



Fontenay-aux-Roses, le 5 avril 2024

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2024-00049

Objet : Établissement Orano Recyclage de La Hague - INB n° 116 (UP3-A) et INB n° 117 (UP2-800)
Etudes probabilistes de sûreté en réponse aux engagements n° 9 et n° 17 pris dans le cadre des réunions du groupe permanent d'experts pour les laboratoires et les usines relatives au réexamen périodique de l'usine UP2-800

Réf. : Lettre ASN CODEP-DRC-2022-030154 du 4 juillet 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 les études transmises par Orano Recyclage, appelé « Orano » dans la suite de cet avis, en réponse aux engagements n° 9 et n° 17 pris dans le cadre des réunions du groupe permanent d'experts pour les laboratoires et les usines (GPU), consacrées au réexamen périodique de l'installation nucléaire de base (INB) n° 117 (usine UP2-800) du site de La Hague.

Dans ce cadre, Orano s'était engagé à :

- tester une méthodologie de réalisation d'étude probabiliste de sûreté portant sur la perte du refroidissement des évaporateurs de concentration des produits de fission (dit « évaporateurs PF ») de l'atelier R2, intégrant la centrale nouvelle de refroidissement sud (CNRS), les alimentations électriques associées, les modes communs de défaillances, les agresseurs potentiels et les facteurs humains (engagement n° 9 de la deuxième réunion du GPU du réexamen périodique de l'INB n° 117) ;
- justifier la robustesse des dispositions de maîtrise des risques liés aux « red-oils » dans les évaporateurs en s'appuyant sur une approche probabiliste des situations de fonctionnement avec défaillances multiples (envoi de solvants décantés, perte des éjecteurs, perte du condenseur, etc.) (engagement n° 17 de la quatrième réunion du GPU du réexamen périodique de l'INB n° 117).

De l'évaluation de ces études, tenant compte des informations complémentaires transmises par Orano au cours de l'expertise, l'IRSN retient les principaux éléments suivants.

1. ETUDES PROBABILISTES PORTANT SUR LA PERTE DU REFROIDISSEMENT DES ÉVAPORATEURS DE PF

L'étude probabiliste de sûreté (EPS) d'Orano attendue au titre de l'engagement n° 9 devait porter sur les évaporateurs PF de l'atelier R2. Toutefois, les examens de conformité et de maîtrise du vieillissement des évaporateurs PF des ateliers R2 et T2 (usine UP3-A) ayant mis en évidence une vitesse de corrosion

significativement plus élevée qu'attendu, Orano a initié en 2015 la construction de 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 raccordés au procédé amont et aval existant. L'unité NCPF T2 a été mise en service actif en 2023. La mise en service actif de l'unité NCPF R2 est prévue mi 2024. Dans ces conditions, Orano a considéré ces nouvelles unités dans les EPS réalisées au titre de l'engagement n° 9. Il a ainsi réalisé deux EPS, l'une concernant l'unité NCPF T2, l'autre concernant l'unité NCPF R2, dans lesquelles sont considérées des défaillances de systèmes et des défaillances humaines. En complément, Orano a réalisé une EPS dite « agression » pour l'unité NCPF R2 dans laquelle des défaillances dues à une agression sont considérées, en plus des défaillances de systèmes et humaines. **Compte tenu des similitudes de conception entre les deux unités NCPF, ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Orano a indiqué qu'il mettra à jour ses EPS à l'issue de l'expertise de l'IRSN, **ce qui est satisfaisant.**

1.1. PRINCIPE DU REFROIDISSEMENT DES ÉVAPORATEURS PF DE NCPF

Les évaporateurs PF sont composés d'un bouilleur contenant la solution à concentrer, surmonté d'une colonne à plateaux assurant un lavage des vapeurs nitreuses produites par l'ébullition. Ces vapeurs sont piégées dans un condenseur, les condensats étant renvoyés en haut de la colonne par une ligne dite « de reflux » qui maintient en acide ou en eau les plateaux de la colonne et assure ainsi l'efficacité du lavage des vapeurs.

