

Fontenay-aux-Roses, le 11 juin 2013

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis/IRSN N° 2013-214

Objet : AREVA NC

**Point d'avancement des études relatives au conditionnement des déchets non susceptibles d'un stockage de surface**

Réf. Lettre CODEP-DRC-2012-030005 du 6 juin 2012

Par lettre citée en référence, vous demandez l'avis de l'IRSN sur les études transmises par AREVA NC en réponse à la décision ASN N°2010-DC-0176 du 23 février 2010 relative aux déchets technologiques contaminés en émetteurs alpha non susceptibles d'un stockage de surface (déchets N3S). Les études concernent le procédé de compactage direct de ces déchets sous forme de colis dit « S5 » ainsi que les scénarios alternatifs de traitement et conditionnement par voie thermique. Dans votre lettre, vous demandez que l'IRSN évalue également le calendrier prévisionnel de déploiement des scénarios de traitement-conditionnement des déchets N3S au regard :

- de l'article 7 de la loi du 28 juin 2006 qui impose un conditionnement des déchets MAVL produits avant 2015, au plus tard en 2030 ;
- des capacités d'entreposage complémentaire envisagées.

Enfin, vous demandez que l'IRSN se prononce sur les pratiques mises en place par AREVA NC dans l'optique d'optimiser le tri de ces déchets.

Les déchets N3S proviennent des opérations d'exploitation et de maintenance d'usines du cycle du combustible nucléaire (usine MELOX, établissement AREVA NC de La Hague...), des opérations de reprise et conditionnement des déchets (RCD) et des opérations préalables à la cessation définitive d'exploitation et au démantèlement d'installations nucléaires. Ils sont entreposés dans des fûts en acier noir et constitués, pour environ un tiers de leur masse, de matières organiques diverses (Néoprène, Hypalon, polyéthylène, PVC...) et, pour les deux tiers restants, de constituants métalliques (principalement des aciers inoxydables et de l'acier noir).

La décision ASN du 23 février 2010 mentionnée précédemment considère que le colis S5 développé par AREVA NC n'apporte 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 dans le colis, et demande qu'AREVA NC définisse « *un mode de conditionnement [...] favorable à la sûreté en exploitation et à long terme des centres de stockage* ».

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

Les études présentées par AREVA NC en réponse à cette demande portent sur deux types différents de traitement et conditionnement : le procédé de compactage direct en colis S5 d'une part, des procédés thermiques de traitement et conditionnement d'autre part.

De l'examen de ces études, l'IRSN retient les principales conclusions énoncées ci-après. Ces conclusions viennent compléter celles formulées dans deux précédents avis émis en 2009 et 2012, respectivement suite à l'expertise du dossier de conception du colis S5 et à l'examen des éléments produits par AREVA NC dans le cadre du Plan National de Gestion des Matières Radioactives (PNGMDR) 2010-2012.

### **1. Rappel des exigences générales attendues des colis**

En application du guide de sûreté de l'ASN relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde, un colis destiné au stockage doit présenter « *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 soit conçu de manière à empêcher la dissémination de radioactivité dans le système de stockage au moins pendant la phase d'exploitation et de réversibilité. Selon le type de colis et les critères retenus pour la démonstration de sûreté du stockage, cette exigence peut être prolongée pendant une période donnée après la fermeture de l'installation. Dans tous les cas, le guide ASN recommande que le colis soit conçu de manière à limiter « *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* ». Par ailleurs, le guide précise, d'une part que « *les colis doivent générer des quantités de gaz limitées, compatibles avec le maintien de leurs propriétés favorables pour la sûreté, ainsi que de celles des autres composants du système de stockage* », d'autre part que « *les substances réactives ou complexes présentes dans les colis doivent être en quantité suffisamment faible pour que leur relâchement n'occasionne pas une solubilisation des radionucléides ou une altération de la capacité des radionucléides à être retenus par les composants ouvrages de l'installation de stockage et par la roche hôte dans des proportions qui seraient préjudiciables à la sûreté* ».

