

Fontenay-aux-Roses, le 15 décembre 2023

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2023-00187

---

**Objet :**            **Etablissement Orano Recyclage de La Hague – INB N° 117 (UP2-800)**  
**Introduction de substances radioactives dans la nouvelle unité de concentration des produits de fission de l'atelier R2**

---

**Réf. :**            Lettre ASN CODEP-DRC-2023-011636 du 24 mars 2023.

---

Par la 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 présentée en février 2023 par Orano Recyclage, appelé Orano dans la suite de cet avis. Cette demande porte sur l'autorisation de mise en service actif (MSA) de la nouvelle unité de concentration des produits de fission de l'atelier R2 (dénommée unité « NCPF R2 ») de l'installation nucléaire de base (INB) n° 117 (usine UP2-800) implantée sur l'établissement de La Hague. Orano définit la MSA comme étant la première introduction de substances radioactives à traiter dans les nouveaux évaporateurs à l'issue des essais en acide et des ultimes raccords actifs (lignes de raffinats et de concentrats de produits de fission). À ce jour, la MSA de l'unité NCPF R2 est prévue en avril 2024.

Pour mémoire, les examens de conformité et de maîtrise du vieillissement menés dans le cadre des réexamens périodiques des usines UP3-A et UP2-800 ont mis en évidence des vitesses de corrosion des évaporateurs de concentration des solutions de produits de fission (PF) des ateliers T2 (INB n° 116) et R2, significativement plus élevées qu'attendu. Aussi, Orano a construit deux nouvelles unités de concentration des PF, l'unité NCPF T2 dans l'usine UP3-A et l'unité NCPF R2 dans l'usine UP2-800, comprenant chacune trois nouveaux évaporateurs.

À l'appui de la présente demande, Orano a transmis les projets de rapport de sûreté (RS) et de règles générales d'exploitation (RGE) de l'atelier R2, ainsi que les documents cités en référence dans le RS (analyses de sûreté, plans et schémas...). Ces documents intègrent les réponses aux différentes demandes de l'ASN formulées lors des précédentes instructions relatives notamment à la construction du génie civil, aux rapports de sûreté du procédé des unités NCPF T2 et NCPF R2 et à la MSA de l'unité NCPF T2. En outre, Orano a apporté quelques évolutions par rapport aux éléments déjà examinés par l'IRSN, notamment la modification de la géométrie et de l'emplacement des gardes hydrauliques associées aux évaporateurs de l'unité NCPF R2.

Précisément, l'ASN demande à l'IRSN d'examiner le caractère suffisant des dispositions de maîtrise des risques associées à l'exploitation de l'unité NCPF R2 en considérant les modifications apportées aux gardes hydrauliques.

De l'évaluation des documents présentés, tenant compte des informations complémentaires transmises par Orano au cours de l'expertise, l'IRSN retient les points suivants.

# 1. PRÉSENTATION DE L'UNITÉ NCPF R2 DE L'USINE UP2-800

Pour mémoire, l'usine UP2-800 est l'une des deux usines de l'établissement de La Hague destinées au traitement des combustibles usés. Dans cette usine, l'atelier R2 reçoit les solutions de dissolution des combustibles traités dans l'atelier R1 et assure, par un procédé d'extraction liquide-liquide, la séparation des PF, de l'uranium et du plutonium. Les solutions de PF obtenues sont concentrées par évaporation, puis entreposées dans des cuves avant d'être transférées dans l'atelier R7 pour être vitrifiées et conditionnées en conteneurs de verre.

Ainsi, la fonction de concentration des solutions de PF, actuellement effectuée dans les évaporateurs PF de l'atelier R2, sera transférée à l'unité NCPF R2, lors de la mise en service. De plus, consécutivement à la mise en service de l'unité NCPF R2, un évaporateur de l'atelier R2 sera arrêté et mis en surveillance et les deux évaporateurs restants seront utilisés alternativement en tant que cuve-relais pour assurer le transfert des flux occasionnels (FO) vers l'unité NCPF R2. Ces FO proviennent en majorité des vidanges et des rinçages des équipements du premier cycle U, Pu transitant par l'unité de vidange de l'atelier R2.

