

IRSNINSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE*Faire avancer la sûreté nucléaire*

PROJET CIGEO - EXAMEN DES ETUDES REMISES DEPUIS 2009

RAPPORT IRSN N° 2013-00001

TOME 1 - PROGRAMME INDUSTRIEL DE GESTION DES
DECHETS

Réunion du Groupe permanent d'experts pour les « Déchets »
du 5 février 2013

RESUME DU RAPPORT

Le Tome 1 du présent rapport constitue l'avis de l'IRSN relatif au programme industriel de gestion des déchets (PIGD) associé au Projet Cigéo, présenté lors la réunion du groupe permanent du 5 février 2013. L'examen par l'IRSN du modèle opérationnel de relâchement des combustibles usés est présenté dans le Tome 2 et celui des résultats de la sismique 3D dans le Tome 3.

S'agissant du programme industriel de gestion des déchets, l'évaluation menée par l'IRSN a porté, d'une part sur l'inventaire des déchets à stocker et les principales hypothèses, en termes de volume et de typologie des colis, retenues pour l'élaborer, d'autre part sur l'ordonnancement et les flux prévisionnels de livraison des colis (chroniques de stockage). L'IRSN retient de son évaluation les principales conclusions suivantes.

L'inventaire est établi en tenant compte des déchets produits jusqu'à fin 2010 et des déchets à produire par les réacteurs du parc existant, complété d'un réacteur EPR, et par les installations nucléaires liées aux activités de la défense nationale, ainsi que celles de l'amont et de l'aval du cycle du combustible, pour lesquelles la durée d'exploitation est considérée conventionnellement comme équivalente à celle retenue pour le fonctionnement du parc REP (50 ans). Cet inventaire est basé, pour une partie importante, sur des colis d'ores et déjà produits ou à produire, selon des conditionnements déjà mis en œuvre. Des marges ont été appliquées pour prendre en compte des incertitudes sur les volumes et les types de déchets à produire. Par ailleurs, l'IRSN note que des réserves ont été établies afin de tenir compte, dans une certaine mesure, des éventuelles évolutions des stratégies industrielles, notamment eu égard à la gestion future des déchets FAVL. Ces éléments sont, dans le principe, satisfaisants. Toutefois, l'IRSN estime que des compléments devront être apportés dans la mise à jour du PIGD prévue par l'Andra en 2013. Plus particulièrement :

- les masses de combustibles irradiés et les déchets issus du traitement de ces combustibles devront être mis en cohérence avec la stratégie aujourd'hui retenue par EDF (augmentation de la durée d'exploitation des réacteurs à 60 ans et augmentation de la puissance des réacteurs de 1 300 MWe) ;
- le volume de déchets résultants du retraitement des combustibles usés du CEA devra être pris en compte, en cohérence avec la stratégie de gestion des combustibles usés retenue par ce dernier. Dans le cas où des combustibles irradiés ne s'avèreraient pas valorisables, ceux-ci devront être intégrés à l'inventaire des déchets ;
- les marges prises en compte devront être justifiées afin d'améliorer la lisibilité de l'inventaire et de mieux apprécier son caractère raisonnablement majorant.

L'IRSN relève que l'essentiel de l'inventaire du PIGD est constitué de colis de déchets déjà produits ou dont le conditionnement existe (colis de produits de fission vitrifiés provenant du traitement des combustibles, colis de boues d'effluents de traitement des combustibles bitumées, colis de déchets de structures des assemblages combustibles compactés). Lors de l'examen du dossier 2005 relatif à la faisabilité du stockage en couche géologique profonde, l'IRSN a estimé, bien que certains de ces types de colis ne présentaient pas toutes les propriétés favorables indiquées par le guide de sûreté de l'ASN relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde, qu'il n'y avait pas d'élément rédhibitoire concernant les conditionnements précités en vue de leur stockage en l'état des connaissances disponibles. L'IRSN estime en conséquence que la

prise en compte dans le PIGD de ces types de colis est justifiée, moyennant toutefois, pour ce qui concerne les déchets bitumés, que les compléments demandés à l'issue de l'examen du Dossier 2009 pour la démonstration de la maîtrise du risque d'incendie associé à leur stockage soient apportés.

L'IRSN relève que le PIGD intègre également des déchets dont le conditionnement définitif n'est pas arrêté. A cet égard, l'IRSN considère que l'intégration dans le périmètre du PIGD des colis dont le principe de conditionnement répond aux objectifs de guide de sûreté de l'ASN relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde, mais dont la qualification ne pourra être obtenue qu'ultérieurement, est acceptable. Toutefois, l'IRSN considère que les conteneurs d'entreposage sans blocage de déchets et le conditionnement en colis S5 (déchets technologiques alpha issus de l'exploitation des ateliers de l'établissement de La Hague et de l'usine de MELOX et non susceptibles d'être stockés en surface, compactés dans un conteneur en inox) ne constituent pas des solutions de conditionnement appropriées. En conséquence, l'IRSN considère que la prise en compte de ces colis dans le PIGD n'est pas justifiée. Par ailleurs, l'IRSN rappelle que de fortes réserves quant au caractère acceptable du conditionnement des colis C5 (boues entreposées dans les silos de l'atelier STE2 de l'établissement AREVA NC La Hague) séchées et placées dans un conteneur inox) en vue de leur stockage demeurent. Aussi, l'IRSN recommande que l'Andra présente dans le dossier support à la DAC les solutions de conditionnement qui pourraient être envisagées pour ces déchets, avec l'assurance raisonnable qu'elles satisferont aux spécifications d'acceptation de stockage.

Pour ce qui concerne l'ordonnancement de stockage des colis, l'IRSN considère qu'il est légitime qu'il soit élaboré prioritairement en vue de répondre aux besoins des producteurs, mais qu'il doit aussi être conçu pour permettre d'acquérir l'expérience nécessaire pour évaluer et conforter les concepts de stockage retenus. A cet égard, l'IRSN estime que la durée prévue par l'Andra entre la construction du démonstrateur inactif et la construction du premier alvéole actif est extrêmement courte pour accumuler un retour d'expérience suffisant sur d'éventuelles évolutions des perturbations mécaniques induites sur la roche par le creusement. Aussi, un possible retard de la mise en actif de l'installation prévue en 2025 ne peut pas être exclu. Par ailleurs, l'IRSN considère essentiel qu'une phase de montée en puissance progressive de l'exploitation de l'installation Cigéo, ainsi que le prévoit l'Andra, précède son exploitation courante, permettant notamment d'éprouver les méthodes d'exploitation. A ce titre, l'IRSN considère que les colis mis en stockage dans la première tranche devront être aussi passifs que possible et pouvant être retirés de manière aisée et sûre en cas d'incident le nécessitant ou si la surveillance exercée pendant cette phase de montée en puissance mettait en évidence la nécessité de mettre en œuvre des actions correctives et, le cas échéant, d'intervenir dans les alvéoles. Dans cette perspective, l'IRSN considère que les déchets bitumés ne devraient pas être stockés dans la première tranche d'exploitation.

TABLE DES MATIERES

I	INTRODUCTION	5
I.1	OBJET DU PRESENT RAPPORT	5
I.2	CONTEXTE DE LA DEMANDE	5
I.3	PRESENTATION DU DOSSIER DE L'ANDRA	6
II	PROGRAMME INDUSTRIEL DE GESTION DES DECHETS	7
II.1	INVENTAIRE.....	7
II.1.1	Evolutions par rapport au Dossier 2009.....	8
II.1.2	Hypothèses de l'inventaire du PIGD	9
II.1.2.1	Scénario Industriel 2011	10
II.1.2.2	Cas particulier des combustibles du CEA	13
II.1.2.3	Typologies de colis	15
II.1.2.3.1	Colis existants et futurs avec des conditionnements existants.....	15
II.1.2.3.2	Colis de déchets vitrifiés MAVL.....	16
II.1.2.3.3	Déchets déjà produits à « conditionner »	17
II.1.2.3.4	Conclusion	22
II.1.2.4	Marges	23
II.1.2.5	Réserves.....	24
II.2	CHRONIQUES DE STOCKAGE.....	26
II.2.1	Principes d'ordonnement de livraison des colis retenus dans le PIGD	27
II.2.2	Position de l'IRSN concernant l'ordonnement de livraison des colis	27
II.2.3	Ordonnement de livraison des colis retenu par le PIGD	29
II.2.3.1	Tranche 2025-2029	29
II.2.3.2	Tranches suivantes	30
II.2.4	Conclusion.....	31
III	CONCLUSION	32
	REFERENCES	33

I INTRODUCTION

I.1 OBJET DU PRESENT RAPPORT

Par lettre ASN/CODEP-DRC-2012-045908 du 29 août 2012 (cf. Annexe A1), l'ASN a demandé au président du groupe permanent d'experts pour les déchets (GPD ou « groupe permanent » dans le présent rapport) d'examiner les études remises depuis 2009 par l'Andra concernant le projet de centre industriel de stockage géologique (Cigéo). La lettre CODEP-DRC-2012-045908 précitée précise que cet examen devra notamment permettre de se prononcer sur :

- « la pertinence des données de base (volume et typologie des colis, chroniques de stockage) retenues par l'Andra pour constituer l'inventaire des déchets fourni dans le dossier de PIGD en considérant également les réserves éventuellement retenues dans cet inventaire pour les déchets dont la filière définitive de stockage n'est pas encore arrêtée ;
- les résultats des études sur le comportement des combustibles en formation géologique profonde et leur incidence éventuelle sur la faisabilité de leur stockage au regard des options de conception présentées dans le « Dossier 2005 Argile », examiné par le groupe permanent lors des séances des 12 et 13 décembre 2005 ;
- les résultats de sismique 3D au regard de la confirmation des caractéristiques favorables pour un stockage géologique de la zone reconnue, compte tenu des techniques employées, ainsi que leur prise en compte dans le modèle conceptuel de site ».

Le Tome 1 du présent rapport constitue l'avis de l'IRSN relatif au programme industriel de gestion des déchets (PIGD) associé au Projet Cigéo, présenté lors la réunion du groupe permanent du 5 février 2013. L'examen par l'IRSN du modèle opérationnel de relâchement des combustibles usés est présenté dans le Tome 2 et celui des résultats de la sismique 3D dans le Tome 3.

Les conclusions qui font l'objet de propositions de recommandations résultant de l'instruction sont repérées dans le texte en **caractères gras encadrés**.

I.2 CONTEXTE DE LA DEMANDE

La loi de programme n°2006-739 du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs prévoit que l'Andra dépose une demande d'autorisation de création (DAC) d'un centre de stockage de déchets radioactifs de haute activité et de moyenne activité à vie longue (HA-MAVL) en formation géologique profonde, en vue de son instruction en 2015. Elle prévoit également que le dépôt de la DAC soit précédé d'un débat public « sur la base d'un dossier réalisé par l'Andra ». Elle définit enfin les objectifs du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR).

L'ASN indique, dans la lettre ASN/CODEP-DRC-2012-045908 précitée, qu'elle « souhaite prendre position, en préalable au début du débat public prévu par la loi », sur le PIGD et ses évolutions. Il est à noter que de précédentes instructions ont déjà traité de sujets équivalents mais à un stade différent d'avancement. En effet, le modèle d'inventaire de dimensionnement (MID), le modèle de relâchement des combustibles usés et les méthodes de caractérisation sismique ont fait partie du périmètre de l'examen de l'IRSN du Dossier 2005 « Argile », présenté lors de la réunion du GPD des 12 et 13 décembre 2005 [1], ainsi que de celui du Dossier 2009,

présenté lors de la réunion du GPD en présence de membres du groupe permanent « usines » (GPU) des 29 et 30 novembre 2010 [2].

I.3 PRESENTATION DU DOSSIER DE L'ANDRA

L'Andra a transmis à l'ASN le PIGD [3], complété par une série de documents transmis par l'Andra au cours de l'instruction, comprenant en particulier les chroniques prévisionnelles de stockage [4], l'inventaire des déchets HA et MAVL du scénario industriel 2011 [5] et l'inventaire du scénario industriel avec marges [6].

II PROGRAMME INDUSTRIEL DE GESTION DES DECHETS

Par lettre CODEP-DRC-2012-045908 du 29 août 2012, l'ASN demande au Président du Groupe Permanent d'experts pour les « déchets » d'examiner « *la pertinence des données de base (volume et typologie des colis, chroniques de stockage) retenues par l'Andra pour constituer l'inventaire des déchets fourni dans le dossier de PIGD en considérant également les réserves éventuellement retenues dans cet inventaire pour les déchets dont la filière définitive de stockage n'est pas encore arrêtée* ».

Le « Programme industriel de gestion des déchets (PIGD) - Projet Cigéo » fait l'objet du document [3]. Le PIGD résulte d'un travail conjoint entre l'Andra et les producteurs AREVA, EDF et CEA. Il constitue une donnée d'entrée permettant à l'Andra d'engager la phase « d'esquisse » du projet Cigéo (phase précédant celle d'avant-projet) et de préparer le débat public puis le dossier support à la demande d'autorisation de création de Cigéo.

Le PIGD succède au modèle d'inventaire initial, au modèle d'inventaire préliminaire et au modèle d'inventaire de dimensionnement, établis par l'Andra comme données d'entrée des premières études de faisabilité du stockage respectivement en 1998 (stade des Options Initiales de Conception), en 1999-2001 (stade des Concepts Préliminaires et du dossier 2001 HAVL-argile) et en 2005-2009 (stade des Options de Conception).

Il rassemble notamment :

- l'inventaire des déchets à stocker et les principales hypothèses retenues pour l'élaborer,
- l'ordonnement et les flux prévisionnels de livraison des colis (chroniques de stockage).

II.1 INVENTAIRE

L'inventaire des déchets présenté dans le PIGD (cf. Tableau II-1 ci-dessous) rassemble le nombre et le volume prévisionnel des colis primaires à stocker, selon la catégorie de déchets concernée : de haute activité (HA) et de moyenne activité et à vie longue (MA-VL).

Catégorie de déchets	Inventaire des déchets	
	Nombre de colis primaires	Volume (m ³)
HA	58 462	10 054
MA-VL	172 476	68 577

Tableau II-1. Inventaire des déchets présenté dans le PIGD

Il convient de noter que le volume des déchets primaires correspond au volume des déchets conditionnés sortant des installations de production. Pour le stockage en couche géologique profonde, l'Andra précise, dans la version 2012 de l'Inventaire National des matières et déchets radioactifs [7], qu'un conditionnement complémentaire appelé « colis de stockage » « *est nécessaire afin d'assurer des fonctions de manutention, de sûreté ou de réversibilité. A ce stade des études, le volume des colis de stockage rapporté au volume des colis primaires représente de l'ordre d'un facteur 2 à 3 pour les déchets HA et de l'ordre d'un facteur 4 pour les déchets MA-VL* ». Aussi, l'inventaire du PIGD correspondrait, selon la valeur estimée à partir des données fournies par l'Andra, à un volume total de colis de stockage supérieur à 300 000 m³.

Pour ce qui concerne les autres caractéristiques des colis, l'Andra a notamment indiqué lors de l'instruction qu'en phase d'esquisse, les caractéristiques physiques (géométrie et masse) et les caractéristiques radiologiques,

chimiques et thermiques des colis de déchets seront prises en compte pour dimensionner les conteneurs de stockage et l'ensemble des installations. Les caractéristiques radiologiques et thermiques des colis de déchets seront prises en compte pour établir des colis jugés «représentatifs» afin de pré-dimensionner les protections radiologiques à prévoir d'une part pour la réception en surface des colis primaires puis leur mise en conteneur de stockage (parois des cellules), d'autre part pour le transfert et la mise en alvéole des colis de stockage (hottes de radioprotection et parois des alvéoles). Ces caractéristiques seront aussi utilisées pour fournir un premier dimensionnement des systèmes de ventilation vis-à-vis du confinement des substances radioactives, de l'évacuation de la puissance thermique et de l'évacuation des gaz de radiolyse. Enfin, les caractéristiques thermiques et physico-chimiques des colis de déchets sont utilisées pour déterminer la destination des colis en alvéole de stockage et pour dimensionner les architectures de stockage notamment les espacements entre alvéoles. Ces caractéristiques seront présentées par l'Andra dans le dossier support à la DAC.

II. 1. 1 EVOLUTIONS PAR RAPPORT AU DOSSIER 2009

L'inventaire du PIGD diffère de celui présenté dans le Dossier 2009 [8], dit Modèle d'Inventaire de Dimensionnement (MID 2009), dans la mesure où la méthode d'élaboration et les hypothèses retenues sont différentes, ce qui amène à retenir d'autres volumes de colis primaires à stocker et une liste de déchets également différente.

Le MID 2009 a en effet été élaboré à partir d'un scénario de production établi par les exploitants nucléaires, dans lequel les 59 réacteurs du parc électronucléaire en fonctionnement et en construction, ainsi que les installations de l'amont et de l'aval du cycle du combustible, fonctionnent durant 40 ans. A l'inventaire issu de ce scénario, l'Andra associait un scénario dit « de base » (SB) en intégrant des marges et en tenant compte de déchets dont la filière de gestion n'est pas encore définitivement arrêtée. Un deuxième scénario, dit « de dimensionnement » (SD), était construit à partir du précédent, en y ajoutant une marge supplémentaire fixée à 50 %, afin de couvrir un allongement de la durée d'exploitation du parc.

S'agissant de l'inventaire du PIGD, celui-ci est élaboré à partir du scénario industriel (SI) 2011, établi pour les réacteurs du parc existants (58 réacteurs REP) complété d'un réacteur EPR (Flamanville 3) et pour les autres installations nucléaires liées aux activités de la défense nationale, de recherche (laboratoires CEA), de fabrication/traitement de combustibles (usines AREVA, ...) dont la durée d'exploitation a été adaptée conventionnellement à celle du parc REP (50 ans). Le PIGD :

- comporte un inventaire tenant compte de marges, afin de prendre en compte des incertitudes sur le volume de déchets futurs à produire ou de déchets anciens à reprendre, sur les modalités de conditionnement et sur les caractéristiques des déchets et des colis, tout en restant à l'intérieur du périmètre défini pour le scénario industriel en matière d'installations, de durées d'exploitation des installations et de filières de gestion des déchets,
- présente des réserves, afin de prendre en compte des incertitudes sur les stratégies industrielles (durées d'exploitation des installations génératrices de déchets, nouvelles installations susceptibles d'une décision d'ici 2015) et sur la mise en place de nouvelles filières de stockage de déchets FAVL.

Le volume des colis primaires à stocker dans l'inventaire du PIGD est dénommé « volume industriel ». Ce volume correspond en outre, au volume renseigné dans l'Inventaire National.

Le tableau suivant présente les inventaires précités. Il montre en particulier que l'inventaire margé du PIGD présente, par rapport aux inventaires de base et de dimensionnement du MID 2009, peu de différence en termes de nombre et de volume pour les colis de déchets de type HA et une réduction pour le nombre et le volume de colis de déchets MA-VL (voir Tableau II-2). Cette réduction est liée à une estimation différente des marges et à la modification du volume unitaire pris en référence. En effet, le volume industriel considéré dans le PIGD, correspondant à celui des déchets conditionnés, est inférieur au volume d'encombrement des colis considéré dans le MID 2009.

