

Fontenay-aux-Roses, le 29 avril 2016

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2016-00141

**Objet :** Etablissement AREVA NC de La Hague  
INB n° 118 - Atelier STE3  
Déchets alpha - Etude préliminaire du « procédé d'incinération-vitrification  
in can » (PIVIC)

**Réf.** 1. Lettre CODEP-DRC-2015-050793 du 16 février 2016  
2. Décision ASN n° 2014-DC-0464 du 30 octobre 2014

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis et les observations de l'IRSN sur le dossier, transmis par AREVA NC en octobre 2015, décrivant les principes du nouveau « procédé d'incinération et vitrification in can » (PIVIC) ainsi que les options préliminaires de sûreté associées. Ce procédé doit permettre de traiter et conditionner des déchets technologiques présentant un spectre radiologique à dominante alpha, non susceptibles d'un stockage en surface (déchets dits « alpha N3S »).

## 1. Contexte

Dans le cadre de l'application de la décision citée en seconde référence, fixant à AREVA NC diverses prescriptions relatives au conditionnement des déchets technologiques contenant des matières organiques et irradiants ou riches en éléments émetteurs alpha non susceptibles d'un stockage en surface, produits et entreposés dans l'INB n° 151 (usine MELOX) et dans l'établissement de La Hague, AREVA NC a transmis un document présentant un nouveau procédé, appelé PIVIC, associant l'incinération, la vitrification et la fusion pour traiter et conditionner les déchets alpha N3S. L'implantation de ce nouveau procédé est envisagée au sein de l'INB n° 118 de l'établissement de La Hague dans un nouveau bâtiment situé à proximité de l'unité D/E-EB de l'atelier STE3 où les fûts de déchets produits à ce jour sont entreposés. Le dossier examiné présente notamment l'avancement du développement du procédé PIVIC et du colis de conditionnement des déchets traités. Par ailleurs, un programme de recherche et développement est actuellement mené : des essais sur un module de fusion-vitrification visant à démontrer la faisabilité de la fusion métallique associée à la vitrification

**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

des cendres, puis la réalisation d'un prototype PIVIC testé en 2018-2020. Les essais menés sur ce prototype permettront de justifier les hypothèses retenues dans la démonstration de sûreté de la future installation. L'exploitant prévoit de transmettre un dossier d'options de sûreté pour cette dernière en 2020.

## **2. Description des déchets et du procédé**

### **2.1 Nature des déchets traités**

L'inventaire des déchets alpha N3S à traiter identifié par l'exploitant comprend environ 30 000 fûts de déchets produits et à produire, issus majoritairement de l'usine AREVA NC MELOX et des usines de l'établissement AREVA NC de La Hague. Il s'agit essentiellement de déchets technologiques secs de moyenne activité à vie longue (MA-VL) contaminés par de l'oxyde de plutonium et/ou de l'oxyde mixte de plutonium et d'uranium. Ils sont conditionnés en fûts de 120 L contenant des déchets classés en quatre familles : les déchets organiques, les médias filtrants, les boîtes d'oxyde de plutonium (PuO<sub>2</sub>) vides et les déchets métalliques et divers. L'exploitant a précisé lors de l'instruction que d'autres déchets pourront être traités par le procédé PIVIC.

**L'IRSN estime qu'AREVA devrait indiquer, dans le dossier d'options de sûreté, les types de déchets susceptibles d'être incompatibles avec le procédé PIVIC et présenter les dispositions permettant de s'assurer de l'absence d'introduction de tels déchets dans le procédé. Ce point est intégré dans l'observation formulée en annexe du présent avis.**

### **2.2 Description du procédé**

L'enceinte d'incinération-fusion-vitrification est divisée en deux zones : la zone d'incinération en partie supérieure et la zone de fusion-vitrification en partie inférieure. Chaque fût est pesé, caractérisé et radiographié avant son introduction unitaire dans le procédé. Cette étape de préparation du déchet permet d'ordonnancer les fûts pour équilibrer les différentes natures de déchets dans le colis final. Les déchets sont transvasés dans un panier métallique qui descend progressivement de la zone d'incinération vers la zone de fusion-vitrification. Lors de cette descente, la fraction organique des déchets est incinérée sous oxygène, par rayonnement sans contact direct au moyen d'une torche à plasma. L'utilisation d'une torche à plasma pour le traitement des déchets nucléaires nécessite la mise en œuvre d'un système de traitement des gaz adapté, comprenant notamment une chambre de post-combustion. En partie inférieure, la zone de fusion-vitrification permet d'élaborer le « can », un conteneur métallique contenant une phase composée des déchets métalliques fondus et un vitrifiat composé des cendres et poussières provenant de l'incinération des déchets organiques incorporées dans de la fritte de verre fondue.