L'unité NCPF R2 comprend une cuve de réception raccordée au procédé amont de l'atelier R2, deux cuves d'alimentation en solution PF, trois nouveaux évaporateurs PF et une cuve de réception des concentrats PF raccordée au procédé aval. Ces évaporateurs sont composés d'un bouilleur surmonté d'une colonne à plateaux, qui assure un premier lavage des vapeurs produites. Le bouilleur est chauffé à l'aide de cinq circuits constitués de demi-coquilles et dans lesquels circule de l'eau surchauffée. Ces circuits sont également utilisés pour la phase de refroidissement des évaporateurs PF par circulation d'eau réfrigérée. L'eau dans ces circuits étant sous pression, les évaporateurs PF constituent des équipements sous pression nucléaires (« ESPN »). En sortie d'évaporateur, les vapeurs produites sont piégées dans des condenseurs et les incondensables, composés principalement de vapeurs nitreuses, sont repris par l'unité de traitement des gaz existante.

## 2. RISQUES NUCLÉAIRES D'ORIGINE INTERNE

### 2.1. RISQUES DE SURPRESSION DANS LES ÉVAPORATEURS

Par rapport aux précédents évaporateurs PF de l'atelier R2, afin de limiter l'augmentation de pression dans l'évaporateur à un niveau garantissant l'intégrité de l'équipement et l'absence de remontée de solution PF vers des zones accessibles au personnel, Orano a conçu les nouveaux évaporateurs de NCPF R2 en ajoutant des gardes hydrauliques sur leur circuit d'extraction. L'exutoire gazeux de chaque garde hydraulique devait se raccorder à l'unité de « ventilation procédé » qui assure la mise en dépression des équipements de procédé de l'atelier R2 et qui est équipée de deux niveaux de filtration à très haute efficacité (THE) avant rejet par la cheminée principale de l'usine UP2-800.

Pour rappel, Orano a retenu, dans la conception de ces nouveaux évaporateurs, plusieurs situations accidentelles de surpression, les pressions les plus importantes étant obtenues en cas de réaction incontrôlée d'acide nitrique formol, dite « ANF », consécutive à une accumulation non maîtrisée de formol dans l'évaporateur, et en cas de fuite d'eau surchauffée vers l'intérieur de l'évaporateur (scénario dit « ESPN n° 2 »).

Or selon les dernières évaluations d'Orano, le transfert, *via* la « ventilation procédé » des équipements de l'atelier R2, de la surpression induite par un dégorgement consécutif à ces scénarios accidentels pourrait conduire à des situations qu'il considère inacceptables (débordements en cascade d'équipements ou en lèchefrites, mélanges incontrôlés de composés chimiques habituellement séparés...). Aussi, pour la demande de MSA de NCPF R2, Orano a modifié la hauteur des gardes hydrauliques ainsi que leur exutoire, pour que leur décharge s'effectue dans la cellule évaporateur appelée E2106-4. Les effluents gazeux générés seraient ainsi repris par le réseau d'extraction « ambiance » de cette cellule, qui ne comporte qu'un seul niveau de filtration THE (DNF) avant rejet à la cheminée du bâtiment abritant l'unité NCPF R2. En outre, Orano a analysé l'incidence de cette modification sur les éléments du réseau de ventilation de cette cellule, pour les scénarios ANF et ESPN n° 2.

Selon cette analyse, si les registres de confinement<sup>1</sup> placés au soufflage et à l'extraction de la cellule E2106-4 sont fermés, il existe un risque de montée en pression dans la cellule qui pourrait conduire notamment à la rupture de la portion de la gaine de ventilation située entre la paroi de la cellule et le registre. Cette rupture induirait une contamination des locaux adjacents qu'Orano considère inacceptable au regard des interventions post-accidentelles conséquentes de remise en état sûr de l'installation. Aussi, il conclut que les automatismes de gestion des registres de confinement, initialement indépendants des situations accidentelles de surpression considérées, doivent être modifiés pour interdire, en cas de scénarios ANF et ESPN n° 2, la fermeture des registres de confinement en amont et en aval de la cellule E2106-4. La gestion des registres de confinement des deux autres cellules évaporateurs n'est pas affectée par la modification.