Type de colis	Inventaire margé du PIGD		MID 2009 - SB		MID 2009 - SD	
	Nombre de colis primaires	Volume (m ³)	Nombre de colis primaires	Volume (m ³)	Nombre de colis primaires	Volume (m ³)
HA	58 487	10 059	45 295	8 786	61 410	11 912
MAVL	175 188	70 200	218 920	98 871	238 640	107 871

Tableau II-2. Inventaire du PIGD et inventaires du MID 2009

II.1.2 HYPOTHESES DE L'INVENTAIRE DU PIGD

L'inventaire a été établi pour les déchets générés par l'exploitation et le démantèlement :

- des réacteurs de la filière « Uranium-Naturel-Graphite-Gaz » (UNGG), aujourd'hui arrêtés, et de ceux de la filière des réacteurs à eau pressurisée (REP), aujourd'hui en fonctionnement ;
- du réacteur de la filière à eau lourde (réacteur EL4 de Brennilis) et de ceux de la filière à neutrons rapides (RNR - réacteurs Phénix et Superphénix), arrêtés suite au non déploiement industriel des filières ;
- de l'« European Pressurized water Reactor » (EPR), en construction sur la tranche 3 de Flamanville ;
- des usines de fabrication et de traitement du combustible, arrêtées et en fonctionnement ;
- des installations de recherche, civile et de défense, du CEA ;
- des installations nouvelles, dont le Décret d'autorisation de création est paru avant le 31 décembre 2010, telles que le réacteur expérimental Jules Horowitz (RJH), l'installation RES (Réacteur d'Essais) et le Laser Mégajoule (LMJ).

Bien que l'autorisation de création d'ITER [9] ait été publiée le 10 novembre 2012 (décret n°2012-1248 du 9 novembre 2012), les déchets générés par l'exploitation et le démantèlement de l'« International Thermonuclear Experimental Reactor » (ITER), dont la DAC était encore en cours d'instruction lors de l'établissement du PIGD, ont été également pris en compte.

Afin de chiffrer les quantités de déchets relevant d'un stockage dans l'installation CIGEO, un inventaire des déchets produits jusqu'en 2010 et une estimation de ceux à produire après cette période ont été établis par les principaux producteurs (AREVA, EDF et le CEA). Les hypothèses retenues pour effectuer cette estimation constituent le scénario dit industriel 2011 ou SI 2011.

II.1.2.1 SCENARIO INDUSTRIEL 2011

Les principales hypothèses du SI 2011 concernent d'une part les caractéristiques des assemblages combustibles à décharger après 2010 et leur traitement, d'autre part la durée d'exploitation des réacteurs du parc électronucléaire ainsi que la production électrique nette future.

Caractéristiques des assemblages combustibles à décharger après 2010

Les caractéristiques des colis (nombre et inventaire radiologique) considérés dans l'inventaire dépendent de celles des assemblages irradiés, notamment du taux de combustion. A cette fin, pour la période post 2010, le PIGD indique que 22 réacteurs de 900 MWe utilisent en partie des assemblages combustibles MOX¹ et que 4 autres réacteurs de 900 MWe utilisent des assemblages combustibles de type URE², les masses annuelles de métal lourd initial (ML) chargées dans ces réacteurs étant de, respectivement, 72 tML et 120 tML.

L'hypothèse selon laquelle les assemblages combustibles MOX sont utilisés dans 22 réacteurs de 900 MWe, correspond à la situation actuelle. A cet égard, l'IRSN note qu'EDF prévoit néanmoins la mise en œuvre, à court terme, d'assemblages combustibles MOX dans 24 réacteurs de 900 MWe, et une augmentation de la teneur en plutonium de ces assemblages.

De façon plus générale, l'Andra a précisé lors de l'instruction que les gestions considérées pour la période comprise entre 2010 et 2017, qui ont fait l'objet d'un examen par les GPU, GPR, GPD et GPT [10], sont supposées reconduites jusqu'en fin de vie du parc existant. Les 2 options relatives au palier 1300 (introduction d'URE en gestion « Gemmes » et augmentation de puissance) ne sont pas retenues. La simulation post-2010 prend en compte les caractéristiques spécifiques de ces gestions et conduit aux cumuls de tonnages déchargés en fin de vie qui sont présentés dans le Tableau II-3:

	tML Combustibles			Cumul déchargé de 1978 à 2066 (tML)		
	Traités au 31/12/2012	Entreposés au 31/12/2010	A décharger à partir de 2011			
UOX ³	16 000	12 000	30 000	58 000	64 150	REP
URE		315	1 835	2 150		
MOX		1 290	2 710	4 000		
SPX ⁴		180		480	180	SPX

Tableau II-3. Tonnages à terminaison du scénario de référence

Les gestions actuelles et celles dont la mise en œuvre est envisagée par EDF sont décrites en Annexe T2.

Lors de l'instruction, l'Andra a également précisé les caractéristiques des combustibles déchargés des réacteurs au 31 décembre 2010. Elles sont rappelées dans le Tableau II-4.

¹ Assemblages combustibles à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium

² Assemblages combustibles à base d'oxyde d'uranium issu du traitement, dans les usines de La Hague, de combustibles à base d'oxyde d'uranium (UOX) naturel enrichi (UNE)

³ Assemblages combustibles à base d'oxyde d'uranium

⁴ Assemblages combustibles de Superphénix

Taux de combustion (TC)	< 15 GWj/tML	15-25 GWj/tML	25-35 GWj/tML	35-40 GWj/tML	40-45 GWj/tML	45-50 GWj/tML	50-55 GWj/tML	Cumul
tML UOX	125	253	1445	1444	3419	5086	228	12000
tML MOX	1		102	906	275	3	3	1290
tML URE	1	2	6	56	160	90		315
tML SPX	130	25	25					180

Tableau II-4. Répartition des quantités entreposées au 31/12/2010 par plage de taux de combustion TC

La masse totale de combustibles prise en compte dans le PIGD s'élève ainsi à 64 150 tML et se répartit en 58 000 tML, 4 000 tML et 2 150 tML d'assemblages combustibles UOX, MOX et URE. Le PIGD suppose que la totalité des assemblages de combustibles irradiés dans les réacteurs REP et RNR est traitée (175 tML de combustibles Superphénix et 50 tML de combustibles Phénix). Au regard de l'incertitude sur le déploiement d'un futur parc de réacteurs, l'IRSN considère que la prise en compte des déchets à produire par le parc de réacteurs existants, en excluant ceux à produire par un futur parc de réacteurs de troisième et/ou de quatrième génération, constitue une démarche raisonnable.

Par ailleurs, l'IRSN note que le PIGD prend en compte les déchets issus du traitement de l'ensemble des combustibles y compris MOX et URE. Cependant il considère que l'uranium et le plutonium non valorisés dans les 58 réacteurs REP actuels et l'EPR Flamanville 3 pourront l'être dans des installations futures. L'IRSN relève que la stratégie actuelle de monorecyclage des combustibles UOX dans le parc existant est associée à un éventuel traitement des combustibles MOX et URE à l'horizon 2040-2050, en vue de la fabrication des assemblages combustibles pour les réacteurs de quatrième génération. Toutefois, l'IRSN rappelle qu'à ce jour, le déploiement d'un tel parc est incertain et, en conséquence, une incertitude existe sur la possibilité de valoriser les matières précitées. Aussi, l'IRSN souligne qu'en cas de non renouvellement du parc actuel, un stockage direct des combustibles usés ne peut être exclu.

L'IRSN rappelle que le PNGMDR stipule que « *des études sur le comportement à long terme de combustibles usés qui seraient stockés sans retraitement préalable seront poursuivies dans le cadre d'un partenariat CEA-EDF-Andra (notamment concernant l'influence de la composition de l'eau de site et des matériaux d'environnement sur l'altération) [...] Sur cette base, l'Andra vérifiera que les concepts de stockage (en particulier la conception de la descenderie et des puits) restent compatibles avec l'hypothèse du stockage direct des combustibles usés* ».

Bien qu'il soit justifié, compte tenu de la loi de programme du 28 juin 2006, de ne pas inclure le stockage de combustibles dans le périmètre de Cigéo, l'IRSN considère que l'Andra doit poursuivre, conformément aux orientations définies par le PNGMDR 2013-2015, les études sur un scénario de stockage des combustibles usés, afin de vérifier par précaution que les concepts de stockage retenus pour Cigéo restent compatibles avec l'hypothèse de stockage direct de combustibles usés si ceux-ci étaient un jour considérés comme des déchets.

Ce point a fait l'objet de l'engagement E 1.5 de la part de l'Andra (cf. Annexe A2).

L'examen des premiers rapports relatifs aux études sur les modèles de relâchement des combustibles usés fait l'objet du Tome 3 du présent rapport.

Durée d'exploitation des réacteurs du parc électronucléaire et production électrique nette future

Une période de fonctionnement de 50 ans est prise en compte pour les réacteurs et une production de l'ordre de 430 TWhe/an est considérée jusqu'à fin 2015. De 2016 à 2027, la production passe à 443 TWhe/an (apport provenant d'EPR) pour décroître ensuite, en accord avec les dates prévisionnelles d'arrêt des différents réacteurs. Le PIGD précise que « *ce scénario ne préjuge pas des résultats du réexamen décennal de sûreté des réacteurs REP, ni des modalités liées, le cas échéant, à l'allongement de la durée d'exploitation de ces réacteurs au-delà de [la période] d'exploitation prise en référence et/ou au renouvellement éventuel du parc par un déploiement de réacteurs de troisième génération (EPR) et/ou par des réacteurs de quatrième génération. Il considère que les matières (uranium et plutonium) non valorisées dans les 58 réacteurs REP actuels et l'EPR Flamanville 3 pourront l'être dans des installations futures. Les déchets produits par un éventuel futur parc de réacteurs ne sont pas pris en compte* ».

EDF a présenté à l'ASN, dans son dossier d'orientations du programme associé au projet d'extension de la durée de fonctionnement des réacteurs du parc en exploitation, son objectif « *d'étendre la durée de fonctionnement de son parc nucléaire significativement au-delà de quarante ans* » et propose une évolution des référentiels de conformité des systèmes, structures et composants importants pour la sûreté pour la période de fonctionnement de 40 à 60 ans. Sans préjuger des décisions qui seront prises par l'ASN sur la stratégie proposée par EDF relative à l'extension de la durée d'exploitation des réacteurs de 40 à 60 ans, l'IRSN constate que la durée de fonctionnement de 50 ans retenue comme hypothèse pour chiffrer les quantités de déchets de l'inventaire, qui n'est par ailleurs pas justifiée dans le PIGD, n'apparaît pas suffisamment conservative, eu égard à la stratégie aujourd'hui retenue par l'exploitant.

Par ailleurs, EDF a également annoncé qu'il est prévu d'accroître la production d'électricité en augmentant la puissance des réacteurs de 1300 MWe (AP1300) à partir de 2017 sans pour autant privilégier l'augmentation du temps d'irradiation des assemblages combustibles. Ainsi, cette augmentation de puissance s'accompagnerait d'une faible augmentation des masses d'assemblages irradiés (de l'ordre de 8 %) et, consécutivement, des déchets de retraitement de ces assemblages.

L'IRSN relève donc que la concrétisation des évolutions prévues par EDF conduirait à une augmentation du nombre d'assemblages irradiés et de déchets à considérer dans l'inventaire du PIGD. En conséquence, l'IRSN considère que les masses de combustibles irradiés et les déchets issus du traitement de ces combustibles, considérés dans l'inventaire du PIGD, doivent être mis en cohérence avec la stratégie aujourd'hui retenue par EDF (augmentation de la durée d'exploitation des réacteurs à 60 ans et l'augmentation de la puissance des réacteurs de 1 300 MWe).

R 1

L'IRSN recommande que soient pris en compte dans la version révisée du PIGD prévue en 2013, les déchets générés selon les scénarios envisagés par EDF pour le parc électronucléaire, en tenant compte notamment de l'augmentation de la durée d'exploitation des réacteurs à 60 ans et de l'augmentation de la puissance des réacteurs de 1 300 MWe.

II.1.2.2 CAS PARTICULIER DES COMBUSTIBLES DU CEA

L'inventaire du PIGD comporte une famille de colis de combustibles irradiés non traités. Il s'agit des combustibles provenant du réacteur EL4 de Brennilis, appartenant à la filière à Eau Lourde (EDF-240). Ces combustibles se présentent sous la forme de crayons contenant des pastilles d'oxyde d'uranium enrichi en ^{235}U , disposés dans un tube d'environ 50 cm de longueur composé d'un alliage de zirconium, de cuivre et de molybdène. Les crayons de combustibles ruptés ou poreux ont été séparés des assemblages d'origine. Actuellement, ils sont entreposés dans l'installation CASCAD du CEA/Cadarache dans des étuis, eux-mêmes placés dans un conteneur en acier inoxydable. Les assemblages d'origine sont également entreposés dans des conteneurs en acier inoxydable. Le nombre et le volume des colis primaires contenant des combustibles, retenus dans l'inventaire du PIGD et de respectivement 2 667 et 27 m³, correspondent à l'inventaire des conteneurs d'entreposage.

En comparaison avec le MID 2009, quatre familles de colis de combustibles usés ont été retirées de l'inventaire du PIGD. Ces quatre familles correspondent à des combustibles usés à base d'uranium métallique (250 conteneurs pour un volume total de 20 m³), à des combustibles usés provenant du réacteur Osiris (140 conteneurs pour un volume total de 10 m³), à des combustibles usés expérimentaux (210 conteneurs pour un volume total de 10 m³) et à des combustibles usés provenant de la propulsion navale (2 190 conteneurs pour un volume total de 140 m³).

Les combustibles usés à base d'uranium métallique regroupent les éléments combustibles provenant des réacteurs de la filière UNGG et ceux provenant des réacteurs expérimentaux EL2 et EL3. L'essentiel de ces éléments combustibles, entreposés auparavant dans l'INB 56 du CEA/Cadarache pour la majorité d'entre eux, et dans l'INB 22/Pégase du CEA/Cadarache, a été traité ou mis en conteneurs dans l'installation STAR du CEA/Cadarache afin d'être entreposé dans l'installation d'entreposage à sec CASCAD. Par ailleurs, selon un inventaire effectué en 2003 par le CEA, 71 conteneurs ou étuis sont présents dans le massif 116 de l'INB 72 du CEA/Saclay. Ces conteneurs renferment des morceaux de combustibles (éléments, cartouches, barreaux, crayons...) ou des déchets contaminés.

Des éléments de combustibles appelés « Caramel », dans lesquels le combustible est présent sous forme de plaquettes, ont été irradiés dans le réacteur OSIRIS. Le combustible « Caramel » est constitué de deux éléments de géométrie différente, les éléments standards et les éléments de contrôle. Ces combustibles sont entreposés depuis 2006, pour partie dans l'installation CARES du CEA/Cadarache et pour partie dans l'installation CASCAD du CEA/Cadarache.

Les combustibles usés expérimentaux détenus par le CEA proviennent de différents types de réacteurs : réacteurs rapides au sodium (RAPSODIE, PHENIX, PFR16), réacteurs à eau pressurisée (réacteurs EDF, réacteurs BR317, SENA18, GINNA19), réacteurs d'essais de type piscine (MELUSINE, SILOE, OSIRIS), réacteurs de la propulsion navale (CAP et PAT20), réacteurs de sûreté (PHEBUS, CABRI, SCARABEE), réacteurs à eau lourde (EL3, EL4). Certains de ces combustibles ont été utilisés pour tester des configurations de cœur ou des durées d'irradiation des assemblages. Les autres ont fait l'objet d'examen suite à leur irradiation afin de vérifier les caractéristiques des structures ou du combustible. La quasi-totalité de ces combustibles est de type oxyde mais la matrice peut également être de type nitrure, carbure ou encore métallique. Dans certains cas, les combustibles sont de type MOX, avec une teneur en Pu variable en fonction du réacteur d'origine. Ces combustibles sont susceptibles de contenir de l'araldite ou un fixateur de type alliage métallique plomb-étain. Ces éléments sont notamment entreposés dans les installations de recherche telles que le LECl du CEA/Saclay et le LECA du CEA/Cadarache. Les éléments de ces combustibles se présentent sous des formes variées : crayons et aiguilles entières, plaques,

éléments combustibles ruptés ou troués, éléments combustibles dont les extrémités ont été tronçonnées et pliées, tronçons longs bouchés aux extrémités, tronçons courts, fragments, poudres, poussières, pastilles et gaines fondues.

Lors de l'instruction, l'Andra a notamment précisé que la très grande majorité du combustible de la propulsion nucléaire (91 %) est constituée d'oxyde d'uranium dont les caractéristiques radiologiques sont identiques à celles du combustible issu des REP et qui en termes de traitement chimique bénéficie des études menées sur celui-ci. Le traitement mécanique (désassemblage, découpe, poinçonnage) requiert quant à lui, une tête de chaîne spécifique inhérente à la géométrie particulière des combustibles de la propulsion nucléaire. Les coûts d'acquisition et d'exploitation de cette tête de chaîne dédiée à la propulsion navale sont cependant très élevés. Une faible partie du combustible de la propulsion nucléaire est constituée d'uranium sous forme métallique pour lequel le traitement chimique ferait appel à une attaque fluorhydrique du combustible.

S'agissant des combustibles usés à caractère civil, l'Andra a indiqué au cours de l'instruction que la stratégie générale du CEA consiste, quand cela est techniquement faisable et économiquement raisonnable, à procéder à leur traitement dans l'usine AREVA NC de La Hague afin notamment de récupérer les matières contenues.

Enfin, l'Andra a également précisé au cours de l'instruction que selon les données fournies par le CEA, les volumes de déchets HA et MAVL générés par le traitement des combustibles des réacteurs du CEA/Civil et de la propulsion nucléaire représenteront un volume limité : 12 m³ pour les déchets HA et 49 m³ pour les déchets MAVL. Ces déchets présenteront les mêmes caractéristiques (géométriques, radiologiques, etc.) que ceux générés par le recyclage des combustibles usés d'EDF.

Pour ce qui concerne le traitement de ces combustibles, l'IRSN rappelle que suite à la réunion du 15 février 2012 des GPU, GPD et GPT et de la CSLUD consacrée à l'examen de la stratégie de gestion des déchets radioactifs, des combustibles usés et des sources scellées du CEA, l'ASN a demandé au CEA par lettre CODEP-DRC-2012-030367 du 19 juillet 2012 [11] que « *s'agissant des combustibles usés, [...] votre stratégie de gestion est globalement pertinente. Toutefois, vous avez indiqué lors de la réunion du Groupe Permanent que certains combustibles usés dont le stockage en formation géologique profonde (projet CIGEO) était jusqu'à présent envisagé ont été retirés de l'inventaire prévisionnel de ce stockage. Je vous demande de me transmettre, dans un délai de 6 mois, votre stratégie de gestion de ces combustibles usés incluant leur destination finale* ».

L'IRSN souligne que le CEA envisage le traitement des combustibles irradiés relevant de sa responsabilité « *quand cela est techniquement faisable et économiquement raisonnable* ». Cependant, il n'identifie pas à ce jour les combustibles qui seront ainsi considérés comme valorisables ; de plus, les colis de déchets produits par le traitement de ceux-ci ne sont pas répertoriés dans le PIGD.

En conséquence, l'IRSN recommande que l'inventaire du PIGD soit mis en cohérence avec la stratégie de gestion des combustibles usés retenue par le CEA, les déchets résultant du traitement des combustibles du CEA considérés comme valorisables étant intégrés dans l'inventaire et les combustibles du CEA considérés comme non valorisables étant intégrés directement dans l'inventaire.

Sur ce point, l'Andra a pris l'engagement suivant : « *l'inventaire du PIGD sera mis en cohérence avec la stratégie de gestion des combustibles usés retenue par le CEA. Ainsi, les déchets ultimes HA et MAVL résultant du traitement/recyclage des combustibles usés du CEA Civil et de la [propulsion navale] seront intégrés dans l'inventaire avec les incertitudes associées* » (cf. E 1.3 dans l'annexe A2).

L'IRSN estime que l'engagement de l'Andra tel que rédigé ci-dessus n'apporte pas l'assurance que les combustibles qui seront jugés non valorisables seront intégrés dans le PIGD. De plus, l'IRSN relève que la justification du traitement futur effectif des combustibles n'a pas encore été amenée et devra être apportée dans la réponse à la demande de l'ASN précitée.

R 2

L'IRSN recommande que l'inventaire du PIGD soit mis en cohérence avec la stratégie de gestion des combustibles usés retenue par le CEA, les déchets résultant du traitement des combustibles du CEA considérés comme valorisables étant intégrés dans l'inventaire et les combustibles du CEA considérés comme non valorisables étant intégrés directement dans l'inventaire.

II.1.2.3 TYPOLOGIES DE COLIS

L'inventaire est organisé selon différentes « familles » de colis primaires de déchets qui se distinguent par leur contenu chimique et radiologique, leur niveau de puissance thermique et d'irradiation, leur nature et la géométrie de leur conteneur primaire. Il tient compte des colis de déchets primaires existants, de ceux en cours de production et de ceux à produire, à partir de déchets existants, non encore conditionnés, ou de déchets futurs. Les quantités et volumes de colis primaires et les différentes familles de rattachement, figurant dans l'inventaire du PIGD, sont rappelés dans le tableau en Annexe T3. Par ailleurs, il convient de noter que, au titre des nouvelles dispositions de l'arrêté INB qui entrera en vigueur au 1^{er} juillet 2013 et des décisions associées dont la décision « conditionnement », les spécifications de production de colis de déchets à destination de Cigéo devront faire l'objet d'une autorisation de l'autorité compétente.

A cet égard, l'IRSN tient à rappeler que le traitement des déchets et le conditionnement d'un colis en vue de son stockage en formation géologique doit viser, ainsi que préconisé par le guide de sûreté de l'ASN relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde, à ce que celui-ci présente « *une capacité à confiner les substances nocives adaptée à la nature des déchets qu'il contient, compte tenu de l'environnement dans lequel il se trouve* ». Pour répondre à cet objectif, il est recommandé que le colis empêche la dissémination d'activité dans le système de stockage pendant au moins la phase d'exploitation et de réversibilité et, selon le type de colis et les critères et exigences retenus pour la démonstration de sûreté du stockage, pendant une période donnée après la fermeture de l'installation. Dans tous les cas de figure, il est recommandé que le colis limite « *les relâchements de substances radioactives après la perte partielle ou totale de l'étanchéité du dispositif mis en place pour participer à la fonction de confinement* ». **La typologie des colis retenus dans le PIGD, qui fait l'objet de la présente section, a été notamment examinée eu égard aux recommandations du guide de sûreté relatif au stockage définitif de déchets radioactifs en formation géologique profonde.**

II.1.2.3.1 Colis existants et futurs avec des conditionnements existants

L'intégration dans l'inventaire des déchets en cours de production est faite en tenant compte du conditionnement actuellement mis en œuvre pour les différents types de déchets par AREVA et le CEA. C'est notamment le cas pour les déchets produits par le traitement des combustibles usés dans l'établissement AREVA NC de La Hague que sont les déchets vitrifiés (CSD-V), les déchets de structure des assemblages de combustibles traités (CSD-C) et des

boues bitumées (fûts de bitumes STE3). De même, pour le conditionnement des déchets technologiques produits par AREVA (CBF-C2') et par le CEA (colis cimentés de 870 L), le principe de la cimentation est conservé. L'IRSN note que les ratios de production (nombre de colis par tML) retenus pour estimer le nombre de colis à produire par les différentes installations du cycle du combustible sont cohérents avec ceux des colis produits actuellement. **A cet égard, l'IRSN relève que l'ensemble de ces colis représente environ 75 % de l'inventaire en nombre de colis et en volume.**

Il convient de noter que ces colis étaient présents dans l'inventaire pris en compte dans le dossier 2005. Lors de l'examen du dossier 2005 relatif à la faisabilité du stockage en couche géologique profonde, l'IRSN a estimé, bien que certains colis ne présentent pas toutes les propriétés favorables indiquées par le guide de sûreté de l'ASN relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde (faible résistance à la lixiviation des CSD-C et réactivité des bitumes), qu'il n'y avait pas d'élément rédhibitoire sur les conditionnements précités en vue de leur stockage compte tenu de l'état des connaissances disponibles au moment de cet examen. S'agissant des colis de déchets bitumés, l'IRSN rappelle toutefois qu'il a été recommandé, à l'issue de l'examen du dossier 2009, que les dispositions relatives à la maîtrise du risque incendie en phase d'exploitation soient complétées.

L'IRSN estime que compte tenu des conclusions des examens des dossiers 2005 et 2009, la prise en compte des colis précités dans le PIGD est justifiée moyennant la confirmation que le risque d'incendie lié à la présence des colis de déchets bitumés est maîtrisé.

II.1.2.3.2 Colis de déchets vitrifiés MAVL

L'IRSN relève qu'une partie des colis de déchets vitrifiés est classée dans la catégorie des déchets MAVL. Il s'agit des familles suivantes :

- colis CSD-B contenant des effluents de moyenne activité vitrifiés provenant notamment des opérations de mise à l'arrêt définitive de l'usine UP2-400 produit sur l'établissement AREVA NC de La Hague (COG-470),
- conteneurs type AVM en acier inoxydable contenant des déchets vitrifiés issus des effluents de rinçage UP1 Marcoule (CEA-1120),
- conteneurs CSD-C contenant des effluents américiés vitrifiés qui seront produits par le futur procédé de vitrification implanté sur le site du CEA/Valduc (CEA-340).

L'IRSN n'a pas de remarque sur les principes de conditionnement retenus dans le PIGD pour ces déchets. Toutefois, s'agissant du stockage de ces colis, l'IRSN rappelle que l'Andra envisage de les stocker dans un environnement cimentaire. Lors de l'examen de la spécification de production des colis CSD-B (300 AQ 61 rév. 0A), l'IRSN a indiqué [12] qu'il n'était pas possible de se prononcer sur les propriétés de confinement à long terme du verre dans un environnement cimentaire en l'état des connaissances disponibles et qu'en tout état de cause, la possibilité de recourir à une telle option de stockage, différente de celle retenue jusqu'à présent pour le stockage des déchets vitrifiés, devait faire l'objet d'un examen spécifique.

II.1.2.3.3 Déchets déjà produits à « conditionner »

Déchets divers

L'inventaire du PIGD fait état de déchets qui ont été produits et qui font l'objet d'un entreposage sur les différents sites des producteurs de déchets AREVA, CEA et EDF. Ces déchets n'étant pour l'instant pas conditionnés, des hypothèses de conditionnement ont été prises pour leur intégration dans l'inventaire. Bien que l'objectif du PIGD ne soit pas d'apprécier l'acceptabilité en stockage des colis identifiés dans l'inventaire mais d'identifier le besoin industriel en volume et en flux de colis auquel doit répondre l'installation Cigéo, les hypothèses de conditionnement qui impactent néanmoins le dimensionnement de l'installation appellent les commentaires suivants.

- déchets dont les colis primaires retenus sont les conteneurs d'entreposage sans blocage des déchets

L'IRSN relève que le colis primaire indiqué pour les déchets d'exploitation de l'atelier de vitrification R7 (COG-850), pour les déchets d'exploitation de l'atelier de vitrification AVM de Marcoule (CEA-1110) et pour les déchets activés de déconstruction des réacteurs REP (EDF-100) consiste en une mise en conteneur sans blocage particulier des déchets et dont le tri semble nécessaire. En effet, ces déchets correspondent à des déchets technologiques issus du démantèlement des pots de fusion et des calcinateurs, qui sont actuellement entreposés dans des « conteneurs standards » dans les puits de l'atelier R7 et à des déchets technologiques liés à l'exploitation de l'atelier de vitrification de Marcoule, comprenant des morceaux de pots de fusion et des petits outillages contenant potentiellement des matières organiques.

Par ailleurs, le PIGD indique un reconditionnement à réaliser :

- en fûts EIP pour les déchets de structure et divers déchets métalliques issus du traitement de combustibles dans les chaînes TOP (Traitement Oxyde Pilote) et TOR (Traitement Oxyde Rapide) de l'APM et pour les déchets issus du futur démantèlement de ces chaînes (CEA-1150a - volume de 95 m3),
- en fûts de 500 L pour des fûts alpha 200 L contenant les déchets issus de l'exploitation de l'UP1, actuellement entreposés dans le bâtiment 99 de la zone nord CDS (CEA- 1180 - volume de 92 m3).

De même, le colis primaire pris en compte dans le PIGD pour les déchets hautement irradiants provenant de Phénix, de l'APM, d'Atalante, du réacteur RJH et des sites CEA de Saclay, Cadarache, Grenoble et Fontenay-aux-Roses (CEA-1150b, CEA-360, CEA-370, CEA-400, CEA-410, CEA-420, CEA-430, CEA-1200, CEA-1520), est le conteneur dit « DIADEM ». Ce conteneur est le conteneur retenu pour l'entreposage des déchets hautement irradiants du CEA dans la future installation d'entreposage des Déchets Irradiants Activés issus du DEMantèlement (DIADEM) prévue à Marcoule.

L'IRSN considère que les conteneurs d'entreposage sans blocage des déchets, mentionnés dans le PIGD comme colis primaire, ne peuvent pas être considérés comme tels en vue de leur stockage dans Cigéo compte tenu de l'objectif de confinement assigné au colis par le guide de sûreté de l'ASN relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde. Aussi, ces déchets devront faire l'objet d'un nouveau conditionnement. A cet égard, l'IRSN relève qu'il est indiqué dans le PIGD que le conditionnement des déchets contenus dans les conteneurs dit « DIADEM » en vue de leur stockage reste à définir.

- déchets avec des caractéristiques proches de ceux conditionnés actuellement

Pour les déchets produits et non encore conditionnés, dont les caractéristiques sont considérées comme proches de ceux conditionnés actuellement, le conditionnement actuel est reconduit. A cet égard, pour les coques et embouts entreposés dans les piscines S1, S2, S3 du stockage organisé de coques (SOC) et dans le silo HAO de l'établissement AREVA NC de La Hague, le conditionnement retenu est la production de colis de type CSD-C. **S'agissant des coques et embouts entreposés dans les piscines du SOC (COG-100), l'IRSN considère que le conditionnement de ces déchets en colis de type CSD-C apparaît envisageable dans le cadre de la spécification de production actuellement en vigueur moyennant le retrait des coques longues susceptibles d'être présentes dans le silo.**

S'agissant des coques et embouts entreposés dans le silo HAO (COG-070) en mélange avec des fines et des résines, l'IRSN rappelle que leur conditionnement en colis CSD-C fera l'objet d'une nouvelle spécification de production (CSD-C HAO). En effet, ce colis contiendra selon AREVA, de l'ordre de 1% en masse de matières organiques, ce qui n'est pas autorisé dans la spécification actuelle de production de CSD-C. De plus, les modalités de reprise de coques conduisent à l'entraînement de fines et résines avec celles-ci. Il convient de rappeler que lors de l'examen du dossier transmis par AREVA en vue de l'obtention de l'autorisation des opérations de reprise des déchets du silo HAO, l'IRSN a conclu que la quantité de résines que l'exploitant envisage de conditionner en colis CSD-C HAO pourra constituer une difficulté lors de l'approbation de la spécification de production du colis CSD-C HAO du fait de la production des complexants qui proviendraient de la dégradation de ces résines, qu'un tri des déchets pourrait être demandé afin de limiter la quantité de joints, que des dispositions visant à garantir l'absence de joints provenant des couvercles de curseurs soient mises en œuvre et que des fines de granulométrie inférieure à 1 mm ne soient pas introduites en quantité significative. **Aussi, l'IRSN souligne l'incertitude existante quant à la production du colis CSD-C HAO.**

- déchets dont les conditionnements sont en cours de développement et d'étude

Les déchets dont les modalités de conditionnement annoncées sont encore en cours de développement et d'étude, sont entre autres des déchets de structure magnésiens correspondant aux gaines et bouchons des combustibles UNGG traités dans l'usine UP1 et entreposés sur le site du CEA/Marcoule (CEA-1060), ainsi que des grappes de commande et de poisons neutroniques utilisés pour le pilotage des réacteurs REP (EDF 080) et des déchets activés de déconstruction provenant de la déconstruction des 9 réacteurs à l'arrêt, de la filière à eau lourde et UNGG (EDF-090).

S'agissant des déchets magnésiens entreposés dans la fosse 0 de l'atelier de dégainage G1, dans les fosses 5, 6, 8 à 13 et 15 de l'atelier de dégainage G2/G3 et les fosses MG1 à 4 de l'installation MAR 400 du CEA/Marcoule ainsi que dans l'INB N°56 du CEA/Cadarache, le CEA prévoit de conditionner ces déchets via un procédé qui sera mis en œuvre dans l'Unité de Conditionnement par Cimentation 3 (UCC3) du CEA/Marcoule, dont la mise en service est prévue à l'horizon de 2017. **L'IRSN note que le procédé de conditionnement de ces déchets fait toujours l'objet de recherche et de développement.**

S'agissant du conditionnement des grappes de commande et de poisons neutroniques utilisés pour le pilotage des réacteurs REP (EDF-080) et des déchets activés de déconstruction provenant de la déconstruction des 9 réacteurs à l'arrêt, de la filière à eau lourde et UNGG (EDF-090), le colis retenu dans le PIGD est le colis dit « C1PG » qui sera produit par l'installation de conditionnement et d'entreposage des déchets activés (ICEDA). La révision du rapport

préliminaire de sûreté de l'installation ICEDA (EDF) a fait l'objet d'un examen par le groupe permanent d'experts chargé des installations nucléaires de base autres que les réacteurs nucléaires à l'exception des installations destinées au stockage à long terme des déchets radioactifs (GPU) le 19 novembre 2008 (Avis GPU DEP-MJO-0168-2008 du 19 décembre 2008 [13]). S'agissant des colis de déchets qui seront produits dans l'installation ICEDA, le groupe permanent a relevé que l'activité de certains déchets cimentés dans ces colis sera nettement supérieure à celle des déchets actuellement cimentés dans d'autres installations. Pour ces colis, les risques d'altération du béton liés aux phénomènes thermiques et à la radiolyse, au cours de la fabrication des colis, puis pendant leur entreposage, pourraient mettre en cause leur faisabilité et leurs propriétés de confinement, en particulier du tritium. Par ailleurs, le groupe permanent a constaté que les résultats d'essais étaient très insuffisants pour montrer que les risques d'altération étaient maîtrisés. A cet égard, le groupe permanent a estimé nécessaire qu'EDF poursuive les essais, tout en soulignant qu'en cas de nécessité, l'activité incorporée dans les colis pourrait être réduite, avec, corrélativement, une augmentation du nombre de colis produits. **Aussi, le principe de conditionnement retenu n'appelle pas de remarque. Cependant, il convient de noter que le procédé reste à qualifier et que le nombre de colis qui seront produits sera à revoir en fonction des résultats des essais de qualification.**

Enfin, le PIGD présente la cimentation comme procédé de conditionnement notamment pour :

- les déchets sodés du réacteur de Superphénix (EDF-250),
- les fines de cisailage et de dissolution entreposées dans le silo HAO (COG-440),
- des résines échangeuses d'ions, des boues, ainsi que du graphite issu du traitement mécanique des combustibles dans l'usine UP1 (CEA-1040).

Au vu des caractéristiques de ces déchets (chimiques et radiologiques), l'IRSN attire l'attention sur la difficulté voire l'impossibilité de mettre au point ce type de procédé, compte tenu des différentes compositions chimiques des déchets entreposés (résines, boues, diatomées...) et des teneurs élevées en émetteurs alpha et bêta-gamma des déchets.

- déchets pour lesquels les conditionnements ne sont pas définis

L'IRSN note que, selon le PIGD, les modalités de conditionnement déchets suivants ne sont pas définies :

- déchets de l'AMI Chinon (EDF-120),
- déchets activés de déconstruction (DAD) des REP du parc actuel (dont BCOT),
- crayons sources primaires et secondaires des réacteurs REP (EDF-110).

Il conviendrait que, dans la mise à jour du PIGD prévue en 2013, les conditionnements de ces colis soient présentés.

Cas des colis S5 et C5

Les déchets, dont les modalités de conditionnement annoncées sont encore en cours de développement et d'étude et ayant fait l'objet d'avis négatifs, sont des boues entreposées dans les cuves et silos de l'atelier STE2 de l'établissement AREVA NC de La Hague (COG-430) ainsi que des déchets alpha issus de l'exploitation des ateliers de l'établissement de La Hague et de l'usine de MELOX et non susceptibles d'être stockés en surface (COG-400).

A cet égard, le colis retenu dans le PIGD pour le conditionnement des boues entreposées dans l'atelier STE2 est le colis dit « C5 ». Ce colis est la solution de conditionnement proposée en substitution au bitumage des boues. Il consiste en un séchage des boues suivi de leur compactage en pastilles. Les pastilles sont ensuite introduites dans un conteneur en acier. Les vides (environ 50% du colis) sont comblés avec du sable, afin d'obtenir un taux moyen de remplissage de 95%. L'IRSN rappelle que ce procédé de conditionnement a déjà été évalué en 2009. Dans l'avis DSU/2009-130 du 15 octobre 2009 [14], l'IRSN concluait que le colis C5 ne présentait pas les caractéristiques favorables pour participer à la sûreté du stockage géologique du fait de sa faible résistance à la lixiviation ainsi que de la présence d'espèces chimiques susceptibles d'interagir avec le béton des surcolisages et d'en amoindrir les propriétés mécaniques. L'IRSN a néanmoins estimé que l'entreposage des boues séchées et compactées, moyennant la démonstration de la sûreté du procédé de fabrication du colis et la mise en œuvre d'un conteneur compatible avec la maîtrise des risques associés aux phénomènes de corrosion et à la production de gaz explosibles ainsi que de la faisabilité d'un tri aisé entre les pastilles et le sable, pouvait constituer une solution d'attente permettant de procéder à la reprise des boues actuellement entreposées dans l'atelier STE2.

Dans la décision ASN n°2011-DC-0206 du 4 janvier 2011 [15], l'ASN considère que le projet de colis C5 « ne présente pas, a priori, de caractère rédhitoire en vue d'un entreposage mais que des études complémentaires sont nécessaires avant toute prise de décision de l'ASN sur l'acceptabilité de ce colis en stockage ». A cet égard, l'ASN a demandé qu'AREVA NC fournisse « au plus tard fin 2013 la spécification de production » de ce colis, « la démonstration du maintien de l'intégrité du colis durant la phase d'entreposage et la phase de réversibilité du stockage, en regard des risques de corrosion et de dégagement d'hydrogène, [ainsi que] les éléments permettant d'analyser l'acceptabilité des colis en stockage profond ». De plus, en vue de l'obtention de l'autorisation de production du colis C5 destiné au stockage profond, l'ASN a demandé qu'AREVA NC transmette, « au plus tard fin 2018, le référentiel de conditionnement du colis C5 [comprenant] les modalités d'élaboration du colis C5 et les paramètres de production permettant l'obtention des performances requises [ainsi que] les dispositions organisationnelles permettant d'assurer le maintien des performances requises tout au long de l'élaboration du colis et de la période de production de ce type de colis ».

Aussi, en l'attente des études relatives au comportement à long terme du colis C5 en conditions de stockage, l'IRSN ne peut se prononcer sur l'intégration effective de ce type de colis dans l'inventaire définitif du stockage.

S'agissant des déchets technologiques alpha issus de l'exploitation des ateliers de l'établissement de La Hague et de l'usine de MELOX et non susceptibles d'être stockés en surface, le colis dit « S5 » retenu dans le PIGD est un colis constitué d'un conteneur en acier inoxydable muni d'un couvercle soudé à la virole du conteneur et équipé de pastilles de respiration « poral » et d'un étui interne en acier noir dans lequel les déchets alpha compactés sont introduits. Cet étui a pour fonction d'une part d'empêcher la détente des déchets compactés riches en matières plastiques, d'autre part de piéger le chlorure d'hydrogène (HCl gazeux) produit par la radiolyse des déchets et ainsi de préserver le conteneur des phénomènes de corrosion interne associés à ce composé. L'IRSN a estimé à la suite de l'examen du dossier de conception du colis S5 que les propriétés de confinement de ce colis, notamment sa faible résistance à la lixiviation, du fait de l'absence de matrice, et la production de substances complexantes, formées par la dégradation des polymères ou présentes sous forme d'additifs dans les polymères, n'étaient pas compatibles avec les principes de conception d'un colis au regard de la sûreté d'une installation de stockage de déchets radioactifs en formation géologique évoqués ci avant.

Par ailleurs, l'IRSN a également estimé qu'en l'état actuel des connaissances que la faible résistance du colis S5 à l'égard des risques de corrosion par le HCl, produit par la radiolyse du PVC présent dans les déchets, n'était pas cohérente avec la durée d'entreposage qu'il serait a priori nécessaire d'observer avant son transfert vers une installation de stockage (une durée de l'ordre de cent ans pouvant en effet être nécessaire pour que le taux de production d'hydrogène du colis décroisse à une valeur compatible avec les critères de dégazage fixés par l'Andra dans les études de conception du stockage). Aussi, l'IRSN avait suggéré qu'AREVA NC s'oriente vers un procédé de conditionnement des différentes familles de déchets technologiques contaminés en éléments émetteurs alpha permettant de fabriquer des colis de déchets présentant des caractéristiques clairement favorables à la sûreté de leur entreposage et de leur stockage, c'est-à-dire des colis aussi passifs que possible et présentant une aussi bonne résistance à la lixiviation que possible.

Par décision ASN n°2010 DC 076 du 23 février 2010 [16], l'ASN a considéré que le projet de colis S5 développé par AREVA NC n'apportait pas les garanties suffisantes pour un entreposage de longue durée et pour un stockage en formation géologique profonde, en raison notamment de la présence de matières organiques provenant de la dégradation des plastiques et a demandé à AREVA NC de définir sous deux ans un mode de conditionnement des déchets technologiques contaminés en émetteurs alpha favorable à la sûreté en exploitation et à long terme des centres de stockage. Suite à cette demande, AREVA a transmis une étude relative aux procédés thermiques de traitement et de conditionnement des déchets (incinération/fusion/vitrification) mettant en œuvre des torches à plasma. Cette étude a fait l'objet de l'avis IRSN N°2012-00277 du 22 juin 2012 [17] qui a conclu que « *les procédés de traitement et de conditionnement thermiques tels que proposés par AREVA NC constituent dans le principe un progrès significatif en vue de fabriquer un colis possédant des propriétés favorables à la sûreté de son entreposage et de son stockage. [Cependant] s'agissant du calendrier de mise en œuvre de ce procédé, l'échéancier présenté par AREVA prévoit un possible début d'exploitation à cadence réduite pour mi-2030. L'IRSN remarque que cet échéancier implique un décalage des opérations de conditionnement de ces déchets, qui selon les prescriptions de l'article 7 de la loi du 28 juin 2006 devraient être terminées au plus tard en 2030 pour les déchets MAVL produits avant 2015. [Toutefois] étant donné l'intérêt potentiel du procédé de traitement envisagé par AREVA, l'IRSN estime que ce décalage ne doit pas constituer un obstacle rédhibitoire à la mise œuvre de ce procédé pour les déchets technologiques riches en émetteurs alpha produits avant 2015. A cet égard, l'IRSN recommande qu'AREVA NC transmette dans le cadre du prochain Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs, le calendrier de développement du procédé en justifiant des délais prévus pour la réalisation des étapes clés de ce développement* ». Dans l'avis n°2012-AV-0167 du 4 octobre 2012 [18], l'ASN a demandé à AREVA « *de transmettre avant le 31 décembre 2013, ses études relatives au développement du procédé retenu de traitement thermique des déchets riches en émetteurs alpha. Celles-ci devront permettre de conclure sur la faisabilité de la mise en œuvre et de la nucléarisation du procédé retenu. Areva devra transmettre, à cette même échéance, les options justifiées de conception du colis de déchets au regard du procédé thermique retenu. Le cas échéant, Areva présentera au plus tard le 31 décembre 2013, un nouveau mode de conditionnement pour les déchets riches en émetteurs alpha* ». **Aussi, l'IRSN estime que le conditionnement en colis S5 des déchets technologiques alpha issus de l'exploitation des ateliers de l'établissement de La Hague et de l'usine de MELOX et non susceptibles d'être stockés en surface, n'est pas une solution technique favorable pour un stockage dans CIGEO.**

L'IRSN recommande que le colis S5 ne soit pas retenu, dans le PIGD, comme colis primaire pour le conditionnement des déchets technologiques alpha issus de l'exploitation des ateliers de l'établissement de La Hague et de l'usine de MELOX et non susceptibles d'être stockés en surface.

II.1.2.3.4 Conclusion

Compte tenu de l'ensemble des remarques ci-dessus, l'IRSN constate que le PIGD est basé pour une partie importante sur des colis d'ores et déjà produits ou à produire selon des conditionnements existants. Cependant, l'IRSN considère que des incertitudes notables existent sur les hypothèses retenues pour le conditionnement de certains déchets pris en compte dans l'inventaire du PIGD. Le nombre et le volume de colis concernés par ces incertitudes représentent environ 25 % en nombre et en volume par rapport à l'inventaire total du PIGD. A cet égard, l'IRSN considère que le principe d'intégrer dans le périmètre du PIGD des colis dont le conditionnement nécessite une qualification est acceptable, excepté pour les conteneurs d'entreposage sans blocage de déchets et les colis S5, qui ne peuvent pas être considérés comme des colis primaires en vue d'un stockage. Par ailleurs, l'IRSN rappelle que de fortes réserves quant au caractère acceptable du conditionnement des colis C5 en vue de leur stockage demeurent.

L'Andra a précisé au cours de l'instruction que l'acceptation des colis ne pourra reposer que sur la base d'une démonstration de sûreté de leur stockage ainsi que sur le respect des paramètres définis dans les spécifications d'acceptation des colis en stockage qui seront établis. A cet égard, il convient de noter que, lors de l'examen du Dossier 2009, l'Andra s'est engagée à définir, dans le dossier accompagnant la DAC, « *les critères de sûreté essentiels pour l'acceptation des colis de déchets dans l'installation de stockage* », à dresser dans le modèle d'inventaire de stockage « *la liste des colis déjà produits qui ne semblent pas respecter ces critères essentiels* » et à définir, sur cette base et en liaison avec les producteurs, « *les solutions techniques de conditionnement, disponibles ou devant être qualifiées au moyen d'un programme de R&D, pour que ces déchets ainsi conditionnés puissent être acceptés en stockage* ».

R 3

Pour ce qui concerne les déchets conditionnés dans des conteneurs d'entreposage sans blocage et les déchets technologiques alpha issus de l'exploitation des ateliers de l'établissement de La Hague et de l'usine de MELOX et non susceptibles d'être stockés en surface, l'IRSN recommande, en cohérence avec l'engagement pris par l'Andra suite à l'examen du Dossier 2009, que soit défini un principe de conditionnement pour ces déchets qui réponde aux objectifs du guide de sûreté de l'ASN relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde.

Par ailleurs, pour ce qui concerne les boues entreposées dans l'atelier STE2, l'IRSN recommande que l'Andra présente dans le dossier de DAC les solutions de conditionnement qui pourraient être envisagées pour un conditionnement alternatif au colis C5 apportant une assurance raisonnable que les spécifications d'acceptation de stockage qui seront fixées soient satisfaites. De même, pour les déchets dont le conditionnement n'est pas défini, l'IRSN recommande que l'Andra présente dans le dossier de DAC les solutions de conditionnement qui pourront être envisagées.

II.1.2.4 MARGES

Le PIGD indique que « le choix des marges à retenir pour l'étude d'esquisse du projet CIGEO est de la responsabilité des propriétaires des déchets ou le cas échéant de leur collecteur ». Ces marges visent à « couvrir des incertitudes sur le volume de déchets futurs à produire ou de déchets anciens à reprendre, les modalités de conditionnement les caractéristiques des déchets et des colis, en restant à l'intérieur du périmètre défini pour le scénario industriel en matière d'installations, de durées d'exploitation et de filières de gestion des déchets ». Pour ce qui concerne l'établissement des marges, le PIGD précise que « la quantification des marges résulte d'une analyse technique menée sur les familles [de colis] du scénario industriel. Deux cas peuvent alors se présenter : (i) la marge est déjà incluse dans l'inventaire du SI 2011, elle est alors identifiée comme nulle et il est précisé que la marge est déjà incluse dans le quantitatif du SI 2011 ; (ii) la marge n'est pas incluse dans le quantitatif du SI 2011, elle est donc quantifiée séparément en tant que marge.

Cela se traduit par les orientations suivantes :

1. Colis dont la production est terminée : aucune marge n'est ajoutée à l'inventaire du SI 2011 ;
2. Colis dont la production est en cours ;

Pour les colis dont la production est en cours, des marges sont adoptées au cas par cas lorsqu'il existe des incertitudes sur les quantités de déchets à conditionner à l'avenir ou sur la concentration des déchets dans les colis à produire. Ce peut être le cas par exemple de colis au contenu très variable (typiquement des colis de déchets technologiques) ;

3. Reprise et conditionnement de déchets anciens entreposés sous forme brute ou à reconditionner, installations nouvelles de traitement de déchets ou d'effluents ;

Dans le SI 2011, les nombres de colis à produire par de nouvelles installations de conditionnement ou résultant du conditionnement des déchets anciens sont estimés par le producteur en fonction de l'état d'avancement de son programme de reprise de déchets ou de mise en service d'installations. Comme dans le cas précédent, des marges peuvent aussi être prises pour tenir compte des incertitudes liées aux quantités de déchets futurs à produire ou de déchets anciens entreposés (particulièrement sous forme brute), ainsi que des incertitudes liées aux caractéristiques de ces déchets et aux modalités de conditionnement ou de reconditionnement ;

4. Colis à produire par les opérations de démantèlement non encore engagées.

Le nombre des colis de déchets qui seront produits par le démantèlement des différentes installations prend en compte une marge du fait d'incertitudes sur le volume de déchets bruts affecté au final à chaque filière de gestion, ainsi qu'aux modalités futures de conditionnement comme ci-dessus ».

Lors de l'instruction, l'Andra a précisé que les données d'inventaires ont été analysées, notamment au travers de comparaisons aux déclarations faites dans le cadre de l'Inventaire national ou aux différents bilans publics produits par les producteurs (rapports TSN rédigés au titre de l'article 21 de la loi de transparence et sécurité en matière nucléaire). Les producteurs ont par ailleurs justifié les marges retenues, conformément aux orientations rappelées ci-dessus dans des documents que l'Andra a analysés. Aucune des données du PIGD (inventaires, chroniques) n'a été

modifiée par l'Andra dans le cadre de l'esquisse du projet Cigéo. Suite à l'esquisse, une mise à jour du PIGD est prévue en 2013 avec les producteurs, préalablement au lancement des études d'avant-projet.

L'IRSN note que des marges nulles sont attribuées par le PIGD à certaines familles de colis de déchets anciens à conditionner car des « marges incluses dans le SI 2011 » ont été prises en compte par les producteurs. Il s'agit notamment des colis de boues STE 2 séchées - dits colis C5 (COG-430) et des colis de déchets alpha en provenance de Mélox et La Hague - dits colis S5 (COG-400). Comme indiqué au chapitre précédent, l'IRSN rappelle que les conditionnements retenus pour ces déchets dans le PIGD pour le stockage n'ont pas été approuvés et qu'une évolution de ces conditionnements est à prévoir.

Par ailleurs, l'IRSN note que les marges retenues dans le SI 2011 par les producteurs ne sont pas clairement identifiées et justifiées dans le PIGD.

S'agissant des déchets pour lesquels les producteurs n'ont pas pris en compte de « marges incluses dans le SI 2011 », des marges ont été ajoutées dans le PIGD (cf. tableau en Annexe T4). Les déchets concernés sont entre autres les déchets à produire pendant les phases d'exploitation, de maintenance et de déconstruction du réacteur ITER, les déchets activés d'exploitation (DAE) des réacteurs REP (grappes de commande et de poisons neutroniques principalement), actuellement en attente de conditionnement, les déchets produits par le CEA (conteneurs 870 L en acier non allié produits suivant la spécification SPC 079), les déchets d'exploitation de l'usine UP1, actuellement entreposés dans des fosses de MAR400, de la STEL et dans des cuves d'UP1, ainsi que les déchets provenant de l'exploitation et des opérations de maintenance des installations de Marcoule et du démantèlement des cuves SPF, actuellement entreposés dans différentes installations du site de Marcoule. Concernant ces « marges non incluses dans le SI 2011 », l'IRSN indique que celles-ci ne sont pas justifiées et souligne que, par rapport au nombre et au volume total de colis figurant dans l'inventaire du PIGD, celles-ci sont faibles et représentent respectivement 1 % et 2 %. Or, l'IRSN rappelle, ainsi que présenté dans le paragraphe relatif à la typologie des colis, que le nombre et le volume de colis concernés par les incertitudes relatives à leur conditionnement représentent environ 25 % par rapport à l'inventaire total du PIGD. **Aussi, l'IRSN s'interroge sur les faibles marges prises en compte dans le PIGD, notamment pour les déchets dont le conditionnement n'est pas définitif.**

L'IRSN estime que les orientations suivies consistant à ajouter des marges sont satisfaisantes dans le principe. Toutefois, les « marges incluses et non incluses dans le SI 2011 » ne sont pas justifiées dans le PIGD.

Aussi, l'IRSN considère que la mise à jour du PIGD en 2013 doit justifier les marges prises afin d'améliorer la lisibilité de l'inventaire du PIGD et de mieux apprécier son conservatisme.

Ce point a fait l'objet de l'engagement E1.1 de la part de l'Andra (cf. Annexe A2).

II.1.2.5 RESERVES

Le PIGD indique que « *l'ajout de réserves dans le dossier support à la demande d'autorisation de création de Cigéo vise à prendre en compte des incertitudes sur :*

- *les stratégies industrielles : durées d'exploitation des installations génératrices de déchets, nouvelles installations susceptibles d'une décision, d'ici 2015, (EPR de Penly, réacteurs expérimentaux ou prototypes, installations de valorisation de matières...)* ».

- « la mise en place de nouvelles filières de gestion de déchets aujourd'hui à l'étude pour les déchets FAVL (SCR, SCI). Cela concerne notamment les enrobés bitumineux les plus anciens de Marcoule et les déchets de graphite » ; le PIGD précise notamment que « dans ce contexte, AREVA, le CEA, EDF et l'Andra ont convenu d'inscrire en réserves, à titre de précautions, un volume de colis de stockage de 22 000 m³ de déchets de graphite, résidus de traitement de déchets de graphite et/ou résines échangeuses d'ions, ainsi que les enrobés bitumineux de Marcoule rattachés à la catégorie FAVL, représentant un volume de colis de stockage d'environ 39 000 m³. Il s'y ajoute un volume de colis primaires de 64 m³ de déchets des petits producteurs rattachés à la catégorie FAVL ».

Au cours de l'instruction, l'Andra a précisé que l'inventaire des réserves présenté dans le PIGD sera inclus dans le périmètre de la demande d'autorisation de création de Cigéo. Dans ce cadre, l'Andra établira les plans des installations permettant de stocker ces colis. **L'IRSN considère que la démarche de ménager des réserves afin de prendre en compte dans le périmètre du stockage un inventaire complémentaire de déchets est satisfaisante.** L'IRSN rappelle toutefois qu'afin d'intégrer dans le décret d'autorisation de création les déchets prévus dans les réserves, le dossier support à la demande d'autorisation de création de Cigéo devra comprendre les éléments de démonstration de sûreté relatifs au stockage de ces déchets.

L'IRSN considère que la démonstration de sûreté du stockage qui sera présentée en support à la demande d'autorisation de création de Cigéo devra prendre en compte, l'ensemble des déchets y compris les réserves.

Ce point a fait l'objet de l'engagement E 1.4 de la part de l'Andra (cf. Annexe A2).

Lors de l'instruction, l'Andra a précisé que, pour les graphites et les résines échangeuses d'ions, pour lesquels le mode de conditionnement n'est pas totalement figé aujourd'hui, le nombre de colis primaires correspondant ne peut être estimé. Pour les bitumes, le volume de colis primaires est estimé à 8 500 m³. Les déchets associés à l'exploitation de l'éventuel futur réacteur EPR de Penly sont pris en compte dans les réserves en considérant un volume de colis primaires à hauteur d'environ 220 m³ de déchets HA et 500 m³ de déchets MAVL, ces derniers incluant les déchets de démantèlement.

S'agissant des volumes de déchets présentés dans ces réserves, ceux considérés pour les déchets à produire par l'exploitation du réacteur de Penly 3 sont cohérents avec ceux pouvant être estimés à partir des gestions de combustibles envisagées pour le réacteur de Flamanville 3, de même conception et actuellement en construction. **Ceci est satisfaisant.** Par ailleurs, s'agissant du volume indiqué pour les colis primaires d'enrobés bitumés FAVL du CEA/Marcoule (8 500 m³), celui-ci est légèrement supérieur à celui déduit des informations présentées par le CEA (31 900 fûts de 225 L, soit 7 200 m³). L'IRSN relève que le volume de stockage retenu 39 000 m³ pour les enrobés bitumés est cohérent avec le nombre de colis primaires d'enrobés bitumés considéré.

Pour ce qui concerne les « déchets de graphite » devant faire l'objet d'un stockage FAVL, l'IRSN rappelle que ceux-ci comprennent notamment :

- les empilements des réacteurs et les aires supports des réacteurs de la filière UNGG appartenant au parc électronucléaire d'EDF (environ respectivement 12 642 t et 2 005 t) ;
- les empilements des réacteurs de la filière UNGG ainsi que ceux des piles appartenant au CEA (environ 4 060 t) ;
- les éléments amovibles (barres de contrôle, combustibles) actuellement en place ou en cours d'extraction des réacteurs appartenant à EDF (environ 283 t) ;

- les éléments amovibles déchargés de l'ensemble des réacteurs et entreposés actuellement à La Hague - silos 115 et 130 (environ 969 t), à Marcoule - MAR 400 (environ 743 t) à Chinon (environ 40 t) ainsi que dans les silos de Saint Laurent (environ 1 992 t) ;
- des pastilles, qui étaient disposées à l'intérieur de l'élément combustible (âmes), entreposées actuellement à La Hague (environ 282 t) ;
- les résines échangeuses d'ions qui seront produites lors du démantèlement des 6 réacteurs UNGG.

L'ensemble de ces déchets correspond à une masse d'environ 23 000 t hors résines soit, compte tenu de la densité du graphite, à un volume de 10 000 m³ de déchets non conditionnés. L'IRSN souligne que le volume réel des « déchets de graphite » relevant des réserves du PIGD pourrait être supérieur au volume retenu (22 000 m³) à ce stade compte tenu notamment du foisonnement apporté par le conditionnement de ces déchets.

En conséquence, l'IRSN considère que, dans la mise à jour du PIGD en 2013, les hypothèses retenues pour l'évaluation des quantités et volumes de déchets graphites comptabilisées en réserve devront être précisées et justifiées.