Chaque condenseur est refroidi par une boucle d'eau de refroidissement, elle-même refroidie, *via* un échangeur, par la CNRS (centrale nouvelle de refroidissement sud) pour l'unité NCPF R2 et par l'unité 6260 pour l'unité NCPF T2. Hors phase de concentration, les bouilleurs sont refroidis par des boucles d'eau réfrigérée, refroidies par une centrale de production des utilités.

En cas d'indisponibilité simultanée des boucles d'eau de refroidissement et d'eau réfrigérée, les vapeurs produites dans le bouilleur ne sont plus condensées. Les rejets gazeux restent néanmoins faibles tant que les plateaux de la colonne conservent un niveau de liquide suffisant (gardage). À cette fin, un arrosage par envoi d'eau en tête de colonne est prévu, soit à partir d'une bêche de secours, dont l'autonomie est limitée, soit à partir de l'alimentation en eau déminéralisée du site de La Hague d'autonomie supposée illimitée. Enfin, dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté (ECS), Orano a défini une disposition de remédiation consistant à réalimenter les condenseurs par de l'eau de refroidissement provenant du bassin d'orage ouest du site de La Hague, pour rétablir la condensation des vapeurs et le reflux en tête de colonne.

1.2. MÉTHODE UTILISÉE, RÉSULTATS DE L'EPS ET ENSEIGNEMENTS TIRÉS PAR ORANO

Pour réaliser ses EPS, Orano utilise un logiciel permettant de simuler une combinaison aléatoire d'un très grand nombre de situations dysfonctionnelles. Les modes de défaillance des équipements de procédé, de contrôle-commande et des fonctions support sont ainsi pris en compte dans un unique modèle qui simule le fonctionnement simultané des trois évaporateurs sur une durée de 30 ans. Les défaillances de cause commune conduisant à la défaillance simultanée de plusieurs équipements redondants sont modélisées, ainsi que les défaillances liées aux facteurs organisationnels et humains (FOH), notamment les différents types d'échecs liés à la surveillance et aux actions des opérateurs. La cinétique des rejets étant progressive, la simulation intègre également les actions de réparation ou de remédiation, qui permettent respectivement de revenir à un fonctionnement normal ou de limiter les rejets à l'environnement.

À chaque fois qu'un état dégradé conduit à un rejet, celui-ci est cumulé sur la durée de l'état dégradé. Si, au cours de la durée de vie simulée, l'installation passe par plusieurs états conduisant à des rejets, ceux-ci sont sommés et l'impact radiologique associé est évalué. Le résultat final obtenu est une probabilité annuelle¹ de

¹ Nombre de fois où le seuil radiologique est dépassé par an sur la durée totale simulée.

dépasser différents seuils de conséquences radiologiques au public qu'Orano compare aux objectifs probabilité/gravité suivants :

- probabilité maximale de 10^{-5} /an d'avoir un impact radiologique de 1 mSv ;
- probabilité maximale de 10^{-6} /an d'avoir un impact radiologique de 10 mSv ;
- probabilité maximale de 10^{-7} /an d'avoir un impact radiologique de 50 mSv.

Pour Orano, le respect de ces trois objectifs démontre le caractère suffisant des dispositions de maîtrise des risques mises en place.

Les premiers calculs réalisés par Orano ont montré une forte sensibilité des résultats au délai de réparation de certains équipements. En considérant les délais de réparation actuellement en vigueur dans les règles générales d'exploitation (RGE) ou dans les consignes d'exploitation des ateliers T2 et R2, aucun des objectifs probabilité/gravité précités n'étaient atteints. Orano a alors déterminé, par une méthode itérative, les délais de réparation de ces équipements permettant le respect de l'ensemble des objectifs précités. En conclusion de ses EPS, Orano préconise, notamment, une révision des délais de réparation.

Dans son EPS agression, Orano considère les agressions suivantes : l'incendie, la chute de charge, le séisme majoré de sécurité (SMS) et le séisme extrême dit noyau dur (SND). L'atteinte des objectifs probabilité/gravité dans l'étude agression considérant l'incendie nécessite de valoriser les moyens ECS de remédiation. Pour le séisme de niveau SND, les moyens ECS de remédiation et de mitigation sont nécessaires.