L'IRSN estime que ces modifications de la conception des évaporateurs et des automatismes associés à la gestion de la ventilation augmentent les risques de défaillance de mode commun ou d'erreur d'interprétation en cas de sollicitation lors d'une situation accidentelle. En outre, les dispositifs implantés ne permettent pas de diagnostiquer le type de situation accidentelle rencontrée (pas de mesure de surpression dans la cellule évaporateur). Au cours de l'expertise, Orano a indiqué étudier un changement de plage de mesure des transmetteurs de pression des cellules évaporateurs pour permettre une mesure de surpression en cellule ou la mise en place d'une mesure de pression supplémentaire dans la cellule. **Pour l'IRSN, cette modification devrait permettre d'améliorer le diagnostic de la situation accidentelle possible et donc sa gestion. Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 1 en annexe au présent avis.**

En outre, pour le scénario ANF, Orano évalue à environ quarante kilogrammes la masse de solution sous forme de vésicules liquides pouvant atteindre le DNF, sans démontrer le maintien des performances de l'efficacité du média filtrant qui le constitue au regard des conséquences radiologiques à l'environnement estimées à la conception. En tout état de cause, l'IRSN estime que le choix d'Orano d'inhiber la fermeture des registres de confinement en amont et en aval de la cellule E2106-4 sur détection d'activité en gaine, comme cela était prévu à la conception, n'est pas satisfaisant. S'agissant d'une installation neuve, la tenue mécanique des gaines de ventilation doit être garantie pour permettre d'isoler cette cellule en cas de réaction incontrôlée d'acide nitrique formol. **Ceci fait l'objet de la recommandation n° 2 en annexe au présent avis.**

Enfin, s'agissant de l'affirmation d'Orano sur le risque de transfert de contamination dans les locaux adjacents de la cellule E2106-4 et des interventions post accidentelles conséquentes de remise en état sûr de l'installation, l'IRSN estime que la connaissance des performances du confinement statique de cette cellule permettrait de caractériser plus finement la montée en pression dans celle-ci en cas d'isolement de la ventilation et d'évaluer l'activité transférée vers les locaux adjacents, et son acceptabilité dans le cadre de la gestion post-accidentelle en fonction des différentes stratégies d'isolement de la cellule. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 3 au présent avis.**

**Par ailleurs, l'IRSN estime qu'Orano a répondu de manière satisfaisante aux autres demandes de l'ASN relatives aux risques de dispersion de substances radioactives.**

## 2.2. EXPOSITION EXTERNE AUX RAYONNEMENTS IONISANTS

En réponse à la demande de l'ASN d'analyser les conséquences, sur les moyens existants de surveillance de l'ambiance radiologique dans l'atelier R2, des modifications induites par la mise en service de l'unité NCPF R2, Orano justifie, pour chaque local affecté, que les protections contre les rayonnements mises en œuvre autour des sources de rayonnement introduites dans le cadre du projet NCPF ne nécessitent pas la mise en place de moyens de mesure complémentaires par rapport aux appareils existants. Orano ne définit que des dispositions de protection radiologique autour des sources d'exposition ajoutées par le projet NCPF R2, sans justifier pourquoi

---

<sup>1</sup> Pour rappel, ces registres ont été implantés pour limiter les rejets à l'environnement en cas de scénario ESPN n° 4 (fuite concomitante du circuit de chauffe et du bouilleur vers la cellule). Ils se ferment automatiquement sur détection d'activité en gaine.

des dispositions complémentaires de surveillance du niveau d'irradiation ambiant ne sont pas nécessaires. **Aussi, l'IRSN estime qu'Orano n'a pas complètement répondu à la demande de l'ASN.**

Par ailleurs, une des protections contre les rayonnements mise en œuvre est l'interdiction de l'accès à un local situé dans l'atelier R2 pendant les transferts de raffinats PF. **Il appartient à Orano d'inclure cette interdiction dans l'analyse de sûreté du risque d'exposition de l'atelier R2 et de la décliner dans la documentation d'exploitation.**

