

Fontenay-aux-Roses, le 31 mars 2023

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2023-00047

---

**Objet :**            **Etablissement Orano Recyclage de La Hague - INB n° 116 (UP3-A)  
Unité NCPF T2 - Modification des barrières de sûreté associées à la démonstration de sûreté  
des risques de réactions « red oils »**

---

**Réf. :**            Lettre ASN CODEP-CAE-2022-060935 du 13 décembre 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 joint à la demande d'autorisation de modification notable, transmise en août 2022 par la société Orano Recyclage, portant sur la modification de lignes de défense participant à la prévention de la formation de composés nitrés instables, appelés « red oils », dans les évaporateurs de la nouvelle unité de concentration des produits de fission (PF) de l'atelier T2 (appelée unité NCPF T2) de l'installation nucléaire de base (INB) n° 116 (usine UP3-A) de La Hague.

De l'évaluation des documents transmis, tenant compte des informations apportées par l'exploitant Orano Recyclage au cours de l'expertise, l'IRSN retient les principaux points suivants.

### 1. CONTEXTE

L'usine UP3-A est l'une des deux usines en fonctionnement du site Orano Recyclage de La Hague destinées au traitement des combustibles irradiés. L'atelier T2 reçoit les solutions de dissolution des combustibles traités dans l'atelier T1 et assure, par un procédé d'extraction liquide-liquide, la séparation des produits de fissions (PF), de l'uranium et du plutonium. Les solutions de PF obtenues sont concentrées par évaporation, puis entreposées dans des cuves de l'atelier T2, avant d'être transférées dans l'atelier T7 pour être conditionnées en conteneurs de verre. La concentration des solutions de PF est actuellement effectuée dans les évaporateurs de PF des ateliers T2, dont la fonction sera transférée à la nouvelle unité NCPF T2, dès sa mise en service.

Le procédé d'extraction liquide-liquide mis en œuvre dans les usines de La Hague utilise un solvant organique constitué de phosphate de tributyle (TBP) dilué dans du tétrapropylène hydrogéné (TPH). Ces deux composés, ainsi que leurs produits de dégradation, peuvent conduire, sous certaines conditions, à des réactions exothermiques en présence d'acide nitrique ou de nitrates de métaux lourds, formant alors des composés nitrés instables, appelés « red oils », susceptibles de se décomposer violemment et de générer une quantité importante de gaz explosibles.

La maîtrise des risques liés au phénomène « red oils » repose sur différentes lignes de défense, notamment celles permettant de prévenir la présence d'une phase organique décantée dans les cuves par lesquelles transitent les solutions devant être concentrées dans les évaporateurs de PF. L'exploitant réalise ainsi périodiquement des

« chasses solvant » dans ces cuves pour évacuer le solvant décanté. Ces cuves sont également équipées d'un seuil de niveau bas dont l'atteinte commande l'arrêt du transfert (N.CB), ce qui empêche la vidange complète de la cuve émettrice, et ainsi le transfert vers l'équipement en aval d'une phase organique décantée éventuellement présente dans cette cuve.

## 2. PRESENTATION DE LA MODIFICATION

### 2.1. LIGNES DE DEFENSE ACTUELLES A L'EGARD D'UN TRANSFERT DE SOLVANT

En 2019, dans le cadre de l'expertise du réexamen périodique de l'INB n° 117 (usine UP2-800), l'IRSN avait souligné que les dispositions mises en œuvre par Orano Recyclage étaient nombreuses, mais de robustesse inégale, leur gestion étant rendue complexe par la diversité des flux pouvant transiter dans une même cuve. Selon l'IRSN, les dispositions d'arrêt d'un transfert d'une cuve à une autre cuve ou à un évaporateur devaient être renforcées pour prendre en compte la défaillance de l'arrêt automatique.

Aussi, dans le rapport de sûreté de la nouvelle unité NCPF T2 transmis en 2020, l'exploitant a précisé des lignes de défense complémentaires dans les cuves en fonction de leur proximité par rapport aux évaporateurs. Orano Recyclage distingue ainsi les cuves de niveau 0 alimentant directement les évaporateurs, les cuves de niveau 1 situées directement en amont des cuves de niveau 0 et les cuves de niveau 2 situées directement en amont des cuves de niveau 1.

À cet égard, les lignes de défense complémentaires mises en place par l'exploitant consistent :

- pour les trois cuves de niveau 0 et pour la cuve de niveau 1 de réception des effluents à concentrer de l'atelier T2, à ajouter un seuil d'alarme de niveau bas (N.AB) et un seuil de mise en garde de densité basse commandant l'arrêt du transfert (D.CGB) ;
- pour la cuve de niveau 0 de réception des solutions à concentrer dans l'unité NCPF T2, à ajouter un système instrumenté de sécurité (SIS) totalement indépendant des mesures utilisées par l'automate de conduite, commandant l'arrêt du transfert sur atteinte d'une alarme de niveau bas (N.CAB) ou de densité basse (D.CAB) ;
- pour les cuves de niveau 2, soit à ajouter un seuil d'alarme de niveau bas (N.AB) et un seuil de mise en garde de densité basse (D.GB) sans arrêt automatique du transfert, soit à mettre en place un verrouillage des lignes de transfert.

Dans le cadre de l'expertise du rapport de sûreté de la nouvelle unité NCPF T2, l'IRSN avait estimé que ces dispositions étaient satisfaisantes.

### 2.2. PRESENTATION DE LA MODIFICATION DES LIGNES DE DEFENSE

Orano Recyclage a indiqué que la mesure de densité des solutions transitant dans la cuve de niveau 1 de réception des effluents à concentrer n'est pas suffisamment stable pour permettre la définition d'un seuil de mise en garde de densité basse commandant l'arrêt du transfert (D.CGB) exploitable. Aussi, l'exploitant demande l'autorisation de déplacer, dans les cuves situées en amont de cette cuve, ce seuil D.CGB, ce qui conduit à requalifier le niveau de certaines cuves. Ainsi, cinq des sept cuves, initialement de niveau 2 et équipées d'un simple seuil de mise en garde de densité basse (D.GB), sont maintenant considérées de niveau 1 et sont équipées d'un seuil D.CGB commandant l'arrêt du transfert. Les deux autres cuves de niveau 1 ne font l'objet que d'un verrouillage de leur ligne de transfert. La cuve de réception des effluents à concentrer est désormais considérée comme une cuve de transit et ne participe pas aux lignes de défense participant à la prévention des risques « red oils ».

Enfin, les cuves en amont deviennent des cuves de niveau 2 et sont équipées d'un seuil d'alarme de niveau bas (N.AB) et d'un seuil de mise en garde de densité basse (D.GB), ou d'un simple verrouillage lorsqu'elles ne

reçoivent qu'occasionnellement des flux à transférer vers les évaporateurs PF (flux de recyclage de raffinats PF ou flux d'effluents actifs).

À l'appui de sa demande de modification, Orano Recyclage a transmis une analyse de sûreté accompagnée d'un projet de révision des règles générales d'exploitation (RGE) de l'atelier T2.

L'ASN demande à l'IRSN d'examiner en particulier, d'une part l'absence d'instrumentation complémentaire permettant de détecter une défaillance des dispositions de sûreté existantes dans deux cuves de niveau 1 (la cuve de réception et de contrôle des raffinats et la cuve de réception des précipités d'interphase de l'atelier T2), d'autre part l'exclusion dans l'analyse d'Orano Recyclage de la présence d'une phase organique lourde chargée en métaux lourds.

### 3. ROBUSTESSE DES NOUVELLES LIGNES DE DEFENSE

Orano Recyclage a précisé que l'instabilité de la mesure de densité concerne uniquement la cuve de réception des effluents à concentrer de l'atelier T2. Au cours de l'expertise, l'exploitant a fourni des relevés de mesures de densité des solutions transitant dans les cuves en amont, qui étayent effectivement l'absence d'instabilité de la mesure de densité et, par conséquent, la possibilité de définir un seuil D.CGB dans ces cuves. L'exploitant a également fourni des relevés de la mesure de niveaux dans la cuve de réception des effluents à concentrer qui montre que cette mesure est suffisamment stable pour que le seuil N.CB soit utilisable. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Conformément au courrier de l'ASN citée en référence, l'IRSN a examiné le caractère suffisant des dispositions retenues pour les deux cuves de niveau 1 sans seuil de densité basse. Pour conforter l'analyse de la robustesse des lignes de défense, l'IRSN a également examiné la gestion d'un transfert inopiné de solvant décanté dans la cuve de réception des effluents à concentrer de l'atelier T2, ainsi que les modes communs de défaillance des seuils.

#### 3.1. CAS DES DEUX CUVES DE NIVEAU 1 SANS SEUIL DE DENSITE BASSE

Orano Recyclage ne prévoit pas d'équiper la cuve de réception des précipités d'interphase de seuils N.AB et D.CGB. De même, la cuve de réception et de contrôle des raffinats ne dispose pas de seuil D.CGB, alors que ces deux cuves sont de niveau 1.

Toutefois, Orano Recyclage précise que les deux cuves concernées sont de niveau 1 car elles sont munies, par conception, de lignes de transfert vers la cuve de réception des effluents à concentrer de l'atelier T2. Ces lignes n'ont jamais été utilisées depuis la mise en service de l'atelier T2 et font l'objet d'un verrouillage. Un transfert par ces lignes ne serait nécessaire qu'en cas de dysfonctionnement important du procédé et serait réalisé selon une procédure spécifique soumise à autorisation interne. L'exploitant a indiqué que, dans ce cadre, d'une part le déverrouillage des lignes de transfert serait soumis à la vérification de la concentration maximale de TBP dissous dans la phase aqueuse (fixée par consigne), d'autre part qu'une opération de chasse solvant de la cuve devant être vidée serait réalisée de manière préventive avant transfert de la solution vers la cuve de réception des solutions à concentrer.

Enfin, Orano Recyclage indique que la cuve de réception et de contrôle des raffinats est équipée d'un seuil de mise en garde de densité basse D.GB en lien avec sa position de niveau 2 dans le cheminement du flux de raffinats d'extraction transféré vers les évaporateurs PF de l'unité NCPF T2.

**Au vu de l'ensemble de ces dispositions, l'IRSN estime acceptable l'absence de seuils d'alarme de niveau bas (N.AB) et de mise en garde de densité basse commandant l'arrêt du transfert (D.CGB) dans la cuve de réception des précipités d'interphase, ainsi que l'absence de seuil D.CGB dans la cuve de réception et de contrôle des raffinats.**

### 3.2. GESTION D'UN TRANSFERT INOPINÉ DE SOLVANT DECANTÉ DANS LA CUVE DE RECEPTION DES EFFLUENTS A CONCENTRER DE L'ATELIER T2

En cas de transfert inopiné de solvant décanté dans une cuve, une prise d'échantillon est réalisée afin de déterminer si le transfert vers l'aval peut être réalisé ou si une opération de chasse solvant est nécessaire avant transfert. Toutefois, Orano Recyclage a indiqué, au cours de l'expertise, que l'air lift de prise d'échantillon de la cuve de réception des effluents à concentrer de l'atelier T2 n'est pas fonctionnel de manière durable, malgré plusieurs tentatives de débouchage. Aussi, la concentration en TBP dans la solution, à la suite d'un transfert inopiné, ne pourrait pas être caractérisée par prise d'échantillon. De plus, cette cuve ne possède pas de chasse solvant. À cet égard, Orano Recyclage a précisé que le contenu de la cuve pourrait être transféré, soit vers une cuve du traitement des effluents, si l'activité volumique de la solution le permet, soit vers l'une des cuves de niveau 0 alimentant les évaporateurs PF de l'unité NCPF T2. La prise d'échantillon serait alors effectuée dans la cuve réceptrice. **Cette gestion d'un transfert inopiné n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Si le résultat de la prise d'échantillon dans la cuve de niveau 0 confirmait la présence d'une phase organique décantée, la cuve serait isolée. Dans une telle situation, que l'exploitant estime très peu probable, le contenu de la cuve serait transféré dans l'un des évaporateurs PF, préalablement rempli avec une solution aqueuse basique afin d'inhiber le phénomène « red oils ». L'évaporateur serait maintenu à ébullition jusqu'à épuisement du TBP par entraînement à la vapeur et par hydrolyse basique du TBP. Les distillats seraient évacués vers une cuve de l'unité de traitement des effluents, où une chasse solvant pourrait être réalisée, et les concentrats seraient transférés vers une cuve d'entreposage des effluents des rinçages basiques. Orano Recyclage a précisé que ce mode de traitement, qui n'a jamais été mis en œuvre, s'appuie sur des essais expérimentaux. À cet égard, l'exploitant a indiqué que, au minimum, d'une part les évaporateurs et les cuves devant recevoir les flux seraient vidangés, d'autre part les lignes susceptibles de conduire à un transfert de solution acide vers ces cuves seraient consignées. **L'IRSN souligne que cette opération spécifique, acceptable sur le plan des principes, devra être mise en œuvre selon le processus en vigueur sur la base d'une analyse de sûreté.**

### 3.3. MODE COMMUN DE DEFAILLANCE DES SEUILS

L'instrumentation (canne de bullage et transmetteur) associée aux seuils N.CB et N.AB étant la même, il existe un mode commun de défaillance. Pour prévenir ce mode commun, Orano Recyclage a défini, dans le projet de RGE de l'atelier T2, une exigence relative à la vérification périodique de ces seuils.

En outre, bien que les cannes de bullages associées au seuil D.CGB soient distinctes de celles de la mesure de niveau, les deux chaînes de mesures peuvent présenter un mode commun de défaillance au niveau des automates et des actionneurs. L'exploitant a précisé que les modes communs de défaillance des seuils N.CB, N.AB, D.GB et D.CGB, ainsi que la fréquence des contrôles périodiques de ces seuils, sont considérés dans l'analyse probabiliste du risque « red oils ». Selon l'exploitant, cette étude, qui sera transmise dans le cadre de la mise en service de l'unité NCPF R2, permettra de justifier le caractère suffisant de la périodicité retenue du contrôle de déclenchement des seuils. **Il appartiendra à Orano de s'assurer que les périodicités retenues de contrôle de déclenchement des seuils N.CB, N.AB, D.GB et D.CGB restent pertinentes pour l'atelier T2 au regard des différences entre les ateliers R2 et T2.**

Dans le projet des RGE de l'atelier T2, Orano a ajouté la gestion des indisponibilités et la périodicité des contrôles des nouveaux seuils N.AB, mais n'a toutefois pas intégré celles des seuils D.CGB.

Au vu des réglages des différents seuils, l'IRSN relève que le seuil N.AB serait très rapidement déclenché en cas de dysfonctionnement du seuil N.CB, sans toutefois que l'opérateur en salle de conduite puisse arrêter le transfert. Cet arrêt nécessite en effet une intervention en local associée à un délai supérieur à 15 minutes selon l'exploitant. Une éventuelle phase organique décantée serait donc transférée en tout ou partie, excepté si la quantité présente permet le déclenchement du seuil D.CGB et, ainsi, l'arrêt rapide du transfert. Enfin, l'IRSN rappelle que, dès lors qu'une phase organique décantée est transférée en aval des cuves de niveau 1, le mode

opérateur défini par Orano Recyclage pour traiter la solution n'a jamais été mis en œuvre. Pour l'IRSN, ces deux points soulignent l'importance du seuil D.CGB.

Au cours de l'expertise, Orano a finalement indiqué que la gestion de l'indisponibilité et le contrôle périodique du déclenchement des seuils D.CGB, implémentés dans les cuves situées en amont de celles alimentant les évaporateurs, seraient intégrés dans les RGE de l'atelier T2 et a transmis une mise à jour des projets du chapitre 4 des RGE qui intègre la gestion des indisponibilités de ces seuils.

**L'IRSN estime que ceci est satisfaisant.**

## **4. PRESENCE D'UNE PHASE LOURDE**

La solubilité limitée du complexe soluté-extractant (nitrate d'U et de Pu-TBP) dans le diluant (TPH) peut entraîner la formation d'une « troisième phase » par démixtion de la phase organique en deux phases organiques distinctes. La phase organique se décompose ainsi en une phase légère contenant essentiellement du diluant avec très peu de TBP et en une phase lourde enrichi en TBP. Cette phase lourde est par conséquent plus concentrée en métaux lourds (U et Pu) extraits. Selon la concentration en métaux lourds, la densité de cette phase organique lourde peut devenir supérieure à la densité de la solution aqueuse. L'inversion des phases rend alors inefficace les opérations de chasse solvant et l'utilisation d'un seuil de niveau bas pour empêcher le transfert vers l'aval de la phase organique contenant le TBP décanté.

L'exploitant s'appuie sur des éléments techniques bibliographiques pour exclure la présence d'une phase organique lourde chargée en métaux lourds dans les solutions alimentant les évaporateurs PF de l'unité NCPF T2, au regard des conditions physico-chimiques rencontrées dans le procédé.

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

## **5. CONCLUSION**

Sur la base des documents examinés et en tenant compte des informations transmises par la société Orano Recyclage au cours de l'expertise, l'IRSN estime acceptable la modification d'une partie des lignes de défense participant à la prévention de la formation de composés nitrés instables, appelés « red oils », dans les évaporateurs de la nouvelle unité de concentration des produits de fission de l'atelier T2 (NCPF T2) de l'INB n° 116 du site Orano Recyclage de La Hague.

**IRSN**

Le Directeur général

Par délégation

Eric LETANG

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté