécificités apportées par les déchets technologiques**
HA	COG-870	Capsules de titanates de Sr conditionnées en Conteneurs Standards/CSD-TiSr	3	5	Tenue à 9 m Non rensigné dans le dossier de comnaisance de 2015 mais dans celui de 2017 à paraître	Réistance à une chute sur sol rigide à 7,8 m	Oui	La démonstration repose sur celle du CSD-C
HA	COG-880	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés : verres CU du CEA/Civil	11	5	Pas de DC	Réistance à une chute sur sol rigide à 7,8 m	Oui	
HA	COG-890	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés : verres CU du CEA/DAM	80	5	Pas de DC	Réistance à une chute sur sol rigide à 7,8 m	Oui	
HA	COG-900	Conteneurs Standards de Déchets Vitrifiés : verres EL4	30	5	Pas de DC	Réistance à une chute sur sol rigide à 7,8 m	Oui	

	Identifiant de la famille de colis	Intitulé	Nombre de colis	Hauteur de qualification à la chute retenue dans les spec DOS Vb (en m)	Hauteur de qualification à la chute donnée dans le Dossier de Connaissance (m)	Eléments complémentaires	Respect de la spécification préliminaire Andra	Commentaires
MAVL	**COG-020**	**Fûts bitumes STE3 produits suivant la spécification 300 AQ 027**	**13 100**	**1,2**	**Essai de chute avec couvercle positif : 4,5 m Essai de chute sans couvercle positif : 1,2 m**		**Oui**	**Pour 21 colis sur 13100, des éléments de démonstration devront être apportés à l'Andra relativement aux spécificités de colis contenant des déchets technologiques**
MAVL	COG-030	Colis de déchets solides d'exploitation cimentés produits après 1994 suivant la spécification 300 AQ 044	8 117	1,2	Esais de chute par basculement et par ruptue d'élingue réalisés à 1,2 m		Oui	
MAVL	**COG-040**	**Fûts de coques et embouts cimentés produits suivant la spécification 300 AQ 025**	**1 517**	**1,2**	**0,2 m**	**Analyse de sûreté des installations de La Hague permettant de démontrer que l'exigence Andra relative au potentiel de contamination atmosphérique remis en suspension en cas de chute à 1,2 m est respectée**	**Oui**	**AREA devra démontrer à l'Andra que l'exigence Andra relative au potentiel de contamination atmosphérique remis en suspension en cas de chute à 1,2 m est respectée**
MAVL	COG-050	Colis de déchets solides d'exploitation cimentés produits avant 1994 suivant la spécification 300 AQ 038	324	1,2	Esais de chute par basculement et par ruptue d'élingue réalisés à 1,2 m		Oui	
MAVL	COG-070	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des coques et embouts du silo HAO	1 527	1,2	9 m		Oui	
MAVL	COG-100	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C produits suivant la spécification 300 AQ 055 (dont coques et embouts des fûts ECE et des piscines S1, S2 et S3)	6 675	1,2	9 m		Oui	
MAVL	COG-110	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des coques et embouts issus d'assemblages combustibles UOX	17 850	1,2	9 m		Oui	
MAVL	COG-120	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des coques et embouts issus d'assemblages combustibles UOX/URE/MOX	22 720	1,2	9 m		Oui	
MAVL	COG-420	Fûts enrobés bitumineux STE2 (reprise partielle silo 550-14)	340	1,2	Les fûts étant strictement identiques, les conclusions des essais relatifs aux fûts STE3 sont transposables		Oui	

	Identifiant de la famille de colis	Intitulé	Nombre de colis	Hauteur de qualification à la chute retenue dans les spec DOS Vb (en m)	Hauteur de qualification à la chute donnée dans le Dossier de Connaissance (m)	Eléments complémentaires	Respect de la spécification préliminaire Andra	Commentaires
MAVL	COG-430	Boues STE2 séchées, compactées et immobilisées dans un conteneur métallique	14 429	1,2	Résultats positif en simulation pour : - chute sur sol rigide d'une hauteur de 7,30 m, - chute d'un conteneur incliné sur sol rigide d'une hauteur de 7,30 m, - chute d'un conteneur horizontal sur un second conteneur au sol		Oui	
MAVL	**COG-440**	**Fûts ECE cimentés de fines et résines du silo HAO**	**121**	**1,2**			**Pas encore démontré à l'andra**	
MAVL	COG-450	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets de structure issus d'assemblages combustibles REP et RNR (Superphénix et Phénix)	1 514	1,2	Pas de DC, mais qualification des CSD-C en cours de production à 9 m applicable		Oui	
MAVL	COG-460	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets technologiques métalliques et organiques et des déchets de DEM	500	1,2	Pas de DC, mais qualification des CSD-C en cours de production à 9 m applicable	Réistance à une chute sur sol rigide à 7,8 m	Oui	
MAVL	COG-470	Colis CSD-B contenant des effluents de moyenne activité vitrifiés (MAD UP2-400, UP2-800 et UP3)	1 680	1,2	20,72 m dans un puits avec amortisseur		Oui	
MAVL	COG-475	Colis CSD-RB contenant des reliquats d'effluents de moyenne activité vitrifiés (MAD UP2-400, UP2-800 et UP3)	5	1,2	20,72 m dans un puits avec amortisseur	Réistance à une chute sur sol rigide à 7,8 m	Oui	
MAVL	COG-480	Colis CBF-C'2 contenant des déchets d'exploitation et de DEM (poubelles fosse ATTILA)	18	1,2	Esais de chute par basculement et par ruptue d'élingue réalisés à 1,2 m		Oui	
MAVL	COG-490	Déchets issus des opérations de CDE DEM des usines UP2-400, UP2-800 et UP3 compactés en CSD-C	289	1,2	Pas de DC, mais qualification des CSD-C en cours de production à 9 m applicable		Oui	
MAVL	COG-500	Déchets issus des opérations de CDE DEM des usines UP2-400, UP2-800 et UP3 conditionnés en CBF-C'2	1 031	1,2	Esais de chute par basculement et par ruptue d'élingue réalisés à 1,2 m		Oui	

	Identifiant de la famille de colis	Intitulé	Nombre de colis	Hauteur de qualification à la chute retenue dans les spec DOS Vb (en m)	Hauteur de qualification à la chute donnée dans le Dossier de Connaissance (m)	Eléments complémentaires	Respect de la spécification préliminaire Andra	Commentaires
MAVL	COG-510	Déchets issus des opérations de CDE DEM de l'usine MELOX conditionnés en CBF-C'2	214	1,2	Esais de chute par basculement et par ruptue d'élingue réalisés à 1,2 m		Oui	
MAVL	COG-530	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets de structure issus du traitement des CU du CEA/Civil	24	1,2	Pas de DC, mais qualification des CSD-C en cours de production à 9 m applicable		Oui	
MAVL	COG-540	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets de structure issus du traitement des CU du CEA/DAM	400	1,2	Pas de DC, mais qualification des CSD-C en cours de production à 9 m applicable		Oui	
MAVL	COG-550	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets de structure issus du traitement des CU EL4	200	1,2	Pas de DC, mais qualification des CSD-C en cours de production à 9 m applicable		Oui	
MAVL	**COG-560**	**Déchets issus des colonnes d'élution d'ELAN IIB conditionnés en Conteneurs Standards**	**4**	**1,2**	**9 m à confimer**	**Une étude validant cette hauteur à 9 mètres a été réalisée et sera portée à la connaissance de l'Andra fin 2017**	**Oui**	**Une étude validant la tenue à une chute de 9 mètres sur sol rigide a été réalisée et sera portée à la connaissance de l'Andra fin 2017**