### **2.3 Description du colis produit**

Les « cans », contenant le mélange biphasique solidifié, sont conditionnés par deux dans un colis primaire dont le concept est en cours de développement. Les colis de déchets produits seront entreposés dans le hall d'entreposage du bâtiment S de l'atelier STE3 avant leur évacuation vers un stockage. Selon l'exploitant, les radioéléments sont contenus majoritairement dans le vitrifiat, toutefois ce point sera consolidé par les essais à venir. L'IRSN souligne que l'exploitant présente peu d'éléments relatifs au colis final concernant, d'une part le conteneur rempli des deux « cans » (en particulier, le confinement, le taux de vide et la résistance mécanique), d'autre part les

caractéristiques des différentes phases du mélange biphasique solidifié et de leur interface et peu d'éléments relatifs au comportement du colis lors de son entreposage et de son stockage. **L'IRSN estime que, dans le dossier d'options de sûreté, l'exploitant devrait présenter et justifier les exigences de sûreté relatives au colis pour son entreposage et son stockage ultérieur.** Ce point est intégré dans l'observation formulée en annexe du présent avis.

#### 2.4 Gestion des déchets et des effluents produits

Le dossier transmis ne présente pas d'estimation des rejets et déchets produits en fonctionnement normal. L'IRSN relève toutefois, pour ce qui concerne les déchets, que le contenant intermédiaire dans lequel sont transvasés les déchets avant l'introduction dans l'enceinte d'incinération-fusion-vitrification est un panier métallique perdu destiné à être fondu avec les déchets métalliques, ce qui génère une quantité supplémentaire de déchets pour chaque « can » produit.

**L'IRSN estime qu'une première estimation de la nature et de la quantité des effluents et des déchets produits en fonctionnement normal ainsi que la démarche suivie pour optimiser la quantité et la nocivité des effluents et déchets produits devraient être présentées dans le dossier d'options de sûreté.** Ce point est intégré dans l'observation formulée en annexe du présent avis.

### 3. Analyse de sûreté

#### 3.1 Risques de dispersion de substances radioactives

La maîtrise des risques de dispersion de substances radioactives est assurée par l'organisation de l'atelier en systèmes de confinement statique, complétés par un système de ventilation adapté. De manière générale, les équipements du procédé seront en dépression par rapport aux enceintes de confinement. Ces mêmes enceintes seront également en dépression par rapport aux locaux les abritant. Une filtration appropriée de l'air sera réalisée avant le rejet à l'atmosphère.

##### 3.1.1 Confinement statique

L'exploitant indique qu'à partir de l'ouverture des fûts, les déchets sont acheminés vers le cœur du procédé via une succession d'enceintes de confinement qui constituent la première barrière du premier système de confinement. L'enceinte contenant le procédé d'incinération-fusion-vitrification et l'enceinte de récupération des cendres présentent une contamination élevée.

Dans le dossier, l'exploitant indique également qu'une fois les « cans » produits, ces derniers sont sortis de l'enceinte du procédé en vue de constituer les colis primaires. **Au cours de l'instruction, il a précisé que les dispositions de confinement statique associées n'étaient pas figées à ce stade.**

##### 3.1.2 Confinement dynamique

Avant rejet à l'atmosphère, les effluents gazeux issus du procédé sont traités par notamment un refroidisseur, une préfiltration électrostatique, deux étages de filtration de très haute efficacité (THE) et une colonne de lavage.

Lors de l'instruction, l'exploitant a indiqué que la présence de zinc et de chlore en quantités importantes dans certaines matières organiques des déchets peut conduire, sous l'effet de la torche à plasma, à la formation de chlorure de zinc  $ZnCl_2$ , produit très corrosif, présent sous forme gazeuse et qui se condense sur les parois froides des organes du traitement de gaz. A ce stade des études, la phosphatation du zinc est une solution envisagée par l'exploitant pour neutraliser le  $ZnCl_2$ . **L'IRSN**

**estime que, dans le dossier d'options de sûreté, l'exploitant devrait présenter les dispositions visant à limiter la production d'espèces corrosives dans le système de traitement des gaz.**

Ce point est intégré dans l'observation formulée en annexe du présent avis.

Un refroidisseur placé en amont du système de traitement des gaz permet d'abaisser la température des effluents gazeux et ainsi d'assurer le bon fonctionnement du dispositif de filtration des aérosols (filtration THE notamment). Cependant, la température d'exploitation en sortie du refroidisseur (de l'ordre de 200 °C) est relativement élevée et proche des limites technologiques des filtres THE. Aussi, en cas de perte du refroidissement, la dégradation de la filtration THE peut être rapide et engendrer un rejet radioactif dans l'atmosphère.

**L'IRSN estime que, dans le dossier d'options de sûreté, l'exploitant devrait présenter et justifier les dispositions visant à prévenir la perte d'efficacité des filtres THE (par atteinte d'une température trop élevée, par attaque par des vapeurs acides...).**

Ce point est intégré dans l'observation formulée en annexe du présent avis.

D'après l'exploitant, la présence de dioxines au niveau du traitement des gaz est a priori exclue, la torche à plasma induisant une augmentation rapide de la température des gaz et la chambre de refroidissement permettant leur refroidissement rapide. Néanmoins, l'exploitant prévoit de réaliser une campagne de mesure de dioxines lors des essais sur le prototype et de proposer des dispositions techniques adaptées dans le cas où des dioxines seraient formées (filtre à charbon actif recyclable, destruction catalytique humide dans une tour de lavage...). **Ceci est n'appelle pas de remarque à ce stade.**

### 3.2 Risques de criticité

La prévention du risque de criticité est fondée sur les principes et les dispositions de la décision n°2014-DC-0462 relative à la maîtrise du risque de criticité dans les installations nucléaires de base. **Ceci est satisfaisant.**

#### 3.2.1 Maîtrise du risque de criticité dans l'enceinte d'incinération-fusion-vitrification

De façon générale, la prévention du risque de criticité dans l'enceinte d'incinération-fusion-vitrification repose sur la maîtrise du suivi des quantités de matière fissile dans le procédé. Pour le dimensionnement des équipements, il est retenu comme milieu fissile de référence un mélange de poudre de PuO<sub>2</sub> et de CH<sub>2</sub>, afin de tenir compte de la présence dans les déchets de matériaux plus hydrogénés que l'eau (présence de sachets en vinyle ou en polyéthylène par exemple).

La maîtrise du risque de criticité dans l'enceinte d'incinération-fusion-vitrification est garantie par la limitation de la masse de matière fissile. Ainsi, afin de respecter cette exigence, l'exploitant envisage de :

- définir la masse de matière fissile contenue dans les fûts de déchets destinés à être traités à partir d'un comptage de chacun de ces fûts ;
- vérifier que cette masse, ajoutée à celle déjà introduite dans le « can » en cours de constitution et à la masse résiduelle dans la chambre de combustion estimée par mesure, n'excède pas la masse maximale admissible ;

- procéder à l'évacuation du « can » en cours de constitution et éventuellement au nettoyage de la chambre de combustion dès lors que la quantité de matière fissile estimée atteint la masse maximale admissible.

