



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

Liberté  
Égalité  
Fraternité

**IRSN**  
INSTITUT DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 25 juillet 2023

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2023-00118

---

**Objet :** Établissement Orano Recyclage de La Hague - INB n° 80  
Reprise des déchets en fond du silo HAO : opérations de baisse du niveau d'eau, de « détalutage » et de rinçage des parois

---

**Réf. :** Lettre ASN CODEP-DRC-2022-056890 du 23 novembre 2022.

---

Par lettre citée en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur le dossier transmis en support à la demande d'autorisation d'Orano Recyclage (dénommé « Orano » dans la suite du présent avis) de procéder, dans le cadre de l'exploitation du procédé de reprise des déchets du silo « haute activité oxyde » (HAO) de l'installation nucléaire de base (INB) n° 80, aux opérations de baisse du niveau d'eau, de « détalutage » et de rinçage des parois au moyen de systèmes hydrauliques dédiés.

L'ASN demande d'examiner plus particulièrement la prise en compte par Orano des conclusions de l'avis de l'IRSN de décembre 2021 relatif au dossier d'options de sûreté (DOS) de ces opérations, en particulier pour ce qui concerne la maîtrise des risques de dissémination des substances radioactives et de criticité, ainsi que la liste des éléments importants pour la protection (EIP) et des exigences définies (ED) associées.

De l'évaluation du dossier transmis, tenant compte des éléments apportés par Orano au cours de l'expertise, l'IRSN retient les principaux éléments suivants.

### 1. CONTEXTE

#### 1.1. PRESENTATION DE L'INSTALLATION

L'INB n° 80, située dans l'établissement Orano de La Hague (Manche), est actuellement en démantèlement. Elle assurait les opérations de réception, d'entreposage, de cisailage et de dissolution des combustibles des réacteurs des filières « eau légère » et « neutrons rapides » (réacteur PHENIX / INB n° 71).

Le silo HAO est un parallélépipède en béton armé (de section 15 m x 15 m et de hauteur 10 m) presque totalement enterré et revêtu intérieurement d'une tôle en acier inoxydable. Il est rempli d'eau sur une hauteur d'environ 9 m, noyant les déchets qui y sont entreposés en vrac. Ces déchets sont des déchets de procédé issus du traitement des combustibles : coques, embouts de combustible, fines de cisailage et fines de dissolution, résines, déchets technologiques, etc. Par ailleurs, les piscines de l'atelier « stockage organisé des coques » (SOC)

MEMBRE DE  
**ETSON**

de l'INB n° 80 contiennent également des coques et embouts de combustible, entreposés dans des conteneurs, appelés « curseurs ».

## 1.2. OPERATIONS DE REPRISE DES DECHETS DU SILO HAO

Dans le cadre du démantèlement de l'INB n° 80, Orano doit reprendre et conditionner les déchets anciens entreposés dans cette installation. Il prévoit ainsi de traiter, à partir de 2027, ceux actuellement entreposés dans le silo HAO et les piscines du SOC, depuis une cellule de reprise installée dans le hall HAO, sur la dalle située au-dessus du silo. Orano décompose ces opérations de reprise et de conditionnement de déchets (RCD) en trois phases :

- la « phase ECE » qui consiste à reprendre les coques et embouts entreposés dans le silo HAO et les piscines du SOC, puis de les conditionner en fûts de coques et embouts conditionnés sous eau (fûts ECE), avant de les transférer vers l'INB n° 117, située sur le site de La Hague. La sûreté des opérations réalisées au cours de cette phase a fait l'objet d'un avis de l'IRSN en février 2022 ;
- la « phase ACC et CFR » qui correspond au conditionnement des fûts ECE en colis standard de déchets compactés (CSD-C), et dont la sûreté fait l'objet d'une expertise par ailleurs. Cette opération sera réalisée dans l'atelier de compactage des coques et embouts (ACC) de l'INB n° 116 également située sur le site de La Hague. Les colis CSD-C seront ensuite entreposés dans l'INB n° 116, avant d'être transférés vers le futur centre de stockage Cigéo de l'ANDRA. Au cours de cette phase, les opérations de reprise et de conditionnement des fines et résines (CFR) présentes dans le silo HAO seront également réalisées ;
- la « phase annexe » qui comprend le traitement des déchets technologiques et des coques dites « longues », *i.e.* contenant encore du combustible, ainsi que la reprise des déchets en fond du silo HAO non accessibles par les seuls moyens mis en œuvre lors de la « phase ECE ». **Le présent avis porte sur la sûreté des opérations de baisse du niveau d'eau, de « détalutage » et de rinçage des parois au moyen de systèmes hydrauliques.** Les autres opérations à mener pendant cette phase (utilisation d'un robot porteur afin de rapprocher les déchets au droit de la trémie centrale de la cellule de reprise ainsi que d'un système de détalutage hydraulique à poste fixe) feront l'objet, le cas échéant, de demandes ultérieures.

