

Fontenay-aux-Roses, le 4 mai 2023

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2023-00062

Objet : Etablissement Orano Recyclage de La Hague - INB n° 116 (UP3-A) et INB n° 117 (UP2-800)
Modification du volume II du Plan d'Urgence Interne - Intégration d'un scénario de blocage
mécanique de la décanteuse pendulaire centrifuge

Réf. : Lettre ASN CODEP-CAE-2022-049731 du 10 octobre 2022.

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 le dossier joint à la demande de modification notable soumise à autorisation, présentée par la société Orano Recyclage (dénommée Orano par la suite). La demande de modification porte sur l'intégration dans le plan d'urgence interne (PUI) de l'établissement Orano Recyclage de La Hague d'un scénario « hors dimensionnement » de blocage mécanique de la décanteuse pendulaire centrifuge (DPC) de l'atelier T1 de l'usine UP3-A (installation nucléaire de base (INB) n° 116). Orano précise que ce scénario est transposable à l'atelier R1 de l'usine UP2-800 (INB n° 117).

À l'appui de sa demande, l'exploitant Orano a transmis une note descriptive du scénario (dénommé scénario PUI par la suite) et de sa gestion, un projet de modification des règles générales d'exploitation (RGE) des ateliers T1 et R1, ainsi qu'une note présentant l'impact documentaire sur le volume 1 du PUI de l'établissement Orano Recyclage de La Hague.

L'ASN demande à l'IRSN de se prononcer sur la représentativité des hypothèses du scénario proposé par Orano, sur les moyens de détection et de suivi de la situation, sur le choix des moyens de prévention de l'atteinte de l'ébullition de la solution de noyage de la DPC, ainsi que sur la sûreté-criticité des configurations envisagées et sur la prévention des risques liés à la radiolyse.

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. CONTEXTE

L'atelier T1 de l'usine UP3-A permet le traitement d'assemblages combustibles d'oxyde d'uranium (UOX) ou issus de réacteurs de recherche, dits RTR (Research Testing Reactor). L'atelier comprend deux chaînes (A et B) similaires assurant le cisailage, la dissolution des combustibles et la clarification des solutions de dissolution. La clarification consiste à éliminer les particules solides en suspension, appelées « fines », constituées de produits de fission insolubles, d'oxyde résiduel indissous et de fines métalliques de cisailage des gaines d'assemblages. Cette opération est réalisée dans la DPC de chacune des chaînes, les deux DPC pouvant fonctionner en parallèle ou en série pour assurer une double clarification de la solution de dissolution. Le retour d'expérience

d'exploitation a toutefois montré, dès la mise en service de l'atelier, que cette double clarification n'est pas nécessaire. En outre, depuis 2005, la chaîne B est dédiée au traitement des combustibles RTR.

La DPC comprend un bol tournant dans lequel les fines s'accumulent progressivement sur sa paroi interne, formant ainsi un « gâteau de fines ». L'anneau liquide, constitué de la solution clarifiée, déborde vers une cuve tampon. En fonctionnement normal, la DPC est décolmatée toutes les quatre tonnes d'uranium, selon un cycle automatique comprenant une phase de rinçage, puis une phase de décolmatage par envoi respectivement d'acide et d'eau sous pression par l'intermédiaire de buses.

En cas de dysfonctionnement, un décolmatage de sécurité ou de sauvegarde peut être réalisé, respectivement depuis la salle de conduite ou, en local, depuis la salle de repli. Celui-ci s'opère par le freinage du bol de la DPC, puis par l'envoi de 250 L d'eau sous pression dans les buses. La suspension de fines décolmatées s'écoule par le déversoir du bol vers la cuve de réception des suspensions de fines (appelée par la suite « cuve de fines »). Il est également possible d'effectuer un décolmatage manuel de sauvegarde en démontant le bloc moteur et la tête mécanique de la DPC, puis en faisant tourner le bol à l'aide d'une manivelle. En effet, quel que soit le mode de décolmatage utilisé, les buses ne couvrant pas la totalité de la périphérie du bol, le décolmatage du gâteau de fines nécessite, simultanément à l'injection de liquide, une mise en rotation du bol. L'absence de décolmatage conduit à l'échauffement du gâteau de fines, à l'évaporation de la solution interstitielle piégée dans celui-ci, puis, lorsque la température est suffisante, à l'oxydation de ruthénium sous forme de RuO₄ gazeux. Cette oxydation pourrait engendrer des rejets radioactifs¹ dans l'environnement, à la suite d'un phénomène de volatilisation accélérée du ruthénium, dit « effet falaise ».

2. CHOIX DU SCENARIO

Selon sa démarche de définition des scénarios retenus dans le PUI, Orano étudie différentes aggravations possibles des situations de dysfonctionnement du décolmatage définies dans le rapport de sûreté de l'atelier T1.

Orano ne retient pas le cas d'une perte de la fonction d'injection de solutions de décolmatage du fait des trois possibilités distinctes et indépendantes d'injection de liquide dans la DPC (normal, sécurité et sauvegarde). **L'IRSN estime que ceci est acceptable.** Par ailleurs, Orano n'a pas retenu la situation de perte durable de l'alimentation électrique et du système de conduite, considérée en tant que situation redoutée dans le cadre des études complémentaires de sûreté (ECS) réalisées à la suite de l'accident de Fukushima survenu en 2011.

Pour le PUI, Orano retient finalement une situation de perte du système de mise en rotation du bol de la DPC, soit à la suite d'un blocage de l'axe de rotation du bol, soit à la suite d'une rupture de l'axe ou de sa liaison avec l'arbre moteur. **L'IRSN considère acceptable le choix de ce scénario par Orano de blocage du bol de la DPC pour le PUI.**

3. GESTION DE LA SITUATION

Dans le cadre de ce scénario, la gestion de la situation retenue par Orano consiste à tout d'abord confirmer le blocage du bol, isoler ensuite la DPC en créant un bouchon cryogénique sur la ligne de transfert vers la cuve de fines, et enfin remplir en eau ou en acide la DPC. Pour cette dernière opération, Orano prévoit d'utiliser les systèmes d'injection précités pour noyer le gâteau de fines, le refroidir, et renouveler périodiquement l'eau de noyage pour prévenir l'ébullition.

Orano vise l'atteinte d'un état sûr dit « intermédiaire » dans lequel la prévention de l'ébullition de la solution de noyage est assurée. Orano a précisé, au cours de l'expertise, que les capacités en azote liquide du site de La

¹ Selon les estimations d'Orano, dans cette situation, l'impact dosimétrique des rejets serait dû à 99 % à la volatilisation et au rejet de ¹⁰⁶Ru.

Hague sont suffisantes pour maintenir de manière durable le bouchon cryogénique en place, le temps de trouver une solution de décolmatage. En outre, il estime que le renouvellement périodique de la solution de noyage devrait assurer un épuisement progressif du gâteau de fines, qui pourrait être également complété par des rinçages spécifiques afin de réduire autant que possible la puissance thermique du gâteau. Bien que l'efficacité du décolmatage par trempages répétés du gâteau de fines ne soit pas formellement démontrée, l'IRSN convient que cette disposition pourrait avoir un effet bénéfique pour réduire la masse et la puissance thermique du gâteau de fines. **En tout état de cause, l'IRSN estime qu'Orano devrait compléter la note descriptive du scénario pour intégrer la gestion à long terme de la situation de blocage du bol qui permettrait d'atteindre un état sûr de la DPC.**

3.1. CONFIRMATION DU BLOCAGE DU BOL

Selon Orano, dans un premier temps, la multiplication d'alarmes associées aux moyens de surveillance de la DPC (vitesse de rotation, température des moteurs, vibrations et assiette) amènerait l'équipe de conduite à suspecter la perte de la rotation du bol. Pour le confirmer, l'équipe de conduite doit en premier lieu vérifier l'absence de formation d'un anneau liquide pour une vitesse de rotation demandée, puis l'absence de débordement de la solution vers la cuve tampon. Si la suspicion est confirmée, l'équipe d'exploitation doit alors vérifier s'il s'agit d'un blocage mécanique de la motorisation et/ou de la tête mécanique de la DPC, en procédant à leur démontage successif. Dans ce cas, la rotation manuelle du bol reste encore possible telle que prévue en situation de sauvegarde ou ECS. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Orano a précisé que les fiches d'alarme et les conduites à tenir, consultables depuis la salle de conduite, seront révisées pour préciser que la multiplication des défauts cités dans le scénario PUI amène à suspecter la perte de la rotation et nécessite la mise en œuvre des actions de vérification. De même, la consigne d'exploitation de l'unité de clarification sera révisée pour intégrer la conduite à tenir en cas de suspicion de la perte de la fonction de rotation du bol avec un renvoi vers le mode opératoire de noyage de la DPC. **L'IRSN estime que ceci est satisfaisant.**

