

Fontenay-aux-Roses, le 21 juillet 2021

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2021-00137

Objet : **Etablissement Orano de La Hague - Usines UP3-A et UP2-800 (INB n°116 et n°117)
Réception, déchargement, entreposage et traitement d'un carquois contenant des crayons endommagés et d'assemblages combustibles possédant au plus deux crayons dits endommagés.**

Réf. : Lettre ASN CODEP-DRC-2021-0015022 du 8 avril 2021.

Par lettre citée en référence, le président de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) sur deux demandes de modification notable transmises par Orano Recyclage, concernant l'autorisation de réceptionner, de décharger, d'entreposer puis de traiter dans les usines UP2-800 et UP3-A des assemblages combustibles d'oxyde d'uranium (UOX) contenant des crayons endommagés potentiellement disséminants.

La première demande concerne une structure d'assemblage appelée « carquois » en provenance du centre nucléaire de production d'électricité (CNPE) de Fessenheim, dont le traitement est prévu dans l'atelier R1 (de l'usine UP2-800). La seconde demande porte sur des assemblages complets provenant des réacteurs à eau pressurisée (dits combustibles de type REP), comprenant au plus deux crayons combustibles endommagés. Ces assemblages, appelés « assemblages combustibles endommagés » dans la suite de cet avis, sont traités indifféremment dans les ateliers R1 (de l'usine UP2-800) ou T1 (de l'usine UP3-A). Le carquois et les « assemblages combustibles endommagés » sont conditionnés individuellement dans un conteneur semi-étanche et reçus dans l'atelier NPH de l'usine UP2-800.

À l'appui de ses demandes, Orano a transmis une révision des rapports de sûreté et des chapitres 4 et 6 des règles générales d'exploitation (RGE) des ateliers concernés par les modifications.

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

1. PRESENTATION DES MODIFICATIONS

Le carquois est constitué d'une structure d'assemblage combustible REP 17 x 17 comportant 20 tubes fourreaux, en alliage de zirconium. Neuf fourreaux contiennent un crayon endommagé positionné à l'envers (*i.e.* la tête du crayon contenant le ressort est positionnée du côté de l'embout de pied), les 11 autres étant vides.

Les « assemblages combustibles endommagés » sont de type REP 17 x 17, dont l'enrichissement initial en ²³⁵U est inférieur ou égal à 4,25 % et dont le taux d'irradiation est inférieur ou égal à 60 GWj.tU⁻¹.

Orano indique que les opérations de réception, de déchargement, d'entreposage et de traitement des « assemblages combustibles endommagés » sont analogues à celles qui sont mises en œuvre pour des assemblages combustibles inétanches, conditionnés en conteneur semi-étanche, mais non disséminants¹.

Pour rappel, il est nécessaire d'ouvrir les conteneurs semi-étanches pour permettre l'identification des assemblages contenus en préalable à leur entreposage. Cette étape est réalisée en piscine de déchargement. De même, pour le traitement, le conteneur semi-étanche n'étant pas cisailable, celui-ci est ouvert pour extraire l'assemblage. Cette opération est réalisée dans le canal de transfert vers les ateliers R1 ou T1.

Pour le carquois et les « assemblages combustibles endommagés », ces opérations se caractérisent par un risque accru de contamination de l'eau des piscines ou des canaux, du fait de la présence des crayons endommagés potentiellement disséminants, susceptibles de conduire à la dissolution dans l'eau d'une faible fraction de la matrice combustible.

En outre, l'opération de traitement du carquois nécessite une étape de préparation spécifique qui consiste à ajouter une « sur-tête » sur l'embout de tête existant du carquois. Cette « sur-tête » permet de compenser, lors de la dernière coupe de l'assemblage, le décalage du positionnement de la colonne fissile induit par le positionnement à l'envers des crayons dans le carquois, le but étant d'éviter l'envoi de tronçons remplis d'oxyde dans le rinceur acide.

2. EVALUATION DE SURETE

Les risques nucléaires d'origine interne spécifiques au carquois et aux « assemblages combustibles endommagés » résultent du transfert, dans l'eau contenue dans le conteneur semi-étanche, de radioéléments solubilisés par l'eau pénétrant à l'intérieur des crayons endommagés. Les radioéléments s'accumulent dans l'eau du conteneur lorsque celui-ci est fermé, puis sont libérés lors de son ouverture pour identification ou pour extraction de l'assemblage ou du carquois avant l'étape de cisailage. L'exploitant estime l'activité maximale pouvant être libérée et analyse l'incidence de l'augmentation d'activité de l'eau de la piscine de déchargement ou des canaux concernés sur la maîtrise des risques de dispersion de substances radioactives et d'exposition externe aux rayonnements ionisants. **Ce périmètre d'analyse des risques n'appelle pas de remarque.**

Par ailleurs, l'exploitant analyse les risques de criticité, de radiolyse et ceux liés à la manutention, en particulier lors du transfert d'un panier contenant des assemblages endommagés dans les canaux alimentant les ateliers R1 et T1. **L'examen de ces risques n'appelle pas de remarque.**

Enfin, s'agissant du carquois, l'exploitant a réalisé une analyse des facteurs organisationnels et humains (FOH) de l'étape de préparation spécifique précitée.

Conformément à la saisine de l'ASN, les opérations de traitement des solutions ou des déchets générés à l'issue du cisailage du carquois et des « assemblages combustibles endommagés » ne sont pas expertisées, leurs caractéristiques nucléaires étant couvertes par le domaine autorisé des usines.

2.1. ESTIMATION DE L'ACTIVITE VOLUMIQUE DE L'EAU

Pour estimer l'activité volumique de l'eau contenue dans un conteneur semi-étanche, l'exploitant se réfère à une publication qui présente une courbe de solubilisation de l'uranium et du plutonium en fonction de la durée de dissolution, dans de l'eau aérée, de tronçons d'une pastille de combustible à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium (MOX) irradiée. L'exploitant applique la courbe de solubilisation du plutonium, plus pénalisante que celle de l'uranium, à l'ensemble des radioéléments du carquois ou des « assemblages combustibles endommagés ». Il considère, pour évaluer l'accumulation d'activité, un temps maximal de fermeture du conteneur semi-étanche de

¹ C'est-à-dire ne relâchant que des produits de fission (PF) gazeux ou volatils.

sept jours pour l'étape d'identification, d'un an pour le traitement des « assemblages combustibles endommagés » et de deux ans pour le traitement du carquois.

L'IRSN relève que les résultats de cet article ne sont pas enveloppes de ceux obtenus pour une autre expérience de dissolution de tronçons de combustible UOX dans de l'eau aérée, utilisant le césium et le strontium comme traceurs de l'altération de la matrice combustible, en complément d'une mesure de l'uranium. Le taux de relâchement des produits de fission est significativement plus important que la valeur de l'uranium et du plutonium retenue par l'exploitant, ceci pouvant s'expliquer par la différence de solubilité entre ces espèces. De plus, indépendamment de la solubilité, les produits de fission générés lors de l'irradiation s'accumulent dans les volumes libres constitués par les joints de grains² et sont libérés lors de la dissolution. **Compte tenu de ces éléments, l'IRSN estime qu'il n'est pas justifié d'appliquer à tous les radioéléments le même taux de dissolution dans l'eau et que les valeurs utilisées par l'exploitant, fondées sur la solubilisation du plutonium, ne sont pas enveloppes.**

L'exploitant a précisé au cours de l'expertise que, bien que le taux de solubilisation retenu ne soit pas enveloppe, celui-ci est appliqué à l'ensemble de la surface du combustible des crayons endommagés, ce qui est très pénalisant. En effet, il considère qu'un crayon déclaré endommagé présente un trou de section inférieure à la taille d'une pastille. De ce fait, la pénétration de l'eau susceptible de solubiliser le combustible ne concerne qu'au plus deux pastilles et non pas l'ensemble du crayon. Sur cette base, l'exploitant a réévalué l'activité volumique libérée dans la piscine ou dans le canal concerné en considérant les taux de relâchement plus pénalisants. Les activités volumiques obtenues sont peu différentes de celles utilisées dans son analyse de sûreté.

L'IRSN considère que les compléments de démonstration apportés par l'exploitant sont acceptables et n'a pas de remarque supplémentaire sur les activités volumiques retenues par l'exploitant dans son analyse des risques. En tout état de cause, l'IRSN souligne que cette analyse des risques n'est valable que pour une durée d'accumulation des radioéléments dans les conteneurs semi-étanches d'au plus deux ans pour le carquois et d'au plus un an pour les « assemblages combustibles endommagés ». De plus, ces derniers ne devront contenir qu'au plus deux crayons endommagés. L'IRSN estime nécessaire que ces hypothèses sur lesquelles repose la démonstration de sûreté soient intégrées aux RGE. Ces points font l'objet des recommandations n° 1 et n°2 en annexe 1 au présent avis.

En outre, l'IRSN estime que l'exploitant devrait également compléter les rapports de sûreté des ateliers NPH, piscine C, R1 et T1 afin d'intégrer les compléments de démonstration apportés en cours d'expertise. Ceci fait l'objet de l'observation n°1 formulée en annexe 2 au présent avis.

2.2. DISPERSION DE SUBSTANCES RADIOACTIVES

L'ouverture d'un conteneur est réalisée à l'aide d'une perche de manutention munie d'une cloche de captation des gaz. En complément, pour les opérations de traitement, qui sont enveloppes en terme d'activité accumulée dans les conteneurs semi-étanches, l'exploitant prévoit de fermer le batardeau entre le canal et la piscine et de mettre en oeuvre le système mobile d'épuration (dispositif existant), en préalable à l'ouverture d'un conteneur semi-étanche. Ce système mobile comprend deux pompes : l'une est immergée dans le canal où elle aspire l'eau et la refoule vers une cartouche de résines ioniques du système d'épuration de l'eau de la piscine, l'autre est immergée dans la piscine où elle aspire l'eau et la refoule, au même débit, dans le canal. Le système est maintenu en service jusqu'à l'atteinte de la limite d'activité volumique autorisant l'ouverture du batardeau. **Ces dispositions sont satisfaisantes.**

En cas de panne d'une pompe du système mobile d'épuration, l'exploitant indique que le conteneur serait refermé et une demande de réparation ou de remplacement de l'équipement serait émise. **L'IRSN estime nécessaire que cette gestion de l'indisponibilité du système mobile d'épuration de l'eau soit intégrée dans les**

² Les métaux composant l'assemblage combustible sont constitués de cristaux continus dits grains partiellement reliés entre eux. Les interfaces entre les grains sont appelées les joints de grains.

RGE des ateliers NPH et T0/Piscine D. Ce point fait l'objet de la recommandation n°3 en annexe 1 au présent avis.

2.3. EXPOSITION EXTERNE

L'exploitant considère que la faible augmentation d'activité volumique de l'eau de la piscine de déchargement attendue lors de l'ouverture d'un conteneur semi-étanche pour identification du carquois ou de l'assemblage n'a pas d'incidence sur la maîtrise actuelle de l'exposition externe. **Cela n'appelle pas de remarque.**

Pour l'opération de transfert par l'intermédiaire du transfert inter-piscine (TIP) et les opérations de traitement des « assemblages combustibles endommagés », l'exploitant a déterminé le débit de dose à la surface de l'eau, après l'ouverture d'un conteneur (fonctionnement normal) ou de quatre conteneurs (situation incidentelle) conduisant au relâchement des radioéléments s'étant accumulés pendant une durée d'un an. La valeur maximale ainsi déterminée dépasse la limite de débit de dose associée au zonage radiologique ($25 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$).

L'exploitant indique toutefois que ce résultat est obtenu pour un spectre d'émission gamma contenant majoritairement du cobalt, représentatif de la contamination surfacique des assemblages en sortie de réacteur. Il considère que ce spectre n'est pas adapté aux radioéléments issus des crayons endommagés et réévalue les débits de dose en retenant un nouveau spectre d'activité composé uniquement de ^{137}Cs . Les débits de dose sont plus faibles mais la valeur maximale pour la situation incidentelle reste supérieure à $25 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$. L'exploitant considère toutefois que cette augmentation du débit de dose serait ponctuelle et localisée en surface du canal relié au TIP, dans une zone sans poste de travail (permanent ou occasionnel) et conclut que cela ne nécessite pas de modifier le zonage réglementaire du hall d'entreposage. **L'IRSN convient que ce dépassement du débit de dose résulterait d'une situation incidentelle très pénalisante d'ouverture simultanée de quatre conteneurs semi-étanches. Aussi, l'IRSN estime acceptable la position de l'exploitant. En tout état de cause, la gestion de cette situation incidentelle nécessiterait d'instaurer un reclassement de la zone, si besoin, et la mise en place d'un balisage approprié, conformément aux dispositions prévues dans les règles générales d'exploitation.**

Enfin, l'exploitant met en place une balise d'irradiation à proximité des postes de travail (permettant de détecter une éventuelle montée d'irradiation), lors de l'ouverture des conteneurs semi-étanches dans les canaux de liaison des ateliers R1 et T1, conformément aux dispositions prévues dans les règles générales d'exploitation. **Ceci est satisfaisant.**

2.4. FACTEURS ORGANISATIONNELS ET HUMAIN

Selon l'exploitant, les activités sensibles pour la sûreté à l'égard des FOH concernent l'opération de préparation du carquois et plus particulièrement les phases liées à l'ajout d'une « sur-tête » sur l'embout de tête existant du carquois. Cette opération requiert un travail de vissage sous-eau à l'aide d'une perche, réalisée dans un environnement avec une luminosité réduite, du fait de la fermeture du batardeau du canal.

À cet égard, l'exploitant indique que des opérations de précision comparables (vissage/dévisage de vannes sous eau) ont déjà été réalisées sans difficulté particulière. De plus, il prévoit de réaliser des exercices d'entraînement « à blanc » pour l'opération de vissage afin de former les opérateurs et d'affiner les conditions de réalisation des opérations. De plus, il utilisera des caméras pour vérifier le vissage et constater la solidarisation des embouts de tête. Ces dispositifs sont complétés par des systèmes d'éclairages flottants et fixes. **Ces dispositions n'appellent pas de remarque.**

Enfin, les opérations de réception, de déchargement, de transfert, d'entreposage et de traitement des « assemblages combustibles endommagés » étant similaires aux opérations actuelles, l'exploitant considère que les dispositions organisationnelles et humaines actuelles ne nécessitent pas d'évolution ou d'adaptation. **Cela n'appelle pas de remarque.**

3. RAPPORTS DE SURETE ET REGLES GENERALES D'EXPLOITATION

Afin d'intégrer dans les référentiels de sûretés des piscines NPH, C, D et E, les opérations de réception, de déchargement et d'entreposage du carquois et des « assemblages combustibles endommagés » et, dans ceux des ateliers R1 et T1, leurs opérations de traitement, l'exploitant a transmis une révision des rapports de sûreté ainsi que des chapitres 4 et 6 des RGE.

De l'examen de ces révisions, l'IRSN relève que la notion de « cycle d'irradiation complet en réacteur » a été supprimée des chapitres 6 des ateliers R1 et T1, en cohérence avec les rapports de sûreté et les RGE des piscines, ce qui est satisfaisant. Toutefois, il ne l'a pas supprimée des chapitres 4. **L'exploitant veillera à assurer la cohérence entre ces chapitres lors de leur prochaine révision.**

4. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés, et compte tenu des informations transmises par Orano au cours de l'expertise, l'IRSN considère que les dispositions retenues pour réceptionner, décharger, entreposer et traiter dans les usines UP2-800 et UP3-A des assemblages combustibles d'oxyde d'uranium (UOX) contenant des crayons endommagés potentiellement disséminants, sont globalement convenables, sous réserve de la prise en compte des recommandations formulées en annexe 1 au présent avis.

En outre, l'IRSN estime que l'exploitant devrait tenir compte de l'observation formulée en annexe 2 au présent avis visant à améliorer la démonstration de sûreté.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Anne-Cécile Jouve

Adjointe du Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE 1 A L'AVIS IRSN N° 2021-00137 DU 21 JUILLET 2021

Recommandations de l'IRSN

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande que l'exploitant intègre dans les règles générales d'exploitation des ateliers NPH et R1 de l'usine UP2-800 et T0/Piscine D et T1 de l'usine UP3-A que :

- les « assemblages combustibles endommagés » conditionnés en conteneur semi-étanche comportent au plus deux crayons déclarés endommagés par l'expéditeur ;
- ces assemblages doivent être traités dans l'année suivant leur entreposage dans les piscines de l'établissement de La Hague.

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande que l'exploitant intègre dans les règles générales d'exploitation des ateliers NPH et R1 de l'usine UP2-800 que le carquois en provenance du centre nucléaire de production d'électricité de Fessenheim, constitué de neuf crayons combustibles endommagés, doit être traité dans les deux années suivant son entreposage dans les piscines de l'établissement de La Hague.

Recommandation n° 3

L'IRSN recommande que l'exploitant intègre dans les règles générales d'exploitation des ateliers NPH de l'usine UP2-800 et T0/Piscine D de l'usine UP3-A la gestion de l'indisponibilité du système mobile d'épuration.

ANNEXE 2 A L'AVIS IRSN N° 2021-00137 DU 21 JUILLET 2021

Observation de l'IRSN

Observation n° 1

L'IRSN considère que l'exploitant devrait intégrer, dans les rapports de sûreté des ateliers concernés, les compléments de démonstration relatifs à la quantité d'activité potentiellement accumulée dans l'eau dans un conteneur semi-étanche lors de son ouverture dans les ateliers NPH, piscine C, R1 de l'usine UP2-800 et T1 de l'usine UP3-A.