Ce point a fait l'objet de l'engagement E1.2 de la part de l'Andra (cf. Annexe A2)

II.2 CHRONIQUES DE STOCKAGE

Dans le cadre du Dossier 2009, l'Andra a présenté des « *esquisses de chroniques de stockage* », comportant les flux de colis de déchets destinés à être stockés pendant la période d'exploitation du stockage. Ces esquisses ont notamment conduit l'Andra à identifier des besoins en termes de capacités d'entreposage. Lors de l'examen du Dossier 2009 [2], l'IRSN avait conclu que les données de l'inventaire national, utilisées par l'Andra pour évaluer les besoins en termes de capacités d'entreposage, n'étaient pas cohérentes avec celles du MID 2009, utilisées pour dimensionner le stockage. En conséquence, l'Andra s'est engagée à mettre en cohérence ces hypothèses. Par la suite, le PNGMDR 2010-2012 a prescrit à l'Andra d'étudier avant fin 2012, « *en concertation avec les producteurs de déchets* », les chroniques d'entreposage, de désentreposage, de conditionnement, de transport et de mise en stockage, ainsi que les besoins en entreposage en résultant, en vue du prochain débat public sur le projet Cigéo.

Le PIGD présente l'ordonnancement retenu par l'Andra et les producteurs de déchets concernant la livraison et la mise en stockage des colis. A cet égard, le PIGD indique que « *l'exploitation du Centre est prévue sur plus d'un siècle. Cette longue durée conduit à développer les ouvrages de stockage par tranches successives, avec une logique de flexibilité. La conception de la première tranche de construction, puis des tranches suivantes, nécessite de planifier la livraison des différents colis de déchets [...] Par ailleurs, la diversité des colis de déchets qui seront à gérer sur l'ensemble de la durée d'exploitation doit être prise en compte pour spécifier les ouvrages qui seront utilisés sur toute cette durée* ». Il précise également que « *l'ordonnancement de livraison des colis [...] présente un caractère évolutif. [Celui-ci] pourra notamment être ajusté dans le cadre d'une démarche itérative avec la conception de Cigéo pour optimiser la gestion des différents flux (entreposage, transport, stockage) ainsi qu'en lien avec les actions prévues par le PNGMDR 2010-2012 en matière de scénarios de gestion des déchets* ».

II.2.1 PRINCIPES D'ORDONNANCEMENT DE LIVRAISON DES COLIS RETENUS DANS LE PIGD

Principes retenus dans le PIGD pour l'ordonnement des colis

Le PIGD présente les principes retenus pour l'ordonnement de livraison des colis :

- « Une montée en puissance progressive de CIGEO sur la période 2025-2030 ;
- la définition d'un scénario de référence pour la période 2025-2029 n'incluant pas la mise en stockage des enrobés bitumineux ; leur stockage sur cette période est étudié en option ;
- le stockage majoritaire, d'ici 2050, de déchets produits à ce jour ;
- un lissage des flux de colis de stockage à transférer dans l'installation souterraine ;
- la mise en stockage des déchets vitrifiés fortement exothermiques à partir de 2075 [...], permettant de bénéficier d'une décroissance thermique notable ;
- la possibilité d'une poursuite du stockage de déchets non ou faiblement exothermiques au-delà de 2075 ;
- la possibilité d'une exploitation de CIGEO (i.e. la réception de nouveaux colis puis la fermeture) jusqu'en 2140 ».

Le PIGD indique que l'ordonnement des colis proposé :

- « tient compte des hypothèses de référence en 2011 concernant le conditionnement des déchets concernés »;
- « vise à prendre en compte au mieux les besoins d'expédition des producteurs tout en s'assurant de la compatibilité en termes de flux et de besoins logistiques depuis l'entreposage jusqu'au stockage ».

L'IRSN note que, parmi les principes retenus dans le PIGD pour définir et faire évoluer l'ordonnement des colis, aucun critère relatif à la sûreté d'exploitation du stockage n'est retenu.

Besoins d'expédition des producteurs

Pour ce qui concerne les colis de déchets produits d'ici 2025, le PIGD précise qu'ils seront entreposés « sur les sites de production ou de conditionnement dans l'attente de la mise en exploitation du centre de stockage. Les exploitants attribuent généralement aux entrepôts existants une durée prévisionnelle d'exploitation d'une cinquantaine d'années ». A cet égard, l'IRSN rappelle, comme indiqué lors de l'examen des « esquisses de chroniques de stockage » (cf. Rapport IRSN/2010-00002 - Avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire sur le « Dossier 2009 » [2]) que « sur le plan des principes, la priorité de mise en stockage des colis de déchets entreposés dans les installations les plus anciennes présente un intérêt indéniable du point de vue de la sûreté ». Toutefois, l'IRSN considère que cette priorité doit être compatible avec la sûreté de l'installation de stockage, et notamment que les déchets concernés possèdent des caractéristiques favorables à leur stockage ou soient reconditionnés dans cet objectif.

II.2.2 POSITION DE L'IRSN CONCERNANT L'ORDONNANCEMENT DE LIVRAISON DES COLIS

De façon générale, l'IRSN considère comme essentiel qu'une phase de montée en puissance progressive de l'exploitation de l'installation Cigéo précède son exploitation courante, permettant ainsi l'acquisition d'un retour d'expérience suffisant sur le comportement des alvéoles et les méthodes d'exploitation.

Construction de démonstrateurs

L'IRSN estime que la mise en actif de l'installation devra être précédée par la construction d'un ou de plusieurs alvéoles de stockage MAVL à l'échelle 1 pour acquérir un retour d'expérience suffisant sur le comportement géomécanique de ces alvéoles. L'IRSN avait notamment estimé dans ses conclusions issues de l'examen du Dossier 2009 « *qu'il conviendra de réaliser [des] démonstrateurs [à l'échelle 1] avant la construction d'alvéoles MAVL destinées à recevoir des colis* ».

Au cours de l'instruction, l'Andra a indiqué que des « ouvrages témoins » seront réalisés lors de la première tranche de construction comprenant:

- un alvéole MAVL inactif, non utilisé pour stocker des déchets, « *dans la zone de soutien logistique* ».
- un ou deux alvéoles MAVL actifs dont l'instrumentation est plus dense que les alvéoles courants.

L'Andra a également précisé que les travaux de construction de cet alvéole inactif « *commenceraient environ 12 mois plus tôt que le creusement des premiers alvéoles MAVL destinés à recevoir des colis de déchets* ».

En première approche, l'IRSN estime que la durée de 12 mois entre la construction de l'alvéole inactif et du premier alvéole actif semble trop courte pour accumuler un retour d'expérience suffisant sur l'éventuelle évolution des perturbations mécaniques induites sur la roche. Aussi, un possible retard de la mise en actif de l'installation afin de favoriser l'acquisition d'un retour d'expérience suffisant ne peut pas être exclu.

Par ailleurs, l'IRSN considère que l'Andra devra préciser les principes d'instrumentation des « alvéoles témoins » actifs et justifier la pertinence de cette instrumentation pour s'assurer du bon comportement géomécanique des alvéoles. De plus, l'Andra devra tenir compte du retour d'expérience acquis sur les méthodes d'exploitation pendant les premières années sur les alvéoles témoins actifs.

Mise en actif progressive de l'installation Cigéo

L'IRSN note que la première tranche de mise en stockage, que l'on peut considérer comme correspondant à la mise en actif de l'installation, doit favoriser l'acquisition d'un retour d'expérience. Pour ces raisons, l'IRSN considère que les colis stockés en première tranche doivent être choisis afin de permettre une mise en stockage progressive permettant de consolider, au cours des premières années d'exploitation, les procédés mis en œuvre. De plus, si la surveillance de ces premiers alvéoles mettait en évidence la nécessité d'intervenir sur les alvéoles existants pour améliorer la sûreté du stockage, il conviendrait de pouvoir retirer les premiers colis stockés de manière aisée et sûre.

Aussi, l'IRSN considère qu'afin de favoriser l'acquisition d'un retour d'expérience suffisant sur le comportement des alvéoles et les méthodes d'exploitation, notamment pour ce qui concerne les processus de manutention, il convient de manipuler en premier lieu des colis aussi passifs que possible présentant de moindres risques en termes d'incendie, de dégagement gazeux et d'irradiation ainsi que de bonnes caractéristiques de confinement.

II.2.3 *ORDONNANCEMENT DE LIVRAISON DES COLIS RETENU PAR LE PIGD*

L'IRSN note que le PIGD définit la première tranche comme la première phase de construction comprise entre 2025 et 2029, correspondant à la première phase de chargement, et que les tranches de construction suivantes ne sont pas clairement définies. Les flux prévisionnels de livraisons annuelles présentés dans le PIGD, ainsi que les volumes associés estimés par l'IRSN, sont rapportés dans l'Annexe T5.

II.2.3.1 *TRANCHE 2025-2029*

Pour la période correspondant à la première tranche de construction, allant de 2025 à 2029 le flux annuel de colis primaires stockés augmente progressivement pour atteindre environ 1300 colis en 2029. Le nombre total de colis stockés dans la première tranche représente environ 2 % de l'inventaire du PIGD. Les colis primaires à réceptionner dans le stockage durant la période 2025-2029 sont :

- les déchets technologiques cimentés (CBF-C'2, CAC), les coques et embouts cimentés (CEC) et les CSD-C provenant du bâtiment Areva NC de La Hague ;
- les déchets technologiques (CDT-AVM) et les déchets vitrifiés de l'atelier AVM, les déchets vitrifiés Atalante, les verres Piver et des verres de laboratoire provenant de Marcoule.

Ces colis sont pris en compte dans le scénario de référence et sont distingués des boues bitumées de La Hague et de Marcoule, « *considérés en option pour cette période* ».

Pour ce qui concerne le stockage des colis primaires de déchets vitrifiés faiblement exothermiques, élaborés notamment dans l'installation PIVER (CEA-200) et dans l'atelier de vitrification AVM de Marcoule (CEA-1070 et CEA-1080), provenant du traitement de combustibles irradiés dans des réacteurs UNGG, l'IRSN considère que leur mise en alvéole pourrait permettre de fournir un retour d'expérience susceptible d'être mis à profit lors du stockage ultérieur de déchets vitrifiés plus fortement exothermiques et ne voit pas d'obstacle à considérer le stockage de ces déchets dans la première tranche.

Les déchets technologiques cimentés (CBF-C'2, CAC), les coques et embouts cimentés (CEC) et les CSD-C provenant de l'établissement Areva NC de La Hague pourraient être stockés dans la première tranche sous réserve que ces colis respectent les critères définis dans les spécifications d'acceptation.

Toutefois, l'IRSN estime qu'il n'est pas pertinent de faire figurer dans la première tranche des colis pour lesquels l'adéquation avec les objectifs fixés par le guide de sûreté de l'ASN relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde n'est pas vérifiée à ce jour ; en particulier, cela concerne des colis de déchets technologiques dont le conditionnement ne peut pas être considéré comme colis primaire de stockage (CDT-AVM, cf. II.1.2.3.3).

Ordonnancement et incertitudes sur le conditionnement

De façon plus générale, l'IRSN note que l'ordonnancement du stockage des colis est bâti à partir d'hypothèses de référence relatives au conditionnement des déchets. Au regard des incertitudes relevées dans la section II.1.2.3 du présent rapport, l'IRSN estime que l'ordonnancement présenté dans le PIGD devra faire l'objet d'ajustements en fonction des conditionnements retenus et des délais éventuels pour assurer leur mise en œuvre.

Aussi, l'IRSN considère que l'ordonnancement de la mise en stockage des colis doit être adapté de manière à prendre en compte notamment les modifications préalables qui seront nécessaires à certains colis afin qu'ils respectent les objectifs du guide de sûreté de l'ASN relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde.

A cet égard, il convient de noter que, lors de l'examen du Dossier 2009, l'Andra s'est engagée à définir, dans le dossier accompagnant la DAC, « *les critères de sûreté essentiels pour l'acceptation des colis de déchets dans l'installation de stockage* », à dresser dans le modèle d'inventaire de stockage « *la liste des colis déjà produits qui ne semblent pas respecter ces critères essentiels* » et à définir, sur cette base et en liaison avec les producteurs, « *les solutions techniques de conditionnement, disponibles ou devant être qualifiées au moyen d'un programme de R&D, pour que ces déchets ainsi conditionnés puissent être acceptés en stockage* ».

Option de stockage des enrobés bitumés dans la première tranche

Pour ce qui concerne l'option de mise en stockage des enrobés bitumés, il convient de rappeler que, suite à l'examen du « Dossier 2009 - Projet HA-MAVL » par le groupe permanent chargé des installations destinées au stockage à long terme des déchets radioactifs, l'ASN a demandé à l'Andra [19] en vue de l'établissement du dossier en support de la demande d'autorisation de création d'une installation de stockage des déchets de moyenne et haute activité à vie longue :

- de justifier l'exclusion d'un scénario d'incendie de reprise de réactions exothermiques à l'intérieur de colis, notamment de boues bitumées ;
- pour la sûreté en phase d'exploitation, de définir les dispositions permettant d'éviter, en cas d'incendie, des réactions exothermiques dans les enrobés bitumés, y compris en cas d'incendie de l'engin de manutention dans l'alvéole de stockage.

Par ailleurs, l'IRSN indique qu'il a été identifié, lors de l'examen de la gestion des déchets de l'établissement CEA de Marcoule, que le retour d'expérience de leur entreposage (gonflement, contamination...) montre que ces colis sont peu compatibles avec les critères requis pour que le colis contribue à la sûreté du stockage (stabilité mécanique, absence de vide, résistance à la lixiviation...).

Sur la base de ces constats, et sans préjuger des réponses techniques qui pourront être apportées vis-à-vis de la maîtrise des risques liés aux enrobés bitumés, l'IRSN considère qu'il n'est pas opportun de prévoir le stockage des colis de boues bitumées dans la première tranche, qui doit être considérée comme une phase de mise en actif progressive de l'installation et d'acquisition de retour d'expérience.

II.2.3.2 TRANCHES SUIVANTES

Durant la période allant de 2030 à 2050, le flux annuel de mise en stockage des colis est pratiquement constant jusqu'en 2045, d'environ 4 500 colis/an en moyenne, puis diminue sur la période 2045-2050 pour atteindre un flux annuel d'environ 3 000 colis en 2050.

A partir de 2050, le PIGD ne présente pas les flux de livraison des colis MAVL. Toutefois, pour la période allant de 2051 à 2075, il indique que « *les données structurantes pour le dimensionnement de Cigéo (flux maximum de colis, nombre de familles différentes envoyées simultanément à Cigéo) sont couvertes par celles de la période précédente, jugée représentative de l'utilisation du stockage* ».

Pour la période postérieure à 2075, correspondant au stockage des colis de déchets HA fortement exothermiques, le PIGD indique que le flux annuel de ces colis augmente progressivement de 2075 à 2080, atteint une valeur constante de 600 colis primaires/an pour la période de 2080 à 2085, puis atteint un nouveau palier de 850 colis primaires/an pour la période allant de 2085 à 2140. (cf. figure en Annexe T5). Le PIGD précise que la période 2075-2085 correspond à une phase de co-stockage avec les déchets HA, durant laquelle seront mis en stockage environ 1/3 de déchets MAVL et 2/3 de déchets HA. Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN à ce stade.

II.2.4 CONCLUSION

De façon générale, l'IRSN considère que l'ordonnancement de la mise en stockage des colis ne doit pas être élaboré uniquement en vue de répondre aux besoins des producteurs relatifs à la gestion de l'entreposage et du désentreposage des colis. En effet, le retour d'expérience acquis par la surveillance d'alvéoles témoins, prévus par l'Andra, nécessaire pour évaluer et conforter les concepts de stockage retenus, est également susceptible d'influencer cet ordonnancement. Si la surveillance de ces premiers alvéoles mettait en évidence la nécessité d'intervenir sur les alvéoles existants pour améliorer la sûreté du stockage, il conviendrait de pouvoir retirer les premiers colis stockés de manière aisée et sûre.

R 4

Afin de favoriser l'acquisition d'un retour d'expérience suffisant sur le comportement des alvéoles et les méthodes d'exploitation et de minimiser les conséquences des incidents qui pourraient survenir durant cette phase de montée en puissance, notamment pour ce qui concerne les processus de manutention, l'IRSN recommande de stocker dans la première tranche des colis aussi passifs que possible, c'est à dire présentant de moindres risques en termes d'incendie, de dégagement gazeux, d'irradiation ainsi que de bonnes caractéristiques de confinement.

En particulier, l'IRSN recommande que les colis présentant des risques liés à l'incendie, tels que les colis d'enrobés bitumés, ne soient pas stockés dans la première tranche.

III CONCLUSION

De son évaluation du programme industriel de gestion des déchets, l'IRSN retient les points suivants.

Le PIGD présente l'inventaire prévisionnel des déchets à stocker et l'ordonnancement de livraison des colis dans l'installation de stockage, envisagé à ce stade.

L'inventaire est établi en tenant compte des déchets produits jusqu'à fin 2010 et des déchets à produire par les réacteurs du parc existant, complété d'un réacteur EPR, et par les installations nucléaires liées aux activités de la défense nationale, ainsi que celles de l'amont et de l'aval du cycle du combustible, pour lesquelles la durée d'exploitation est considérée conventionnellement comme équivalente à celle retenue pour le fonctionnement du parc REP (50 ans). Cet inventaire est basé, pour une partie importante, sur des colis d'ores et déjà produits ou à produire, selon des conditionnements déjà mis en œuvre. Des marges ont été appliquées pour prendre en compte des incertitudes sur les volumes et les types de déchets à produire. Par ailleurs, l'IRSN note que des réserves ont été établies afin de tenir compte, dans une certaine mesure, des éventuelles évolutions des stratégies industrielles, notamment eu égard à la gestion future des déchets FAVL. Ces éléments sont, dans le principe, satisfaisants. Toutefois, l'IRSN considère que l'inventaire qui sera présenté dans la mise à jour du PIGD prévue en 2013 devra être complété en tenant compte des déchets qui pourraient être générés par une augmentation de la durée de vie des réacteurs à 60 ans, ainsi que de ceux résultant de la stratégie retenue par le CEA pour ses combustibles usés. Par ailleurs, l'IRSN estime que les marges prises en compte devront être mieux justifiées.

L'IRSN relève que des incertitudes notables existent sur les hypothèses retenues pour le conditionnement de certains déchets pris en compte dans l'inventaire du PIGD. A cet égard, l'IRSN considère que, pour les déchets pour lesquels les conditionnements sont à définir ou ne répondent pas aux objectifs du guide de sûreté de l'ASN relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde, l'Andra devra présenter dans le dossier support à la DAC les solutions de conditionnement qui pourraient être envisagées pour ces déchets.

Pour ce qui concerne l'ordonnancement de stockage des colis, l'IRSN considère essentiel qu'une phase de montée en puissance progressive de l'exploitation de l'installation Cigéo, ainsi que le prévoit l'Andra, précède son exploitation courante, permettant ainsi d'acquérir un retour d'expérience suffisant sur le comportement géomécanique des alvéoles et d'éprouver les méthodes d'exploitation. A ce titre, l'IRSN considère que les colis mis en stockage dans la première tranche devront être aussi passifs que possible. De plus, ceux-ci devront pouvoir être retirés de manière aisée et sûre en cas d'incident le nécessitant ou si la surveillance exercée pendant cette phase de montée en puissance mettait en évidence la nécessité de mettre en œuvre des actions correctives et, le cas échéant, d'intervenir dans les alvéoles. Dans cette perspective, l'IRSN considère que les déchets bitumés ne devront pas être stockés dans la première tranche d'exploitation.

