

Fontenay-aux-Roses, le 9 juillet 2021

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2021-00131

Objet	Établissement Orano Cycle de La Hague Modification du plan d'urgence interne (PUI) - Intégration d'un scénario d'accident de criticité survenant dans le cadre des opérations de manutention d'assemblages combustibles en piscine
Réf.	Lettre ASN CODEP-DRC-2020-046925 du 10 novembre 2020.

Par lettre citée en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la demande d'autorisation de modification, transmise par Orano Cycle (devenu Orano Recyclage en 2021) en juin 2020, relative à l'intégration, dans le Plan d'Urgence Interne (PUI) de l'établissement Orano Cycle de la Hague, d'un scénario d'accident de criticité, susceptible de survenir dans le cadre des opérations de manutention d'assemblages combustibles en piscine. Cette demande d'autorisation de modification fait suite à l'engagement n° 32 pris par l'exploitant Orano Cycle dans le cadre du dernier réexamen périodique de l'usine UP2-800 (installation nucléaire de base (INB) n° 117) de l'établissement Orano Cycle de la Hague.

Afin de se prononcer sur cette demande d'autorisation, l'ASN demande à l'IRSN d'examiner plus particulièrement la pertinence, d'une part du scénario d'accident retenu par l'exploitant, d'autre part des dispositions de détection et de limitation des conséquences associées. Par ailleurs, l'ASN précise dans sa demande que la déclinaison de ce scénario d'accident dans la mise à jour du PUI envisagée par l'exploitant sera ensuite examinée par ses services.

De l'évaluation des documents transmis, tenant compte des informations transmises par l'exploitant lors de l'expertise, l'IRSN retient les principaux points suivants.

1. CONTEXTE

Les piscines NPH et C (INB n° 117) et les piscines D et E (INB n° 116) de l'établissement Orano Cycle de la Hague permettent d'entreposer des assemblages combustibles usés avant leur traitement dans les usines UP2-800 (INB n° 117) et UP3-A (INB n° 116). Les assemblages combustibles sont placés dans les alvéoles des paniers d'entreposage, équipés d'un couvercle permettant de garantir leur maintien en cas de basculement du panier. Le transfert des paniers depuis les bassins d'entreposage vers les ateliers de cisailage R1 (INB n° 117) et T1

(INB n° 116) s'effectue par des canaux immergés, équipés de chariots se déplaçant sur des rails inclinés. Lors des opérations de transfert, des batardeaux permettent, si besoin, d'isoler l'eau des canaux de l'eau des piscines.

Le transfert en paniers des assemblages combustibles depuis la piscine NPH vers l'atelier R1 est réalisé à l'aide d'un chariot qui est d'abord acheminé en partie basse du canal, dénommé ultérieurement « canal de transfert ». Après retrait du couvercle du panier, le chariot est ensuite transféré en partie haute du canal, où les assemblages combustibles sont extraits unitairement à l'aide d'un pont basculeur. L'alimentation des deux chaînes de traitement de l'atelier T1, via les canaux communiquant avec la piscine D, est réalisée selon le même principe.

Pour rappel, le risque d'accident de criticité en piscine lors des opérations de manutention des assemblages combustibles était pris en compte dans le PUI de l'établissement Orano Cycle de la Hague sur la base d'un scénario d'accident de criticité dans la piscine d'entreposage de l'atelier Haute Activité Oxyde (HAO). Ce scénario a été retiré du PUI à la suite de l'arrêt définitif d'exploitation de l'atelier HAO. Le même type d'opérations étant réalisé dans les piscines NPH et D, l'exploitant s'est engagé, dans le cadre du dernier réexamen périodique de l'usine UP2-800, à réintroduire, dans le PUI de l'établissement Orano Cycle de la Hague, les dispositions génériques relatives à un accident de criticité survenant dans le cadre des opérations de manutention réalisées dans les piscines des usines de l'établissement de la Hague.

2. EVALUATION DU SCENARIO D'ACCIDENT

2.1. PRESENTATION DU SCENARIO D'ACCIDENT

Le scénario d'accident, retenu par Orano Cycle, est un accident de criticité provoqué par la perte du mode de contrôle par la géométrie et par l'empoisonnement neutronique du panier d'entreposage en transit dans le canal de transfert reliant la piscine NPH à l'atelier R1. Ce scénario est appelé ci-après « scénario d'accident de criticité en piscine NPH ». Selon ce scénario d'accident, le chariot en cours de transfert, sans couvercle, chuterait le long de ses rails jusqu'au fond du canal de transfert et basculerait. En l'absence de couvercle, les assemblages pourraient partiellement sortir des alvéoles du panier et interagir sous eau, en dehors des chemises en acier boré, entraînant une insertion de réactivité suffisante pour conduire à une excursion critique.

L'exploitant précise que l'absence du couvercle verrouillé sur le panier au cours du transfert du chariot conditionne le risque d'obtention d'une configuration critique en cas de basculement du chariot. Pour toutes les autres phases de manutention des paniers, ces derniers sont équipés de leur couvercle verrouillé. D'autres dispositions sont également mises en œuvre (utilisation de cage antichute pour la manutention des assemblages unitaires en piscine de déchargement, pont à fiabilité renforcée et amortisseurs pour la manutention des emballages). **Ces différents éléments n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.**

L'IRSN relève que le scénario d'accident de criticité en piscine NPH est cohérent avec celui initialement présent dans le PUI, qui consistait en un renversement d'un panier à quatre alvéoles dans la cellule d'alimentation implantée dans l'atelier HAO. D'autre part, l'IRSN estime que le scénario d'accident de criticité en piscine NPH, retenu par Orano Cycle, est pertinent pour cet atelier et représentatif des opérations de manutention de paniers d'assemblages combustibles sans couvercle en piscine. À cet égard, l'exploitant indique que les principes et les dispositions retenus dans le scénario d'accident de criticité en piscine NPH sont globalement transposables à la piscine D, qui est la seule autre piscine présentant un dispositif équivalent de manutention de paniers sans couvercle lors de leur transfert vers l'atelier T1. L'IRSN estime toutefois que certaines hypothèses pourraient différer pour un scénario d'accident concernant un des deux canaux d'alimentation en assemblages de l'atelier T1, étant donné leur configuration et leur environnement immédiat. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 1 en annexe 2 au présent avis.**

2.2. DEROULEMENT ET PHENOMENOLOGIE DE L'ACCIDENT

Selon le scénario d'accident de criticité en piscine NPH retenu par Orano Cycle, à la suite de l'éjection partielle des assemblages combustibles du panier, l'excursion critique conduirait à une augmentation des flux neutronique et gamma, du nombre de fissions et de la température du combustible et de l'eau dans le canal. Après un ou plusieurs pics de puissance, le système se stabiliserait à un niveau de puissance stationnaire. L'augmentation des flux neutroniques et gamma conduirait à une augmentation du débit de dose dans la zone au-dessus de la piscine et dans les locaux situés sous le canal de transfert.

Dans son scénario d'accident, l'exploitant considère une absence de rupture mécanique des gaines de crayons combustibles et une absence d'atteinte de la température de fusion du combustible. Suivant ces hypothèses, la stratégie de gestion de l'accident établie par Orano Cycle prévoit une intervention visant à arrêter rapidement l'excursion critique et à stabiliser l'évolution thermique du système. **Ceci est satisfaisant sur le principe.**

Les hypothèses associées à l'accident de criticité en piscine NPH retenues par Orano Cycle se basent sur l'étude initialement réalisée pour le scénario d'accident de criticité en piscine de l'atelier HAO. Orano Cycle considère que les résultats de cette étude peuvent être appliqués aux combustibles plus enrichis en ²³⁵U actuellement entreposés dans la piscine NPH, l'irradiation plus forte en réacteur de ces combustibles conduisant au final à une réactivité similaire. **L'IRSN estime que ceci est acceptable en première approche.** À partir de cette étude, l'exploitant définit la puissance stabilisée de l'accident et souligne que cette puissance aura une incidence sur le délai d'atteinte de la température maximale de l'eau du canal, retenue égale à 80 °C sur la base de calculs thermohydrauliques réalisés avec le code de calcul TRAC.

L'IRSN relève que la puissance stabilisée de l'excursion critique retenue par l'exploitant est bien plus élevée que celle constatée dans la majorité des accidents de criticité survenus à ce jour dans des installations du cycle du combustible, ce qui est satisfaisant. Néanmoins, l'IRSN estime que la représentativité de l'étude à la base du scénario d'accident n'est pas acquise en termes de rapport de modération (assemblages complets) et de configuration géométrique (nombre d'assemblages par panier). L'IRSN estime que, sans mettre en cause la pertinence du scénario d'accident et les dispositions retenues, ces éléments sont de nature à augmenter l'insertion de réactivité, ce qui conduirait à réduire le délai d'atteinte de la température maximale admissible de l'eau du canal de transfert. L'incidence de ce délai réduit sur la gestion de l'accident de criticité est détaillée dans le paragraphe 2.4 du présent avis.

S'agissant des conséquences radiologiques dues aux neutrons et aux rayonnements gamma générés par l'accident de criticité, Orano Cycle estime que les débits de dose dans les halls de l'atelier NPH n'augmenteront que faiblement compte tenu de la hauteur nominale d'eau dans les piscines et les canaux. L'exploitant prévoit en revanche une augmentation significative du débit de dose dans les locaux situés sous le canal. **Les débits de dose évalués par Orano Cycle dans le cadre du scénario d'accident retenu n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.** À cet égard, l'IRSN relève le niveau important du débit de dose atteint dans les locaux situés sous le canal de transfert, pendant la phase de puissance stabilisée de l'accident de criticité. Ce point est examiné dans le paragraphe 3.1 du présent avis.

2.3. MOYENS DE DETECTION ET DE SUIVI DE L'ACCIDENT

Les piscines d'entreposage d'assemblages combustibles de la Hague ne disposant pas de système de détection et d'alarme de criticité, la détection de l'accident de criticité retenu repose sur la détection de l'événement déclencheur (chute du chariot). À cet égard, l'exploitant indique que les opérations relatives au déplacement du chariot dans le canal de transfert nécessitent une observation continue par les équipes d'exploitation.

L'exploitant précise que la confirmation d'une excursion critique, à la suite de cet événement déclencheur, serait réalisée par l'équipe d'exploitation, en concertation avec l'ingénieur critiqueur du site Orano Cycle de la Hague, sur la base de l'analyse d'effets thermiques (courants de convection dans l'eau du canal, formation de bulles,

augmentation de la température de l'eau) ou d'effets radiologiques (augmentation du débit de dose à proximité des assemblages, en surface du canal de transfert ou dans les locaux situés sous ce canal).

À cet égard, l'IRSN souligne que les moyens de détection radiologiques ne sont pas spécifiquement dédiés à la détection d'un accident de criticité, notamment en cas d'accident de faible puissance. Néanmoins, compte tenu du nombre de moyens de détection mis en place par Orano Cycle et de la diversité de leur nature, **l'IRSN estime qu'Orano Cycle disposera, sur le principe, d'un faisceau d'indices suffisant pour la détection d'un accident de criticité induit par le scénario d'accident envisagé.**

S'agissant de la détection de l'éventuelle rupture de gaines pouvant conduire à un relâchement de substances radioactives (produits de fission ou produits d'activation), l'exploitant indique que celle-ci pourrait être confirmée par une analyse de l'eau de la piscine, par les mesures fournies par les équipements de contrôle continu de contamination atmosphérique des halls des piscines ou par la détection de produits de fission gazeux au niveau de la cheminée de l'atelier R1. À cet égard, l'IRSN estime qu'un relâchement de substances radioactives consécutif à l'accident de criticité pourrait potentiellement entraver ou empêcher les opérations visant à limiter les conséquences de l'accident de criticité, en particulier le suivi et l'arrêt de l'accident, en gênant les interventions humaines et l'utilisation de moyens de mesure mobiles. **Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 1 en annexe 1 au présent avis.**

S'agissant du suivi de l'accident, l'IRSN estime, en cohérence avec la demande des autorités de sûreté effectuée à la suite de l'accident de criticité de Tokai-Mura, que les sondes neutroniques constituent le moyen le plus fiable dont dispose Orano Cycle pour le suivi de l'accident de criticité, la vérification de l'efficacité des moyens d'arrêt employés et la vérification de l'absence de redémarrage de la réaction en chaîne lors des opérations de reprise des assemblages combustibles. Aussi, l'IRSN recommande qu'Orano Cycle privilégie l'utilisation des moyens de mesure neutronique pour la confirmation et le suivi de l'accident de criticité en piscine, en s'assurant de la possibilité d'immerger ces moyens de mesure et de leur disponibilité dans des délais adéquats. **Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 2 en annexe 1 au présent avis.**

2.4. MOYENS D'ARRÊT DE L'ACCIDENT ET MODALITES D'INTERVENTION ASSOCIEES

Dans le scénario d'accident présenté, l'arrêt de l'état critique est obtenu par injection d'une solution de nitrate de gadolinium dans l'eau de la piscine avec fermeture concomitante du batardeau. Orano Cycle a estimé la quantité de gadolinium nécessaire pour revenir à une situation sous-critique pour les configurations d'accident étudiées. Il conclut que la quantité de gadolinium dont il dispose est suffisante pour arrêter un accident de criticité dans le canal de transfert isolé. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

S'agissant des modalités d'intervention, l'exploitant indique que la température de l'eau est le principal paramètre conditionnant l'urgence d'intervenir pour revenir à une situation sous-critique. Dans la mesure où la température de l'eau resterait inférieure à la température maximale retenue de 80° C, il n'y aurait pas de caléfaction de l'eau à la surface de la gaine, mettant en cause son intégrité et produisant un dégagement de vapeur susceptible de gêner l'intervention des personnels à proximité du bassin. Orano Cycle estime ainsi que, dans le cas où le canal de transfert reste en communication avec la piscine d'entreposage de l'atelier NPH, le délai avant atteinte de cette température maximale de l'eau est de l'ordre de 8 jours et que ce délai est réduit à quelques heures dès lors que le canal de transfert est isolé au moyen du batardeau. En conséquence, l'exploitant identifie le phasage des opérations en vue d'arrêter l'accident (isolement du canal de transfert concomitant à l'empoisonnement neutronique) comme un enjeu particulier de sûreté.

À cet égard, l'IRSN rappelle que le caractère pénalisant de la puissance de l'accident en phase stabilisée retenue par Orano Cycle, à la base d'estimation des délais disponibles pour l'intervention, n'est pas complètement acquis. De plus, dans l'éventualité où l'injection de poison neutronique ne serait pas suffisante pour s'assurer d'un retour à l'état sous-critique, la remise en communication du canal de transfert avec la piscine pour réamorcer un refroidissement efficace du siège de l'accident nécessiterait environ une heure. Aussi, l'IRSN estime que

l'exploitant devra être en mesure de confirmer de manière rapide et fiable ce retour à l'état sous-critique. **Ceci est intégré dans la recommandation n° 2 en annexe 1 au présent avis.**

S'agissant de l'opération d'empoisonnement neutronique, Orano Cycle indique qu'il prévoit d'injecter le poison neutronique si possible au plus près du foyer de l'accident à l'aide de pompes et de flexibles, ou par basculement du contenu des bidons de gadolinium. L'homogénéisation de la concentration en gadolinium dans l'eau sera obtenue par les courants de convection d'eau causés par le réchauffement local dû à l'état critique. L'exploitant précise que l'acheminement du poison neutronique, depuis son lieu de stockage jusqu'au canal, ne nécessite pas un passage par les locaux situés sous le canal de transfert. **Ces différents éléments n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.**

S'agissant des moyens d'arrêt de l'accident de criticité retenu par Orano Cycle, l'IRSN note que, en cas d'impossibilité de manœuvrer le batardeau pour isoler le canal, l'exploitant ne dispose pas de solutions alternatives pour arrêter un tel accident. L'IRSN estime que l'exploitant devrait engager une réflexion sur la possibilité, en ultime recours, suivant l'état réel de l'installation, d'arrêter l'accident de criticité par une modification de la géométrie du foyer de l'accident. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 2 en annexe 2 au présent avis.**

2.5. REPRISE DES ASSEMBLAGES APRES L'ACCIDENT

Orano Cycle indique que les opérations de reprise des assemblages combustibles seront réalisées avec les moyens de manutention usuels de l'atelier NPH et définies au cas par cas en fonction de la géométrie des différents éléments après retour à l'état sous-critique. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Par ailleurs, Orano Cycle indique qu'une surveillance de la concentration en gadolinium dans l'eau sera nécessaire afin de prévenir une nouvelle excursion critique. L'IRSN estime que cette disposition est d'autant plus importante que les opérations de reprise pourraient conduire à des configurations plus pénalisantes que celles de l'accident après stabilisation, ce qui rendrait nécessaire l'augmentation de la concentration en gadolinium. **Ceci renforce la demande, formulée dans la recommandation n° 2 en annexe 1 au présent avis, relative à la nécessité de disposer de moyens de mesure neutronique immergeables pour assurer le suivi de l'accident de criticité.**

3. EVALUATION DES DISPOSITIONS ORGANISATIONNELLES ET DE GESTION DE CRISE

3.1. EVACUATION DU PERSONNEL

Selon le scénario d'accident de criticité en piscine NPH retenu par l'exploitant, dès lors que la chute du chariot est confirmée visuellement, l'ordre d'évacuation de l'atelier NPH est donné pour les personnes n'ayant pas à intervenir. Orano Cycle a précisé que les chemins d'évacuation de l'atelier NPH sont les chemins d'évacuation conventionnels, ne nécessitant pas un passage par les locaux situés sous le canal de transfert, et que la durée estimée d'évacuation de l'atelier NPH est de l'ordre de cinq minutes. **Ceci est satisfaisant.**

L'IRSN rappelle qu'une excursion critique localisée au fond du canal de transfert est susceptible de conduire, pendant la phase de puissance stabilisée de l'accident de criticité, à des débits de dose élevés dans les locaux situés sous le canal. À cet égard, l'IRSN relève que du personnel peut être présent de manière occasionnelle dans ces locaux, et que la dosimétrie opérationnelle de ce personnel constituerait le seul moyen d'alerte en cas d'accident de criticité survenu au fond du canal de transfert. Aussi, l'IRSN estime que l'exploitant devra prendre des dispositions permettant de garantir que l'ordre d'évacuation de l'atelier NPH, donné en cas de confirmation de chute du chariot, parvienne immédiatement au personnel éventuellement présent dans les locaux situés sous le canal de transfert. **Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 3 en annexe 1 au présent avis.**

3.2. CRITERES D'ENGAGEMENT DU PLAN D'URGENCE INTERNE

Selon le scénario d'accident retenu par Orano Cycle, le PUI serait engagé dès que l'accident de criticité, révélé à la suite de la concomitance de la chute d'un panier et d'un échauffement anormal constaté par les mouvements de convection ou une augmentation de température de l'eau de piscine, est confirmé par les moyens de détection.

L'accident de criticité confirmé fait déjà partie des critères d'engagement du PUI en vigueur qui sont décrits dans le premier volume du PUI. L'exploitant considère que la modification des critères d'engagement du PUI tels que formulés dans le premier volume n'est pas nécessaire suite à l'introduction du nouveau scénario d'accident.

À cet égard, l'IRSN relève que certains éléments de confirmation de l'accident de criticité sont suffisamment génériques pour couvrir les situations d'accident de criticité en piscine, s'agissant notamment du déclenchement des dosimètres opérationnels des personnels ou des alertes du système de surveillance de l'environnement. Néanmoins, certains autres éléments de confirmation, identifiés par Orano Cycle dans le scénario expertisé, et propres à des accidents de criticité en piscine, ne sont pas couverts par le PUI actuel. C'est notamment le cas de l'augmentation de la température de l'eau et de la présence de courants de convection visibles en proximité du foyer d'accident. **Aussi, l'IRSN estime que, dans la mise à jour du PUI dans sa partie relative aux critères de d'engagement, l'exploitant devrait intégrer les éléments de confirmation de l'accident de criticité retenus dans le scénario d'accident concernant les opérations de manutention d'assemblages combustibles en piscine.**

4. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés et en tenant compte des informations transmises par Orano Cycle au cours de l'expertise, l'IRSN estime que le scénario d'accident de criticité en piscine NPH retenu par Orano Cycle, ainsi que les dispositions associées, sont acceptables sur le principe. Orano Cycle devra prendre en compte les recommandations formulées en annexe 1 au présent avis, relatives à la prise en compte du risque de rejet de substances radioactives, à l'utilisation de la détection neutronique et à l'évacuation du personnel.

En outre, afin d'améliorer la démonstration de sûreté, Orano Cycle devrait tenir compte des observations formulées en annexe 2 au présent avis.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Eric LETANG

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE 1 A L'AVIS IRSN N° 2021-00131 DU 9 JUILLET 2021

Recommandations de l'IRSN

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande que l'exploitant vérifie qu'un éventuel relâchement de substances radioactives consécutif à un accident de criticité en piscine NPH ne mettrait pas en cause la faisabilité des opérations de suivi et d'arrêt de l'accident de criticité.

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande que l'exploitant privilégie l'utilisation des moyens de mesure neutronique pour le suivi et la confirmation de l'arrêt de l'accident de criticité en piscine NPH. À cet égard, l'exploitant devra s'assurer de la possibilité d'immerger ces moyens de mesure et de leur disponibilité dans des délais adéquats.

Recommandation n° 3

L'IRSN recommande que l'exploitant prenne des dispositions permettant de garantir que l'ordre d'évacuation de l'atelier NPH, donné en cas de confirmation de la chute du chariot dans le canal de transfert, parvienne immédiatement au personnel éventuellement présent dans les locaux situés sous ce canal.

ANNEXE 2 A L'AVIS IRSN N° 2021-00131 DU 9 JUILLET 2021

Observations de l'IRSN

Observation n° 1

L'IRSN estime que l'exploitant devrait justifier, dans la mise à jour de l'étude de dimensionnement du PUI figurant dans le rapport de sûreté de la piscine D, le caractère transposable du scénario d'accident de criticité, relatif au canal d'alimentation en assemblages combustibles reliant la piscine NPH à l'atelier R1, aux canaux reliant la piscine D à l'atelier T1.

Observation n° 2

L'IRSN estime que l'exploitant devrait engager une réflexion sur la possibilité d'arrêter, en ultime recours, l'accident de criticité en piscine NPH par une modification de la configuration du siège de l'accident, suivant l'état réel de l'installation lors de cet événement.