1.3. EXPERTISE DE L'IRSN

L'IRSN souligne le travail important réalisé par Orano qui, conformément à l'engagement n° 9, a considéré, les défaillances de cause commune entre des équipements d'un même système, les défaillances liées aux facteurs humains et aux agressions d'origines interne et externe. Toutefois, les études réalisées par Orano appellent des remarques de la part de l'IRSN, présentées ci-après.

Modélisation des systèmes

Parmi les causes d'indisponibilité des équipements, Orano considère uniquement des défaillances fonctionnelles. En effet, Orano ne modélise pas les indisponibilités pour maintenance préventive ou pour essais périodiques. De plus, certains équipements sont valorisés dans les EPS par Orano, mais n'ont pas d'exigence de disponibilité dans les RGE ou dans les consignes d'exploitation. C'est le cas en particulier des utilités qui peuvent être durablement indisponibles comme le montre le retour d'expérience. **L'IRSN estime qu'Orano devra s'assurer, dans le cadre des mises à jour prévues des EPS des unités NCPF, que ces dernières sont représentatives de l'exploitation pour ce qui concerne la modélisation :**

- **des indisponibilités des équipements de systèmes pour lesquels la maintenance préventive n'est pas systématiquement planifiée lorsque les évaporateurs sont vides ;**
- **des indisponibilités pour essais périodiques ;**
- **de la disponibilité des systèmes ne faisant pas l'objet de requis de disponibilité dans les RGE ou dans les consignes d'exploitation.**

Dans son EPS, Orano n'a pas considéré la perte du réseau d'air comprimé par perte de l'alimentation électrique. De plus, il n'a pas retenu la perte de l'alimentation électrique pour la CNRS, qui est modélisée de manière simplifiée. **L'IRSN estime qu'Orano devra compléter son analyse des dépendances fonctionnelles aux pertes d'utilités en modélisant, dans le cadre des mises à jour prévues des EPS des unités NCPF, l'ensemble des dépendances fonctionnelles entre utilités (électricité, air comprimé, eau déminéralisée, CNRS...) ou entre une utilité et un système du cœur de procédé (boucles de refroidissement internes, arrosages des évaporateurs).**

Modélisation des facteurs humains

Les situations accidentelles conduisant à des rejets correspondent à des événements pour lesquels le retour à un état normal de fonctionnement ou à un état sûr n'a pas été possible. Des actions humaines (réparations, lignages, redémarrages de systèmes...) étant systématiquement nécessaires pour atteindre ces états, la modélisation des facteurs humains est un enjeu important des EPS des unités NCPF. À cet égard, Orano retient uniquement deux valeurs de probabilité d'échec des barrières humaines, l'une pour les actions de maintenance, l'autre pour la détection des alarmes. L'IRSN considère que le nombre de barrières humaines modélisées n'est pas suffisant pour refléter correctement la variabilité des actions humaines à réaliser et que les probabilités retenues par Orano sont trop faibles. Enfin, selon l'IRSN, la modélisation des tentatives de récupération d'une action en échec est trop optimiste. **L'IRSN estime donc qu'Orano devra, dans le cadre des mises à jour prévues des EPS des unités NCPF, réviser sa démarche de modélisation des facteurs humains en considérant :**

- **une définition de « barrières humaines » (représentant les actions entreprises par les opérateurs) adaptées à la variété des actions de conduite possibles ;**
- **un choix de probabilités d'échec des « barrières humaines » justifié par la mise en œuvre de méthodes de quantification adaptées ;**
- **la prise en compte des dépendances entre les barrières humaines modélisées et entre les tentatives successives de récupération de l'échec d'une action de conduite ou de maintenance.**

Estimation des rejets radioactifs à l'environnement

S'agissant des espèces retenues pour l'estimation des rejets et des conséquences radiologiques, Orano prend en compte les PF entraînés sous forme d'aérosols lors de l'ébullition et le ruthénium qui est entraîné sous forme gazeuse uniquement lorsque la solution en ébullition atteint une certaine acidité.