REFERENCES

- [1] Rapport IRSN/DSU n° 106
- [2] Rapport IRSN n° 2010-02
- [3] Programme industriel de gestion des déchets - Projet Cigéo. Janvier 2012. Andra CG.PE.ADPG.11.0074 indice A
- [4] Chroniques prévisionnelles de stockage des déchets MAVL/HA0/CU3 du SI 2011 - Chronique E. Areva - CEA - EDF. Réf : D.5262 2012/00158
- [5] Inventaire des déchets HA et MAVL du SI 2011. Septembre 2011. Areva - CEA - EDF. Réf. : D.5262 2011/07266
- [6] Inventaire du SI avec marges. Note CEA/DEN/DADN DO26 du 26/01/2012
- [7] Inventaire National des matières et déchets radioactifs 2012 - Andra
- [8] Jalon 2009 HA-MAVL - Options de sûreté du stockage en formation géologique profonde. Andra C.NT.ASSN.09.0029.B
- [9] Décret n° 2012-1248 du 9 novembre 2012 autorisant l'Organisation internationale ITER à créer une installation nucléaire
- [10] Synthèse de l'IRSN sur le dossier « Impact Cycle 2007 » établi conjointement par EDF, AREVA et l'ANDRA du 30 juin 2010.
- [11] Lettre ASN CODEP-DRC-2012-030367 du 19 juillet 2012
- [12] Avis IRSN DSU/2009-084 du 8 juillet 2009
- [13] Avis GPU DEP-MJO-0168-2008 du 19 décembre 2008
- [14] Avis DSU/2009-130 du 15 octobre 2009
- [15] Décision ASN n° 2011-DC-0206 du 4 janvier 2011
- [16] Décision ASN n° 2010 DC 076 du 23 février 2010
- [17] Avis IRSN N° 2012-00277 du 22 juin 2012
- [18] Avis n° 2012-AV- 0167 du 4 octobre 2012
- [19] Lettre ASN CODEP-DRC-2011- 002092 du 1^{er} juin 2011

ANNEXES

ANNEXE A1 - LETTRE ASN CODEP-DRC-2012-045908 DU 29 AOUT 2012



**Direction des déchets,
des installations de recherche et du cycle**

REPUBLIQUE FRANCAISE

Paris, le 29 août 2012

N/Réf. : CODEP-DRC-2012-045908
Affaire suivie par : Marc OLIVIER/ Lydie EVRARD
Tél : 01 43 19 70 15 / 70.01
Fax : 01 43 19 71 66
Mél : marc.olivier@asn.fr / lydie.evrard@asn.fr

Le Directeur de l'Autorité de sûreté nucléaire
à
Monsieur le Président du Groupe Permanent
d'experts pour les déchets

Objet : Projet de stockage Cigéo – Examen des études remises depuis 2009

Réf. :

- 1/ Programme industriel de gestion des déchets (PIGD) et ses évolutions depuis le dossier 2009 ;
- 2/ L'étude remise par l'Andra dans le cadre du PNGMDR, relative aux études sur le comportement à long terme des combustibles usés en conditions de stockage.
- 3/ Résultats de la sismique 3D réalisée en 2010 et leur prise en compte dans le modèle conceptuel de site, dossier reçu en mars 2012 ;

La loi de programme du 28 juin 2006, codifiée dans le code de l'environnement et relative à la gestion durable des matières et des déchets radioactifs, prévoit la poursuite des études et recherches sur le stockage réversible en couche géologique profonde « de sorte que, au vu des résultats des études conduites, la demande de son autorisation prévue à l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement puisse être instruite en 2015 »

Le même article L.542-10-1 du code de l'environnement prévoit que le dépôt de la demande d'autorisation de création du centre soit précédé d'un débat public sur la base d'un dossier réalisé par l'Andra.

www.asn.fr
6, place du Colonel Bourgoin • 75572 Paris cedex 12
Téléphone 01 40 19 86 00 • Fax 01 40 19 86 69

L'ASN souhaite prendre position, en préalable au début du débat public prévu par la loi, sur les sujets suivants :

- Le programme industriel de gestion des déchets (PIGD) et ses évolutions, document transmis par l'Andra en février 2012 ;
- Le rapport remis par l'Andra en décembre 2011, dans le cadre du plan national de gestion des déchets et matières radioactifs (PNGMDR), relatif aux études sur le comportement à long terme des combustibles usés en conditions de stockage ;
- Les résultats de la sismique 3D réalisée en 2010 et leur prise en compte dans le modèle conceptuel de site¹, dossier transmis par l'Andra en mars 2012.

J'ai l'honneur de demander l'avis du groupe permanent d'experts que vous présidez sur les dossiers précités en égard en particulier à

- L'examen de la pertinence des données de base (volume et typologie des colis, chroniques de stockage) retenues par l'Andra pour constituer l'inventaire des déchets fourni dans le dossier de PIGD en considérant également les réserves éventuellement retenues dans cet inventaire pour les déchets dont la filière définitive de stockage n'est pas encore arrêtée ;
- L'examen des résultats des études sur le comportement des combustibles en formation géologique profonde et leur incidence éventuelle sur la faisabilité de leur stockage au regard des options de conception présentées dans le « dossier 2005 argile », examiné par le groupe permanent lors des séances des 12 et 13 décembre 2005 ;
- Les résultats de sismique 3D au regard de la confirmation des caractéristiques favorables pour un stockage géologique de la zone reconnue, compte tenu des techniques employées, ainsi que leur prise en compte dans le modèle conceptuel de site.

Je vous prie de bien vouloir convier la division territoriale de Châlons-en-Champagne et la direction des déchets, des installations de recherche et du cycle aux travaux menés par le groupe permanent d'experts que vous présidez

Il serait souhaitable que le groupe permanent d'experts se réunisse au plus tard la première semaine de février 2013.

Le directeur général de l'ASN



Jean-Christophe NIEL

¹ Le modèle conceptuel du milieu géologique du site Meuse/Haute-Marne fournit une représentation des différents composants du milieu géologique, de leur organisation spatiale et de leurs propriétés.

ANNEXE A2 - LETTRE D'ENGAGEMENT ANDRA DC/DIR/13-0020 DU 22 JANVIER 2013



Châtigny-Malabry, le 22 JAN. 2013

Monsieur Pierre-Franck CHEVET
Président de l'Autorité de Sécurité Nucléaire
6, place du Colonel Bourgois
75572 PARIS CEDEX 12

La directrice générale

Tél. 01 46 11 80 00

Affaire suivie par : Sylvie VOINIS

V/Réf :

N/réf : DC/DIR/13-0020

Objet : Instruction des documents relatifs au PIGD, aux résultats des études sur le comportement des combustibles usés en formation géologique profonde ainsi qu'aux résultats de sismique 3D : Engagements de l'Andra.

Monsieur le président,

Dans le cadre de l'instruction des documents cités en objet, vous trouverez en annexe à la présente les engagements que l'Andra propose de prendre sur les trois thématiques suivantes : PIGD, comportement des combustibles usés en formation géologique profonde, sismique 3D. Ces engagements ont fait l'objet d'échanges avec l'IRSN.

Le CEA a confirmé auprès de l'Andra la mise en cohérence du PIGD avec sa stratégie de gestion des combustibles usés lors de la prochaine révision du PIGD. L'engagement E.1.3 traduit cette confirmation.

Vous en souhaitant bonne réception, je vous prie d'agréer, Monsieur le président, l'expression de mes salutations distinguées.

Marie-Claude DUPUIS

Annexe : Engagements de l'Andra.

www.andra.fr

AGENCE NATIONALE POUR LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS
Siège social : 1-7, rue Jean-Henri Durrès, Châtigny-Malabry Cedex - RCS Nanterre 379 899 000

AUT H E N T I F I C A T I O N G R D
(4638886-02SC-4X2B-B514-6808C1E0A645)

ENGAGEMENTS ANDRA

1. Engagements relatifs au PIGD

Le PIGD constitue la donnée d'entrée pour les études de conception industrielle qui précise les déchets à prendre en charge dans Cigéo et leur chroniques de réception. Une première version du PIGD a été établie en collaboration avec les producteurs de déchets pour les études d'esquisse du projet Cigéo. Le PIGD sera mis à jour en 2013 en vue des études d'avant-projet industriel de Cigéo.

E.1.1 Cette nouvelle version justifiera les marges prises afin d'améliorer la lisibilité de l'inventaire du PIGD et de mieux apprécier leur conservatisme.

E.1.2 Cette nouvelle version précisera les hypothèses retenues pour l'évaluation des quantités de déchets graphites comptabilisées en réserve.

E.1.3. L'inventaire du PIGD sera mis en cohérence avec la stratégie de gestion des combustibles usés retenue par le CEA. Ainsi, les déchets ultimes HA et MAVL résultant du traitement/recyclage des combustibles usés du CEA Civil et de la propulsion navale seront intégrés dans l'inventaire avec les incertitudes associées.

Le projet Cigéo doit répondre à l'objectif fixé par la loi du 28 juin 2006 qui précise que "les déchets radioactifs ultimes ne pouvant pour des raisons de sûreté nucléaire ou de radioprotection être stockés en surface ou en faible profondeur font l'objet d'un stockage en couche géologique profonde". En conséquence :

E.1.4 La démonstration de sûreté du stockage présentée dans le dossier en support à la demande d'autorisation de création de Cigéo prendra en compte l'ensemble des déchets du PIGD y compris les réserves.

E.1.5 L'Andra poursuivra, conformément aux orientations définies par le PNGMDR, les études sur un scénario de stockage des combustibles usés, afin de vérifier que les concepts de stockage retenus pour Cigéo restent compatibles avec l'hypothèse du stockage direct de combustibles usés si ceux-ci étaient un jour considérés comme des déchets.

2. Engagement relatif au comportement des combustibles usés

E.2.1 L'Andra présentera, dans l'étude faisant l'objet de l'engagement E1.5, une évaluation d'impact du stockage prenant en compte la modification de la valeur d'IRF du ²³⁵U.

3. Engagements relatifs à la sismique 3D

E.3.1 L'Andra remettra avant la fin du premier semestre 2013 un rapport présentant et justifiant la méthode retenue pour la conversion des données sismiques « temps double » en profondeur, ainsi que l'ensemble des cartes en isohypses des interfaces lithologiques interprétées qui en découlent.

E.3.2 Dans le dossier accompagnant la DAC, l'Andra vérifiera le caractère enveloppe du spectre sismique retenu pour la phase après-fermeture vis-à-vis de séismes physiquement plausibles à l'aplomb de la ZIRA dont le foyer se situerait à moins de 10 km de profondeur.

E.3.3 L'Andra présentera, dans le dossier accompagnant la DAC, un modèle conceptuel du milieu géologique du site de Meuse/Haute-Marne, prenant en compte les résultats de traitement et d'analyse de l'acquisition sismique 3D en 2010 sur la ZIRA obtenus entre mars 2012 et la constitution du dossier de la DAC, notamment sur les points suivants :

- analyse des propriétés globales de transport des corps récifaux du Bajocien et rôle dans le modèle hydrogéologique,
- interprétation des anomalies sismiques identifiées :
 - + dans l'Oxfordien calcaire à l'aplomb du cours de l'Orge,
 - + sous les corps récifaux du Bajocien inférieur,
 - + dans le Trias au Nord de la ZIRA,
- identification et quantification des incertitudes résiduelles (existence éventuelle de failles mineures, potentialités de propagation vers le Callovo-Oxfordien).

L'Andra tiendra compte de ces incertitudes pour définir les reconnaissances qui seront réalisées lors du creusement, et pour la stratégie d'implantation de l'installation souterraine de Cigéo. Conformément à sa démarche générale de sûreté, la démonstration de sûreté présentée par l'Andra en appui à la demande d'autorisation de création prendra en compte les incertitudes résiduelles identifiées.

ANNEXE T1 - RAPPELS SUR LE CYCLE DU COMBUSTIBLE

L'extraction des minerais d'uranium naturel s'effectue dans des mines situées hors de France ; en 2001, la dernière mine en France a fermé. L'uranium est importé sous forme de concentrés d'oxydes ou d'uranates ; il est réceptionné par l'usine COMHUREX de Malvési (groupe AREVA) près de Narbonne.

La conversion des concentrés consiste en une fluoration de l'uranium en tétrafluorure d'uranium (UF_4), puis en hexafluorure d'uranium (UF_6). Sur le territoire français, ces deux étapes sont réalisées respectivement dans l'usine COMHUREX de Malvési et dans l'usine COMHUREX de Pierrelatte.

L' UF_6 produit est ensuite transporté vers les usines d'enrichissement, françaises ou étrangères. En France, l'enrichissement de l'uranium naturel est, jusqu'à présent, effectué dans l'usine Georges Besse I d'Eurodif (groupe AREVA) située également sur le site de Pierrelatte. En 2011, AREVA prévoyait la mise en service progressive d'une nouvelle usine d'enrichissement dénommée Georges Besse II (GB II), située également sur le site de Pierrelatte.

Sur le territoire français, l'uranium naturel appauvri est défluoré et converti en sesquioxyde d'uranium (U_3O_8) sur le site de Pierrelatte et exploitée par AREVA ; il est ensuite entreposé dans les parcs d'entreposage du site de Pierrelatte et de Bessines.

L'uranium enrichi, sous forme d' UF_6 , est ensuite transporté vers l'usine de fabrication du combustible française FBFC (groupe AREVA) de Romans-sur-Isère ou vers des usines étrangères. Cet UF_6 est transformé en poudre d'oxyde d'uranium compactée sous forme de pastille, puis fritté. Les pastilles sont introduites dans des gaines métalliques (alliage zircaloy-4 ou M5) pour constituer des crayons combustibles, eux-mêmes regroupés sous forme d'assemblages combustibles (AC). La fabrication pour EDF d'assemblages combustibles à base d'oxyde d'uranium (UOX) naturel enrichi, dits combustibles UNE, représente environ 80 % de la production de l'usine FBFC. De manière générale, un assemblage combustible contient environ 500 kg de métal lourd.

S'agissant des assemblages combustibles UNE neufs, EDF dispose de deux « magasins inter-régionaux » (MIR) d'entreposage de ces assemblages dont l'objectif est de garantir les approvisionnements en combustibles des réacteurs nucléaires.

Les combustibles utilisés dans les réacteurs à eau pressurisée REP français sont de trois types :

- à base d'oxyde d'uranium naturel enrichi (UNE),
- à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium (MOX),
- à base d'oxyde d'uranium issu du traitement des combustibles UNE dans les usines de La Hague (URE).

Le parc REP français comporte actuellement 58 réacteurs ou tranches en exploitation. Les tranches 1 et 2 de Civaux (palier N4 1450 MWe) sont les dernières construites (mises en exploitation en 1997 et 1999). Ces 58 tranches sont réparties selon les paliers suivants :

- palier CP0 : 6 réacteurs de 900 MWe,
- palier CPY : constitue des paliers CP1 et CP2 : respectivement 18 et 10 réacteurs de 900 MWe,
- paliers P4 et P'4 : respectivement 8 et 12 réacteurs de 1300 MWe,

- palier N4 : 4 réacteurs de 1450 MWe,
- EPR : 2 réacteurs de 1650 MWe sont actuellement en construction.

Le tableau ci-dessous présente les dates de mise en service des tranches en exploitation, ainsi que les dates prévisionnelles de mise en service des deux tranches EPR actuellement envisagées.

Paliers	Nombre de tranches	Nom	Date MS
CPO -900 MWe	6	Fessenheim 1, 2	1977
		Bugey 2, 3, 4, 5	1978-79
CPY - 900 MWe	18 CP1	Dampierre 1, 2, 3, 4	1980-1981
		Gravelines 1, 2, 3, 4	1980-1981
		Gravelines 5, 6	1984-1985
		Blayais 1, 2, 3, 4	1981-1983
		Tricastin 1, 2, 3, 4	1980-1981
	10 CP2	Chinon B 1, 2, 3, 4	1982-1983
		Cruas 1, 2, 3, 4	1983-1984
		Saint Laurent B 1, 2	1981
P4 - P'4 - 1300 MWe	8 P4	Flamanville 1, 2	1986
		Paluel 1, 2, 3, 4	1984-1985
		Saint Alban 1, 2	1985-1986
	12 P'4	Belleville 1, 2	1987-88
		Cattenom 1, 2, 3, 4	1987 -91
		Golfech 1, 2	1990-1993
		Penly 1, 2	1990-1992
		Nogent 1, 2	1987-1988
N4 - 1450 MWe	4	Chooz B 1, 2	1996-1997
		Civaux 1, 2	1997-1999
EPR - 1650 MWe	2	Flamanville	2012
		Penly	2017

Tableau - Dates de mise en service des tranches en exploitation, ainsi que les dates prévisionnelles de mise en service des tranches EPR envisagées

Le chargement des assemblages combustibles dans les réacteurs est fait selon une gestion donnée (nombre d'assemblages chargés, enrichissement initial en uranium et en plutonium, temps d'irradiation). Différentes gestions de combustibles sont mises en œuvre dans les réacteurs du parc REP (voir Annexe T2).

Après irradiation, les assemblages combustibles UNE sont déchargés et entreposés dans les piscines des bâtiments « combustibles » (BK) des centres nucléaires de production d'électricité (CNPE) entre 18 et 40 mois environ selon la nature du combustible (UOX ou MOX). Ce délai permet la décroissance de leur puissance thermique à un niveau compatible avec leur transport vers les usines UP2-800 et UP3-A de l'établissement AREVA NC de La Hague.

Les combustibles irradiés UNE reçus dans les usines de La Hague sont entreposés dans les piscines de l'établissement avant traitement. Ce traitement vise à récupérer les matières énergétiquement valorisables, à savoir l'uranium et le plutonium, et à conditionner les déchets de haute activité sous forme de colis standards de déchets vitrifiés (CSD-V), dans lesquels les produits de fission et les actinides mineurs sont incorporés, et de colis standards de déchets compactés (CSD-C), dans lesquels les déchets de structure des assemblages combustibles sont compactés.

Le plutonium est conditionné dans des boîtes métalliques sous forme de poudre d'oxyde de plutonium (PuO_2). Après entreposage dans l'établissement de La Hague, le PuO_2 est expédié vers l'usine MELOX (groupe AREVA) de fabrication du combustible MOX, située à Marcoule. Le procédé de fabrication, similaire à celui mis en œuvre pour la fabrication des combustibles UNE, inclut des étapes préliminaire de confection de poudres mixtes d'oxydes d'uranium et de plutonium. L'uranium utilisé dans la fabrication des combustibles MOX est de l'uranium appauvri.

L'uranium de retraitement (URT) séparé dans les usines de La Hague est transporté vers l'usine TU5 de Pierrelatte (groupe AREVA) ou il est converti en U_3O_8 et entreposé dans des parcs d'entreposage du site de Pierrelatte.

Une partie de l'URT est réenrichi, puis utilisé dans la fabrication d'assemblages combustibles dits URE dans l'usine FBFC (groupe AREVA) de Romans-sur-Isère. Actuellement, l'enrichissement de l'URT est effectué par l'usine TENEX en Russie.

ANNEXE T2 - GESTIONS DU COMBUSTIBLE

La notion de « gestion du combustible » renvoie à la manière d'utiliser le combustible le plus économiquement possible, tout en respectant les impératifs liés à la sûreté d'exploitation. Une gestion de combustible se caractérise notamment par les deux paramètres suivants :

- le taux d'enrichissement en ^{235}U pour le combustible UO_2 et/ou la teneur maximale moyenne en Pu total pour le combustible MOX,
- la fraction du cœur à renouveler à chaque rechargement.

Ces paramètres permettent ensuite de définir la longueur de cycle d'irradiation et le taux de combustion (ou de décharge) atteint par les assemblages après leur séjour en réacteur, exprimé en MWj/t. Ce dernier paramètre constitue une des données d'entrée importante des études relatives aux modèles de relâchement des combustibles usés.

En préalable à une présentation synthétique des gestions mises en œuvre sur les trois paliers du parc nucléaire français, il est important de rappeler la stratégie actuelle d'EDF concernant ces gestions. Cette stratégie, qui a beaucoup évolué ces dix dernières années, répond aux principaux objectifs suivants :

- **l'accroissement de la production nucléaire** avec la mise en œuvre, entre 2003 et 2009, des nouvelles gestions Parité MOX (palier 900 MWe), ALCADÉ (palier N4) et GALICE (un seul réacteur du palier 1300 MWe). Pour ce faire, EDF a dû qualifier des assemblages combustibles plus performants (irradiation maximale et temps de séjour augmentés). Il est important de noter que si l'objectif majeur de la gestion GALICE était d'augmenter le taux de combustion moyen de décharge, l'orientation stratégique d'EDF n'est plus, aujourd'hui, l'accroissement des taux de combustion. La nouvelle stratégie d'EDF pour la gestion du combustible en cœur privilégie l'ajustement réactif des longueurs des campagnes (ex : souplesse dans l'exploitation au-delà de 2015) et l'accroissement du productible (ex : projet Augmentation de Puissance 1300 au-delà de 2017) ;
- **la sécurité des approvisionnements du combustible**, en diversifiant les fournisseurs. Des assemblages combustibles de conception Westinghouse sont introduits de manière générique dans certains réacteurs des paliers 900 MWe et 1300 MWe ;
- **la cohérence du cycle du combustible**, en maîtrisant la boucle de recyclage et la cohérence du cycle du combustible en adaptant le flux MOX et URE aux besoins (volumes annuels de combustible traité de Plutonium, d'URT, de MOX et d'URE pouvant être chargés en réacteurs ...). En particulier, l'augmentation de l'irradiation moyenne des combustibles traités à La Hague conduit à dégrader la qualité isotopique du Pu et de l'URT obtenus à l'issue du retraitement. Ainsi, il sera nécessaire de compenser cette dégradation par une augmentation de la teneur en U^{235} des assemblages URE en gestion GARANCE URE, afin de maintenir leur équivalence énergétique avec de l'UNE 3,7% ainsi que par une augmentation de la teneur moyenne en Pu des assemblages MOX en gestion Parité MOX en ciblant là aussi l'équivalence énergétique

avec de l'UNE 3,7%. A noter que ces évolutions ont fait l'objet d'une information à l'ASN dès 2009 mais que leur mise en œuvre n'interviendra pas avant 2015.

Il s'agit maintenant de présenter les gestions mises en œuvre sur les différents paliers. Il sera précisé, le cas échéant, les évolutions d'ores et déjà programmées par EDF. Cette synthèse donne une image de l'exploitation actuelle des cœurs, tout en sachant que peu d'évolutions sont prévues à court et moyen terme.

Pour chaque gestion, à l'exception des gestions récentes ALCADE et GALICE, les taux de combustion moyen et maximal au déchargement qui figurent dans les tableaux sont issus du retour d'expérience et correspondent à la valeur maximale sur la période 2003-2009 (cf. tableaux en annexe). Pour mémoire, le taux de combustion maximal autorisé (en valeur moyenne assemblage) est de 52 GWj/t quelle que soit la gestion considérée, sauf en gestion GALICE pour laquelle ce taux de combustion s'élève à 62 GWj/tU.

I. Palier 900 Mwe

1. Palier 900 CP0 - Gestion CYCLADES

La gestion CYCLADES UNE 4,2 %, généralisée depuis 2000, est mise en œuvre sur les 6 réacteurs du palier CP0 (centrales de BUGEY et FESSENHEIM).

Gestion	CYCLADES	
Type de combustible	UNE	
Teneur en ²³⁵U	4,2 %	
Nombre d'assemblages par recharge	52 dont 28 avec 12 crayons gadoliniés (8 % de gadolinium) à support U enrichi à 2,5 %	
Taux de combustion de décharge (GWj/t)	<i>Irradiation moyenne</i>	<i>Irradiation maximale</i>
	47,2	51,7

2. Palier 900 CPY - Gestions GARANCE

Les deux gestions suivantes sont encore en vigueur en 2012 :

la gestion UNE 3,7 %, généralisée à partir de 1994 et qui ne concerne actuellement plus que les réacteurs 3 et 4 de la centrale du BLAYAIS,

la gestion URE équivalent à UNE 3,7 % qui concerne les 4 réacteurs de la centrale de CRUAS. Une évolution est à prévoir à l'horizon 2017 avec une gestion dite « URE NT » (augmentation de la teneur en U5 de 4,10 % à 4,25 % maximum pour compenser la dégradation du vecteur isotopique).

Gestion	GARANCE UNE ou URE	
Type de combustible	UNE	URE
Teneur en ²³⁵U	3,7 %	4,1 %
Taux de combustion de décharge (GWj/t)	<i>Irradiation moyenne</i>	<i>Irradiation maximale</i>
	45,7	51,7

3. Palier 900 CPY - Gestion Parité MOX

A ce jour, 22 réacteurs sur les 28 du palier CPY ont intégré la gestion Parité MOX. EDF envisage à court terme la poursuite de ce déploiement sur les réacteurs 3 et 4 de la centrale du BLAYAIS, ce qui permet, selon EDF, d'assurer de façon robuste l'équilibre des flux de plutonium entre le traitement du combustible usé et le chargement de combustible MOX. A terme, seuls les 4 réacteurs de CRUAS devraient rester en gestion GARANCE URE, les 24 autres réacteurs étant exploités en gestion Parité MOX. Les principales caractéristiques de la gestion Parité MOX sont les suivantes :

Gestion	Parité MOX			
Type de combustible	UNE		MOX	
Teneurs en ²³⁵ U / Pu	3,7 %		8,65 % Pu sur ²³⁵ U à 0,25 %	
Nombre d'assemblages par recharge	28		12	
Type de gestion	24 assemblages 4 cycles 4 assemblages 3 cycles		Quart	
Taux de combustion de décharge (GWj/t)	<i>Irradiation moyenne</i>	<i>Irradiation maximale</i>	<i>Irradiation moyenne*</i>	<i>Irradiation maximale*</i>
	45,6	51,7	45,4	47,9

* : Valeurs issues du retour d'expérience des années 2011 et 2012 en raison de la mise en œuvre récente de cette gestion

Afin de maintenir l'équivalence énergétique avec le combustible UO₂ 3,7 % de la gestion Parité MOX, il est prévu, au plus tôt à partir de 2015, une évolution progressive de la teneur moyenne en Pu du combustible MOX. Ce nouveau produit, appelé MOX NT 2012, sera caractérisé à terme par une teneur moyenne maximale de 9,54 %.

II. Palier 1300 MWe

1. Gestion GEMMES

La gestion GEMMES UNE 4 % est généralisée depuis 1996 sur le palier 1300 MWe. Elle est déployée sur tous les réacteurs de ce palier à l'exception du réacteur 2 de la centrale de Nogent, soit au total sur 19 réacteurs.

Gestion	GEMMES	
Type de combustible	UNE	
Teneur en ²³⁵U	4,0 %	
Nombre d'assemblages par recharge	64 dont 36 avec 12 crayons gadoliniés (8 % de gadolinium) à support U à 0,715 %	
Taux de combustion de décharge (GWj/t)	<i>Irradiation moyenne</i> 47,1	<i>Irradiation maximale</i> 51,8

2. Gestion GALICE

Cette gestion autorise un taux d'épuisement maximal du combustible de 62 GWj/t, soit une augmentation d'environ 10 GWj/t par rapport à la gestion GEMMES. Le déploiement de la gestion GALICE, qui date de 2010, est et restera limité à un seul réacteur, le réacteur 2 de NOGENT. Les principales caractéristiques de cette gestion sont les suivantes :

** : Valeurs

Gestion	GALICE	
Type de combustible	UNE	
Teneur en ²³⁵U	4,5 %	
Nombre d'assemblages par recharge	56 dont 36 avec 12 crayons gadoliniés (8 % de gadolinium) à support U enrichi à 2,5 %	
Taux de combustion de décharge ** (GWj/t)	<i>Irradiation moyenne</i> 55	<i>Irradiation maximale</i> <62

prévisionnelles car la gestion GALICE n'a pas encore atteint l'équilibre en raison de sa mise en œuvre récente (à partir de 2008)

III. Palier N4

La gestion ALCADÉ a pour objectif l'amélioration de la disponibilité des tranches N4 en allongeant les campagnes combustibles à 17 mois par rapport à la première gestion mise en place au démarrage et la réduction des flux annuels de combustible à retraiter. Cette gestion est déployée sur les 4 réacteurs du palier N4. Ses principales caractéristiques sont données dans le tableau ci-dessous.

Gestion	ALCADE	
Type de combustible	UNE	
Teneur en ²³⁵U	4,0 %	
Nombre d'assemblages par recharge	68 dont 36 avec 12 crayons gadoliniés (8 % de gadolinium) à support U enrichi à 2,5 %	
Taux de combustion de décharge *** (GWj/t)	<i>Irradiation moyenne</i>	<i>Irradiation maximale</i>
	46	<52

*** : Valeurs prévisionnelles car la gestion ALCADÉ n'a pas encore atteint l'équilibre en raison de sa mise en œuvre récente (à partir de 2008)

ANNEXE T3 - INVENTAIRE DU PIGD

Inventaire des déchets du Scénario Industriel 2011									Inventaire margé	
CATEGORIE SI 2011	IDENTIFIANT FAMILLE SI 2011	INTITULE FAMILLE SI 2011	Conteneur primaire	Volume industriel du conteneur primaire (m ³)	Nombre de colis primaires SI 2011	Volume (m ³)	MARGE Nombre de colis primaires SI 2011	MARGE Volume (m ³)	Nombre de colis primaires SI 2011 + marges	Volume (m ³) SI 2011 + marges
MAVL	CEA-050	Conteneurs 870 L en acier non allié produits suivant la spéc.SPC 079 (à partir du 01 /01 /94) contenant des déchets divers (alpha Pu prépondérant) bloqués dans un liant hydraulique	870 L	0,88	3150	2772	400	352	3550	3124
MAVL	CEA-060	Conteneurs en acier de 500 L produits depuis 1994 suivant la spécification SPC 081 et contenant des déchets divers bloqués dans un liant hydraulique	500 L acier	0,5	1100	550	150	75	1250	625
MAVL	CEA-070	Conteneurs en béton de 500 L contenant des fûts de boues de filtration enrobées dans un liant hydraulique produits suivant la spécification SPC 082	500 L béton	0,5	43	22	0	0	43	22
MAVL	CEA-080	Conteneurs 870 L en acier non allié produits de 1 972 à 1 990 contenant des déchets divers bloqués dans une matrice ciment-bitume	870 L	0,88	2188	1925	0	0	2188	1925
MAVL	CEA-090	Conteneurs 870 L en acier non allié produits de 1990 à fin 1993 contenant des déchets divers (alpha Pu prépondérant) bloqués dans un liant hydraulique	870 L	0,88	562	495	0	0	562	495
MAVL	CEA-100	Conteneurs 870 L en acier non allié contenant des fûts de 700 L de concentrats à 800 g/l enrobés dans un liant hydrique	870 L	1,1	40	44	0	0	40	44
MAVL	CEA-1000	Fûts en acier inoxydable contenant des enrobés bitumineux produits suivant la spécification 300 AQ 048 (à partir d'octobre 1996)	Fût acier	0,23	2250	518	100	23	2350	541
MAVL	CEA-1010	Fûts en acier non allié contenant des enrobés bitumineux produits suivant la spéc 300 AQ 048 (de 1995 à 1996)	Fût acier	0,23	1709	393	0	0	1709	393
MAVL	CEA-1020	Fûts en acier inoxydable issus du reconditionnement de fûts en acier non allié contenant des enrobés bitumineux produits avant 1995	EIP	0,38	7000	2660	0	0	7000	2660
MAVL	CEA-1030	Fûts en acier non allié contenant des enrobés bitumineux produits avant 1995	Fût acier	0,23	17422	4007	0	0	17422	4007
MAVL	CEA-1040	Fûts en acier inoxydable contenant des déchets de procédé cimentés	EIP	0,38	2513	955	500	190	3013	1145
MAVL	CEA-1050	Fûts en acier inoxydable contenant des déchets de structure métalliques cimentés (y compris le DEM des Célestins)	EIP	0,38	1320	502	0	0	1320	502
MAVL	CEA-1060	Fûts en acier inoxydable contenant des déchets de structure magnésiens bloqués dans un liant hydraulique	Fût acier	0,22	7464	1642	0	0	7464	1642
HA	CEA-1070	Conteneurs de déchets vitrifiés AVM produits suivant la spécification MAR/DPAD/NT 2008-004	Conteneur AVM	0,175	865	151	0	0	865	151
HA	CEA-1080	Conteneurs de déchets vitrifiés AVM produits avant 1995	Conteneur AVM	0,175	2294	402	0	0	2294	402

Inventaire des déchets du Scénario Industriel 2011									Inventaire margé	
CATEGORIE SI 2011	IDENTIFIANT FAMILLE SI 2011	INTITULE FAMILLE SI 2011	Conteneur primaire	Volume industriel du conteneur primaire (m ³)	Nombre de colis primaires SI 2011	Volume (m ³)	MARGE Nombre de colis primaires SI 2011	MARGE Volume (m ³)	Nombre de colis primaires SI 2011 + marges	Volume (m ³) SI 2011 + marges
MAVL	CEA-1090	Fûts en acier inoxydable contenant des déchets technologiques métalliques et organiques bloqués dans un liant hydraulique	EIP	0,38	873	332	480	182	1353	514
MAVL	CEA-110	Conteneurs 500 L en acier non allié produits de 1970 à 1990 contenant des déchets divers bloqués dans une matrice ciment-bitume	500 L acier	0,5	427	214	0	0	427	214
MAVL	CEA-1100	Conteneurs 870 L en acier non allié contenant des déchets technologiques métalliques et organiques bloqués dans un liant hydraulique (déchets alpha MARCOULE)	870 L FI	0,88	410	361	0	0	410	361
MAVL	CEA-1110	Conteneurs en acier inoxydable contenant des déchets technologiques issus de l'AVM	Conteneur AVM	0,175	188	33	0	0	188	33
MAVL	CEA-1120	Conteneurs type AVM en acier inoxydable contenant des déchets vitrifiés issus des effluents de rinçage UP1 MARCOULE (verres MAVL)	Conteneur AVM	0,175	166	29	0	0	166	29
MAVL	CEA-1140	Fûts en acier inoxydable contenant des boues de filtration cimentées issues de l'installation STEMA	EIP	0,38	120	46	0	0	120	46
MAVL	CEA-1150a	Déchets de structure, divers déchets métalliques et déchets de DEM des chaînes TOP et TOR, à reconditionner en fûts EIP	EIP	0,38	204	78	46	17	250	95
MAVL	CEA-1150b	Déchets de structure, divers déchets métalliques et déchets de DEM des chaînes TOP et TOR, à reconditionner en conteneurs DIADEM	Conteneur DIADEM	0,206	434	89	16	3	450	92
MAVL	CEA-1180	Futs alpha 200 L entreposés au bâtiment 99 de la zone nord CDS à reconditionner en 500 L	500 L Béton	0,5	183	92	0	0	183	92
HA	CEA-1190	Déchets vitrifiés divers (verres de laboratoire) entreposés au bâtiment 213 de l'APM (hors PIVER)	Etui inox regroupant t 2 verres	0,175	8	1	0	0	8	1
MAVL	CEA-1200	Déchets divers entreposés dans les bâtiments 211 et 213 (hors conteneurs de déchets vitrifiés PIVER et autres verres HA)	Conteneur DIADEM	0,206	50	10	0	0	50	10
MAVL	CEA-120	Conteneurs 500 L en acier non allié produits de 1990 à 1994 contenant des déchets divers bloqués dans un liant hydraulique	500 L acier	0,5	210	105	0	0	210	105
MAVL	CEA-140	Conteneurs en béton de 500 L produits avant 1 994 et contenant des fûts de boues de filtration enrobées dans un liant hydraulique	500 L béton	0,5	2297	1149	0	0	2297	1149
MAVL	CEA-150	Conteneurs en béton de 500 L contenant des fûts de concentrats d'évaporation enrobés dans un liant hydraulique	500 L béton	0,5	381	191	0	0	381	191
HA	CEA-1500	Sources radioactives HA (¹³⁷ Cs, ⁹⁰ Sr, ²³⁹ Pu)	Conteneur AVM	0,175	7	1	0	0	7	1

Inventaire des déchets du Scénario Industriel 2011									Inventaire margé	
CATEGORIE SI 2011	IDENTIFIANT FAMILLE SI 2011	INTITULE FAMILLE SI 2011	Conteneur primaire	Volume industriel du conteneur primaire (m ³)	Nombre de colis primaires SI 2011	Volume (m ³)	MARGE Nombre de colis primaires SI 2011	MARGE Volume (m ³)	Nombre de colis primaires SI 2011 + marges	Volume (m ³) SI 2011 + marges
MAVL	CEA-1510	Sources radioactives (alpha, neutroniques et divers)	870 L FI	0,88	33	29	0	0	33	29
MAVL	CEA-1520	Sources radioactives (¹³⁷ Cs, ⁹⁰ Sr)	Conteneur 1/2 DIADEM	0,1	5	1	0	0	5	1
HA	CEA-200	Conteneurs PIVER produits de 1 969 à 1981 contenant des solutions de produits de fission SICRAL et PHENIX dans une matrice verre	Etui inox regroupant 2 PIVER	0,175	88	16	0	0	88	16
MAVL	CEA-230	Fûts de sulfates de plomb radifères provenant de l'usine du Bouchet	5m3 béton	5	19	95	0	0	19	95
MAVL	CEA-230	Fûts de sulfates de plomb radifères provenant de l'usine du Bouchet	EIP	0,38	952	362	0	0	952	362
MAVL	CEA-270	Conteneurs 870 L en acier non allié contenant des déchets divers bloqués dans un liant hydraulique (CEA/DAM Valduc)	870 L	0,88	415	365	0	0	415	365
MAVL	CEA-280	Fûts 223 L en acier non allié contenant des boues de filtration enrobées dans un liant hydraulique (y compris fûts suivant spécification SPC082)	Fût acier	0,254	2229	566	0	0	2229	566
MAVL	CEA-290	Conteneurs en acier non allié issus du reconditionnement de conteneurs en béton 1800 L contenant des déchets divers bloqués dans un liant hydraulique	Conteneur acier	2,28	169	385	0	0	169	385
MAVL	CEA-300	Conteneurs en acier non allié issus du reconditionnement de conteneurs en béton 1800 L contenant des déchets divers bloqués dans une matrice ciment-bitume	Conteneur acier	2,28	11	25	0	0	11	25
MAVL	CEA-310	Conteneurs en acier non allié issus du reconditionnement de conteneurs en béton 1000 L contenant des déchets divers bloqués dans une matrice ciment-bitume ou un mélange boues-ciment	Conteneur acier	1,04	88	92	0	0	88	92
MAVL	CEA-320	Fûts en acier contenant des boues ou concentrats ou un mélange de boues-concentrats cimentés	Fût acier	0,22	360	80	0	0	360	80
MAVL	CEA-330	Conteneurs 870 L en acier non allié contenant des déchets métalliques et organiques Pégase	870 L 31 3 FI	0,88	600	528	0	0	600	528
MAVL	CEA-340	CSD-C contenant des effluents américiés vitrifiés (verre MAVL Valduc)	CSD-C	0,18	300	54	0	0	300	54
HA	CEA-350	Conteneurs en acier inoxydable contenant des déchets vitrifiés d'Atalante	Conteneur AVM	0,175	5	1	0	0	5	1
MAVL	CEA-360	Conteneurs en acier (poubelles Phénix) contenant des déchets issus du DMT des objets du cœur de Phénix	Conteneur DIADEM	0,206	781	161	0	0	781	161

Inventaire des déchets du Scénario Industriel 2011									Inventaire margé	
CATEGORIE SI 2011	IDENTIFIANT FAMILLE SI 2011	INTITULE FAMILLE SI 2011	Conteneur primaire	Volume industriel du conteneur primaire (m ³)	Nombre de colis primaires SI 2011	Volume (m ³)	MARGE Nombre de colis primaires SI 2011	MARGE Volume (m ³)	Nombre de colis primaires SI 2011 + marges	Volume (m ³) SI 2011 + marges
MAVL	CEA-370	Conteneurs en acier inoxydable (poubelles Phénix) contenant des objets exotiques de Phénix	Conteneur DIADEM	0,206	8	2	0	0	8	2
MAVL	CEA-380	Déchets divers contenant du B4C issus des phases d'exploitation et de DMT des réacteurs RNR Rapsodie et Phénix	Conteneur inox	1,5	3	5	0	0	3	5
MAVL	CEA-400	Conteneurs en acier inoxydable (poubelles Phénix) contenant des déchets irradiants issus du DMT de Rapsodie et de l'assainissement des fosses de CADARACHE + exploitation et DEM RIH	Conteneur DIADEM	0,206	180	37	20	4	200	41
MAVL	CEA-410	Fûts en acier inoxydable contenant des déchets irradiants issus de l'exploitation et du DMT de diverses installations de SACLAY, à reconditionner en conteneur A4 puis en conteneur DIADEM	Conteneur DIADEM	0,206	240	49	60	12	300	61
MAVL	CEA-420	Fûts en acier contenant des déchets issus de l'exploitation et du DMT de diverses installations de FONTENAY-aux- a à reconditionner en conteneur 1/2 DIADEM	Conteneur 1/2 DIADEM	0,1	175	18	50	5	225	23
MAVL	CEA-430	Fûts en acier inoxydable (conteneurs de décroissance) contenant des déchets divers issus des phases d'exploitation, d'assainissement et de DMT de diverses installations du Centre de GRENOBLE, à reconditionner en conteneur A4 puis en conteneur DIADEM	Conteneur DIADEM	0,206	40	8	0	0	40	8
MAVL	CEA-440	Conteneurs 500 L en acier inoxydable contenant des déchets divers non compactables bloqués dans un liant hydraulique (exploitation CABRI, DMT Rapsodie, fosses CAD, CENG)	500 L	0,5	2000	1000	0	0	2000	1000
MAVL	CEA-450	Conteneurs en acier non allié issus du reconditionnement de conteneurs bétons dits "Blocs sources"	Conteneur acier	3,05	41	125	0	0	41	125
MAVL	CEA-460	Déchets de déconstruction des Installations du centre CEA Valduc	870 l	0,88	40	35	0	0	40	35
MAVL	ITER-010	Déchets divers produits pendant les phases d'exploitation, de maintenance et de déconstruction du réacteur ITER	Fût acier	0,687	3910	2685	766	526	4676	3211
MAVL	COG-020	Fûts bitumes STE3 produits suivant la spécification 300 AQ 027	Fût acier	0,222	11900	2642	0	0	11900	2642
MAVL	COG-030	Conteneurs Béton Fibres Cylindriques / CBF-C'2 produits suivant la spéc 300 AQ 044 (déchets technologiques)	CBF-C'2	1,18	7584	8949	0	0	7584	8949
MAVL	COG-040	Fûts de coques et embouts cimentés produits suivant la spécification 300 AQ 025	Fût acier	1,5	1517	2276	0	0	1517	2276
MAVL	COG-050	Conteneurs Amiante Ciment/CAC produits suivant la spécification 300 AQ 038 (déchets technologiques)	CAC	1,18	324	382	0	0	324	382
MAVL	COG-070	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des coques et embouts du silo HAO	CSD-C	0,18	1527	275	0	0	1527	275
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	0,18	6675	1202	0	0	6675	1202

Inventaire des déchets du Scénario Industriel 2011									Inventaire margé	
CATEGORIE SI 2011	IDENTIFIANT FAMILLE SI 2011	INTITULE FAMILLE SI 2011	Conteneur primaire	Volume industriel du conteneur primaire (m ³)	Nombre de colis primaires SI 2011	Volume (m ³)	MARGE Nombre de colis primaires SI 2011	MARGE Volume (m ³)	Nombre de colis primaires SI 2011 + marges	Volume (m ³) SI 2011 + marges
MAVL	COG-110	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des coques et embouts issus d'assemblages combustibles UOX	CSD-C	0,18	17850	3213	0	0	17850	3213
MAVL	COG-120	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des coques et embouts issus d'assemblages combustibles UOX/URE/MOX	CSD-C	0,18	22720	4090	0	0	22720	4090
HA	COG-140	Conteneurs Standards de Déchets Vitriifiés/CSD-V : verres produits suivant la spécification 300 AQ 016	CSD-V	0,18	6900	1242	0	0	6900	1242
HA	COG-150	Conteneurs Standards de Déchets Vitriifiés/CSD-U : verres UMO à produire selon spéc 300 AQ 059	CSD-U	0,18	1000	180	0	0	1000	180
HA	COG-200	Conteneurs Standards de Déchets Vitriifiés/CSD-V : verres UOX/MOX	CSD-V	0,18	24060	4331	0	0	24060	4331
MAVL	COG-400	Déchets alpha en provenance de Mélox et LHA	S5	0,233	4400	1025	0	0	4400	1025
MAVL	COG-420	Fûts enrobés bitumineux STEZ (reprise partielle silo 550-14)	Fût acier	0,222	340	75	0	0	340	75
MAVL	COG-430	Boues STEZ séchées, compactées et immobilisées dans un conteneur métallique	C5	0,268	14429	3867	0	0	14429	3867
MAVL	COG-440	Fût ECE cimenté de fines et résines du silo HAO	Fût ECE	1,5	101	152	20	30	121	182
MAVL	COG-450	Conteneurs Standards de Déchets Compactés/CSD-C contenant des déchets de structure issus d'assemblages combustibles REP et RNR (SPX et PX)	CSD-C	0,18	1514	273	0	0	1514	273
MAVL	COG-460	Conteneurs Standards de Déchets Compactés CSD-C contenant des déchets technologiques métalliques et organiques et des déchets de DEM	CSD-C	0,18	500	90	0	0	500	90
MAVL	COG-470	Colis CSD-B contenant des effluents de moyenne activité vitriifiés (MAD UP2-400, UP2-800 et UP3)	CSD-B	0,18	900	162	0	0	900	162
MAVL	COG-480	Colis CBF-C2 contenant des déchets d'exploitation et de DEM (poubelles fosse ATTILA)	CBF-C2	1,18	18	21	0	0	18	21
MAVL	COG-490	Déchets issus des opérations de CDE DEM des usines UP2-400, UP2-800 et UP3 compactés en CSD-C	CSD-C	0,18	4450	801	0	0	4450	801
MAVL	COG-500	Déchets issus des opérations de CDE DEM des usines UP2-400, UP2-800 et UP3 conditionnés en CBF-C2	CBF-C2	1,18	1665	1965	0	0	1665	1965
MAVL	COG-510	Déchets issus des opérations de CDE DEM de l'usine MELOX conditionnés en CBF-C2	CBF-C2	1,18	352	415	0	0	352	415
MAVL	COG-520	Déchets issus des opérations de CDE DEM des installations CFCa CADARACHE conditionnés en CBF-C2	CBF-C2	1,18	119	140	0	0	119	140
HA	COG-800	Conteneurs Standards de Déchets Vitriifiés/CSD-V : verres REP UOX dont verres à teneur actinides augmentée produits suivant spéc 300 AQ 060	CSD-V	0,18	19010	3422	0	0	19010	3422

Inventaire des déchets du Scénario Industriel 2011									Inventaire margé	
CATEGORIE SI 2011	IDENTIFIANT FAMILLE SI 2011	INTITULE FAMILLE SI 2011	Conteneur primaire	Volume industriel du conteneur primaire (m ³)	Nombre de colis primaires SI 2011	Volume (m ³)	MARGE Nombre de colis primaires SI 2011	MARGE Volume (m ³)	Nombre de colis primaires SI 2011 + marges	Volume (m ³) SI 2011 + marges
HA	COG-810	Conteneurs Standards de Déchets Vitriifiés/CSD-V : verres de vidange R7/T7	CSD-V	0,18	250	45	0	0	250	45
HA	COG-820	Conteneurs Standards de Déchets Vitriifiés/CSD-V : verres de calcinats	CSD-V	0,18	50	9	25	5	75	14
HA	COG-830	Conteneurs Standards de Déchets Vitriifiés/CSD-V I verres REP/RNR (SPX et PX)	CSD-V	0,18	1095	197	0	0	1095	197
HA	COG-850	Déchets technologiques issus des ateliers de vitrification conditionnés en Conteneurs Standards	CSD	0,18	108	19	0	0	108	19
HA	COG-860	Déchets issus des colonnes d'élution d'ELAN IIB conditionnés en Conteneurs Standards	CSD	0,18	52	9	0	0	52	9
HA	COG-870	Capsules de titanates de Sr conditionnées en Conteneurs Standards	CSD	0,18	3	1	0	0	3	1
MAVL	EDF-250	Déchets divers contenant du B4C issus des phases d'exploitation et de DMT du réacteur RNR SuperPhénix	Conteneur inox	1,5	5	8	0	0	5	8
MAVL	EDF-080	C1PG de DAE REP	C1PG	2	1100	2200	100	200	1200	2400
MAVL	EDF-090	C1PG de DAD 1er train hors déchets sodés SPX	C1PG	2	700	1400	0	0	700	1400
MAVL	EDF-100	DAD des REP du parc actuel (dont BCOT)	AD	1,1	6360	7000	0	0	6360	7000
MAVL	EDF-110	Crayons sources primaires et secondaires REP et autres sources scellées diverses	AD	0,25	20	5	0	0	20	5
MAVL	EDF-120	Déchets AMI Chinon	AD	0,25	100	25	0	0	100	25
HA	EDF-240	Combustibles usés EL4	AA281 C1/C2	0,01/ 0,066	2667	27	0	0	2667	27

ANNEXE T4 - MARGES ATTRIBUEES A L'INVENTAIRE

IDENTIFIANT FAMILLE SI 2011	INTITULE FAMILLE SI 2011	Conteneur primaire	Volume industriel du conteneur primaire (m3)	Nombre de colis primaires SI 2011	Volume (m ³)	MARGE nombre de colis primaires SI 2011	MARGE nombre de colis primaires SI 2011 (%)	MARGE Volume (m ³)	MARGE Volume (%)
COG-820	Conteneurs Standards de Déchets Vitriifiés/CSD-V : verres de calcinats	CSD-V	0,18	50	9	25	50,0%	5	55,6%
CEA-1090	Fûts en acier inoxydable contenant des déchets technologiques métalliques et organiques bloqués dans un liant hydraulique	EIP	0,38	873	332	480	55,0%	182	54,8%
CEA-420	Fûts en acier contenant des déchets issus de l'exploitation et du DMT de diverses installations de FONTENAY-aux- a à reconditionner en conteneur 1/2 DIADEM	Conteneur 1/2 DIADEM	0,1	175	18	50	28,6%	5	27,8%
CEA-410	Fûts en acier inoxydable contenant des déchets irradiants issus de l'exploitation et du DMT de diverses installations de SACLAY, à reconditionner en conteneur A4 puis en conteneur DIADEM	Conteneur DIADEM	0,206	240	49	60	25,0%	12	24,5%
CEA-1150a	Déchets de structure, divers déchets métalliques et déchets de DEM des chaînes TOP et TOR, à reconditionner en fûts EIP	EIP	0,38	204	78	46	22,5%	17	21,8%
CEA-1040	Fûts en acier inoxydable contenant des déchets de procédé cimentés	EIP	0,38	2513	955	500	19,9%	190	19,9%
COG-440	Fût ECE cimenté de fines et résines du silo HAO	Fût ECE	1,5	101	152	20	19,8%	30	19,7%
ITER-010	Déchets divers produits pendant les phases d'exploitation, de maintenance et de déconstruction du réacteur ITER	Fût acier	0,687	3910	2685	766	19,6%	526	19,6%
CEA-060	Conteneurs en acier de 500 L produits depuis 1994 suivant la spécification SPC 081 et contenant des déchets divers bloqués dans un liant hydraulique	500 L acier	0,5	1100	550	150	13,6%	75	13,6%
CEA-050	Conteneurs 870 L en acier non allié produits suivant la spéc.SPC 079 (à partir du 01 /01 /94) contenant des déchets divers (alpha Pu prépondérant) bloqués dans un liant hydraulique	870 L	0,88	3150	2772	400	12,7%	352	12,7%
CEA-400	Conteneurs en acier inoxydable (poubelles Phénix) contenant des déchets irradiants issus du DMT de Rapsodie et de l'assainissement des fosses de CADARACHE + exploitation et DEM RIH	Conteneur DIADEM	0,206	180	37	20	11,1%	4	10,8%
EDF-080	C1PG de DAE REP	C1PG	2	1100	2200	100	9,1%	200	9,1%
CEA-1000	Fûts en acier inoxydable contenant des enrobés bitumineux produits suivant la spécification 300 AQ 048 (à partir d'octobre 1996)	Fût acier	0,23	2250	518	100	4,4%	23	4,4%
CEA-1150b	Déchets de structure, divers déchets métalliques et déchets de DEM des chaînes TOP et TOR, à reconditionner en conteneurs DIADEM	Conteneur DIADEM	0,206	434	89	16	3,7%	3	3,4%

ANNEXE T5 - CHRONIQUES DE STOCKAGE (CF. CGPEADPG11 0074 INDICE A DU 30 JANVIER 2012)

I. Période de 2025 à 2029

Familles	Colis en référence	2025	2026	2027	2028	2029	TOTAL
COG-030, COG-050	CBF-C'2, CAC (La Hague)	37	68	99	129	160	493
COG-040	CEC (La Hague)	18	34	49	65	80	246
CEA-1110	CDT AVM (Marcoule)	19	19	19	19	19	95
COG-100, COG-070, COG-110	CSD-C (La Hague)	148	271	394	518	641	1 972
CEA-200	Verres Piver (Marcoule)	0	20	56	12	0	88
CEA-1190	Verres de laboratoire du bat. 213	0	8	0	0	0	8
CEA-1070	Déchets vitrifiés AVM (Marcoule)	0	72	144	284	365	865
CEA-1080		0	0	0	0	14	14
CEA-350	Déchets vitrifiés Atalante	0	0	0	5	0	5
	TOTAL NOMBRE	222	492	761	1 032	1 279	3 786
	TOTAL VOLUME	101	201	300	399	494	1 494
	Colis en option						
CEA-1030	Enrobés bitumineux (Marcoule)	277	508	740	971	1 202	3 698
COG-020, COG-420	Enrobés bitummeux (La Hague)	119	219	318	417	517	1 590
	TOTAL NOMBRE	396	727	1 058	1 388	1 719	5 288
	TOTAL VOLUME	191	366	540	715	885	1 204

II. Période de 2030 à 2050

1. Scénario de référence - réception d'enrobés bitumés à partir de 2030

SCENARIO DE REFERENCE	NOMBRE																				TOTAL	
	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049		2050
Nombre de CP par an	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	TOTAL
CSD-C	764	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	18 164
C'2 + CAC	191	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	4 541
Bitume LH	0	815	815	815	815	815	815	815	815	815	815	1 363	1 363	1 364	0	0	0	0	0	0	0	12 240
CEC	96	129	129	129	129	129	129	134	134	133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 271
Fûts boues	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	120	120	120	480
fûts acier 500L MI + Cont. 1800L Cedra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	180	180	180	180	900
conteneur béton 500l FI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	214	210	210	393	210	210	210	1 657
fûts 870L FI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	162	240	240	440	440	440	2 062
fûts EIP	0	410	410	450	410	410	410	410	410	410	410	450	410	416	150	150	150	150	0	40	0	6 056
Bitumes Marcoule	1 433	1 500	1 517	1 500	1 550	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 200	900	900	900	581	28 481
Magnésiens	0	575	575	575	575	575	575	575	575	575	575	575	575	564	0	0	0	0	0	0	0	7 464
Conteneurs DIADEM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	412	412	412	412	411	0	0	2 059
Divers MAVL	19	72	100	72	98	54	20	48	20	20	169	20	20	48	80	83	108	93	64	126	116	1 450
Sous total	2 503	4 501	4 546	4 541	4 577	4 483	4 449	4 482	4 454	4 453	4 469	4 908	4 868	4 892	3 706	3 767	3 750	3 738	3 575	3 266	2 897	86 825
Verres AVM, PIVER, Umo	380	380	380	380	380	380	300	200	200	150	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3 280
CU EL4	0	0	0	0	0	0	9	871	900	887	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 667
TOTAL NOMBRE	5 386	9 382	9 472	9 462	9 534	9 346	9 207	10 035	10 008	9 943	9 088	9 816	9 736	9 784	7 412	7 534	7 500	7 476	7 150	6 532	5 794	179 597
TOTAL VOLUME	903	1 448	1 452	1 463	1 460	1 448	1 434	1 424	1 424	1 414	1 214	1 325	1 310	1 310	1 157	1 209	1 209	1 232	1 259	1 189	1 101	27 387

2. Scénario optionnel - réception d'enrobés bitumés dès 2025

SCENARIO OPTIONNEL	NOMBRE																					
	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	TOTAL
Nombre de CP par an																						
CSD-C	764	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	18 164
C'2 + CAC	191	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	4 541
Bitume LH	616	645	645	645	645	645	645	645	645	645	645	1 194	1 194	1 196	0	0	0	0	0	0	0	10 650
CEC	96	129	129	129	129	129	129	134	134	133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 271
Fûts boues	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	120	120	120	480
fûts acier 500L MI + Cont. 1800L Cedra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	180	180	180	180	180	900
conteneur béton 500l FI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	214	210	210	393	210	210	210	1 657
fûts 870L FI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	162	240	240	440	440	440	2 062
fûts EIP	0	410	410	450	410	410	410	410	410	410	410	450	410	416	150	150	150	150	0	40	0	6 056
Bitumes Marcoule	1 433	1 500	1 500	1 500	1 567	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500	783	0	0	0	0	24 783
Magnésiens	0	575	575	575	575	575	575	575	575	575	575	575	575	564	0	0	0	0	0	0	0	7 464
Conteneurs DIADEM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	412	412	412	412	411	0	0	2 059
Divers MAVL	19	72	100	72	98	54	20	48	20	20	169	20	20	48	80	83	108	93	64	126	116	1 450
Sous total	2 503	4 501	4 546	4 541	4 577	4 483	4 449	4 482	4 454	4 453	4 469	4 908	4 868	4 892	3 706	3 767	3 750	3 738	3 575	3 266	2 897	86 825
Verres AVM, PIVER, Umo	380	380	380	380	380	380	300	200	200	150	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3 280
CU EL4	0	0	0	0	0	0	9	871	900	887	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 667
TOTAL NOMBRE	6 002	9 212	9 285	9 292	9 381	9 176	9 037	9 865	9 838	9 773	8 918	9 647	9 567	9 616	7 412	7 534	7 083	6 576	6 250	5 632	5 213	174 309
TOTAL VOLUME	1 040	1 410	1 410	1 426	1 426	1 410	1 396	1 386	1 386	1 376	1 177	1 288	1 272	1 273	1 157	1 209	1 113	1 061	1 088	1 018	1 003	26 327

III. Emballages restant à envoyer à partir de 2050

Emballages restant à envoyer à partir de 2050	Nombre d'emballages (référence)	(option)
CSD-C	1 064	1 064
CBF-C2 + CAC	1 759	1 759
S5	367	367
Bitumes LH	0	0
C5	1 202	1 202
CEC	0	0
MI + Cont.1800 l CEDRA	926	926
Conteneur béton 500 l FI	291	291
colis ITER	935	935
fûts boues	186	186
fûts 870l FI	1 422	1 422
fûts EIP	0	0
Bitumes Marcoule	145	0
Magnésiens	0	0
Conteneurs DIADEM	0	0
C1PG	633	633
DAD REP	1 590	1 590
Divers MAVL	252	252
Total	10 772	10 627

IV. Période de 2075 à 2140



