

Fontenay-aux-Roses, le 25 juillet 2024

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2024-00117

---

**Objet :** Établissement Orano Recyclage de La Hague - INB n° 116 (UP3-A)  
Traitement de combustibles RTR USi LEU en mode « dissolvant seul »

---

**Réf. :** Lettre ASN CODEP-DRC-2023-061795 du 14 novembre 2023.

---

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 la demande de modification notable de l'installation nucléaire de base (INB) n° 116, dite « usine UP3-A » du site de La Hague, transmise par la société Orano Recyclage (dénommée Orano ci-après). Cette modification porte sur l'étape de dissolution du procédé de traitement des éléments combustibles irradiés à base de siliciure d'uranium faiblement enrichi, issus de réacteurs de test et de recherche (RTR), dénommés « combustibles RTR USi » par la suite, qui sera réalisée selon un nouveau mode dit « dissolvant seul », au lieu du mode actuel dit « boucle de dissolution ».

À l'appui de sa demande, Orano présente l'analyse de sûreté associée et les projets de modification des règles générales d'exploitation et du rapport de sûreté de l'atelier T1 de l'usine UP3-A concernés par la modification, accompagnés de documents résumant les résultats d'essais et de recherche réalisés.

L'ASN demande en particulier à l'IRSN d'examiner les dispositions de maîtrise des risques associées à ces nouvelles opérations.

De l'évaluation des documents transmis, tenant compte des éléments de retour d'expérience disponibles et des informations apportées par Orano au cours de l'expertise, l'IRSN retient les principaux éléments suivants.

## 1. DESCRIPTION DE LA MODIFICATION

### 1.1. CONTEXTE

Les éléments combustibles (EC) RTR USi se présentent sous forme de plaques laminées et gainées en aluminium qui contiennent la matière fissile dans des grains de siliciure d'uranium dispersés dans une matrice en aluminium. Leur enrichissement isotopique en  $^{235}\text{U}$  est au plus de 20 %. Le traitement de ces combustibles dans la chaîne B de l'atelier T1 selon le mode de fonctionnement qui leur est spécifique (« boucle de dissolution ») a été autorisé par l'ASN en 2017.

Le traitement des EC RTR USi ne nécessite pas de cisailage préalable à leur dissolution du fait de leur bonne solubilité dans l'acide nitrique. Aussi, le dissolvant est alimenté en EC de manière unitaire à l'aide d'un dispositif tubulaire appelé « puits de dissolution », installé verticalement dans la cuve du dissolvant. L'homogénéisation de la solution de dissolution est assurée par sa circulation dans le circuit constitué par le compartiment

tranquilliseur<sup>1</sup> du dissolvant, le désorbant à iode et le pot de mesure, avec son retour dans le volume principal de la cuve du dissolvant par air-lift<sup>2</sup>. La dissolution des combustibles RTR USi est réalisée par « batch ». Lorsque la solution de dissolution atteint sa concentration nominale, elle est clarifiée dans l'unité de clarification, puis traitée normalement dans l'atelier T2 après dilution avec une solution de dissolution de combustibles à base d'oxyde d'uranium (UOX).

En 2017 et en 2018, Orano a ainsi réalisé deux campagnes de traitement de combustibles RTR USi. À l'issue de ces opérations, il a constaté l'apparition de perturbations hydrauliques sur la ligne de retour de la solution vers le dissolvant *via* l'air-lift, causées par son encrassement et son bouchage par des dépôts de silicium issus des EC traités. Au cours de l'exploitation, le fonctionnement du dispositif a pu être provisoirement amélioré grâce à des rinçages, dits « sodiques », avec une solution de soude. Les investigations ultérieurement menées par Orano ont confirmé la présence de dépôts siliciés au fond du dissolvant et dans la boucle.

À la suite de ce retour d'expérience, Orano demande l'autorisation de réaliser une modification notable du procédé de traitement de ces combustibles, visant à remédier aux dysfonctionnements précités.