En complément des exigences de sûreté relatives au stockage, le colis doit également assurer une fonction de confinement durant la phase d'entreposage. A cet égard, la conception du colis doit être telle que la dégradation du conteneur demeure très faible en regard de la période durant laquelle cette fonction doit être assurée.

### **2. Colis S5**

Le colis dit « S5 » est constitué d'un conteneur en acier inoxydable (acier 316L) muni d'un couvercle équipé de pastilles de respiration « Poral® » ainsi que d'un étui interne en acier noir dans lequel les déchets « alpha » sont introduits après compactage. 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 du PVC qu'ils contiennent et ainsi de préserver le conteneur des phénomènes de corrosion associés à ce composé.

A la suite de l'examen du dossier de conception du colis S5 en 2009, l'IRSN a estimé que les caractéristiques de ce colis ne respectaient pas les exigences générales évoquées ci-avant. La faible

résistance à la lixiviation, du fait de l'absence de matrice, et la production de substances complexantes ont ainsi été jugées peu compatibles avec la sûreté d'un stockage géologique.

Dans son avis de 2009, l'IRSN a estimé que la résistance des colis S5 à l'égard des risques de corrosion par le HCl n'était pas non plus compatible avec la durée d'entreposage à envisager avant leur transfert vers une installation de stockage. Cette durée pourrait être de l'ordre de cent ans pour que le taux de production d'hydrogène du colis décroisse à une valeur satisfaisant les critères de dégazage fixés par l'Andra dans les études de conception du stockage.

Les études portant sur le colis S5 examinées dans le cadre de la présente instruction visent principalement à caractériser les phénomènes de corrosion des faces internes et externes du colis ainsi que les produits de dégradation hydrosolubles (PDH) issus de la radiolyse des matières organiques. Les commentaires appelés par cette instruction sont résumés ci-après.

#### *Risques liés à la corrosion*

Pour ce qui concerne la corrosion de la face interne du colis S5, les éléments produits par AREVA NC reposent principalement sur un essai de corrosivité de l'acier inoxydable et de l'acier noir du colis en présence d'HCl. AREVA NC extrapole les résultats de cet essai, mené sur une durée de 2 ans, au comportement du colis sur des durées séculaires. Il en conclut que l'acide chlorhydrique produit par la radiolyse des matières organiques présentes dans les déchets devrait être entièrement consommé par l'étui en acier noir.

A cet égard, l'IRSN considère que la représentativité des résultats issus d'essais de vieillissement accéléré de matériaux sous un flux d'HCl doit être considérée avec prudence. Certains mécanismes, en particulier le recyclage du HCl par réaction des produits de corrosion avec la vapeur d'eau, pourraient en effet réduire sensiblement l'efficacité du piégeage pour des durées d'expérimentation supérieures à celles mises en œuvre. De plus, la transposition des essais de laboratoire au cas réel est délicate car le piégeage effectif dans le colis pourrait différer de celui observé lors des essais, compte tenu par exemple de l'influence de l'hétérogénéité du remplissage des colis sur les conditions de diffusion du HCl gazeux.

Du point de vue de l'IRSN, les éléments produits par AREVA NC ne permettent ainsi pas d'exclure qu'un flux d'HCl, même faible, puisse s'échapper de l'étui en acier noir et participer à la corrosion de la paroi interne du colis par condensation du HCl sur celle-ci. Cette corrosion peut de plus être favorisée par la présence de contraintes résiduelles de tension au sein de l'acier inoxydable, contraintes non évaluées à ce stade.

Pour ce qui concerne la corrosion de la face externe du colis, AREVA NC a caractérisé expérimentalement la corrosivité de l'atmosphère d'entreposage des colis au sens de la norme ISO 9223 (« Corrosion des métaux et alliages - Corrosivité des atmosphères - Classification »). Sur la base de mesures réalisées dans des alvéoles de l'atelier STE 3, AREVA NC conclut au classement de l'atmosphère d'entreposage en catégorie C1, soit la moins corrosive des atmosphères définies par la norme. Le risque de corrosion externe du conteneur en acier inoxydable est exclu sur cette base. L'IRSN rappelle que la norme ISO 9223 concerne exclusivement les pertes d'épaisseurs dues à la corrosion généralisée et n'est de ce fait pas applicable aux aciers inoxydables. Aussi, l'IRSN considère que la démarche retenue par AREVA NC pour justifier l'absence de corrosion

atmosphérique du conteneur n'est pas adaptée, en particulier pour ce qui concerne la corrosion par piqûration.

En conséquence, l'IRSN considère que les éléments apportés par l'exploitant ne permettent pas de garantir la tenue à la corrosion du colis S5 sur la durée séculaire requise pour son entreposage, ni a fortiori pour les durées plus longues associées aux phases d'exploitation et de réversibilité du stockage géologique.

#### ***Risques vis-à-vis du confinement en stockage***

Les études d'AREVA NC examinées par l'IRSN présentent les différents produits de dégradations hydrosolubles (PDH) générés par la radiolyse de la matière organique présente dans le colis S5. Les espèces chimiques constituant ces produits sont très diverses et comprennent notamment des acides adipique et glutarique. Certaines peuvent être associées à des taux de formation élevés. Les conséquences de la formation de ces PDH sur les capacités de confinement en stockage ne font pas l'objet d'une analyse particulière de la part d'AREVA NC. A cet égard, l'IRSN estime que les options de conception du colis S5, notamment sa faible résistance à la lixiviation et l'absence de matrice confinante, vont conduire, en situation de stockage, au relâchement des PDH dès lors que l'enveloppe du conteneur du colis sera corrodée. L'IRSN souligne que les PDH présentent un caractère complexant pour de nombreux radionucléides présents dans les déchets, dont le plutonium, et peuvent de ce fait favoriser leur migration à travers les barrières de confinement du stockage. Les PDH relâchés peuvent également avoir un caractère agressif vis-à-vis du béton que l'Andra prévoit d'utiliser pour les surconteneurs et les ouvrages de stockage de déchets MAVL dans lesquels les colis S5 auraient vocation à être placés. Aussi, l'IRSN souligne qu'une fois l'enveloppe des colis S5 corrodée, la présence de matières organiques peut conduire à une dégradation accélérée des propriétés des autres barrières de confinement. L'IRSN estime que ceci constitue un facteur défavorable pour la sûreté de l'installation de stockage.

En conclusion, l'IRSN considère que les éléments nouveaux apportés par AREVA NC, notamment pour ce qui concerne la corrosion du colis et la production et le dégagement de PDH par les déchets, ne conduisent pas à modifier les conclusions formulées dans son avis de 2009 et ne permettent pas de satisfaire les exigences formulées dans la décision ASN du 23 février 2010. Aussi, l'IRSN estime que le conditionnement des déchets N3S sous forme de colis S5 ne constitue pas une option pertinente eu égard aux propriétés attendues d'un colis vis-à-vis de la sûreté en entreposage et en stockage.

### **3. Procédés thermiques de traitement et de conditionnement**

S'agissant des procédés de traitement et de conditionnement des déchets N3S par voie thermique, AREVA NC présente dans son étude deux types de procédés d'incinération/fusion/vitrification mettant en œuvre des torches à plasma :

- le premier procédé présenté, reposant sur la technologie existante de type PACT (Plasma Arc Centrifugal Treatment), fait intervenir un four rotatif dans lequel les déchets sont incinérés par l'intermédiaire d'une torche à plasma. Les cendres obtenues suite à cette incinération, constituées de métal fondu accompagné des résidus non incinérables des matières

- organiques, sont mélangées à une fritte de verre en fusion au sein du même four. Le mélange est ensuite coulé dans un conteneur ;
- le second procédé résulte quant à lui d'une combinaison de plusieurs procédés existants : incinération à l'aide d'une torche à plasma des déchets puis fusion par induction, directement au sein du conteneur jouant le rôle de pot de fusion, de fritte de verre mélangée aux déchets incinérés. Ce procédé est dit « IN CAN ».

Les colis résultant des procédés thermiques de traitement des déchets proposés par AREVA NC présentent au sein d'un même conteneur une phase vitreuse séparée d'une phase métallique.

Les principes des procédés thermiques de traitement et de conditionnement évoqués ci-avant avaient déjà été présentés par AREVA NC dans le cadre du PNGMDR 2010-2012. L'expertise de ces éléments a fait l'objet d'un avis IRSN publié en juin 2012. Les études examinées dans le cadre de la présente instruction apportent certaines précisions concernant notamment la définition des procédés mis en œuvre. Ces précisions tendent à confirmer les conclusions formulées dans l'avis précité.

Ainsi, comme à l'issue des premières études de procédés thermiques présentées par AREVA NC, l'IRSN estime que l'incinération des matières organiques contenues dans les déchets N3S inhibe ou limite fortement la formation de gaz de radiolyse, la formation d'espèces hydrosolubles favorisant la migration des radionucléides ainsi que le développement de micro-organismes.

L'IRSN considère en conséquence que le traitement thermique des déchets N3S présenté par AREVA NC constitue, dans le principe, une réponse adaptée en vue de fabriquer un colis respectant les critères préconisés par le guide de sûreté relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde. Les études de qualification des propriétés des colis produits ainsi que de faisabilité du procédé méritent donc d'être poursuivies. S'agissant de la qualification des propriétés des colis, l'IRSN juge par exemple nécessaire qu'AREVA NC précise la répartition des radionucléides dans les phases vitreuses et métalliques du colis ainsi que le comportement de ces phases, notamment du point de vue de la lixiviation.

De manière plus générale, l'IRSN rappelle que la décision ASN n°2012-AV-0167 du 4 octobre 2012 demande à AREVA NC de présenter et justifier les options de conception du colis de déchets en regard du procédé thermique retenu, pour le 31 décembre 2013.

Par ailleurs, la nucléarisation des procédés de traitement et de conditionnement nécessite l'utilisation d'enceintes de confinement intégrant un procédé de traitement des gaz compte tenu de la présence de matière fissile (notamment du plutonium) dans les déchets à traiter. A ce stade de l'étude, AREVA NC n'a présenté que succinctement les questions de sûreté associées. L'IRSN considère que la nucléarisation du procédé, a priori complexe à mettre en œuvre, nécessitera notamment la prise en considération des risques liés au comportement des éléments émetteurs alpha soumis à haute température (supérieure à 15 000 °C pour l'arc de la torche et supérieure à 1000 °C dans la chambre de combustion), aux gaz formés suite à la combustion des matières organiques, à la formation d'éléments volatils et corrosifs (par exemple HCl suite à la combustion du PVC) ou explosifs, à la présence de matière fissile dans les déchets.

En conséquence, l'IRSN recommande que l'étude de faisabilité de la nucléarisation du procédé retenu, demandée par la décision ASN n°2012-AV-0167 du 4 octobre 2012, tienne compte des différents risques précités.

#### **4. Capacité complémentaires d'entreposage**

L'entreposage des déchets N3S est actuellement effectué au sein des ateliers STE3 et D/E-DB (INB n°118) de l'usine AREVA NC de La Hague. Compte tenu du remplissage actuel de l'unité d'entreposage D/E-EB et des flux que cette unité est appelée à recevoir, sa capacité d'entreposage (alvéoles ES 104-4 et ES 102-4) arriverait à saturation en 2016 en l'absence d'une filière de traitement des déchets N3S. Toutefois, l'IRSN observe qu'un abandon de la filière de compactage des fûts « primaires » en colis S5 laisserait libres des capacités d'entreposage dans l'atelier STE3 (alvéole S111-4 actuellement destinée à l'entreposage des colis S5). Associée à une densification des entreposages existants, ces capacités supplémentaires permettrait de repousser la saturation des entreposages de déchets « alpha » jusqu'à une échéance voisine de 2025. Néanmoins, au vu du calendrier prévisionnel, la mise en œuvre d'un procédé thermique de traitement-conditionnement n'est prévue qu'aux alentours de 2030. L'IRSN recommande en conséquence qu'AREVA NC évalue les capacités complémentaires qui devront être mises en place pour assurer l'entreposage des déchets produits.

#### **5. Optimisation du tri des déchets technologiques**

AREVA NC présente dans le dossier transmis les pratiques mises en œuvre relatives au tri à la source des déchets technologiques et à leur conditionnement sur les usines AREVA NC de La Hague et Mélox. AREVA NC a mis en place des politiques d'amélioration continue qui ont permis de diminuer très nettement les volumes de déchets N3S produits. AREVA NC indique également vouloir mettre en place dans l'usine Mélox un traitement permettant de déclasser en déchets acceptables en stockage de surface les boîtes métalliques ayant servi à l'acheminement du plutonium. Ce point a fait l'objet d'une analyse de l'IRSN lors du réexamen de sûreté de l'usine Mélox (INB 151). A cet égard, l'IRSN considère que la mise en œuvre du procédé de dépoussiérage des boîtes métalliques d'entreposage de PuO<sub>2</sub> permet de réduire de manière significative la quantité de déchets produits à destination du stockage en couche géologique profonde - sans toutefois fournir de marge notable en termes de besoin d'entreposage - et incite AREVA NC à continuer en ce sens. D'un point de vue général, l'IRSN note que les mesures de tri et d'optimisation mises en place par AREVA NC constituent un progrès significatif sur la quantité de déchets N3S générés.

#### **6. Conclusion**

Les éléments présentés dans les dossiers transmis par AREVA NC ne constituent pas des avancées significatives pour ce qui concerne l'adéquation des caractéristiques des colis S5 aux exigences de sûreté. L'IRSN rappelle sur ce point que le conditionnement des déchets N3S sous forme de colis S5 n'est pas une option pertinente eu égard aux propriétés attendues d'un colis pour la sûreté de son entreposage et de son stockage et que ce conditionnement ne répond pas aux demandes formulées dans la décision ASN N°2010-DC-0176 du 23 février 2010. En revanche, l'IRSN estime que les procédés de traitement et de conditionnement thermiques, tels que proposés par AREVA NC, constituent dans le principe un progrès significatif.

S'agissant du calendrier de mise en œuvre de ce procédé, l'échéancier présenté par AREVA NC prévoit un possible début d'exploitation à cadence réduite pour mi-2030. L'IRSN remarque que cette échéance implique un décalage des opérations de conditionnement de ces déchets au-delà de la date de 2030 fixée par l'article 7 de la loi du 28 juin 2006 pour le conditionnement de l'ensemble des déchets MAVL produits avant 2015. Etant donné les avantages procurés par le procédé de traitement envisagé par AREVA du point de vue de la sûreté du stockage, l'IRSN juge souhaitable que cette échéance ne constitue pas un obstacle à la mise œuvre de ce procédé pour les déchets N3S produits avant 2015. A cet égard et comme déjà mentionné dans son avis de 2012, l'IRSN recommande qu'AREVA NC transmette le calendrier de développement du procédé thermique en justifiant les échéances prévues pour chacune des étapes clés. Cette transmission devra être effectuée pour le 31 décembre 2013 conformément à la décision ASN n° 2012-AV-0167 du 4 octobre 2012.

Par ailleurs, étant donné la date de déploiement prévue pour les procédés thermiques et l'état actuel des entreposages de colis à l'usine AREVA NC de La Hague, l'IRSN recommande qu'AREVA NC présente les capacités complémentaires d'entreposage devant être mises en œuvre et poursuive sa démarche de tri et d'optimisation des quantités de déchets N3S produits.

Pour le Directeur général et par délégation  
Le Directeur des déchets et de la géosphère



François BESNUS

Copies :

- M. Le Directeur général de l'Autorité de sûreté nucléaire  
Mme. La Directrice de l'ASN/DRC (2 exemplaires)