

Fontenay-aux-Roses, le 4 septembre 2009

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté
nucléaire

N/Réf. Avis DSU/2009-110

Objet : AREVA NC

Options de conception du colis de déchets technologiques alpha non susceptible
d'être stocké en surface (dit colis S5)

Référence : Lettre ASN Dép-DRD-0154-2009 du 23 février 2009

Par lettre citée en référence, vous avez demandé l'avis de l'IRSN sur les options de conception du colis de déchets technologiques alpha non susceptible d'être stocké en surface (dit colis S5), présentées par AREVA NC en janvier 2009, ainsi que sur l'impact, du point de vue de la sûreté, sur les conditions d'entreposage actuelles et prévisionnelles de ces déchets en cas d'un report éventuel de reprise de ceux-ci.

AREVA NC prévoit de conditionner en colis « S5 » des déchets divers tels que des filtres, des gants, de la verrerie, des câbles, des pièces métalliques contenant du plutonium et de l'uranium sous forme de PuO₂ ou d'oxyde mixte (U,Pu)O₂. L'ensemble de ces déchets contient de l'ordre de 430 kg de Pu.

Adresse Courrier

BP 17

92262 Fontenay-aux-Roses

Cedex France

tél. (33) 01 58 35 78 44
fax (33) 01 58 35 79 73

Ces déchets proviennent :

- d'une part de l'exploitation passée et actuelle :
 - de l'atelier T4 de l'usine UP3-A et de l'atelier R4 de l'usine UP2-800 de l'établissement de La Hague,
 - de l'usine MELOX implantée à Marcoule ;
- d'autre part de l'exploitation passée et des opérations de démantèlement actuelles :
 - de l'atelier MA-Pu de l'usine UP2-400 de l'établissement de La Hague,
 - de l'atelier de traitement du plutonium (ATPu) de Cadarache.

Ces déchets sont conditionnés dans des fûts de 120 L, dits « fûts primaires ». Ces fûts sont répartis en 4 familles distinctes : les déchets organiques, les boîtes PuO₂, les médias filtrants et les déchets métalliques et divers. En dehors des entreposages provisoires existant dans les différentes installations précitées, ces fûts sont actuellement entreposés dans un alvéole de l'unité

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

d'entreposage D/E-EB de l'atelier STE3 (INB n°118) et dans le bâtiment 119 (INB n°38) de l'usine UP2-400.

Le colis S5 présenté par AREVA NC est constitué d'un conteneur métallique en acier inoxydable (316L) muni de filtres permettant l'évacuation des gaz de radiolyse (système de double couvercle muni de filtres PORAL) dans lequel est placé un étui « respirant » en acier noir (couvercle percé de trous) contenant les déchets compactés ; le compactage serait effectué dans une nouvelle unité de l'INB n°118, l'unité de compactage des déchets alpha (UCA), dont la mise en service pourrait intervenir vers 2014. Après fabrication et en attente d'un stockage en formation géologique profonde, AREVA NC prévoit d'entreposer les colis S5 dans l'alvéole S111-4 de l'atelier STE3. L'IRSN n'a examiné ni les modalités de fabrication et d'entreposage de ces colis, ni les dispositions de sûreté associées, celles-ci n'étant pas détaillées dans les documents transmis par AREVA NC.

AREVA NC précise que le choix d'un colis compacté vise à réduire le volume des déchets et que la conception du colis S5, telle que présentée, respecte les principes de conditionnement des déchets du guide de sûreté relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde, en particulier pour ce qui concerne la capacité à confiner les radionucléides contenus.

A cet égard, il convient de rappeler que le colis constitue de fait le premier système de confinement des déchets qu'il contient. Ce confinement doit être assuré au mieux dans toutes les « phases de vie » ultérieures du colis.

Lors de l'entreposage, ce confinement est assuré, dans le cas du colis S5, par le conteneur en acier inoxydable (316L) comprenant les deux couvercles munis chacun d'un filtre PORAL. Compte tenu des risques liés à la production de gaz explosibles, et notamment d'hydrogène (ce risque est examiné plus loin), les colis S5 pourraient être entreposés en surface pendant une centaine d'années. Le conteneur en acier inoxydable (316L) doit donc être conçu en conséquence.

Dans le stockage en formation géologique profonde, le confinement doit, *a priori*, toujours être assuré par le conteneur en acier inoxydable au moins pendant la phase d'exploitation et pendant la phase de réversibilité. Dans le cas contraire, le colis devra faire l'objet d'un conditionnement complémentaire. Après la fermeture du stockage, le conteneur en acier inoxydable, ou l'éventuel complément de colisage évoqué précédemment, doit rester intégrer le plus longtemps possible. Toutefois, compte tenu des échelles de temps à considérer, la défaillance du confinement est inéluctable à terme. De l'eau, même en faible quantité, finira par venir au contact des déchets contenus dans le colis S5. Ce colis doit donc être conçu pour que l'activité soit alors relâchée, par lixiviation, le plus lentement possible (« fuite maîtrisée »).

Ces différents aspects sont examinés ci-après.

1. Capacité intrinsèque de confinement du colis S5

1.1. Confinement assuré par le conteneur en inox

Les principaux phénomènes susceptibles de mettre en cause le confinement assuré par le colis S5 sont liés à la radiolyse des matières organiques contenues dans les fûts de déchets. En effet, le phénomène de radiolyse peut conduire :

- en présence de matériaux organochlorés tel que le polychlorure de vinyle (PVC) et de l'humidité atmosphérique à la formation d'acide chlorhydrique hydraté ;

- en présence de matériaux organiques, à la formation de gaz explosibles et notamment d'hydrogène (H_2).

Effets associés à la formation d'HCl, due à la présence de matériaux organochlorés tel que le polychlorure de vinyle (PVC), sur les propriétés de confinement du colis

AREVA NC estime que l'étui en acier noir se trouvant à l'intérieur du conteneur en inox devrait capter l'HCl selon un mode de corrosion généralisé, nommé effet « getter », et limiter ainsi le risque de corrosion interne du conteneur lui-même. Afin de justifier l'efficacité de ce dispositif, AREVA NC a entrepris un programme de recherche visant à montrer l'efficacité de cet effet.

A la connaissance de l'IRSN, il n'existe pas de données disponibles sur l'efficacité de l'effet « getter » pour le couple HCl/acier noir. En tout état de cause, l'acier noir n'a vraisemblablement pas, surtout à froid, une réactivité suffisante pour capturer la totalité de l'HCl généré dans un colis S5.

Par ailleurs, AREVA NC a engagé un programme d'essais visant à démontrer la capacité de l'acier inoxydable (316L) à ne pas se corroder par piqûration dans les conditions d'humidité et pour des teneurs en HCl représentatives de celles attendues dans le colis S5. Au cours de l'instruction, AREVA NC a indiqué que, après 3 mois d'essais, aucune corrosion par piqûre n'a été observée.

L'IRSN relève qu'AREVA NC ne présente pas de justification des conditions d'humidité, et donc de teneur en HCl hydraté, retenues pour les expériences. Il est à noter que les fûts primaires sont entreposés sans exigence sur le taux d'humidité ambiante et qu'il sera difficile de maîtriser le taux d'humidité dans les colis S5, ceux-ci étant équipés de filtres PORAL permettant des échanges entre le colis et son environnement. L'IRSN rappelle de plus que les conditions les plus pénalisantes, du point de vue de la corrosion, ne correspondent pas nécessairement aux teneurs en humidité les plus élevées. En outre, AREVA NC ne tient pas compte du risque de piqûration par couplage galvanique entre l'acier noir et l'acier inoxydable.

Il convient de rappeler que le groupe permanent « déchets », lors de l'examen de la spécification du colis standard de déchets compactés (CSD-C), avait recommandé que des dispositions soient prises afin de maîtriser la quantité d'eau, résiduelle ou due à la présence d'une pastille PORAL, dans les conteneurs, en raison des risques avérés de corrosion atmosphérique sur les aciers inoxydables de nuance 316L.

Enfin, le risque de fissuration de l'étui par pénétration de l'hydrogène dans l'acier noir, phénomène aggravé par la présence concomitante d'HCl, n'est pas pris en compte. Ceci pourrait affecter la capacité de l'étui à maintenir les galettes en compression, et conduire à la mise en charge du couvercle interne du colis équipé d'un filtre PORAL.

Compte tenu de l'ensemble de ces éléments, l'IRSN estime que le dossier transmis par AREVA NC ne permet pas de justifier le bien fondé des options retenues pour maîtriser le risque de corrosion interne du colis S5 compte tenu de la présence de matériaux organochlorés tel que le polychlorure de vinyle (PVC).

Au titre du retour d'expérience, il convient de signaler que le CEA vient de constater que des conteneurs en acier inoxydable contenant des déchets technologiques entreposés depuis environ

25 ans dans l'atelier de vitrification de Marcoule (AVM) étaient perforés suite à une corrosion liée à la présence concomitante de chlore et d'humidité. Les réactifs proviendraient notamment de matériaux organochlorés pourtant présents en faible quantité dans ces colis de déchets (notamment des joints de filtres non répertoriés). L'IRSN relève que le colis S5 contient ces mêmes matériaux en quantité plus importante.

Effets associés à la formation de gaz explosibles, due à la présence de matériaux organiques, sur les propriétés de confinement du colis

AREVA NC a développé un modèle dit « surfacique » visant à évaluer la quantité d'hydrogène formée en fonction du type de matières plastiques présentes (polyuréthane, PVC, polyéthylène...) et de la granulométrie de la poudre de PuO₂. Ce modèle prend en compte la consommation de la matière organique au cours du temps et postule que l'énergie des particules alpha émises par le plutonium se dépose sur une épaisseur finie de 45 µm de matière plastique. Sur cette base, AREVA NC estime que le débit moyen d'hydrogène de l'ensemble des colis serait de l'ordre de 28 NL/an/colis au bout de 20 ans et 6 à 7 NL/an/colis à 100 ans. La décroissance du débit d'hydrogène estimée par le modèle est liée à l'appauvrissement de la matière organique sur le parcours des particules alpha émises par le dépôt de plutonium. Cette décroissance suppose toutefois que les particules de plutonium ne se déplaceront pas dans le colis, notamment lors de sa manutention et son transport, ce qui n'est pas démontré.

En tout état de cause, même en tenant compte de la décroissance de la production d'hydrogène, les colis S5 ne seraient susceptibles d'être acceptés en stockage qu'au terme d'une période d'entreposage de l'ordre d'une centaine d'années, compte tenu du critère d'acceptation des colis en stockage relatif à la production d'hydrogène (en moyenne 10 NL/an/colis) retenu par l'ANDRA à ce stade du projet de stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde (spécifications ANDRA de niveau 2),

Une telle durée d'entreposage préalable au stockage de ces colis n'apparaît pas compatible avec les risques de corrosion examinés précédemment. De plus, ce délai ne semble pas relever d'une gestion optimisée des déchets.

Par ailleurs, AREVA NC n'a pas évalué le risque d'explosion associé à l'accumulation de gaz explosibles (notamment d'hydrogène) dans un colis. En particulier, AREVA NC aurait dû estimer la quantité maximale de gaz susceptible d'être présente dans un colis en fonction de la quantité maximale pouvant être produite dans un colis et de la capacité du système de fermeture à deux couvercles munis chacun d'un filtre PORAL à laisser échapper ces gaz. Sur ce dernier point, l'IRSN rappelle que, lors de la réunion du GPU relative à la mise en service de l'atelier de compactage des coques et embouts et déchets technologiques (ACC) de l'établissement de La Hague, il a été mis en évidence que l'efficacité de ce dispositif est fortement liée à la distance séparant les filtres PORAL et à leur positionnement relatif. AREVA NC ne justifie pas les valeurs retenues.

AREVA NC ne justifie donc pas que la présence de matériaux organiques dans le colis S5 est acceptable.

1.2. Confinement à très long terme : résistance à la lixiviation

Les options de conception du colis de déchets S5 n'apportent aucun élément de démonstration quant à la capacité de ce colis à résister à la lixiviation. Cette démonstration est pourtant un élément essentiel de la justification de l'acceptabilité, du point de vue de la sûreté, d'un colis de déchets radioactifs destiné à être stocké définitivement en formation géologique profonde. AREVA NC a uniquement indiqué, au cours de l'instruction, que des actions de recherche devraient être engagées ultérieurement pour évaluer la capacité du colis S5 à limiter la migration des espèces chimiques, c'est-à-dire sa résistance à la lixiviation. En tout état de cause, l'IRSN estime qu'en l'absence de matrice, la capacité du colis S5 à retenir durablement la radioactivité qu'il contient sera difficile à montrer.

De plus, AREVA NC n'a pas présenté d'étude des conséquences liées à la présence de substances complexes dans les colis sur la mobilité du plutonium en condition de stockage. Outre les complexants formés par la dégradation des matières organiques, l'IRSN relève que les additifs présents dans les polymères (acétate, glutarate, adipate, phtalate...) ont la capacité de complexer le PuO₂ et d'augmenter sa mobilité. L'introduction de tels produits dans un stockage devrait donc être évitée notamment dans la mesure où ils pourraient augmenter très significativement la vitesse de migration du plutonium dans la couche hôte de l'installation de stockage.

A cet égard, le guide de sûreté relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde indique que la limitation des quantités de substances réactives ou complexes conditionnées dans les colis, ainsi que celle des gaz générés, font partie des caractéristiques favorables à la sûreté du stockage qui doivent être recherchées pour la conception d'un nouveau mode de conditionnement des déchets. Le colis S5 ne répond donc pas à ces objectifs du guide.

2. Sûreté du colis S5 en entreposage et en stockage

S'agissant de la prévention des risques de criticité en conditions d'entreposage, AREVA NC retient, comme mode de contrôle, la limitation de la masse de matière fissile par colis associée au maintien de la géométrie des colis et de l'entreposage. Bien que la démonstration soit à ce stade incomplète, l'IRSN estime que des dispositions pourront toujours être mises en œuvre pour assurer la sous-criticité de l'entreposage des colis S5.

S'agissant de la prévention des risques de criticité dans un stockage géologique, AREVA NC indique simplement, sans aucune justification, que l'entreposage des colis S5 est, du point de vue de la prévention des risques de criticité, pénalisant par rapport aux configurations de stockage retenues à ce stade.

3. Gestions actuelle et prévisionnelle des entreposages de déchets technologiques contaminés en émetteurs alpha en cas d'un report éventuel de reprise de ceux-ci

Au 31 décembre 2008, 2 093 fûts primaires dits « arriérés » provenant de l'usine UP2-400 et 4 445 fûts primaires provenant de l'usine MELOX et de l'ATPu étaient entreposés dans le bâtiment 119 de l'usine UP2-400 (INB n°38). Ce bâtiment ne répondant pas aux normes de sûreté actuelles pour une installation d'entreposage de déchets contaminés en radioéléments émetteurs alpha (notamment de l'absence de dimensionnement au séisme du bâtiment et de défauts de sectorisation incendie), le Directeur général de la sûreté nucléaire et de la radioprotection a demandé à AREVA NC d'examiner

la possibilité de vider ce bâtiment à l'horizon 2010. Suite à cette demande, AREVA NC a mis en œuvre un programme de reprise de ces fûts qui consiste :

- à transférer les 2 093 fûts primaires dits « arriérés » provenant de l'usine UP2-400 pour traitement et conditionnement dans l'UCD et AD2 (production de colis de type CBF-C1 et CBF-C2 stockables en surface et de colis de type CBF-C'2 non susceptibles d'un stockage en surface);
- à transférer les 4 445 fûts primaires provenant de l'usine MELOX et de l'ATPu dans un alvéole de l'unité D/E-EB (dont la capacité est de 7 700 fûts) en vue d'un traitement et d'un conditionnement en colis de type S5.

Sur la base des données dont dispose l'IRSN, en l'absence de fabrication du colis S5, la capacité d'entreposage (alvéoles ES 104-4 et ES 102-4 de l'unité D/E-EB , alvéole S111-4 de l'atelier STE3) des déchets provenant de l'exploitation de l'usine MELOX et des usines UP2-800 et UP3-A arriverait, après reprise de l'ensemble des fûts du bâtiment 119, à saturation à l'horizon 2022.

4. Conclusion

Sur la base des documents examinés, l'IRSN considère que le colis S5 ne présente pas, en l'état, des caractéristiques favorables à un stockage profond. En particulier, les propriétés de confinement du colis S5, et principalement sa très probable faible résistance à la lixiviation, sont peu compatibles avec la sûreté d'une installation de stockage définitif de déchets radioactifs en formation géologique profonde ; à cet égard, le colis S5 ne respecte pas le guide de sûreté relatif à ce type de stockage.

Par ailleurs, en l'état actuel des connaissances, la faible résistance du colis S5 à l'égard des risques de corrosion n'est pas cohérente avec la durée d'entreposage qu'il sera a priori nécessaire d'observer avant son transfert vers une installation de stockage.

Dans ces conditions, l'IRSN estime qu'AREVA NC devrait identifier, dans les meilleurs délais, un ou plusieurs procédés de traitement, par exemple thermiques, et de conditionnement des différentes familles de déchets technologiques contaminés en émetteurs alpha, afin 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. L'IRSN recommande qu'AREVA NC présente, sous deux ans, un calendrier de déploiement industriel des procédés retenus.

Pour le Directeur général de l'IRSN et par délégation,

le Directeur adjoint de la sûreté des usines,

des laboratoires, des transports et des déchets

Christian Duretz

Copies :

M. le Directeur de la DRD/ASN FAR (2ex.)

M. le Chef de division ASN/CAEN

la possibilité de vider ce bâtiment à l'horizon 2010. Suite à cette demande, AREVA NC a mis en œuvre un programme de reprise de ces fûts qui consiste :

- à transférer les 2 093 fûts primaires dits « arriérés » provenant de l'usine UP2-400 pour traitement et conditionnement dans l'UCD et AD2 (production de colis de type CBF-C1 et CBF-C2 stockables en surface et de colis de type CBF-C'2 non susceptibles d'un stockage en surface);
- à transférer les 4 445 fûts primaires provenant de l'usine MELOX et de l'ATPu dans un alvéole de l'unité D/E-EB (dont la capacité est de 7 700 fûts) en vue d'un traitement et d'un conditionnement en colis de type S5.

Sur la base des données dont dispose l'IRSN, en l'absence de fabrication du colis S5, la capacité d'entreposage (alvéoles ES 104-4 et ES 102-4 de l'unité D/E-EB , alvéole S111-4 de l'atelier STE3) des déchets provenant de l'exploitation de l'usine MELOX et des usines UP2-800 et UP3-A arriverait, après reprise de l'ensemble des fûts du bâtiment 119, à saturation à l'horizon 2022.

4. Conclusion

Sur la base des documents examinés, l'IRSN considère que le colis S5 ne présente pas, en l'état, des caractéristiques favorables à un stockage profond. En particulier, les propriétés de confinement du colis S5, et principalement sa très probable faible résistance à la lixiviation, sont peu compatibles avec la sûreté d'une installation de stockage définitif de déchets radioactifs en formation géologique profonde ; à cet égard, le colis S5 ne respecte pas le guide de sûreté relatif à ce type de stockage.

Par ailleurs, en l'état actuel des connaissances, la faible résistance du colis S5 à l'égard des risques de corrosion n'est pas cohérente avec la durée d'entreposage qu'il sera a priori nécessaire d'observer avant son transfert vers une installation de stockage.

Dans ces conditions, l'IRSN estime qu'AREVA NC devrait identifier, dans les meilleurs délais, un ou plusieurs procédés de traitement, par exemple thermiques, et de conditionnement des différentes familles de déchets technologiques contaminés en émetteurs alpha, afin 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. L'IRSN recommande qu'AREVA NC présente, sous deux ans, un calendrier de déploiement industriel des procédés retenus.

Pour le Directeur général de l'IRSN et par délégation,
le Directeur adjoint de la sûreté des usines,
des laboratoires, des transports et des déchets

Christian Duretz

Copies :

M. le Directeur de la DRD/ASN FAR (2ex.)
M. le Chef de division ASN/CAEN

Copies internes :

IRSN D. Quéniart
DSDRE
DSR/SAMS
DSR/SAMS/BAMM
DSR/SAMS/BAMM M. Le Calvar
DEI/SARG
DEI/SARG/LR2S
DEI/SARG/LR2S V. Phrommavanh,
DSU (2 ex.)
DSU/Ass D. Perrault
DSU/GAF
DSU/SEC
DSU/SEC/BERAC
DSU/SEC/BERAC R. Cousin
DSU/SERIC
DSU/SSTC
DSU/SSTC/BER
DSU/SSTC/BER M. Moutarde
DSU/SSIAD
DSU/SSIAD/A AC. Jouve
C. Serres
DSU/SSIAD/BEIRAD
DSU/SSIAD/BERIS
DSU/SSIAD/BECID
DSU/SSIAD/BECID V. Wasselin-Trupin, C. Begu-Hamel