3.2. CRITERES DE DECLENCHEMENT DU PUI

Orano retient le principe de déclencher le PUI dès la confirmation du blocage mécanique du bol, ou si la fonction de décolmatage est perdue pour une durée de plus de cinq heures, ce qui entraînera la mise en œuvre des actions préliminaires au noyage de la DPC.

Sur la base du retour d'expérience des exercices, Orano estime la durée pour confirmer le blocage mécanique du bol à environ quatre heures et le délai pour constituer un bouchon cryogénique de l'ordre de quatre heures également. La durée nécessaire pour réaliser le noyage de la DPC, estimé à dix minutes, est considérée égale à une heure. Orano estime, en se fondant sur une étude thermique reprenant les modèles retenus pour les ECS, que ces délais sont compatibles avec la cinétique de montée en température de la solution interstitielle et du gâteau de fines, avec un début de l'effet falaise estimé à treize heures après l'arrêt de la DPC.

L'IRSN rappelle à cet égard que la puissance thermique du gâteau de fines définie dans le cadre des ECS est une valeur dite « réaliste raisonnablement enveloppe ». En dépit d'un retour d'expérience favorable (cette valeur couvre 99 % des décolmatages effectués dans les ateliers R1 et T1 entre 2000 et 2010), l'IRSN souligne que, selon l'étude thermique référencée dans le rapport de sûreté de l'atelier T1, pour une puissance thermique maximale enveloppe du gâteau de fines, le début de l'effet falaise se produit environ six heures après l'arrêt de la DPC. Ce délai est donc plus court que celui nécessaire à la mise en œuvre des dispositions présentées par l'exploitant. À cet égard, Orano a précisé que, en cas de confirmation de l'absence de rotation du bol, les dispositions pour le noyage de la DPC seraient engagées simultanément aux opérations de démontage de la motorisation, sans attendre la confirmation du blocage mécanique. **L'IRSN estime que ceci est satisfaisant. Il appartiendra à Orano de mettre à jour la note descriptive du scénario PUI en ce sens.**

Enfin, l'IRSN relève que le logigramme du déroulement des actions à réaliser, présenté dans la note descriptive du scénario PUI, indique que le déclenchement du PUI intervient deux heures après l'arrêt de la DPC. **Il appartiendra à Orano de mettre en cohérence les différents délais de déclenchement du PUI cités dans la note descriptive du scénario PUI.**

3.3. PHENOMENOLOGIE ET HYPOTHESES RELATIVES AUX REJETS RADIOACTIFS

Pour évaluer les activités rejetées dans l'environnement en considérant l'entraînement des produits de fission (PF) contenus dans le gâteau de fines et dans la solution interstitielle, Orano réalise une étude avec le modèle établi pour les situations de perte de refroidissement des cuves d'entreposage des solutions concentrées de PF. Ce modèle est fondé sur des essais qui ont permis de mesurer d'une part la fraction de PF mise en suspension sous forme d'aérosols en fonction de l'évolution de la fraction évaporée de la solution, d'autre part, s'agissant du ruthénium, la fraction émise sous forme de RuO₄ gazeux.

L'IRSN estime que, les différents résultats des essais cités par Orano ayant été établis à partir de solutions réelles de PF, la pertinence de la transposition de ces résultats à la solution de dissolution de combustibles, imprégnant le gâteau de fines et contenant des concentrations importantes d'uranium et de plutonium, n'est pas formellement démontrée. Pour le présent scénario PUI, l'IRSN relève toutefois qu'Orano retient des hypothèses enveloppes concernant l'activité du ruthénium, en particulier s'agissant de l'étape d'échauffement du gâteau de fines asséché pour laquelle il utilise l'activité du ruthénium présent dans le gâteau de fines et non de celui présent dans le dépôt sec issu de la solution de dissolution. L'IRSN estime que cette hypothèse est très majorante, compte tenu du caractère a priori chimiquement stable des fines. **Sur cette base, l'IRSN convient que la quantification proposée par Orano de l'activité en ruthénium volatilisé est majorante.**