Pour estimer les rejets radioactifs à l'environnement, Orano utilise un modèle paramétrique définissant le facteur d'entraînement des radioéléments contenus dans la solution de PF en fonction de la fraction évaporée au cours de temps. Ce modèle est pertinent dans le domaine de validité de la loi paramétrique (en-deçà d'une valeur de 0,8 de la fraction évaporée). Toutefois, Orano a extrapolé linéairement des valeurs de facteur d'entraînement au-delà, ce qui le conduit à sous-estimer de manière importante le facteur d'entraînement du ruthénium gazeux lorsque la solution est quasiment asséchée, alors que cette espèce participe majoritairement à la dose au public.

De plus, Orano considère d'une part, pour toutes les situations de production de ruthénium gazeux, une efficacité importante du lavage du ruthénium gazeux dans la colonne de décontamination, dès lors que l'arrosage en tête de colonne est disponible, d'autre part une rétention quasi-complète du ruthénium gazeux dans le condenseur si celui-ci est refroidi. À la connaissance de l'IRSN, ces deux points n'ont jamais été validés expérimentalement à une échelle représentative des équipements des unités NCPF. En l'état, l'IRSN estime que les conséquences évaluées pour certaines situations sont sous-estimées, ce qui peut mettre en cause les conclusions des EPS d'Orano. L'IRSN rappelle également que, dans sa démonstration de sûreté déterministe, Orano considère inacceptable la situation d'assèchement de la solution. **Dans ces conditions, l'IRSN estime qu'Orano devra associer, dans le cadre des mises à jour prévues des EPS des unités NCPF, chaque situation de quasi-assèchement (fraction évaporée > 0,8) ou d'assèchement de la solution de PF à un niveau de conséquences radiologiques supérieur à 50 mSv.**

Par ailleurs, Orano ne considère pas de défaillance de la ligne de reflux lors de la perte du refroidissement (blocage fermé de la vanne). Dans cette situation, la solution de PF pourrait se concentrer jusqu'à atteindre les conditions de formation du ruthénium gazeux malgré l'arrosage en tête de colonne. **Aussi, l'IRSN estime qu'Orano devra, dans le cadre des mises à jour prévues des EPS des unités NCPF, prendre en compte la défaillance possible de la vanne de reflux total (blocage fermé de la vanne), l'éventuel assèchement de la solution PF et le rejet de ruthénium gazeux pouvant en résulter.**

Enfin, Orano a pris en compte dans ses EPS une valeur réaliste de puissance thermique des solutions de PF (et non la puissance thermique maximale autorisée), ce qui limite la cinétique de montée en température et favorise les possibilités de réparations avant que les rejets ne deviennent significatifs. Les doses sont calculées par Orano pour une durée d'exposition d'un an, ce qui suppose que des contre-mesures seraient prises pour décontaminer les sols et limiter l'ingestion. Or, l'EPS servant à justifier le caractère suffisant des dispositions de maîtrise des risques, elle ne doit pas s'appuyer sur la mise en place de contre-mesures. L'ensemble de ces hypothèses facilite l'atteinte des objectifs probabilité/gravité que s'est fixés Orano. **Aussi, l'IRSN estime qu'Orano pourrait, dans le cadre des mises à jour prévues des EPS des unités NCPF, calculer les doses sur une durée d'exposition de 50 ans et réaliser une analyse de sensibilité à la puissance thermique volumique maximale autorisée des solutions de PF.**

Etude probabiliste des agressions pour l'unité NCPF R2

- Incendie

Au cours de l'expertise, Orano a transmis une analyse des départs de feu (avec utilisation d'un extincteur) observés sur le site de La Hague sur une période de 5 ans. **L'IRSN estime satisfaisante cette approche fondée sur l'analyse du retour d'expérience.** Toutefois, cette fréquence présente par nature une incertitude, d'autant plus importante que la période d'observation est restreinte. À cet égard, Orano a indiqué qu'il réalisera une étude de sensibilité à cette fréquence de départ de feu, **ce qui satisfaisant.**

Par ailleurs, Orano valorise les dispositions ECS de remédiation pour respecter ses objectifs probabilité/gravité. Les situations d'incendie ne relevant pas de situations « noyau dur »², ceci tend à montrer que les dispositions de maîtrise des risques d'incendie définies à la conception ne sont pas suffisantes. Orano a indiqué que le besoin de la remédiation provient de l'hypothèse pénalisante que tout incendie affectant la CNRS conduit à son indisponibilité définitive. Orano a précisé au cours de l'expertise que, dans le cadre des mises à jour prévues des EPS des unités NCPF, il affinera son analyse des risques d'incendie et vérifiera que les résultats de l'EPS incendie de l'unité NCPF R2 sont acceptables sans valoriser la remédiation. **L'IRSN estime que ceci est satisfaisant.**

- Chute de charge

À partir des analyses déterministes définissant les colonnes de chute dans l'atelier R2 et dans l'unité NCPF R2, Orano a déterminé les fréquences annuelles de chute d'une charge sur les différentes fonctions de refroidissement implantées dans ces installations. Les fréquences annuelles de chute étant très faibles, Orano n'a pas développé d'EPS pour la chute de charge.

Orano a précisé qu'aucune manutention n'est réalisée dans la CNRS à l'aplomb de constituants participant au refroidissement. L'IRSN estime néanmoins qu'Orano doit considérer les risques de collision le long du cheminement aérien des collecteurs de distribution de l'eau de refroidissement, hors de la CNRS, et les risques de chute de charge dans les autres ateliers utilisateurs de la CNRS (ateliers R1, SPF5/6 et R7), la destruction d'une tuyauterie de distribution d'eau dans un autre atelier pouvant induire la perte du refroidissement des évaporateurs de NCPF R2. **L'IRSN estime qu'Orano devra compléter l'EPS agression par une évaluation de l'ensemble des risques de perte du refroidissement de l'unité NCPF R2 assuré par la CNRS, induit par une chute de charge ou une collision se produisant en dehors de l'atelier R2.**

- Séisme

Orano retient deux niveaux de séisme (SMS et SND) associés à deux fréquences d'occurrence (10^{-4} et 5.10^{-5} /an). Pour un séisme de fréquence d'occurrence 10^{-4} /an (respectivement 5.10^{-5} /an), Orano considère que tous les équipements dimensionnés au SMS (respectivement au SND) restent disponibles, les autres étant perdus. Ces hypothèses conduisent Orano à ne considérer aucune défaillance sous séisme pour des niveaux de séisme inférieur au SMS, alors qu'un équipement non dimensionné au SMS peut être défaillant pour un séisme de niveau

² Des situations « noyau dur » ont été introduites à la suite des évaluations complémentaires de sûreté post-Fukushima. Elles correspondent à des situations accidentelles redoutées à la suite d'aléas extrêmes.

inférieur et plus fréquent. De plus, un équipement dimensionné au SND n'est jamais considéré comme pouvant défaillir. Pour l'IRSN, cette démarche n'est pas suffisante pour permettre d'appréhender correctement les défaillances sous séisme. Pour évaluer les probabilités de défaillance des équipements, les EPS séisme doivent s'appuyer sur le principe de convolution entre une courbe d'aléa sismique et une courbe de fragilité sismique caractéristique de chaque équipement, ce qui n'est pas le cas dans les études d'Orano examinées. **Aussi, l'IRSN considère qu'Orano pourrait consolider son EPS séisme.**

En conclusion, l'IRSN souligne le travail important réalisé par Orano, les EPS des unités NCPF étant les premières études de cette envergure pour les usines du site de La Hague. L'IRSN estime néanmoins que, à ce stade, Orano ne répond pas complètement à l'engagement n° 9, les EPS fournies nécessitant des compléments qui font l'objet des remarques formulées dans le présent paragraphe. À cet égard, Orano a indiqué entreprendre une révision de ces EPS, ce qui satisfaisant.

1.4. ENSEIGNEMENTS DES EPS POUR LA SURETÉ

L'IRSN estime qu'Orano dispose aujourd'hui d'études représentatives des ateliers NCPF R2 et T2, pouvant être utilisées à titre d'éclairage sur la sûreté et les enjeux radiologiques associés.