## **1.2. NOUVEAU MODE DE FONCTIONNEMENT « DISSOLVANT SEUL »**

Orano définit le nouveau mode de fonctionnement de l'unité de dissolution « dissolvant seul », l'opération de dissolution étant confinée dans le dissolvant, sans utilisation de la boucle précitée. La dissolution sera réalisée dans le dissolvant à un niveau liquide bas, afin d'empêcher son déversement par le trop-plein vers le désorbant à iode. Orano prévoit un nouveau puits de dissolution équipé d'un air-lift de recirculation. Il précise que le désorbant et le pot de mesure seront maintenus remplis de solution d'acide nitrique 0,5 N afin d'assurer une garde hydraulique entre les équipements et d'écartier le risque de précipitation du plutonium en cas de mélange.

Orano indique que, la boucle de dissolution n'étant pas utilisée, le mode de fonctionnement « dissolvant seul » induit une diminution du volume de la solution de dissolution et, en conséquence, celle du nombre d'EC traités par batch. Il précise que les caractéristiques enveloppes de la solution de dissolution ainsi produite resteront inchangées par rapport au procédé actuel, et que la démonstration de sûreté en vigueur reste dès lors applicable aux autres étapes du procédé de traitement.

**Ces différents éléments n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.**

## **1.3. NOUVEAU Puits DE DISSOLUTION ET AMÉNAGEMENTS ASSOCIÉS**

Le nouveau puits de dissolution, qui sera installé à la place de l'actuel puits, est façonné à l'identique en termes de caractéristiques géométriques et de matériaux utilisés. L'air-lift de recirculation qui équipera ce nouveau puits longera sa paroi extérieure. Il sera composé d'une ligne d'émulsion prélevant la solution dans la cuve, d'une ligne de retour plongeant dans le tranquilliseur et d'une ligne d'injection d'air comprimé, assurant son fonctionnement. La fonction de cet air-lift consiste à assurer l'homogénéisation de la solution de dissolution entre le volume principal de la cuve du dissolvant et son compartiment tranquilliseur.

Orano précise qu'en vue des opérations de changement de puits et de maintenance du dissolvant, il est nécessaire de remplacer une dalle du plancher de la cellule de maintenance générale par une nouvelle dalle afin de pouvoir y entreposer de manière verticale le nouveau puits de dissolution. La modification de la dalle consistera en son percement au diamètre du puits de dissolution et en l'implantation d'un fourreau pour son entreposage. L'incidence de cette modification sur la maîtrise des risques liés aux séismes est examinée au paragraphe 2.4 du présent avis.

---

<sup>1</sup> Le compartiment tranquilliseur est séparé du volume principal (cuve) du dissolvant par une paroi verticale non-étanche. Sa fonction est d'assurer le débordement de la solution vers le désorbant sans projection ni fluctuation du niveau.

<sup>2</sup> Un air-lift est un dispositif tubulaire permettant la circulation d'un liquide vers le haut grâce à l'injection d'air comprimé.

## 1.4. OPÉRATIONS DE RINÇAGE

Orano indique que dans le but de limiter l'encrassement du dissolvant et de ses composants internes par des dépôts à base de silicium, des opérations de rinçages sodiques périodiques seront mises en œuvre. La démarche d'Orano s'appuie sur le retour d'expérience des opérations de débouchage réalisées lors des premières campagnes de traitement des combustibles RTR USi, ainsi que sur les résultats d'essais de dissolution de ces dépôts. Ces essais ont en effet montré que les rinçages sodiques permettent l'élimination complète de dépôts issus des combustibles RTR USi, constitués majoritairement d'espèces siliciées. Orano précise que la fréquence de ces rinçages sera adaptée au retour d'expérience industriel du nouveau procédé. L'incidence de ces dispositions sur la prévention des risques de criticité est examinée au paragraphe 2.2 du présent avis.

## 1.5. QUALIFICATION ET ESSAIS INTÉRESSANT LA SÛRETÉ

Le nouvel air-lift participe à la prévention des risques de criticité en assurant l'homogénéisation de la solution de dissolution. À ce titre, il est classé équipement important pour la protection (EIP) de rang 2 pour ce risque.

Orano indique que la qualification de cet EIP repose sur les essais réalisés à l'aide de simulants chimiques sur une maquette grandeur nature. Ces essais ont permis de vérifier le bon fonctionnement du dispositif, de valider l'efficacité d'homogénéisation de la solution et de s'assurer de l'absence de son encrassement.

Orano n'a pas identifié d'essai intéressant la sûreté supplémentaire à réaliser dans le cadre de la présente modification. Sur ce point, l'IRSN estime que la qualification du nouvel air-lift devrait être complétée par une inspection endoscopique de ses composants internes, afin de confirmer l'absence de dépôts et d'encrassement notables de ces composants à l'issue d'une seule campagne de traitement. Au cours de l'expertise, Orano a indiqué qu'il réalisera une telle inspection endoscopique à l'issue du traitement du premier batch de combustibles RTR USi dans l'installation modifiée. **Ceci est satisfaisant.**

## 1.6. INCIDENCE DE LA MODIFICATION SUR LA SUITE DU PROCÉDÉ DE TRAITEMENT

Orano indique que les opérations de traitement en aval de l'étape de dissolution et dans les ateliers en aval de l'atelier T1 restent identiques à celles du procédé déjà autorisé. Ceci est vérifié par les éléments de retour d'expérience obtenus à la suite des premières campagnes de traitement, portant sur l'unité de clarification et le premier cycle d'extraction de l'atelier T2.

### 1.6.1. Unité de clarification

Les paramètres principaux établis par Orano pour le fonctionnement de cette unité concernent le volume maximal de gel de silice pouvant être accumulé dans la décanteuse pendulaire centrifuge (DPC)<sup>3</sup> sans en perturber le fonctionnement, et le volume de solution de dissolution traité entre deux cycles de décolmatage de la DPC. Ces paramètres ont été validés lors des campagnes de 2017 et 2018. **L'IRSN estime que les paramètres de fonctionnement de l'unité de clarification définis par Orano sont satisfaisants.**

### 1.6.2. Atelier T2

Selon les dispositions déjà autorisées, la compatibilité des solutions clarifiées de combustibles RTR USi avec le fonctionnement des colonnes d'extraction pulsées du premier cycle d'extraction est garantie par le respect d'une teneur maximale en silicium. Elle est également vérifiée par un test de désengagement<sup>4</sup> des phases, réalisé sur un échantillon de la solution. Le retour d'expérience des campagnes de traitement de 2017 et 2018 a confirmé la conformité des résultats d'analyses et de tests de désengagement ainsi réalisés, **ce qui est satisfaisant.**

En outre, conformément aux prescriptions de l'ASN relatives à la surveillance renforcée du premier cycle d'extraction dans le cadre du traitement des combustibles RTR USi, Orano a étudié l'impact de la présence du

---

<sup>3</sup> Pour les combustibles RTR USi, la DPC permet la séparation, par centrifugation, de la forme polymère de silice de la solution de dissolution. Accumulée dans le bol sous forme de gel, elle est évacuée vers la filière des fines lors des décolmatages de la DPC.

<sup>4</sup> Le test de désengagement vérifie la bonne séparation des phases organique et aqueuse à la sortie d'une colonne pulsée d'extraction.

silicium sur le fonctionnement des colonnes pulsées. Les résultats de cette surveillance et les éléments explicatifs transmis par Orano au cours de l'expertise confirment que tous les paramètres de fonctionnement des colonnes sont restés dans les limites acceptables définies dans le mode opératoire de surveillance. **Ceci est satisfaisant.**

## 2. ANALYSE DES RISQUES

Orano indique que les modifications envisagées n'affectent ni la nature et les caractéristiques des substances radioactives présentes dans l'unité de dissolution de l'atelier T1, ni les paramètres de fonctionnement des unités en aval du procédé. Il reconduit donc l'ensemble des dispositions de maîtrise des risques pour les unités en aval de l'unité de dissolution, **ce qui n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Orano a évalué les risques liés à la modification matérielle, notamment les risques de dispersion des substances radioactives et ceux liés aux agressions internes et aux séismes, ainsi que les risques associés à la mise en place des nouveaux équipements. Il a également réévalué les dispositions de prévention des risques de criticité eu égard à la modification de l'étape de dissolution des combustibles RTR USi.

### 2.1. RISQUES DE DISPERSION DES SUBSTANCES RADIOACTIVES

Orano indique que l'ajout d'une ligne d'air comprimé alimentant le nouvel air-lift ne modifie pas les interfaces en place pour le puits de dissolution existant. Il conclut que ce principe d'alimentation n'introduit pas de risque nouveau affectant la première barrière du premier système de confinement. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

Orano considère la présente modification comme une modification dite « non notable » de l'équipement sous pression nucléaire (ESPN) dissolvant, car elle n'affecte pas ses parois et les limites des compartiments constituants. Il reconduit donc les dispositions existantes de maîtrise des risques associés à cet ESPN. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

### 2.2. PREVENTION DES RISQUES DE CRITICITÉ

Orano reconduit à l'identique la démonstration de sûreté-criticité en vigueur pour les opérations de procédé en amont et en aval de l'étape de dissolution. Il présente l'impact de la modification sur la prévention des risques de criticité à l'étape de dissolution et lors des opérations de rinçage sodique.

#### 2.2.1. Fonctionnement normal

Orano reconduit, pour le mode « dissolvant seul », la démonstration de sûreté-criticité du dissolvant en vigueur. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Il considère, à la suite du retour d'expérience des premières campagnes de traitement RTR USi, que la masse de matières fissiles, potentiellement accumulée dans le dissolvant à la suite d'un batch de traitement, reste très inférieure à la limite de sûreté applicable. À cet égard, Orano prévoit de réaliser des rinçages sodiques du dissolvant et de ses composants internes afin d'évacuer ces dépôts. Il indique que leur fréquence sera adaptée en fonction du retour d'expérience industriel. **L'IRSN estime que ces dispositions sont satisfaisantes.**

#### 2.2.2. Situations incidentelles

Orano examine les situations incidentelles susceptibles d'induire une augmentation anormale de la concentration en uranium dans la solution de dissolution. En plus des situations déjà étudiées dans le cadre des dispositions de maîtrise des risques existantes, il analyse les scénarios suivants :

- une défaillance d'homogénéisation de la solution dans le dissolvant due à un dysfonctionnement du nouvel air-lift (« perte d'air-lift ») ;
- une sélection erronée du mode « boucle de dissolution » à la place du mode « dissolvant seul » pour le pilotage du procédé, conduisant au chargement d'un nombre plus important qu'attendu d'EC RTR USi dans le dissolvant.

Pour chacune de ces situations, Orano démontre que les moyens de surveillance et de contrôle et les automatismes associés en place, ainsi que les marges du procédé disponibles, permettent d'écarter le risque d'atteinte de limites maximales admissibles applicables relatives à la prévention des risques de criticité.

S'agissant de la fuite du circuit caloporteur dans le dissolvant, pouvant conduire, par effet de dilution, à l'hydrolyse et à la précipitation du plutonium et donc à un risque d'accident de criticité, Orano a démontré qu'en pratique le facteur de dilution requis pour déclencher un tel phénomène ne peut pas être atteint, ce qui lui permet d'écarter ce risque.

**L'IRSN estime que l'analyse d'Orano portant sur les potentielles situations incidentelles est satisfaisante.**

### 2.3. RISQUES DE COLLISION ET DE CHUTE DE CHARGES

Orano indique que la modification envisagée ne met pas en cause les dispositions de la maîtrise des risques liés aux collisions et aux chutes de charges, présentées dans le rapport de sûreté de l'atelier T1. Ceci concerne notamment la procédure d'introduction du nouveau puits dans le dissolvant, qui reste identique à celle établie pour le puits existant. Il en est de même pour les risques de chute de charges associés aux opérations de manutention dans le cadre du changement de puits, l'augmentation de la masse de celui-ci à la suite de l'ajout d'air-lift restant couverte par les marges de sécurité en énergie de chute disponibles. **Ceci est satisfaisant.**

### 2.4. RISQUES LIÉS AUX SÉISMES

Les exigences de conceptions établies par Orano pour le nouveau puits de dissolution équipé de l'air-lift, le pot séparateur et la ligne de retour de l'air-lift, ainsi que pour la dalle du plancher de la cellule de maintenance générale modifiée, portant le nouveau puits entreposé dans le fourreau aménagé à cet effet, sont un dimensionnement au séisme de niveau séisme majoré de sécurité (SMS) selon le critère de non-projectibilité vis-à-vis du dissolvant.

Sur la base de calculs, Orano conclut que la tenue sismique du puits de dissolution modifié est couverte par la démonstration initiale portant sur l'ancien puits, du fait d'une augmentation de masse négligeable et de raideurs similaires à la suite de l'ajout de l'air-lift. **Cette démonstration, ainsi que celle de la non-projectibilité du pot séparateur et de la ligne de retour de l'air-lift, n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.**

S'agissant de la tenue sismique de la dalle de plancher modifiée, la démonstration d'Orano s'appuie sur le calcul de tenue sismique de la dalle voisine, utilisée pour l'entreposage de l'ancien puits dans des conditions similaires. Au cours de l'expertise, Orano a apporté des éléments de justification permettant de valider la transposition de cette ancienne étude à la nouvelle dalle modifiée. **L'IRSN estime que ces éléments sont satisfaisants.**

### 2.5. RISQUES LIÉS AUX FACTEURS ORGANISATIONNEL ET HUMAIN (FOH)

Orano identifie l'homogénéisation de la solution dans le dissolvant par le nouvel air-lift en tant qu'activité sensible nouvelle, dont la défaillance compromettrait le déroulement et le suivi corrects des paramètres du procédé de dissolution. Il précise que les situations incidentelles à redouter, liées aux FOH, sont le non-démarrage de l'air-lift et l'oubli de branchement de sa ligne d'alimentation en air comprimé, et met en place à cet égard les dispositions de prévention suivantes :

- ajout d'un indicateur visuel du fonctionnement de l'air-lift sur la vue de conduite ;
- sensibilisation des opérateurs à la procédure de démarrage de l'installation ;
- mise en place d'un dispositif d'autocontrôle à l'étape de montage et de connexion de l'air-lift ;
- arrêt de chargement des EC dans le puits par asservissement en cas de débit d'air insuffisant de l'air-lift.

Ces dispositions font l'objet d'exigences de sûreté de conception ou d'exploitation. **L'IRSN estime qu'elles sont satisfaisantes dans leur ensemble.**

### 3. MAÎTRISE DU VIEILLISSEMENT

Le nouveau puits de dissolution étant façonné à l'identique du puits existant, Orano reconduit pour le nouvel équipement le plan de surveillance du vieillissement mis en œuvre pour le puits de dissolution actuel. Au cours de l'expertise, Orano a transmis les résultats de campagnes de mesures d'épaisseur du tube principal de l'ancien puits de dissolution, réalisées à sa mise en service, puis annuellement. Il indique que ces résultats permettent de constater l'absence d'évolution notable des épaisseurs mesurées pendant les cinq dernières années d'exploitation du puits, l'épaisseur moyenne mesurée sous le niveau liquide restant proche de celle nominale. Orano conclut que ces résultats sont satisfaisants. **L'IRSN estime que les modalités de surveillance du vieillissement du puits de dissolution mises en place sont satisfaisantes.**

### 4. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés et en tenant compte des éléments transmis par Orano au cours de l'expertise, l'IRSN estime que les dispositions de maîtrise des risques associées aux modifications matérielles et aux opérations de traitement des éléments combustibles irradiés de type RTR USi selon le nouveau mode dénommé « dissolvant seul » dans l'usine UP3-A de l'établissement Orano Recyclage de La Hague sont satisfaisantes.

IRSN  
Le Directeur général  
Par délégation  
Anne-Cécile JOUVE  
Adjointe au Directeur de l'expertise de sûreté