S'agissant de l'unité de traitement des gaz extraits de la DPC, Orano considère que seule une très faible fraction des PF mis en suspension sous forme d'aérosols est rejetée à l'environnement (10⁻⁶ %). D'autre part, pour le ruthénium sous forme gazeuse, Orano retient comme hypothèse qu'une fraction de 4 % de l'activité initialement volatilisée est rejetée. Cette fraction tient compte de l'efficacité d'épuration du ruthénium gazeux dans une colonne de lavage à l'eau (90 %) et de la rétention du ruthénium gazeux dans les filtres très haute efficacité (THE) et les gaines en aval (60 %). En l'état actuel des connaissances, l'IRSN souligne d'une part que la valeur de l'efficacité d'épuration du ruthénium gazeux dans une colonne présente des incertitudes, d'autre part que la valeur de rétention du ruthénium gazeux dans la ventilation apparaît raisonnable. **Compte tenu des hypothèses très enveloppes prises sur les activités en ruthénium volatilisé, l'IRSN estime que l'évaluation d'Orano relative aux activités rejetées dans l'environnement est acceptable.**

3.4. CONSTITUTION DU BOUCHON CRYOGENIQUE

Pour former un bouchon cryogénique, l'équipe de conduite d'Orano doit intervenir en local pour injecter de l'azote liquide dans le piège froid existant sur la tuyauterie reliant la DPC à la cuve de fines. En parallèle, de l'eau est injectée à bas débit dans la tuyauterie qui gèle au contact de la paroi interne refroidie par le piège froid. La prise en masse du bouchon est vérifiée depuis la salle de conduite par l'absence d'arrivée d'eau dans la cuve de fines.

Orano a transmis les modes opératoires qui précisent l'organisation et les moyens humains et en matériels nécessaires à la mise en place d'un bouchon cryogénique, les dispositions d'approvisionnement et d'alimentation continus en azote liquide, ainsi que les moyens de contrôle de la prise et du maintien d'un bouchon cryogénique.

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

3.5. NOYAGE DU GATEAU DE FINES

Orano privilégie, dans le scénario PUI, l'utilisation d'eau déminéralisée pour noyer le gâteau de fines. En effet, la capacité calorifique massique de l'eau, supérieure à celle de l'acide, permet de retarder l'atteinte de l'ébullition.

Toutefois, les modes opératoires transmis par l'exploitant indiquent que la solution d'acide doit être utilisée par défaut.

Orano a précisé à cet égard que le choix de la solution de noyage serait décidé par le poste de commandement de la direction locale (PCDL), gréé à la suite de déclenchement du PUI, en concertation avec l'ingénieur critique présent au PCDL. **L'IRSN estime que ceci est acceptable. Il appartiendra à Orano de mettre en cohérence les différents documents concernant le choix de la solution de remplissage de la DPC.**

3.6. RENOUELEMENT DE LA SOLUTION DE NOYAGE

Orano fait le choix de renouveler périodiquement la solution de noyage plutôt que d'assurer un renouvellement continu de l'eau dans la DPC. En effet, Orano estime que cette dernière option générerait des contraintes fortes d'exploitation pour la gestion des volumes d'eau compte tenu des débits importants des moyens d'alimentation en eau en place. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Dans le scénario PUI, Orano propose un renouvellement de l'eau de noyage toutes les huit heures. L'IRSN estime que ce délai n'est pas satisfaisant puisque, pour la puissance thermique retenue du gâteau de fines, l'eau de noyage atteint en sept heures la température limite d'amorçage du siphon de vidange. Orano a précisé à cet égard que le délai de renouvellement sera ramené à six heures. Par ailleurs, le mode opératoire de noyage préconise d'effectuer toutes les heures un relevé de la température à l'intérieur du bol et d'ajuster la fréquence du renouvellement de la solution en fonction de ces relevés. **L'IRSN estime que ceci est satisfaisant. Il appartiendra à Orano de mettre à jour la note descriptive du scénario PUI pour tenir compte de cette évolution.**

3.7. MOYENS DE SUIVI DE L'ACCIDENT

Orano s'appuie sur les moyens de surveillance existants pour vérifier le bon déroulement des actions réalisées, en particulier pour le suivi du niveau de solution dans le bol de la DPC et dans les cuves directement en aval de la DPC. En outre, la température de l'eau de noyage dans la DPC sera suivie à l'aide d'un thermocouple implanté à demeure dans un tube guide de la DPC prévu à cet effet. **Les dispositions de suivi citées par Orano dans le scénario PUI n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.**

4. ANALYSE DES RISQUES

4.1. PREVENTION DES RISQUES DE CRITICITE

L'envoi de la solution résiduelle de dissolution, contenue dans la DPC, vers la cuve de fines à la suite du premier noyage n'est pas couvert par la démonstration de sûreté-criticité de l'atelier T1. Toutefois, en considérant que tout le plutonium en solution dans la DPC est transféré vers la cuve de fines, la concentration globale en plutonium dans cette cuve évolue peu et reste inférieure à la valeur maximale admissible (exprimée en limite de modération H/Pu). **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Par ailleurs, le remplissage répété en eau de la DPC conduit à un risque de dilution de l'acidité des solutions, principalement dans la cuve de fines recevant les transferts successifs d'eau de noyage, pouvant entraîner une précipitation du plutonium. Ceci met en cause le mode de contrôle de la criticité basé sur une limitation de la concentration en matières fissiles (rapport H/Pu pour la cuve de fines), et conduit l'exploitant à évaluer les masses de plutonium susceptibles d'être précipitées dans les équipements concernés. Orano retient une limite inférieure d'acidité de 0,1 N pour le début de la précipitation du plutonium en solution. **Cette approche n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Orano précise dans les RGE que la cuve de fines doit être maintenue à une acidité supérieure à 0,4 N pour limiter la formation d'hydrogène de radiolyse et indique dans le projet du scénario PUI que des appoints d'acide seraient ainsi réalisés pour respecter cette exigence. Toutefois, à titre conservatoire, Orano envisage le cas où l'acidité dans la cuve de fines atteindrait 0,1 N. Il estime dans ce cas, en se fondant sur le retour d'expérience

d'exploitation de l'atelier T1, que la masse de plutonium provenant de la DPC, ajoutée à celle déjà présente dans la cuve de fines, susceptible de précipiter, resterait inférieure à la masse sûre du plutonium. L'IRSN relève qu'Orano n'a pas retenu, dans son estimation de la masse enveloppe de plutonium présente dans cette cuve, la valeur enveloppe de concentration globale en plutonium des suspensions de fines indiquée dans le rapport de sûreté de l'atelier T1. **Néanmoins, l'IRSN estime que cela ne met pas en cause la conclusion d'Orano quant au respect de la masse sûre.**

4.2. RISQUE DE RADIOLYSE

Afin de maintenir l'acidité minimale requise (0,4 N) pour limiter la formation d'hydrogène de radiolyse, Orano indique qu'un envoi d'acide dans la cuve de fines serait réalisé si nécessaire. Orano a précisé à cet égard qu'une surveillance de la cuve sera assurée tout au long de la gestion de l'accident. **L'IRSN estime que ces dispositions sont satisfaisantes.**

5. TRANSPOSABILITE DU SCENARIO PUI A L'ATELIER R1

Orano indique que le scénario PUI élaboré pour l'atelier T1 de l'usine UP3-A est transposable à l'atelier R1 de l'usine UP2-800. Au vu des éléments du REX relatifs à la puissance thermique maximale du gâteau de fines, **l'IRSN estime que la description phénoménologique de l'accident, développée par Orano pour l'atelier T1, est applicable à l'atelier R1.**

Au cours de l'expertise, l'exploitant a transmis les modes opératoires portant sur le noyage du bol de la DPC des chaînes de clarification A et B de l'atelier R1. **L'IRSN estime que ces modes opératoires sont conformes au projet du scénario PUI établi pour l'atelier T1 de l'usine UP3-A.**

6. 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 hypothèses du scénario hors dimensionnement de blocage mécanique de la décanteuse pendulaire centrifuge, et la gestion proposée par Orano pour en limiter les conséquences, sont acceptables. Il conviendra néanmoins qu'Orano mette à jour la note descriptive du scénario retenu dans le plan d'urgence interne de l'établissement Orano Recyclage de La Hague suivant les remarques formulées dans le présent avis.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Eric LETANG

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté