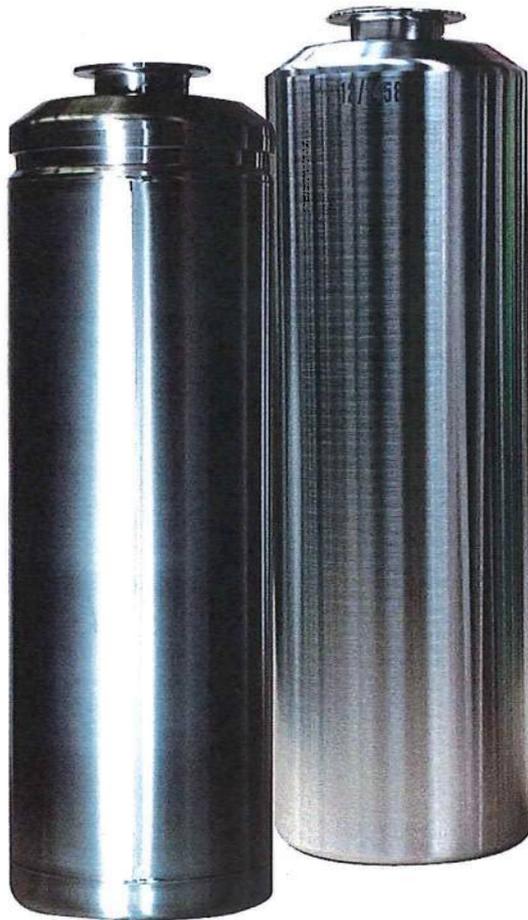
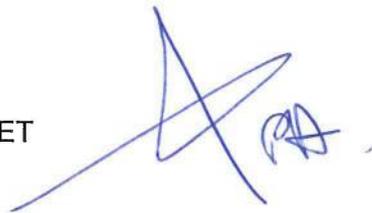


METALL+

Demande de recours à l'équivalent

Le 7 juillet 2021

Signature : P. AUBRET



METALL +

Demande de recours
à l'équivalent

Sommaire

1. Préambule	3
2. Présentation de l'opération	4
3. Principes d'équivalence	4
3.1. Nocivité : Système d'équivalence ITP	4
3.2. Masse métallique	6
4. Impact sur les installations d'entreposage	7
4.1. Entreposage des CSD-B :	7
4.2. Entreposage des CSD-C :	7
4.3. Conclusion	9
5. Impact sur les installations de stockage	9
5.1. Prise en compte des 4104 colis CSD-C dans la conception de Cigéo9	
5.1.1. Prise en compte des caractéristiques physico-chimiques unitaires des CSD-C	9
5.1.2. Prise en compte des 4 104 CSD-C	10
5.2. Prise en compte des 135 colis CSD-B dans la conception de Cigéo 10	
5.2.1. Prise en compte des caractéristiques physico-chimiques unitaires des CSD-B	10
5.2.2. Prise en compte des 135 CSD-B	11
5.3. Conclusion	11
6. CONCLUSION	11

1. Préambule

L'Allemagne a longtemps été le premier client étranger de l'usine de traitement-recyclage de La Hague. A ce titre, elle s'est engagée à reprendre les résidus issus de cette activité.

Les quatre électriciens allemands (RWE, Preussen Elektra, EnBw et Vattenfall, dits German Utilities ou GUs) ont fait appel aux services français de traitement-recyclage de 1978 à 2008. Au total, durant cette période, 5 310 tonnes de combustibles usés allemands ont été acheminées à la Hague afin d'y être traitées. L'ensemble des matières recyclables (soit 96 % des combustibles usés) a pu être recyclé.

Les 4% restant sont des déchets ultimes de haute activité et de moyenne activité à vie longue (HA/MAVL), donc non recyclables, et doivent selon les législations française et européenne être retournés dans leur pays d'origine. Cette obligation a notamment été précisée dans l'accord intergouvernemental franco-allemand d'octobre 2008, qui prévoit que le retour de résidus en Allemagne interviendra « *au plus tard* » avant fin 2024.

L'Allemagne a entamé le processus de rapatriement des résidus en 1996, en reprenant le contingent de déchets vitrifiés de haute activité (3 016 CSD-V représentant 97 % de l'activité totale du crédit allemand) jusqu'en 2011. Restent en revanche sur le territoire français :

- 135 colis de résidus vitrifiés de moyenne activité, issus d'effluents (CSD-B). Le retour de ces résidus a déjà fait l'objet d'un accord : ils doivent être renvoyés avant fin 2024 dans 5 emballages Castor HAW 28 M – déjà licenciés en Allemagne – vers le site de Philippsburg dans le Baden-Württemberg. Ce choix a été validé par le Land et par l'Etat fédéral à l'issue d'un compromis interne allemand de 2016 ;
- 4 104 colis de déchets compactés de moyenne activité (CSD-C) : gaines et embouts métalliques issus des combustibles usés. Ces déchets restent entreposés à La Hague dans l'attente d'une solution de transport/entreposage.

L'évolution des exigences réglementaires allemandes de sûreté a conduit à des glissements répétés du calendrier de développement de l'emballage de transport/entreposage destiné au rapatriement des déchets compactés vers l'Allemagne. Le résultat a été de faire prendre vingt ans de retard - en vingt ans - au processus de retour des déchets compactés.

Compte tenu du retard déjà accumulé, le respect par l'Allemagne de l'engagement inscrit dans l'accord intergouvernemental de 2008 d'un retour des résidus avant fin 2024 n'est plus réalisable en l'état ; les derniers retours sont susceptibles d'être reportés à l'horizon de la décennie 2040.

A la suite d'échanges avec la DGEC sur les dispositions de l'article R. 542-33-3, du Code de l'environnement, Orano Recyclage soumet la présente demande de recours à l'équivalent prévu aux articles L. 542-2 et L. 542-2-2 du Code de l'environnement en vue de permettre l'accélération du calendrier d'expédition des déchets radioactifs et de respecter ainsi la date de fin des retours de 2024.

METALL +

Demande de recours à l'équivalent

2. Présentation de l'opération

Afin de respecter l'obligation de retour de résidus pour l'ensemble de ses clients, Orano Recyclage a mis en place, dans les années 1990, un système comptable permettant de répartir les résidus entre les clients. Ainsi, au moment du traitement de leurs combustibles, sont allouées à chaque propriétaire des unités résidus (UR) correspondant aux caractéristiques de leurs combustibles traités. Il existe 4 catégories d'UR qui comptabilisent les produits de fission (PF), les déchets de structure (SD), les déchets technologiques (DT) et les boues et effluents (BE). Au moment des opérations de retour vers un client, Orano Recyclage sélectionne, dans le stock de résidus disponibles correspondant à la nature des UR, les colis permettant d'apurer le compte UR dudit client.

L'opération METALL+ permet ainsi de modifier l'allocation des UR initialement prévue, en apurant les comptes URSD, URDT et URBE et en créditant en échange une quantité d'URPF supplémentaire, tout en assurant le renvoi de la masse métallique correspondant aux déchets de structure.

Ainsi, une fois la réallocation réalisée, afin d'apurer le compte URPF des clients allemands, Orano Recyclage sélectionnera des colis de déchets vitrifiés (CSD-V) et pour apurer la masse métallique, des emballages réformés.

Le système d'équivalence permettant la réallocation (mise à zéro des comptes URSD, URDT et URBE ; et crédit d'URPF) agréé par l'ensemble des Parties est le système ITP (Cf. paragraphe 3.1).

Par cette opération, une centaine de résidus vitrifiés (CSD-V) et environ 25 emballages ayant servi au transport de combustibles seront expédiés en Allemagne ; 4 104 résidus compactés (CSD-C) et 135 résidus vitrifiés de moyenne activité (CSD-B) seront conservés sur le territoire national.

3. Principes d'équivalence

3.1. Nocivité : Système d'équivalence ITP

La méthode ITP – Integrated Toxic Potential - a été développée et proposée par British Nuclear Fuels Limited (BNFL) pour optimiser le retour des résidus à ses clients étrangers.

Cette méthode ITP a été décrite dans le rapport de 1997 de l'Union européenne EUR-17241EN « Elements for Assessing the Equivalence between Radioactive Waste Materials ». De plus elle a fait l'objet :

- En 2004, d'une évaluation par NAC International, qui a donné lieu à une publication : « Consultation Paper on Proposals for intermediate level radioactive waste substitution »,
- En 2006, d'un rapport: « Review and Audit Report on Proposed Implementation of Radioactive Waste Substitution Arrangements

METALL +

Demande de recours à l'équivalent

Related to British Nuclear Group Overseas Reprocessing Contracts » commandité par la British Nuclear Decommissioning Authority (NDA).

Le principe d'équivalence est basé sur le calcul d'une grandeur théorique nommée « Integrated Toxic Potential » (ITP). Cette quantité vise à évaluer la radiotoxicité des colis de déchets. Selon cette méthode, à un instant t , la radiotoxicité peut être quantifiée par son « Toxic Potential » (TP) qui est défini comme « le volume d'eau dans lequel 1 m^3 de déchets doit être dilué de sorte que l'ingestion annuelle de ce volume d'eau conduise à une dose absorbée de 1 mSv .

Par conséquent, le TP peut être assimilé à une activité pondérée par un coefficient dépendant de l'apport annuel de ce nucléide.

Pour un nucléide donné, le « Toxic Potential » spécifique, Φ_i , est calculé comme suit :

$$\Phi_i(t) = \frac{AWI \cdot A_i(t)}{AL_{ing}} = \frac{AWI \cdot EDC_i \cdot A_i(t)}{AAEDL} \quad (1)$$

Avec:

- $\Phi_i(t)$: « Toxic Potential » (TP), le potentiel toxique du radionucléide i (m^3) ;
- AWI : « Average annual drinking Water Intake », la consommation d'eau annuelle moyenne pour un homme selon ICRP 72 [3] ($0,712 \text{ m}^3 \cdot \text{an}^{-1}$) ;
- AL_{ing} : « Annual Limit of intake by Ingestion », la limite annuelle de dose absorbée par ingestion ($\text{Bq} \cdot \text{an}^{-1}$) ;
- $A_i(t)$: Activité du radionucléide i à la date t (Bq) ;
- EDC_i : « Effective Dose Coefficient », le coefficient de dose effective du radionucléide i ($\text{Sv} \cdot \text{Bq}^{-1}$) ;
- $AAEDL$: « Annual Average Effective Dose Limit », limite annuelle de dose effective moyenne pour le public ($1 \text{ mSv} \cdot \text{an}^{-1}$).

La consommation d'eau annuelle moyenne (AWI), le coefficient de dose effective (EDC) et la limite annuelle de dose effective moyenne ($AAEDL$) sont définis par l'ICRP (International Commission on Radiological Protection).

Le « Toxic Potential » total (m^3) d'un colis de déchets est défini comme suit :

$$\Phi(t) = \sum_i \Phi_i(t) \quad (2)$$

Le calcul d'un « Toxic Potential » instantané est utile car il fournit une mesure des toxicités relatives.

Cette variabilité de mesure est atténuée par l'intégration du potentiel toxique sur une période de temps choisie. Le « Integrated Toxic Potential » (ITP ($\text{m}^3 \cdot \text{an}$)) est alors donné par :

$$ITP = \int_{t_1}^{t_2} \Phi(t) dt \quad (3)$$

METALL +

Demande de recours à l'équivalent

Où t_1 et t_2 sont les limites inférieure et supérieure pour lesquelles les conséquences toxiques sont prises en compte. Cette période de temps $[t_1; t_2]$ est appelée «période d'intégration».

L'inventaire radiologique diffère selon le type de déchets et les valeurs d'activité A_i diffèrent pour chaque colis d'un même type de déchets. Les activités $A_i(0)$ sont issues de mesures ou de calculs qui sont réalisés lors de la production de chaque colis et l'évolution de l'activité dans le temps est calculée à l'aide des équations de Bateman. En pratique, les valeurs A_i sont issues de mesures ou de calculs qui sont réalisés lors de la production de chaque colis. Ces valeurs font partie des paramètres qui permettent d'assurer que le colis produit respecte les spécifications techniques définies.

La période d'intégration doit être représentative de l'échelle de temps sur laquelle les déchets présentent un potentiel de danger du fait de leur radiotoxicité. Conformément à la pratique acceptée par plusieurs Etats, une période d'intégration de 500 à 100 000 ans a été retenue. La borne inférieure correspond à la fin de la phase de surveillance institutionnelle généralement retenue pour une installation de stockage. La borne supérieure retenue permet une bonne prise en compte du temps long au regard des enjeux du stockage géologique profond.,

Une expertise de la méthode a été conduite au début de l'année 2021 par le CEPN (Centre d'Etude sur l'Evaluation de la Protection dans le domaine du Nucléaire) et a conclu au « *caractère neutre du point de vue environnemental (broad environmental neutrality) de la substitution proposée sur la base de la méthode ITP. Cette méthode propose de construire une équivalence sur la base du potentiel radiotoxique des déchets pour l'homme en considérant les facteurs de dose pour l'ingestion et le temps long. La méthode est robuste tant du point de vue de la voie d'exposition considérée que du point de vue de l'écotoxicité des déchets* »

3.2. Masse métallique

L'opération METALL+ prévoit la restitution de la Masse Métallique des structures des assemblages combustibles ayant fait l'objet des opérations de traitement à l'usine de La Hague sous la forme d'emballages ayant servi au transport des combustibles usés.

La Masse Métallique des assemblages combustibles est déterminée à l'aide des éléments fournis par les clients, propriétaires des assemblages.

La Masse Métallique des emballages ayant servi au transport des combustibles usés, et objet de la transaction, est déterminée comme la différence entre la masse totale de l'emballage, telle que déterminée à l'aide des éléments

METALL +

Demande de recours à
l'équivalent

présents dans le Dossier de sureté, à laquelle on soustrait la masse des éléments non métalliques, comme le bois ou la résine.

4. Impact sur les installations d'entreposage

Dans le cadre de l'opération METALL+, Orano Recyclage va être en responsabilité d'une quantité supplémentaire de :

- 135 CSD-B,
- 4 104 CSD-C,

et va en contrepartie se libérer d'environ une centaine de CSD-V estimée sur la base de l'équivalence décrite au paragraphe 3.2.

Sur le site de La Hague, les CSD-B sont entreposés sur l'atelier EEV/LH. Les CSD-C sont quant à eux entreposés sur l'atelier ECC. La réalisation de l'opération METALL+ conduit à la nécessité d'entreposer des objets de façon durable jusqu'à leur expédition vers le site de stockage CIGEO.

4.1. Entreposage des CSD-B :

Du fait des opérations de traitement de combustibles usés et de la mise en service de la zone HA du centre de stockage CIGEO à l'horizon 2080, la capacité de l'atelier EEV/LH doit être accrue par la mise en service d'une nouvelle fosse environ tous les 5 ans. Dans ces fosses, du fait de leur faible puissance thermique les CSD-B peuvent être entreposés en 13ème position. La conservation de ces 135 objets, compensée par l'envoi de CSD-V, ne nécessite donc pas de capacité d'entreposage supplémentaire.

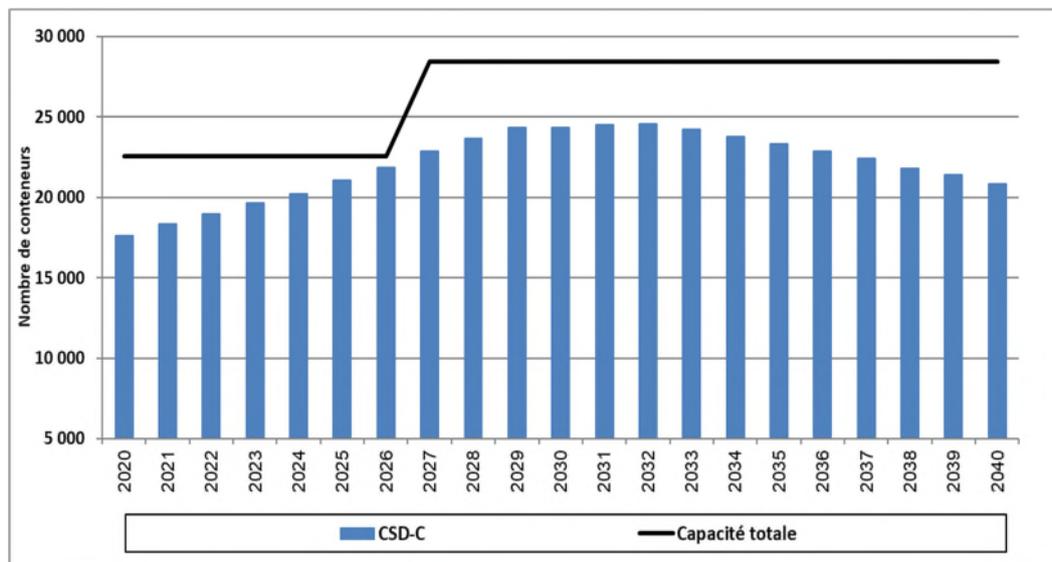
4.2. Entreposage des CSD-C :

Du fait des opérations de traitement de combustibles usés, du rythme d'évacuation des CSD-C vers les clients étrangers ainsi que de la mise en service du centre de stockage CIGEO pour ce type de déchets au plus tôt en 2030, la construction d'une extension à l'atelier ECC est en cours sur le site de La Hague.

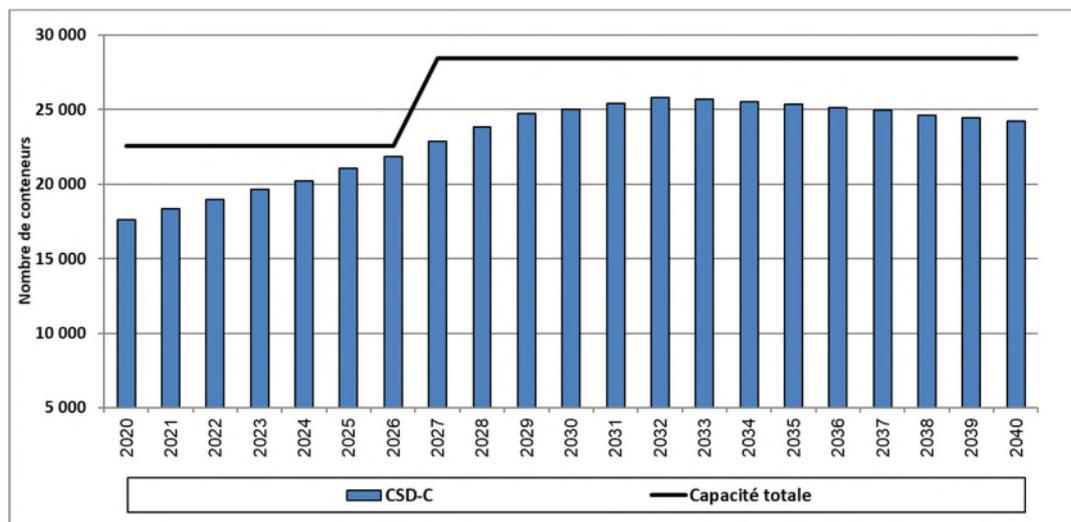
METALL +

Demande de recours à
l'équivalent

Sur la base de ces éléments, la chronique de remplissage des capacités d'entreposage des CSD-C est la suivante :



La même simulation a été conduite en y intégrant l'opération METALL+, les autres hypothèses restant inchangées.



METALL +

Cette simulation ne fait pas apparaître de besoin de capacité supplémentaire.

Demande de recours à l'équivalent

4.3. Conclusion

Les besoins en capacité d'entreposage des déchets HA et MAVL font l'objet d'une façon générale de la part d'Orano Recyclage d'un suivi qui est partagé avec ses parties prenantes, dans différents cadres, notamment au travers du rapport annuel établi dans le cadre du PNGMDR.

La réalisation de l'opération METALL+ ne conduit pas à une modification significative des besoins d'installations d'entreposage.

Il est à noter que, au regard des risques de retard du projet Cigéo et compte tenu des prévisions de production de CSD-C pour EDF, Orano Recyclage envisage la mise en service d'une nouvelle capacité d'entreposage de CSD-C sur le site de La Hague à l'horizon 2032.

5. Impact sur les installations de stockage

5.1. Prise en compte des 4104 colis CSD-C dans la conception de Cigéo

5.1.1. Prise en compte des caractéristiques physico-chimiques unitaires des CSD-C

Dans le but de permettre à l'Andra de réaliser les études de conception et de sûreté du stockage Cigéo, Orano Recyclage a décrit les caractéristiques de tous les colis produits et à produire sur son site de La Hague, au moyen de dossiers de connaissances, selon une spécification de rédaction très détaillée établie par l'Andra.

Tous ces colis sont regroupés en familles de colis de déchets au sens du Programme Industriel de Gestion des Déchets (PIGD) et en cohérence avec l'Inventaire National. La version applicable de ce document PIGD est la révision VE de novembre 2016.

Pour ce qui concerne les CSD-C produits et à produire à terminaison, le PIGD VE de novembre 2016 inventorie et demande une conception et une prise en compte dans les études de sûreté de 51 699 CSD-C répartis en 10 familles.

Dans le scénario originel, conformément aux accords contractuels, Orano Recyclage aurait expédié vers l'Allemagne des CSD-C conformes à la spécification de production référence 300 AQ 055 Rév. 03.

Chacun de ces colis CSD-C correspond à l'une des trois familles suivantes du PIGD VE :

- **Famille COG 100** décrite dans le « Dossier de connaissances des colis CSD-C produits selon la spécification 300 AQ 055 » référence NT 0119 04 / DEF / 08.226 Révision 1 du 3 décembre 2010. Il s'agit de la description des caractéristiques des colis CSD-C produits à fin 2009.
- **Famille COG-110** décrite dans le « Dossier de connaissances des CSD-C contenant des déchets de structure de types ancien et nouveaux

METALL +

Demande de recours à l'équivalent

gainages » référence NT 0119 04 / LTA / 10.0053 Révision 0 du 28 novembre 2010. Il s'agit d'un dossier prospectif décrivant les caractéristiques estimées des colis CSD-C UOX à produire à partir de 2010.

- **Famille COG-120** décrite dans le « Dossier de connaissances des colis de déchets compactés CSD-C UOX/URE/MOX à produire - Etablissement de la Hague » référence DIRP NT 11-00282 du 16 décembre 2011. Il s'agit d'un dossier de connaissances décrivant les caractéristiques estimées des colis CSD-C UOX/MOX/URE à produire.

Les caractéristiques physico-chimiques et radiologiques des déchets et des colis de déchets correspondant à ces 4104 colis CSD-C, sont donc bien décrites dans les dossiers de connaissances précités. Ces dossiers de connaissances ont été pris en compte dans les travaux menés avec l'Andra pour établir les paramètres dimensionnants du stockage et plus généralement dans les études de conception et de sûreté du stockage Cigéo. Il n'y a donc pas d'impact associé au scénario alternatif impliquant le stockage à Cigéo des CSD-C du scénario originel, sur les études de sûreté et de conception de Cigéo menées pour le dépôt de sa demande d'autorisation de création (DAC).

5.1.2. Prise en compte des 4 104 CSD-C

Pour ce qui concerne le nombre total de colis CSD-C pris en compte dans la conception et dans les études de sûreté du stockage, ainsi que pour la détermination de son emprise, il convient de noter qu'en mai 2019, les producteurs de déchets ont communiqué à l'Andra une mise à jour des inventaires du PIGD VE de novembre 2016.

Pour ce qui concerne les CSD-C à produire, Orano Recyclage et EDF ont décidé d'intégrer le retour d'expérience de production des CSD-C des années (2002-2018). Ce retour d'expérience révèle que le ratio de production de 0,85 CSD-C par tonne de métal lourd initialement pris en compte dans le PIGD VE, est supérieur à la réalité industrielle qui fait apparaître un ratio de production inférieur à 0,65 CSD-C par tonne de métal lourd. L'application de la mise à jour de ce ratio aux familles de colis à produire à partir de 2010 (COG-110 et COG-120), fait apparaître une diminution de l'inventaire de 9 479 CSD-C.

L'inventaire du PIGD VE ayant servi de base à la conception de Cigéo dans le cadre de la future demande d'autorisation de création (inventaire de dimensionnement), prend donc en compte une surévaluation de 9 479 CSD-C. Par conséquent, le stockage en France des 4 104 CSD-C est couvert par les études de conception avec une marge résiduelle d'inventaire de (9 479 - 4 104) CSD-C, soit 5 375 CSD-C.

5.2. Prise en compte des 135 colis CSD-B dans la conception de Cigéo

5.2.1. Prise en compte des caractéristiques physico-chimiques unitaires des CSD-B

METALL +

Demande de recours à l'équivalent

De la même façon que pour les CSD-C, Orano Recyclage a déclaré la famille COG-470 : Colis CSD-B contenant des effluents de moyenne activités vitrifiés (MAD UP2-400, UP2-800 et UP3), et a décrit les caractéristiques physico-chimiques et radiologiques correspondantes dans le « Dossier de connaissance des colis de déchets vitrifiés CSD-B à produire selon la spécification 300 AQ 061 – Etablissement de La Hague » référence NT 0119 04 / LTA / 09.0050 Révision 0 du 27 juillet 2009.

Ce dossier de connaissances a été pris en compte dans les travaux menés avec l'Andra pour établir les paramètres dimensionnants du stockage et plus généralement dans les études de conception et de sûreté du stockage Cigéo. Il n'y a donc pas d'impact lié au stockage à Cigéo des CSD-B, sur les études de sûreté et de conception de Cigéo menées dans le cadre du futur dépôt de sa demande d'autorisation de création (DAC). Il est prévu de stocker les CSD-B en intercalaire des CSD-V dans la zone HA du stockage.

5.2.2. Prise en compte des 135 CSD-B

Pour ce qui concerne le nombre total de colis CSD-B pris en compte dans la conception et dans les études de sûreté du stockage, ainsi que pour la détermination de son emprise, il convient de noter que leur terme source est bien moindre que celui des CSD-V dans la mesure où les caractéristiques radiologiques et thermiques de ces colis les adressent à la catégorie MAVL. Ces colis ont une contribution insignifiante sur la répartition de la thermique dans la zone HA du stockage. Aussi l'ajout de 135 CSD-B aux 1 680 CSD-B prévus dans le dimensionnement n'aurait aucun impact sur la conception du centre Cigéo.

5.3. Conclusion

En cohérence avec les discussions avec l'ANDRA, les 4 104 CSD-C et les 135 CSD-B restant en France dans le cadre de l'opération METALL+, tant en quantité qu'en caractéristiques n'auront pas d'impact significatif sur les études de conception et de sûreté de Cigéo.

Il est à noter que du fait de l'expédition d'environ 25 emballages ayant servi au transport de combustible en Allemagne, une capacité d'environ 800 m³ est sauvegardée dans l'alvéole de « grande dimension » du centre de stockage CIRES.

6. CONCLUSION

L'opération METALL+ permettra la réalisation des expéditions des déchets radioactifs vers l'Allemagne dans le respect de la fenêtre de temps de l'Accord intergouvernemental de 2008. Toutefois, il sera nécessaire de modifier ce dernier accord afin d'intégrer le changement de typologie de déchets qui seront finalement retournés.

METALL +

Demande de recours à
l'équivalent

Ce changement de typologie, qui s'appuie sur la méthode ITP et le rendu de la masse permet d'assurer le caractère neutre d'un point de vue environnemental tant au regard de la nocivité que de la masse.

De plus, sa réalisation ne conduit pas à une modification significative :

- des besoins prévisibles d'installations d'entreposage.
- des besoins de stockage, les résidus restant en France n'ayant aucun impact significatif, en quantité comme en caractéristiques sur les études de conception et de sûreté de Cigéo