## 1.3. DESCRIPTION DES OPERATIONS ASSOCIEES A LA PRESENTE DEMANDE

Pour mémoire, à partir de la « phase ECE », les déchets contenus dans le silo HAO seront repris à l'aide d'un grappin à mouvement vertical installé dans la trémie centrale du silo et seront remontés dans la cellule de reprise, située à l'aplomb, pour être triés et conditionnés avant évacuation. Une herse située dans le silo HAO permettra de rapprocher les déchets du grappin. Ces moyens ne permettant pas de reprendre les déchets situés le long des parois du silo, des talus de déchets pourront se former contre les parois.

En conséquence, en « phase annexe », Orano prévoit de baisser progressivement, à l'aide d'un système de pompage, le niveau d'eau dans le silo et de réaliser des opérations de détalutage à l'aide de deux systèmes hydrauliques. Ces systèmes de type « lance incendie » seront positionnés à la place du grappin et sur la herse.

Orano précise que la maintenance de ces systèmes sera notamment réalisée au niveau des treuils de la herse et du grappin, dont les câbles seront préalablement rincés à l'eau déminéralisée pour limiter le débit d'équivalent de dose (DED) induit. En outre, les dispositions de maintenance relatives à la « phase ECE » seront reconduites pour la « phase annexe ». **En tout état de cause, l'IRSN estime qu'Orano devrait réaliser les analyses de sûreté et de radioprotection associées aux opérations de maintenance ; ce sujet avait été relevé dans l'avis de l'IRSN de décembre 2021.**

Par ailleurs, Orano a indiqué que le dispositif de mesure du niveau d'eau dans le silo sera remplacé par un dispositif de technologie différente. **Il lui appartiendra de justifier l'efficacité de ce nouveau moyen de mesure.**

## 2. DISPOSITIONS DE MAITRISE DES RISQUES

### 2.1. RISQUES DE DISSEMINATION DE SUBSTANCES RADIOACTIVES

Orano estime que les opérations de détalutage et de rinçage des voiles ne sont pas de nature à entraîner une mise en suspension de substances radioactives et d'eau dans l'atmosphère du silo HAO nécessitant une évolution de la conception de la ventilation nucléaire de ce silo. Toutefois, Orano « envisage » une surveillance renforcée du colmatage des filtres de premier niveau et du niveau de dépression dans le silo HAO lors des premières opérations. Le cas échéant, des dispositions de surveillance complémentaires telles que des mesures de débit de dose dans la gaine d'extraction seront mises en œuvre. **Ceci est acceptable. Il appartiendra toutefois à Orano de confirmer la réalisation de cette surveillance renforcée et de l'intégrer aux règles générales d'exploitation (RGE) de l'installation.**

Par ailleurs, Orano a réalisé des essais pour démontrer l'absence de risque d'agression du cuvelage du silo HAO par les systèmes hydrauliques de détalutage *via* leur jet d'eau. De plus, il estime que ces systèmes ne sont pas en mesure d'endommager par collision ce cuvelage du fait de leur éloignement des parois du silo. Sur ce point, le système hydraulique fixé au treuil du grappin sera équipé d'un mécanisme d'ancrage dans les déchets afin de limiter le mouvement pendulaire de sa lance. L'efficacité de cet ancrage sera contrôlée visuellement. **Ceci est acceptable. Il appartiendra toutefois à Orano de déclinier, dans les procédures d'exploitation, le contrôle de l'ancrage du système de détalutage fixé au grappin.**

### 2.2. PREVENTION DES RISQUES DE CRITICITE

Lors des opérations de reprise des déchets dans le silo HAO, le risque de réaction en chaîne de fission nucléaire incontrôlée, appelée criticité, est associé à la présence de résidus de matières fissiles<sup>1</sup> dans les coques et dans les fines. Jusqu'à présent, les déchets étant immergés dans de l'eau, la démonstration de la sous-criticité du silo HAO était apportée en valorisant l'effet absorbant neutronique de l'eau. La reprise des déchets en fond de silo nécessitant leur dénoyage partiel, Orano a complété sa démonstration de maîtrise de la criticité, notamment les milieux fissiles de référence et les modes de contrôle, afin de prendre en compte la diminution de l'absorption neutronique due à l'eau.

Les milieux fissiles de référence, modérés par de l'eau de densité variable pour prendre en compte la baisse du niveau d'eau, sont ainsi :

- le « milieu coque » : hétérogène, constitué par un réseau de tubes de zirconium ou d'aciers, contenant une couche d'oxyde d'uranium et de plutonium ;
- le « milieu fines » : homogène, constitué d'un mélange de plutonium et de produits de fission.

Le mode de contrôle de la criticité des déchets dénoyés du silo HAO retenu par Orano repose sur la limitation de la concentration en matières fissiles et la masse pour le cas particulier des fines « PHENIX ».

Par ailleurs, pour ses nouvelles études de sûreté-criticité, Orano a pris en compte les commentaires formulés par l'IRSN dans l'avis précité, en considérant la présence de coques longues, en présentant des calculs enveloppes au regard de la réactivité des coques et des fines, en définissant une hauteur maximale de déchets dénoyés et en précisant la composition des fines « PHENIX ».

Au terme de ses études de sûreté-criticité, Orano n'identifie aucun scénario résiduel d'accident de criticité compte tenu des marges utilisées. Toutefois, dans le cas hypothétique d'occurrence d'un tel accident dans le

---

<sup>1</sup> Les matières fissiles, dont les principales sont l'uranium 235 et le plutonium 239, présentent la propriété de pouvoir entretenir des réactions de fission en chaîne dès lors que certaines conditions sont réunies.

silos HAO, il indique que le re-noyage des déchets pourrait être mis en œuvre afin de revenir à un état sous-critique.

Enfin, Orano a présenté la démarche continue de suivi et de validation de la masse de matière fissile dans les déchets qu'il mettra en œuvre au moyen du poste d'interrogation neutronique (INA) installé dans la cellule de reprise. Cette démarche doit notamment permettre de détecter toute particularité entre les différentes strates de coques dans le silo HAO et de conforter les données prises en compte dans les calculs de sûreté-criticité. Chaque opération de baisse du niveau d'eau sera réalisée après ces vérifications et avec l'accord de l'ingénieur critiqueur.

**L'IRSN estime que l'analyse de sûreté-criticité et les dispositions d'exploitation associées sont satisfaisantes. Il appartiendra à Orano de mentionner dans les RGE de l'INB n° 80 le suivi de la caractérisation des matières fissiles présentes dans les déchets qui sera réalisé lors des opérations de reprise des déchets en fond du silo HAO, après le début des opérations de baisse du niveau d'eau.**

### 2.3. RISQUES D'EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS IONISANTS

Orano a évalué l'impact dosimétrique induit, au niveau des postes de travail, par les talus de déchets dénoyés en raison de la baisse du niveau d'eau dans le silo HAO : l'augmentation du DED serait faible, au maximum de l'ordre de 0,1 µSv/h. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

Par ailleurs, Orano a précisé le dimensionnement des protections radiologiques qui seront installées au niveau des traversées de la dalle du silo HAO afin de respecter le DED maximal admissible pour les différents postes de travail, dans le hall HAO. En outre, des balises de surveillance de l'irradiation seront placées à proximité des enceintes de confinement des câbles de la herse. **L'IRSN estime que les dispositions de maîtrise des risques d'exposition aux rayonnements ionisants présentées sont acceptables. Il appartiendra à Orano de vérifier le respect des objectifs de DED au niveau des traversées de la dalle du silo HAO, afin de s'assurer du caractère suffisant des dispositions retenues.**

### 2.4. RISQUES LIÉS À L'INCENDIE D'ORIGINE INTERNE

Dans le cadre des opérations de baisse du niveau d'eau et de reprise des déchets de fond du silo HAO, il existe un risque d'inflammation ou d'auto-inflammation des fines de zircaloy contenues dans les déchets dénoyés. Le risque d'un départ de feu augmente avec l'assèchement progressif des déchets dénoyés au cours du temps.

La maîtrise des risques liés à un incendie d'origine interne des déchets dénoyés dans le silo HAO présentée par Orano repose essentiellement sur la prévention des départs de feu, notamment sur l'hypothèse d'absence de source d'ignition dans le silo, en particulier par le maintien d'une température dans la cuve du silo (18 °C) bien inférieure à la température d'auto-inflammation des fines de zircaloy présentant un caractère pyrophorique (200 °C retenue par Orano). **Or l'IRSN estime que le risque d'incendie dans le silo HAO ne peut être exclu sur l'unique hypothèse d'absence de source d'ignition et qu'il appartient notamment à Orano de s'assurer de l'absence d'introduction de source d'ignition et de charge calorifique lors des opérations de maintenance.** Sur ce point, pour rappel, Orano n'exclut pas le risque d'inflammation des déchets, extraits du silo HAO, dans la cellule de reprise, malgré les dispositions prises pour les réhumidifier lorsque cela sera nécessaire.

Au cours de l'expertise, Orano a précisé que des moyens de vision (caméras) situés dans le silo HAO et des sondes de températures, situées dans la cellule de reprise et au dernier niveau de filtration du réseau de ventilation nucléaire, seront disponibles pour détecter un feu dans ce silo. Le silo HAO n'étant notamment pas équipé de systèmes de détection automatique d'incendie (DAI), **l'IRSN estime que les moyens de surveillance présentés ne sont pas suffisants pour détecter rapidement un départ de feu dans le silo HAO, notamment en dehors des heures ouvrées. Ce point fait l'objet de la recommandation en Annexe au présent avis.**

Par ailleurs, le silo HAO ne bénéficie ni de sectorisation incendie, ni de moyen d'extinction fixe ou semi-fixe. Toutefois, Orano a précisé que des apports en eau dans le silo HAO sont possibles en cas d'incendie, notamment

via l'intervention des agents de la protection site et matière (PSM), sans toutefois en préciser les modalités et en justifier la faisabilité et l'efficacité. **L'IRSN estime qu'Orano devrait établir ces éléments.**

Enfin, l'extraction de la ventilation nucléaire de la cellule de reprise s'effectuant *via* le silo HAO, **Orano devrait également justifier la pertinence de la conduite de la ventilation qui sera retenue en cas d'incendie dans cette cellule ou dans le silo, afin de limiter, d'une part la dispersion de substances radioactives, d'autre part le risque de propagation de l'incendie.**

### **3. ÉLÉMENTS IMPORTANTS POUR LA PROTECTION**

Les EIP spécifiques aux opérations faisant l'objet du présent avis sont les traversées du silo HAO dites « non-disséminantes », les balises de surveillance de l'irradiation situées au niveau des enceintes des treuils de herse et le dispositif de contrôle du niveau d'eau du silo HAO qui remplacera l'équipement actuel, inapte à mesurer une hauteur d'eau inférieure à 6 m. De plus, Orano identifie un seul essai intéressant la sûreté pour ces EIP : celui de vérification du report d'information, au niveau de l'automate et de la salle de conduite, de la mesure du niveau d'eau dans le silo HAO. **Ceci est acceptable.**

**En tout état de cause, en raison du nombre de dossiers et de notes concernant les différentes phases de RCD du silo HAO, Orano devrait veiller à constituer une liste autoportante des EIP et de leurs ED pour l'ensemble des opérations.**

### **4. CONCLUSION**

Sur la base du dossier transmis en support à la demande d'autorisation et des informations recueillies au cours de l'expertise, l'IRSN estime que les dispositions de maîtrise des risques retenues par Orano pour réaliser les opérations de baisse du niveau d'eau, de détalutage hydraulique des déchets et de rinçage des parois dans le silo HAO dans le cadre de l'exploitation du procédé de reprise des déchets de ce silo sont acceptables sous réserve de la prise en compte de la recommandation formulée en Annexe au présent avis.

**IRSN**

Le Directeur général

Par délégation

Anne-Cécile JOUVE

Adjointe au Directeur de l'expertise de sûreté

## **ANNEXE 1 A L'AVIS IRSN N° 2023-00118 DU 25 JUILLET 2023**

### **Recommandation de l'IRSN**

L'IRSN recommande qu'Orano complète les dispositions de surveillance d'incendie, afin de détecter rapidement un départ de feu survenant dans le silo HAO de l'INB n° 80, notamment en dehors des heures ouvrées, au cours des opérations de reprise des déchets en fond de ce silo.