### 2.3. PRÉVENTION DES RISQUES DE CRITICITÉ

La démonstration de la prévention des risques de criticité comporte plusieurs exigences à respecter en entrée de l'unité assurant le transfert des FO : concentration maximale en plutonium et acidité minimale des FO. Or le projet de RGE de l'atelier R2 présenté par Orano ne mentionne aucune exigence de criticité pour cette unité. **Aussi, il appartient à Orano de compléter les RGE de l'atelier R2 avec ces éléments.**

### 2.4. RISQUES LIÉS AUX DÉGAGEMENTS THERMIQUES ET À LA RADIOLYSE

Conformément à une demande de l'ASN sur le RS procédé, Orano spécifie la puissance volumique calorifique maximale (PVC) des FO dans le projet de RGE de l'atelier R2. **Ceci répond formellement à la demande de l'ASN.** La valeur retenue est celle justifiant l'arrêt, à la MSA, du refroidissement de certains équipements utilisés pour le transfert des FO. Toutefois, cette valeur est significativement supérieure aux valeurs de PVC considérées dans la démonstration des risques liés à la radiolyse. **Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 4 en annexe au présent avis.**

## 3. RISQUES NON NUCLÉAIRES D'ORIGINE INTERNE

### 3.1. RISQUES LIÉS À L'INCENDIE

Pour rappel, Orano a développé une nouvelle démarche d'analyse des risques d'incendie instruite lors des réexamens périodiques des INB n° 116 et 117. Conformément à une demande de l'ASN, Orano a appliqué cette démarche à l'unité NCPF R2 et aux locaux de l'atelier R2 modifiés pour la MSA de NCPF R2. **L'IRSN estime qu'Orano a répondu de manière satisfaisante à l'ensemble des demandes de l'ASN portant sur cette démarche.**

En particulier, Orano prévoit de mettre en place des protections contre l'incendie dans les locaux dans lesquels subsistent des modes communs potentiels en cas d'incendie. Ainsi, sur toutes les portions de tuyauteries d'eau de refroidissement présentant un mode commun, au moins l'une des deux tuyauteries est protégée par une protection coupe-feu. Pour un local situé dans l'atelier R2, les câbles électriques sont protégés par une protection coupe-feu et les pompes redondantes par des écrans thermiques. En complément, estimant qu'il subsiste un risque résiduel de mode commun dans ce local, Orano a conçu une boucle de refroidissement supplémentaire, séparée géographiquement, et qui utilisera des moyens mobiles de secours. **Ceci est satisfaisant.**

### 3.2. ÉMISSION DE SUBSTANCES DANGEREUSES

Orano a révisé l'analyse des risques de dispersion de substances dangereuses notamment pour intégrer, parmi les substances toxiques, l'acide nitrique qui, jusqu'à présent, n'était étudié qu'en tant que substance corrosive. L'analyse permet de justifier la mise à l'état sûr de l'installation (fuite de substances toxiques ou corrosives) et l'intégrité d'éléments importants pour la protection (fuites de substances corrosives).

Hors séisme, Orano exclut la fuite de substances toxiques ou de substances corrosives si l'équipement ou la tuyauterie est entièrement soudé, en s'appuyant sur les exigences de conception de ces équipements. **Malgré le choix de conception et de réalisation de certains équipements, l'occurrence de fuites sur les équipements entièrement soudés ne peut être exclue sans justification du suivi de leur vieillissement. Comme indiqué par l'IRSN dans le cadre de l'examen du dossier du deuxième réexamen périodique de l'INB n°116, il appartient à**

## **Orano de vérifier la conformité aux exigences en lien avec les agresseurs des EIP, ainsi que leur maintien dans le temps.**

S'agissant de l'analyse des risques de corrosion liés aux rejets de produits chimiques, Orano exclut l'agression de certaines cibles de sûreté en tenant compte d'un critère de distance entre la cible et l'agresseur, sans toutefois justifier cette distance. **Aussi, l'IRSN estime qu'Orano pourrait définir des critères physiques quantifiés (distance, pression et débit des lignes de réactifs corrosifs) permettant de déterminer si les cibles de sûreté peuvent être atteintes par des substances corrosives.**

Enfin, pour un des locaux de l'atelier R2, les lignes de réactif corrosifs existantes, non dimensionnées au séisme, sont situées au-dessus des lignes d'eau de refroidissement (ER). Orano considère qu'en cas de fuite d'une ligne de réactif corrosif, les lignes d'ER ne resteraient pas en contact avec ce réactif suffisamment longtemps pour qu'elles deviennent fuyardes. En outre, il dispose de moyens permettant de pallier la perte du refroidissement tels que la remédiation. L'IRSN souligne que cette démonstration repose sur des dispositions de limitation des conséquences de la perte de refroidissement, plutôt que sur des dispositions de conception empêchant l'agression de la tuyauterie d'ER par la substance corrosive. Toutefois, dans la mesure où le réactif corrosif n'est pas de nature à provoquer immédiatement une fuite d'ER, **l'IRSN estime acceptable la position d'Orano. En tout état de cause, si les tuyauteries d'ER venaient à être exposées au réactif corrosif, il appartiendrait à Orano de s'assurer de leur conformité dans le temps.**

## **4. RISQUES NON NUCLÉAIRES D'ORIGINE EXTERNE**

Pour rappel, la conception du génie civil des unités NCPF R2 et T2 étant identique, l'IRSN a examiné le dimensionnement de ces deux installations de manière commune dans le cadre de la demande de mise en service de NCPF T2. Dans le cadre de la présente demande, Orano a effectué une étude de rebouclage qui prend en compte les effets d'une explosion externe sur les ouvrages en béton armé et sur les cheminées de NCPF R2 et T2. **L'IRSN estime que les éléments présentés sont satisfaisants.**

Par ailleurs, pour le calcul de probabilité surfacique de chute d'avion sur l'atelier R2, Orano s'appuie sur les conclusions formulées à l'issue de l'expertise du premier réexamen de l'INB n° 116. **Ceci est satisfaisant.**

## **5. SITUATIONS ACCIDENTELLES**

### **5.1. SÉCURITÉ FONCTIONNELLE DES SITUATIONS ACCIDENTELLES A CINÉTIQUE RAPIDE**

Pour mémoire, Orano a réalisé, en complément de l'analyse déterministe, une analyse des situations accidentelles en regard de l'article 3.9 de l'arrêté INB du 7 février 2012. Pour cela, il s'appuie sur une démarche appelée « sécurité fonctionnelle » qui consiste à identifier les scénarios accidentels les plus significatifs en termes d'occurrence, de cinétique et de gravité, puis à les placer dans une matrice d'acceptabilité du risque selon un couple gravité/fréquence d'occurrence. Pour toute situation dont la gravité en regard de l'occurrence de l'événement redouté n'est pas acceptable, des lignes de défense (LDD) à performance requise doivent être mises en place, afin que le niveau de risque de la situation devienne acceptable. Le niveau de performance global à atteindre est spécifié dans la matrice et peut être réparti sur plusieurs LDD.

Conformément à une demande de l'ASN, Orano a défini des exigences d'exploitation permettant de garantir le niveau de performance requis lorsque les LDD sont temporairement inhibées. **Celles-ci n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.** Toutefois, Orano n'a pas à ce jour décliné ces exigences dans une conduite opérationnelle. **Aussi, pour répondre complètement à la demande de l'ASN relative à la sécurité fonctionnelle, il appartient à Orano, avant la mise en service de l'unité NCPF R2, de transposer, dans une consigne d'exploitation, les exigences qu'il a définies.**

## 5.2. RISQUES LIÉS AUX CUMULS D'ÉVÈNEMENT

En réponse à des demandes de l'ASN portant sur l'analyse des situations plausibles de cumul d'évènements déclencheurs des unités NCPF R2 et T2, Orano retient une démarche identique à celle appliquée à l'atelier T2. Cette démarche est actuellement examinée par l'IRSN dans le cadre de l'expertise du deuxième réexamen de l'INB n° 116.

## 6. EXIGENCES RELATIVES À LA CHEMINÉE DE L'UNITÉ NCPF R2

La cheminée métallique du bâtiment abritant l'unité NCPF R2 est ancrée sur sa terrasse. Deux amortisseurs dynamiques installés sur la plateforme supérieure permettent d'obtenir un amortissement de la structure d'au moins 3 %, cette valeur minimale étant retenue pour justifier le comportement de la cheminée au séisme et au vent.

En réponse à la demande de l'ASN d'intégrer un contrôle périodique des amortisseurs dans le plan de surveillance des éléments de génie civil, Orano procède actuellement à une mise à jour de ce plan pour intégrer les préconisations du fournisseur des amortisseurs dynamiques ; il s'agit d'un contrôle visuel de la corrosion de l'acier et des éléments de la cheminée (ressorts de support, amortisseurs, manchons en caoutchouc). Orano prévoit de réaliser ce contrôle visuel tous les trois ans et de le compléter par un contrôle vibratoire des amortisseurs avec une périodicité de neuf ou dix années.

L'IRSN souligne que la périodicité du contrôle vibratoire des cheminées d'autres ateliers nucléaires de l'établissement de La Hague est de cinq ans. En outre, selon la norme NF EN 13084-9 relative à la surveillance, l'inspection, la maintenance et aux travaux de réparation des cheminées autoportantes, le mouvement mécanique, les parties internes et externes des amortisseurs dynamiques sont à contrôler, au minimum tous les deux ans, pour s'assurer qu'ils satisfont aux performances exigées de la cheminée. Au regard du rôle des amortisseurs dans la justification du dimensionnement de la cheminée aux agressions extrêmes de niveau noyau dur<sup>2</sup> et des préconisations de la norme précitée, l'IRSN estime que le plan de surveillance de la cheminée NCPF R2 prévu par Orano n'est pas suffisant. **Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 5 en annexe au présent avis.**

## 7. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés et en tenant compte des informations transmises par Orano au cours de l'expertise, l'IRSN estime que les dispositions de sûreté retenues pour l'introduction de substances radioactives dans l'unité NCPF R2 sont globalement convenables sous réserve de la prise en compte des recommandations présentées en annexe au présent avis.

**IRSN**

Le Directeur général

Par délégation

Anne-Cécile JOUVE

Adjointe au Directeur de l'expertise de sûreté

---

<sup>2</sup> Les aléas de niveau noyau dur ont été introduits à la suite des évaluations complémentaires de sûreté post-Fukushima correspondant à des situations extrêmes.

## ANNEXE À L'AVIS IRSN N° 2023-00187 DU 15 DÉCEMBRE 2023

### Recommandations de l'IRSN

#### Recommandation n° 1

L'IRSN recommande qu'Orano dispose, dès la mise en service actif de l'unité NCFP R2, d'une mesure en temps réel de la surpression dans les cellules évaporateurs afin d'améliorer le diagnostic de la situation accidentelle possible et sa gestion.

#### Recommandation n° 2

L'IRSN recommande qu'Orano renforce la tenue mécanique des gaines de ventilation de la cellule E2106-4 de l'unité NCPF R2 pour permettre la fermeture automatique des registres de confinement de cette cellule en cas de réaction incontrôlée d'acide nitrique formol.

#### Recommandation n° 3

L'IRSN recommande qu'Orano mesure, au cours des essais de mise en service actif de l'unité NCPF R2, les performances du confinement statique (taux de fuite, voies de transfert) de la cellule E2106-4.

#### Recommandation n° 4

L'IRSN recommande qu'Orano mette en cohérence la démonstration de maîtrise du risque de radiolyse avec la valeur de puissance volumique calorifique retenue dans les règles générales d'exploitation de l'atelier R2 pour les flux occasionnels transitant par l'unité 4120.

#### Recommandation n° 5

L'IRSN recommande qu'Orano retienne, dans le plan de surveillance de la cheminée de l'unité NCPF R2, une périodicité de deux ans pour l'examen visuel des amortisseurs dynamiques et la mesure de l'amortissement de la cheminée.