Ces études ont permis à Orano d'identifier des équipements pour lesquels une réduction de leur délai de réparation est nécessaire pour respecter les objectifs probabilité/gravité retenus. L'EPS agression montre que ces mêmes objectifs sont respectés avec une faible marge et en valorisant les moyens ECS.

L'IRSN a réalisé une EPS (hors agression) qui confirme la forte sensibilité des résultats au délai de réparation de certains équipements. **À cet égard, il appartient à Orano de montrer, en s'appuyant sur le retour d'expérience d'exploitation, que les délais de réparation retenus dans les EPS sont atteignables en pratique.**

Orano a indiqué qu'il réalisera une étude approfondie des délais de réparation dans le cadre des mises à jour prévues des EPS des unités NCPF, et le cas échéant, révisera les exigences de délai de réparation d'autres équipements, **ce qui est satisfaisant.** Néanmoins, cette étude approfondie devra également permettre d'identifier les équipements pour lesquels un dépassement significatif des délais de réparation (absence de pièces de rechange, difficultés d'accès, de manutention...) conduirait à un « effet falaise³ ». Pour ces équipements, l'IRSN estime qu'il est important qu'Orano démontre que les délais de réparation retenus dans les EPS peuvent être respectés en pratique et définisse une situation de repli sure en cas de dépassement de ces délais.

L'IRSN estime que, dans le cadre des mises à jour prévues des EPS des unités NCPF, Orano devra, d'une part identifier les équipements pour lesquels une augmentation du délai de réparation modélisé dans les EPS des unités NCPF conduit à un accroissement important du risque d'apparition d'un événement redouté, d'autre part démontrer, pour ces équipements, que les dispositions d'exploitation (détection des pannes, pièces de rechange disponibles, accessibilité des composants...) garantissent le respect des délais de réparation considérés dans les EPS des unités NCPF.

La documentation d'exploitation devra être révisée pour intégrer ces délais ainsi que la conduite à tenir en cas d'indisponibilité de l'équipements et en cas de dépassement du délai de remplacement.

Enfin, pour conforter les hypothèses de restauration d'équipements dans ses EPS NCPF, Orano pourrait établir un retour d'expérience des dépassements des délais de restauration requis.

Par ailleurs, l'IRSN estime que la démarche d'Orano consistant à uniquement démontrer le respect d'objectifs probabilité/gravité prédéfinis n'est pas suffisante. En effet, une EPS doit également permettre d'identifier les

³ Altération brutale du comportement d'une installation, que suffit à provoquer une légère modification du scénario envisagé pour un accident dont les conséquences sont alors fortement aggravées.

différents contributeurs aux rejets (composants matériels et actions humaines) indépendamment du respect d'une valeur de dose. Au cours de l'expertise, Orano a défini des indicateurs probabilistes supplémentaires permettant d'identifier les principaux contributeurs à la dose. Ces indicateurs seront quantifiés dans la prochaine révision des EPS des unités NCPF. Orano réalisera également une étude de sensibilité au délai de détection des pannes, aux délais de réparation des diesels et aux taux d'échec de la remédiation. **L'IRSN estime que ceci est satisfaisant.**

Enfin, l'IRSN a étudié l'incidence des fuites internes des vannes d'isolement entre les trois collecteurs de distribution de l'eau de refroidissement de la CNRS⁴. Les éventuelles fuites internes ne sont pas directement visibles et sont difficilement localisables compte tenu du nombre important de vannes et de la nécessité d'isoler un à un les équipements pour identifier la vanne qui fuit. De plus, il existe une interconnexion des vases d'expansion de chaque collecteur de la CNRS, qui permet de compenser les faibles fuites entre collecteurs, mais qui masque l'existence d'inétanchéité des vannes. Orano n'a pas étudié cette problématique car la CNRS est modélisée de manière simplifiée dans son EPS. **L'EPS de l'IRSN montrent que l'existence de fuites entre les collecteurs de la CNRS constitue un paramètre sensible pouvant affecter la sûreté de l'installation.**

Orano a indiqué, au cours de l'expertise, que les opérateurs disposent au poste de conduite d'un affichage du niveau des vases d'expansion et peuvent intervenir pour isoler chaque vase d'expansion individuellement de la ligne d'équilibrage ou intervenir localement afin de rééquilibrer la pression entre collecteur et annuler ou limiter la fuite. De plus, Orano développe depuis le printemps 2023 une méthode de diagnostic de fuite par un système acoustique permettant d'identifier directement une vanne inétanche. Une fois les modalités d'investigation définies, Orano prévoit de réaliser un état des lieux complet des vannes d'isolement inter-collecteurs et des opérations de maintenance correctives si nécessaire. Enfin, une vérification périodique, dont la fréquence reste à définir, sera mise en place afin de s'assurer de l'absence de dégradation de l'état des vannes d'isolement inter-collecteurs.

L'IRSN estime que ces dispositions vont dans le sens d'une amélioration de la sûreté et que leur mise en œuvre pourrait faire l'objet d'un suivi particulier. Il appartiendra à Orano, dans le cadre du prochain réexamen périodique de l'INB n° 117, de présenter un bilan des investigations et des améliorations apportées à la CNRS, ainsi qu'une analyse, sous l'angle des FOH, de la gestion de la CNRS.

2. ETUDES DE LA ROBUSTESSE DES DISPOSITIONS DE MAÎTRISE DES RISQUES « RED-OILS » DANS LES ÉVAPORATEURS THERMOSIPHON

Le procédé de traitement des combustibles usés mise en œuvre dans les usines de La Hague utilise un solvant organique dont les composés et leurs produits de dégradation peuvent conduire à former des composés nitrés instables appelés « red oils », susceptibles de se décomposer violemment et de générer une quantité importante de gaz explosibles. Quatre conditions sont nécessaires à l'emballement de la réaction « red oils » : la présence de solvant décantée, la présence d'une phase aqueuse concentrée en ions nitrates, l'atteinte dans le milieu de la température d'emballement de la réaction et enfin une extraction insuffisante des gaz produits conduisant à une augmentation rapide de la pression et de la température dans l'équipement.

Dans le cadre de l'expertise du réexamen périodique de l'INB n° 117, l'IRSN a estimé qu'Orano devait renforcer la justification du caractère suffisamment robuste des dispositions de maîtrise des risques « red oils », en particulier l'envoi de solvant dans les évaporateurs et l'évacuation des gaz. Orano s'est engagé (engagement

⁴ La CNRS est divisée en trois collecteurs redondants, chacun pouvant être connecté à tous les ateliers refroidis par la CNRS.

n° 17) à justifier cette robustesse en s'appuyant sur une approche probabiliste des situations de fonctionnement avec défaillances multiples et, le cas échéant, à proposer des améliorations.

2.1. MÉTHODE UTILISÉE

En réponse à cet engagement, Orano a transmis une étude probabiliste dite « semi quantitative », appliquée aux évaporateurs de type thermosiphon assurant la concentration des effluents actifs dans les ateliers T2, T3 et des eaux-mères oxaliques dans l'atelier R4. Cette étude consiste à identifier les différents événements initiateurs de l'événement redouté central (ERC) « emballement de la réaction « red oils » » et à présenter sous forme d'un « nœud papillon » centré sur l'ERC, les initiateurs et les différentes barrières existantes de prévention ou de limitation des conséquences de l'ERC. Orano attribue de manière qualitative une probabilité à l'ERC, qu'il estime enveloppe, et évalue les conséquences radiologiques enveloppes. Pour cette évaluation, Orano postule la défaillance des barrières et considère que l'emballement de la réaction « red oils » qui en résulte conduit à la rupture de l'évaporateur. Seule la filtration de la cellule dans laquelle est implanté l'évaporateur reste fonctionnelle. Orano apprécie alors le caractère acceptable de ce scénario accidentel au regard de son positionnement dans une matrice fréquence/gravité. Pour tous les évaporateurs considérés, le scénario accidentel de rupture de l'évaporateur avec maintien des capacités de filtration de la cellule étant dans le domaine acceptable de la matrice, Orano ne réalise aucune quantification probabiliste complémentaire.

2.2. EXPERTISE DE L'IRSN

Pour l'IRSN, l'étude réalisée par Orano vise à justifier l'acceptabilité des conséquences radiologiques associées à la réaction « red oils », mais ne permet pas de justifier la robustesse des dispositions de prévention de l'emballement de la réaction « red oils ». **En l'état, l'IRSN estime que cette étude ne répond donc pas à l'attendu de l'engagement n° 17.**

En outre, bien qu'Orano postule la rupture de l'évaporateur, il ne justifie pas formellement le maintien de l'intégrité des filtres du réseau d'extraction de la cellule. En cas de rupture de la filtration, les conséquences de la réaction « red oils » se produisant dans l'évaporateur des eaux-mères oxaliques de l'atelier R4 seraient telles que le scénario associé serait positionné dans la zone inacceptable de la matrice probabilité/gravité.

Par ailleurs, l'unique « nœud-papillon » servant de support à l'analyse fonctionnelle des différents évaporateurs étudiés prend en compte certaines barrières qui ne s'appliquent pas à tous les évaporateurs de type thermosiphon. Le « nœud-papillon » ne présente pas non plus les dépendances entre les initiateurs et les barrières et entre les barrières elles-mêmes. Orano a indiqué, au cours de l'expertise, qu'il réalisera un « nœud-papillon » propre à chaque évaporateur, **ce qui est satisfaisant**. De plus, Orano a précisé qu'il apportera un argumentaire qualitatif à la prise en compte des dépendances. L'IRSN estime qu'un argumentaire qualitatif n'est pas suffisant pour évaluer l'impact des dépendances. **Aussi, pour prendre en compte l'engagement n° 17, Orano devra, au minimum pour l'évaporateur de concentrations des eaux-mères oxaliques de l'atelier R4 qui présente les enjeux les plus importants parmi les évaporateurs de type thermosiphon, quantifier la fréquence de l'événement redouté central « emballement de la réaction red oils » et des événements redoutés finaux de rejet de substances radioactives à l'environnement en tenant compte des dépendances.**

Enfin, pour l'évaluation des conséquences radiologiques, Orano utilise une formule d'évaporation continue de la solution répandue en lèchefrite qui sous-estime la cinétique d'évaporation. À cet égard, Orano a indiqué qu'il utilisera un modèle plus adapté, **ce qui est satisfaisant**. Il appartiendra néanmoins à Orano d'adapter la conduite en situation post-accidentelle aux délais d'évaporation qui seront calculés avec le modèle adapté.

3. 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 études probabilistes des situations de perte de refroidissement des évaporateurs des unités NCPF des usines de La Hague, réalisées par Orano en réponse à l'engagement n° 9, constituent une avancée notable en regard de l'état de l'art attendu d'une EPS. L'IRSN estime néanmoins que, à ce stade, Orano ne répond pas complètement à l'engagement n° 9, les EPS fournies nécessitant des compléments qui font l'objet des remarques formulées dans le présent avis. À cet égard, Orano a indiqué entreprendre une révision de ces EPS, ce qui satisfaisant.

En l'état, ces études apportent d'ores et déjà un éclairage pour la sûreté puisque qu'elles montrent que les délais de réparation de certains équipements, actuellement en vigueur dans la documentation d'exploitation des ateliers R2 et T2 des usines de La Hague, nécessitent d'être optimiser pour respecter les objectifs probabilistes retenus par Orano.

S'agissant de la robustesse des dispositions de maîtrise des risques « red oils », l'IRSN estime que l'étude transmise par Orano en réponse à l'engagement n° 17 ne répond pas à l'attendu. Orano devra, au minimum pour l'évaporateur de concentrations des eaux-mères oxaliques de l'atelier R4, quantifier la fréquence de l'événement redouté central « emballement de la réaction red oils » et des événements redoutés finaux de rejet de substances radioactives à l'environnement en tenant compte des dépendances.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Eric LETANG

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté