

Fontenay-aux-Roses, le 20 décembre 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

**Avis/IRSN N° 2017-0393**

**Objet :** Avis relatif à la demande d'autorisation de conditionnement des débris de dissolvant dans des CSD-C selon la spécification 300 AQ 055

**Réf.** Saisine ASN CODEP-DRC-2017-018007 du 1<sup>er</sup> juin 2017

Par lettre citée en référence, vous sollicitez l'avis de l'IRSN, d'une part, sur la demande d'autorisation formulée par AREVA NC de conditionner, dans des colis standard de déchets compactés (CSD-C), des débris issus des opérations d'assainissement des dissolvants en mélange avec des déchets de structure, d'autre part, sur la compatibilité des colis CSD-C, déjà produits et à produire, avec un stockage dans Cigéo (centre industriel de stockage géologique).

## I. Contexte

Les colis CSD-C sont fabriqués depuis fin 2001 dans l'atelier de compactage des coques et embouts (ACC) avant d'être entreposés dans l'installation d'entreposage des coques compactées (ECC). Leur production a été autorisée par décision ministérielle le 27 novembre 2001. Cette autorisation ne concerne toutefois que la production et l'entreposage des colis et exclut les débris de dissolvant en raison notamment de la présence de fines non fixées contenant du plutonium et dont les caractéristiques radiologiques et les propriétés de lixiviation n'avaient pas fait alors l'objet d'études d'AREVA NC. Les colis CSD-C sont constitués d'un conteneur en acier inoxydable dans lequel sont empilées plusieurs « galettes » de déchets compactés.

Les débris de dissolvant sont constitués de fines de cisailage et d'éclats de zircaloy, d'acier inoxydable et d'inconel, agglomérés par un précipité de molybdate de zirconium et de plutonium sous forme d'inclusion (dit précipité MoZr). Ces débris, qui forment des dépôts dans les dissolvants des ateliers T1 et R1, sont aujourd'hui extraits à l'issue d'un rinçage basique et entreposés dans des bacs situés dans les cellules des ateliers R1 et T1 (environ 1500 L entreposés). Un tiers des opérations d'assainissement réalisées entre 2002 et 2010 n'ont toutefois pas mis en œuvre de rinçage chimique mais une simple extraction mécanique. **L'IRSN note qu'Areva prévoit la saturation, dès 2019, des bacs d'entreposage de débris de dissolvant de l'atelier R1.**

Des caractérisations de débris prélevés dans les dissolvants ont été réalisées en 1994, 1995 et 2003. Leur activité massique, en particulier pour les émetteurs alpha, est élevée par rapport à celle des déchets de structure en raison d'une teneur élevée en Pu (entre 1 et 12 g/kg selon la localisation du prélèvement et le nombre de cycles de rinçage). Compte-tenu de leur concentration importante en

Adresse courrier  
BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses  
Cedex France

Siège social  
31, av. de la Division Leclerc  
92260 Fontenay-aux-Roses  
Standard +33 (0)1 58 35 88 88  
RCS Nanterre B 440 546 018

précipité MoZr, les débris prélevés au niveau du godet de la roue du dissolvreur présentent la teneur la plus élevée en Pu (Cf. Figure 1). En outre, le rinçage basique, qui permet l'entraînement d'une partie du Pu vers l'atelier de vitrification, se traduit par une diminution significative de l'activité alpha de l'échantillon prélevé.

## II. Conditionnement de débris de dissolvreur dans un CSD-C

AREVA NC demande l'autorisation de conditionner, dans des CSD-C, des débris de dissolvreur en mélange avec des déchets de structure. AREVA NC justifie cette demande d'autorisation :

- i. d'une part, par l'absence d'alternatives de traitement et de conditionnement de ces déchets compatibles avec les contraintes industrielles et opérationnelles de l'établissement de La Hague,
- ii. d'autre part, parce qu'une évacuation des débris de dissolvreur entreposés dans les bacs des cellules des ateliers R1 et T1 est nécessaire compte-tenu de leur saturation proche et des contraintes d'exploitation que ces bacs occasionnent du fait de l'exiguïté de ces cellules.

Diverses solutions de traitement et conditionnement des débris de dissolvreur ont, par le passé, été explorées par AREVA NC. Les réflexions engagées ont conduit à écarter le développement d'un procédé dédié, d'une part parce qu'il n'apparaissait pas raisonnable sur le plan économique pour une quantité de déchets aussi restreinte, d'autre part parce qu'il conduirait à des délais de traitement rédhibitoires dans le contexte de saturation prochaine des entreposages. Actant de ces contraintes, AREVA NC a examiné la faisabilité d'une réintroduction des débris dans un panier situé dans les dissolveurs lors des opérations semestrielles de rinçage carbonate des équipements afin de dissoudre les précipités MoZr et, ainsi, de permettre la vitrification des solutions de dissolution et le compactage dans des CSD-C des résidus métalliques issus du rinçage.

Dans le cadre de cette étude de faisabilité, AREVA NC a mené un essai de dissolution de débris issus des bacs d'entreposage dans un dissolvreur de l'atelier R1 lors d'une opération de rinçage carbonate. Au regard des résultats de caractérisation, AREVA NC estime que ce rinçage des débris de dissolvreur permet de n'épuiser que partiellement leur teneur en précipité MoZr, et donc en Pu, inclus dans ce précipité (efficacité estimée à 60%). Par ailleurs, AREVA NC souligne que la mise en œuvre d'une telle solution alternative ne permettrait pas d'atteindre une cadence industrielle compatible avec le traitement des volumes de débris de dissolveurs entreposés (deux rinçages carbonate par an ne permettant de traiter que 4 L de débris alors que ce sont près de 1500 L de débris qui sont actuellement entreposés).

L'IRSN note que les modalités de l'essai de faisabilité restent limitées (un seul essai réalisé : rinçage de 35 h à 0,8 M en carbonates totaux) et ne peuvent permettre d'être conclusif quant à la faisabilité de cette alternative. Toutefois, l'IRSN conçoit que le recyclage des débris entreposés lors des campagnes de rinçage carbonate des équipements puisse générer des contraintes incompatibles avec les cadences industrielles d'exploitation de l'usine et prend acte de l'absence d'alternative actuelle au conditionnement des débris en mélange avec des déchets de structure dans des CSD-C. L'IRSN souligne par ailleurs l'intérêt des moyens mis en œuvre par AREVA NC afin de réduire la production de débris de dissolveurs, fondés en particulier sur une amélioration de l'efficacité des rinçages chimiques des équipements.

La solution finalement retenue par AREVA NC consiste en l'introduction en quantité limitée de débris (1,6 kg maximum soit au plus 15 g de Pu) dans des fûts navette en mélange des coques et embouts avant leur conditionnement à l'ACC. AREVA NC estime que ce mode de conditionnement permettra de résorber 50 L par an de débris de dissolvant entreposé.

L'IRSN note qu'AREVA NC envisage, dans un second temps, la mise en œuvre d'un tri afin d'augmenter les quantités de débris de dissolvant introduites dans un CSD-C. Ce tri doit permettre de séparer en deux familles de déchets les débris issus des opérations d'assainissement des dissolvants : (i) une famille dite « à base de précipité MoZr » dont les caractéristiques sont celles des débris prélevés dans le godet ; 1,6 kg de débris de dissolvant de ce type pourront alors être introduit par fût navette et (ii) une famille dite « métallique » contenant majoritairement des déchets de structure dont la teneur en précipité MoZr est moindre et dont les caractéristiques sont celles des débris prélevés au fond du dissolvant ; 7,6 kg de débris de ce second type pourraient alors être introduits par fût navette.

Les études transmises par AREVA NC en appui de sa demande d'autorisation ne concernent que la phase initiale d'ajout de 1,6 kg de débris et portent plus particulièrement sur :

- i. le respect des paramètres garantis de la spécification 300 AQ 055 de production des CSD-C ;
- ii. la fiabilité des résultats obtenus aux postes de mesures de l'atelier ACC. Ces résultats doivent permettre d'évaluer la masse de matière fissile dans le colis CSD-C, dans des situations pénalisantes où le Pu est réparti de manière hétérogène ;
- iii. les enseignements tirés du retour d'expérience de la production, autorisée à titre dérogatoire par le passé, de CSD-C à partir de fûts ECE (fûts sous eau des coques et embouts) contenant des débris de dissolvants.

Ces trois aspects sont examinés successivement dans la suite du présent avis.

a. Respect des paramètres garantis

Pour évaluer l'impact de l'ajout de 1,6 kg de débris de dissolvant par fût navette sur les paramètres garantis de la spécification 300 AQ 055 (Cf. Tableau 1), AREVA NC retient, pour ces débris, des caractéristiques enveloppes et, en particulier, une teneur en précipité MoZr équivalente à celle observée dans le godet avant rinçage, soit 67 % (Cf. Figure 1). Ces caractéristiques enveloppes conduisent à évaluer cet impact pour un ajout de 15 g de Pu par fût navette, soit environ 10 g par CSD-C. L'IRSN note qu'AREVA NC retient la teneur en précipité MoZr maximale observée et ne prend pas en compte la réduction de cette teneur après rinçage basique. **L'IRSN estime que ces hypothèses, particulièrement enveloppes, permettent la prise en compte des débris de dissolvant extraits mécaniquement, ce qui est satisfaisant au vu de l'impossibilité de discriminer les débris issus d'une simple extraction mécanique de ceux issus d'un rinçage basique dans les bacs d'entreposage.**

AREVA NC conclut de son analyse que l'introduction d'une faible quantité de débris de dissolvant ne remet pas en cause le respect des paramètres garantis de la spécification 300 AQ 055. En sus, AREVA NC rappelle qu'en cas de dépassement des limites d'activité spécifiées dans un colis CSD-C, les procédures en vigueur dans l'atelier ACC permettent la reprise des galettes contenues dans le colis et leur répartition avec des galettes moins actives dans un autre colis. **Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

Toutefois, l'IRSN s'interroge sur l'absence de paramètres garantis relatifs au système respirant du colis et à la masse de matières fissiles contenue, dans la mesure où, d'une part, le système respirant ne doit pas remettre en cause le confinement du colis, d'autre part, la limitation de masse de matières fissiles conditionne sa sous-criticité. Par ailleurs, l'IRSN relève qu'AREVA NC ne prend pas en compte le taux de vide des galettes compactées dans son calcul du paramètre complémentaire relatif au taux de vide des colis CSD-C. Le taux de vide des galettes correspond pourtant à 35% du volume total et les exigences définies à ce jour par l'Andra précisent que le taux de vide résiduel des déchets compactés ne peut être écarté que si ceux-ci résistent durablement à une pression de 12 MPa. Ces points font l'objet des recommandations R1, R2 et R3 en annexe au présent avis.

S'agissant des modalités de tri envisagées à termes par AREVA NC, en l'absence d'éléments descriptifs précis dans le dossier de demande, l'IRSN ne peut se prononcer sur la capacité de l'exploitant à séparer les déchets métalliques des déchets à forte teneur en précipité MoZr et donc sur le caractère enveloppe de la teneur en Pu retenue par l'exploitant dans l'hypothèse d'un ajout d'une masse de 7,6 kg de débris de dissolvant de type « métallique ». Aussi, l'IRSN estime que les conclusions précédentes ne peuvent être considérées comme acquises que pour l'ajout d'une quantité de débris de dissolvant limitée à 1,6 kg telle que retenue par AREVA NC dans le dossier en appui de sa demande.

*b. Pertinence de l'estimation de la masse de matières fissiles par les postes de mesure*

Le respect des exigences liées à la limitation de la masse de matières fissiles repose sur le principe d'un comptage de type « interrogation neutronique active (INA) ». Ce type de comptage consiste en une mesure et une interprétation de la masse de matière fissile comme de l'<sup>235</sup>U seul ou du <sup>239</sup>Pu seul. Deux premiers comptages sont réalisés dans les ateliers R1 et T1 aux postes 7 et dans l'atelier ACC au poste 0 pour garantir le respect de la limite de masse de matières fissiles dans les fûts navettes acheminant les coques et embouts. Un troisième comptage est réalisé au poste 2 pour garantir le respect de la limite de masse de matières fissiles par colis CSD-C. Il convient de rappeler que les postes de mesures n'ont pas été étalonnés pour des déchets contenant des débris issus des opérations d'assainissement des dissolvants. En effet, la présence de précipité de MoZr peut conduire, suivant la quantité introduite dans les fûts et sa répartition, à une absorption neutronique plus importante que dans le cas des seuls coques et embouts.

Sur la base de calculs de coefficients d'étalonnage des postes de mesure, AREVA NC évalue l'impact de la présence de débris de dissolvant contenant 15 g de Pu sur l'estimation de la masse de matières fissiles par les postes de mesure précités. AREVA NC conclut de son analyse que l'ajout de débris de dissolvant, dans la configuration la plus pénalisante en terme d'hétérogénéité de la répartition des matières fissiles et donc d'absorption neutronique, peut conduire, aux postes de mesure, à une sous-estimation n'excédant pas 4 % de la masse de matières fissiles. Aussi, AREVA NC estime que les postes de mesure permettent une estimation pertinente de la masse de matières fissiles présente dans un fût navette ou un CSD-C contenant des débris en quantité limitée (jusqu'à 15 g de Pu par fût navette soit près de 10 g par CSD-C<sup>1</sup>). Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.

---

<sup>1</sup> Le retour d'expérience de production est de 1,7 colis de type CSD-C par fût navette ou par fût ECE.

Par ailleurs, l'IRSN note que les quantités maximales de matière fissile pouvant être introduites dans un fût navette ou un CSD-C, très largement inférieures aux quantités maximales admissibles définies à partir des études de sûreté-criticité de l'atelier ACC et de l'installation ECC (490 g par colis CSD-C), ne sont pas de nature à remettre en cause les dispositions relatives à la prévention du risque de criticité au sein des ateliers R1, T1, ACC et ECC.

c. Retour d'expérience du traitement de fûts ECE contenant des débris de dissolvant

En octobre 2011, la production d'environ 1000 CSD-C à partir de fûts ECE contenant des débris de dissolvants (à hauteur d'une vingtaine de kg par fût ECE) a été autorisée à titre dérogatoire par la décision ASN n°2011-DC-0248. Les résultats des mesures d'activité effectuées aux postes 0 et 2 de l'atelier ACC, respectivement sur les fûts ECE et sur les colis CSD-C produits, ont été transmis par AREVA NC. L'IRSN rappelle que ces postes de mesures n'avaient pas été étalonnés pour des déchets contenant des débris de dissolvant et qu'AREVA NC n'avait pas mené de caractérisation radiochimique des déchets conditionnés dans ces colis CSD-C qui aurait permis de conforter les résultats des mesures effectuées. Toutefois, à l'instar de son avis de mai 2011 relatif au retour d'expérience de production de 37 colis CSD-C contenant des débris de dissolvant, l'IRSN convient qu'une certaine confiance peut être accordée à l'estimation de la quantité de matière fissile du fait de la cohérence entre les mesures aux postes 0 et 2.

Les résultats de ces mesures d'activité étant inférieurs aux paramètres garantis de la spécification 300 AQ 055 (Cf. Tableau 1), AREVA NC conclut au respect des paramètres garantis pour des colis pouvant contenir jusqu'à 15 kg de débris de dissolvant. **L'IRSN estime que ce retour d'expérience concourt à démontrer le respect des paramètres garantis lors de l'ajout de la quantité limitée de débris de dissolvant (1,6 kg) par fût navette envisagée par AREVA NC dans le cadre de la demande d'autorisation objet du présent avis.**

III. Comportement du colis en conditions d'entreposage et de stockage

En application de la décision ASN n°2017-DC-0587 relative au conditionnement des déchets radioactifs, AREVA NC doit démontrer la compatibilité des colis CSD-C produits et à produire avec les conditions prévues pour leur gestion ultérieure, dont le stockage Cigéo.

Pendant l'entreposage puis la phase d'exploitation et de réversibilité du stockage, l'intégrité du colis et la pérennité de son confinement doivent être assurées. A cet égard, l'IRSN note que l'analyse du risque lié à sa corrosion, présentée par AREVA NC, repose sur des éléments normatifs, la littérature et un retour d'expérience issu notamment du programme de surveillance de colis CSD-C témoins. **Indépendamment de la qualité de cette analyse, l'IRSN considère qu'une démonstration fiable de l'absence de risque de corrosion, sur une durée de 150 ans et plus, est particulièrement difficile à apporter notamment vis-à-vis des risques de corrosion localisée. Aussi, l'IRSN recommande qu'AREVA NC complète son argumentaire en démontrant l'adéquation du programme de surveillance des colis CSD-C en vigueur dans l'installation ECC au regard de la durée d'entreposage prévue. Ceci fait l'objet de la recommandation R4 en annexe du présent avis.**

Par ailleurs, l'IRSN relève que le débit maximal annuel de H<sub>2</sub> par colis estimé par AREVA NC n'est pas de nature à remettre en cause le maintien du confinement en conditions de stockage et permet de respecter le critère d'acceptation des colis primaires à Cigéo défini à ce jour par l'Andra (10 NL/an/colis primaire).

Pendant la phase après fermeture du stockage, le comportement à long terme du colis CSD-C est également étudié afin d'évaluer la migration des radionucléides. L'Andra, dans le cadre du dossier d'options de sûreté (DOS) de Cigéo, retient : (i) pour les pièces métalliques activées un modèle de relâchement basé sur les vitesses de corrosion des éléments métalliques et (ii) pour le reste de l'inventaire, un modèle considérant que toute l'activité est relâchée instantanément à l'arrivée de l'eau dans le stockage. **L'IRSN estime que ce modèle de relâchement est conservatif.** Par ailleurs, l'IRSN souligne que l'inventaire limité en matière organique, et par extension en produits de dégradation hydrosolubles, n'est pas de nature à favoriser la mobilité des radionucléides par complexation.

**Au vu de ces éléments, l'IRSN n'a pas identifié, au cours de l'instruction objet du présent avis, d'éléments rédhitoires au stockage des CSD-C à Cigéo en conteneur de stockage.**

#### IV. Conclusion

L'IRSN n'identifie pas d'éléments rédhitoires au conditionnement en CSD-C, dans le respect de la spécification 300 AQ 055, des quantités limitées de débris de dissolvant, pouvant aller jusqu'à 1,6 kg par fût navette, envisagées dans la demande d'AREVA NC.

S'agissant de l'acceptabilité des colis CSD-C dans Cigéo, l'IRSN considère qu'il n'y a pas, en l'état des connaissances au moment du présent examen, d'élément rédhitoire à leur stockage à Cigéo en conteneur de stockage. Cette position est cohérente avec celle émise par l'IRSN en 2017 dans le cadre de l'examen du DOS de Cigéo. AREVA NC devra toutefois prendre en compte les recommandations R1, R2 et R3 rappelées en annexe au présent avis afin de s'assurer de la complétude des paramètres garantis et complémentaires de la spécification 300 AQ 055.

Enfin, au vu de la durée d'entreposage des colis avant leur envoi en stockage, AREVA NC devra également prendre en compte la recommandation R4 rappelée en annexe au présent avis.

Pour le Directeur général, par ordre  
GAY Didier  
Adjoint au Directeur de l'Environnement

Tables et figures

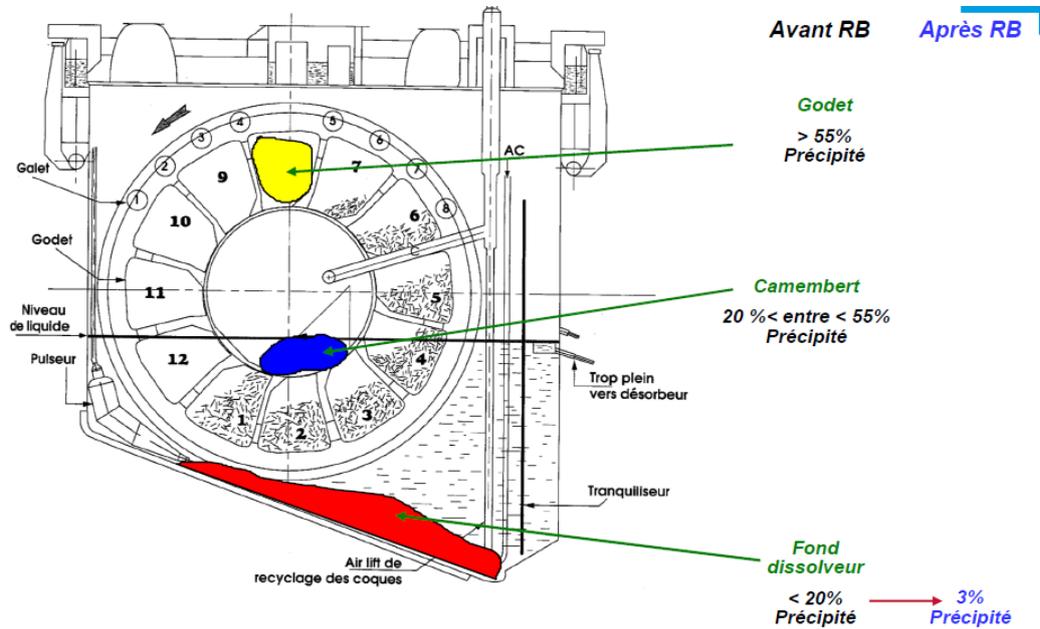


Figure 1 : Etat des lieux des concentrations en précipité MoZr avant et après rinçage basique

Tableau 1 : Paramètres garantis selon la spécification de production de colis CSD-C 300 AQ 055

Production	Désentreposage
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Activité des émetteurs bêta :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>^{137}\text{Cs}</math> : 65 TBq</li> <li><math>^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}</math> : 115 TBq</li> <li><math>^{241}\text{Pu}</math> : 75 TBq</li> </ul> </li> <li>- <b>Activité des émetteurs <math>\alpha</math> :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\text{Pu}</math> : 3,3 TBq</li> <li><math>^{244}\text{Cm}</math> : 2 TBq</li> </ul> </li> <li>Ceux de période &gt; 50 ans : 4,2 TBq</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Débit de dose gamma au contact :</b> 150 Gy/h</li> <li>- <b>Contamination surfacique labile :</b> Emetteurs bêta et gamma : 40 000 Bq/m<sup>2</sup> Emetteurs <math>\alpha</math> : 4 000 Bq/m<sup>2</sup></li> <li>- <b>Puissance thermique : 90 W</b></li> </ul>

**Recommandations**

L'IRSN recommande qu'AREVA NC :

- R1. justifie les caractéristiques du système respirant du colis, débit de sortie garanti et pouvoir filtrant notamment, eu égard à sa fonction, et les intègre aux paramètres garantis de la spécification CSD-C ;
- R2. considère la masse de matière fissile dans un colis comme un paramètre garanti ;
- R3. démontre la résistance mécanique durable des galettes compactées à une pression isotropique de 12 MPa conformément aux exigences actuellement définies par l'Andra afin de justifier l'exclusion du taux de vide des galettes compactées du calcul de celui des colis CSD-C ;
- R4. démontre l'adéquation du programme de surveillance en vigueur des colis CSD-C dans l'installation ECC à la durée d'entreposage prévue.