L'IRSN souligne que le mode de contrôle de la criticité par la limitation de la masse de matière fissile est sujet à des incertitudes notamment liées à l'estimation de la masse de matière fissile présente dans les déchets traités et de celle résiduelle dans la chambre de combustion liée à l'encrassement de la chambre par des dépôts pouvant contenir des actinides (U et Pu), dont il convient de tenir compte. Un nettoyage régulier de la chambre de combustion est prévu par brossage et aspiration. À ce jour, les modalités de gestion de la matière récupérée après nettoyage ne sont pas connues et seront définies dans la phase de développement du procédé. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

### 3.2.2 Maîtrise du risque de criticité hors de l'enceinte d'incinération-fusion-vitrification

La maîtrise du risque de criticité dans le « can » et l'entreposage des « cans » produits est garantie par la limitation de la masse de matière fissile par « can » et par la géométrie du « can » et celle du réseau d'entreposage des « cans ». L'exploitant considère, pour le milieu fissile de référence, un mélange de plutonium avec les constituants de la matrice (vitrifiat ou métal).

Lors de l'instruction, l'exploitant a précisé que l'analyse du risque de criticité relative aux « cans » et à leur entreposage ainsi que celle relative à la zone de traitement des gaz seront réalisées à un stade ultérieur du projet. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

### 3.3 Risques liés à l'incendie

Les risques d'incendie sont principalement liés à la présence, dans les locaux, de matières combustibles ainsi qu'à la mise en œuvre d'un procédé à très haute température impliquant des matières radioactives et utilisant de l'oxygène. L'exploitant décrit les principes, adaptés aux risques liés à l'installation, retenus pour définir les moyens de prévention, de détection, de lutte contre l'incendie et de limitation des conséquences et précise les principes, conformes aux règles de l'art, retenus pour maîtriser les risques liés à l'utilisation de l'oxygène. **A ce stade, ces principes n'appellent pas de commentaire de la part de l'IRSN.**

Lors de l'instruction, l'exploitant a précisé que les principes retenus en regard des risques d'incendie dans la zone en amont du procédé, notamment dans la zone d'entreposage tampon des fûts de déchets alpha N3S à traiter, seront définis à un stade ultérieur du projet. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

### 3.4 Risques d'explosion et de surpression

Les risques d'explosion et de surpression sont liés à la production de gaz imbrûlés dans les enceintes de confinement, à l'accumulation de ces gaz et leur explosion, à des situations accidentelles pouvant engendrer une surpression dans le procédé telles que l'arrivée intempestive d'eau sur le métal en fusion ou encore liés à une situation post-séisme.

Pour éviter la production de gaz imbrûlés, un suivi des paramètres à respecter permettant d'assurer une combustion complète des déchets en fonctionnement normal et une vérification du respect du domaine de fonctionnement du procédé seront effectués. Par ailleurs, l'exploitant précise que des dispositions de prévention et détection d'une éventuelle fuite d'eau dans le procédé seront prévues pour limiter les risques d'explosion de vapeurs.

Le dossier précise que les risques résiduels seront étudiés et que des dispositions de limitation des conséquences (dimensionnement des enceintes à une explosion) seront définies au regard des résultats de ces études. **L'IRSN souligne que la défaillance des dispositions de prévention doit être envisagée et qu'à ce stade du projet, la nécessité de dimensionner à l'explosion les équipements du procédé ne peut être exclue.**

### 3.5 Risques liés au séisme

Le dossier indique que la majorité des équipements de la nouvelle installation sera dimensionnée au séisme majoré de sécurité (SMS), notamment au regard du maintien du confinement par les enceintes de confinement et les équipements de traitement des gaz ou de l'étanchéité des circuits de refroidissement et des circuits d'oxygène et au regard de la géométrie de l'entreposage des fûts de déchets et des colis. En outre, il indique que le bâtiment et la cheminée seront dimensionnés de façon à ne pas constituer un projectile pour les bâtiments alentours en cas de SMS. L'exploitant a précisé, au cours de l'instruction, que la stabilité sous séisme du bâtiment et de la cheminée sera également garantie. **Ceci est satisfaisant.**

### 3.6 Facteurs organisationnels et humains (FOH)

L'exploitant identifie dans son dossier une liste d'activités sensibles à étudier (notamment, choix du fût à traiter, pilotage de la combustion, gestion des situations incidentelles et des transitoires...) et indique qu'une analyse FOH sera réalisée sous l'angle des activités sensibles. L'IRSN souligne l'importance des facteurs organisationnels et humains dans l'exploitation du procédé PIVIC notamment au regard des risques de criticité. **En outre, dans la mesure où l'analyse des activités sensibles est susceptible de conditionner certains choix de conception, l'IRSN estime que l'exploitant devrait développer l'analyse des activités sensibles dès le dossier d'options de sûreté.** Ce point est intégré dans l'observation formulée en annexe du présent avis.

### 3.7 Autres risques

L'analyse des autres risques nucléaires (risques d'exposition aux rayonnements ionisants, liés aux dégagements de chaleur, à la radiolyse...) et des risques non nucléaires (manutention, perte de l'alimentation électrique, inondation, chute d'avion...) n'appellent pas d'observation à ce stade des études.

L'IRSN considère que l'exploitant devrait, dès le dossier d'options de sûreté, présenter une première liste d'équipements importants pour la protection (EIP) et la démarche de définition des exigences associées. L'IRSN souligne que ces équipements devront faire l'objet de maintenances et de contrôles. **Aussi, dans la mesure où la faisabilité de ces maintenances et contrôles est susceptible de conditionner certains choix de conception, l'IRSN estime que l'exploitant devrait présenter dans le dossier d'options de sûreté les dispositions structurantes pour la conception concernant la maintenance, la réalisation d'inspection et la maîtrise du vieillissement des principaux éléments du procédé (notamment l'accessibilité, la réparabilité et l'inspectabilité de la chambre d'incinération-fusion-vitrification, des éléments de la torche à plasma et du système de traitement des gaz).** Ces points sont intégrés dans l'observation formulée en annexe du présent avis.

Enfin, l'IRSN estime que, dans le dossier d'options de sûreté, l'exploitant devrait également faire figurer les accidents qui seront retenus pour vérifier le dimensionnement du procédé et du bâtiment ainsi que le retour d'expérience d'installations similaires qui pourrait être utilisé en appui des études de conception.

Ces points sont intégrés dans l'observation formulée en annexe du présent avis.

#### **4. Conclusion**

Sur la base des documents transmis par l'exploitant, l'IRSN n'identifie pas, au stade actuel du projet, d'élément réhibitoire au développement du « procédé d'incinération et vitrification in can » (PIVIC) et considère que les dispositions présentées dans les documents examinés sont convenables. Il conviendra toutefois que l'exploitant tienne compte lors de la rédaction du dossier d'options de sûreté de l'observation formulée en annexe.

Enfin, l'IRSN rappelle que ses avis ne traitent pas des risques classiques pour le personnel qui doivent être examinés par les instances compétentes.

Pour le Directeur général et par délégation,  
Jean-Michel FRISON,  
Adjoint au Directeur de l'Expertise de Sûreté

### Observation

L'IRSN estime que, dans le dossier d'options de sûreté de la future installation PIVIC, AREVA NC devrait :

- préciser les types de déchets susceptibles d'être incompatibles avec le procédé PIVIC et présenter les dispositions permettant de s'assurer de l'absence d'introduction de tels déchets dans le procédé ;
- présenter et justifier les exigences de sûreté relatives au colis pour son entreposage et son stockage ultérieur ;
- présenter une première estimation de la nature et de la quantité des effluents et des déchets produits en fonctionnement normal ainsi que la démarche suivie pour optimiser la quantité et la nocivité des effluents et déchets produits ;
- présenter les dispositions visant à limiter la production d'espèces corrosives dans le système de traitement des gaz ;
- présenter et justifier les dispositions visant à prévenir la perte d'efficacité des filtres THE (par atteinte d'une température trop élevée, par attaque par des vapeurs acides...) ;
- développer l'analyse des activités sensibles, dans la mesure où les conclusions de cette analyse sont susceptibles de conditionner certains choix de conception ;
- présenter les dispositions structurantes pour la conception concernant la maintenance, la réalisation d'inspection et la maîtrise du vieillissement des principaux éléments du procédé (notamment l'accessibilité, la réparabilité et l'inspectabilité de la chambre d'incinération-fusion-vitrification, des éléments de la torche à plasma et du système de traitement des gaz) ;
- faire figurer les accidents qui seront retenus pour vérifier le dimensionnement du procédé et du bâtiment ainsi que le retour d'expérience d'installations similaires qui pourrait être utilisé en appui des études de conception.