

Fontenay-aux-Roses, le 29 janvier 2021

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2021-00012

Objet : Établissement Orano Cycle de La Hague - Usine UP2-800 (INB n°117) - Unité NCPF R2
Procédé de l'unité NCPF R2 et devenir des évaporateurs actuels de l'atelier R2

Réf. : [1] Lettre ASN CODEP-DRC-2019-026681 du 3 juillet 2019.
[2] Avis IRSN 2020-00036 du 12 mars 2020.
[3] Lettre ASN CODEP-DRC-2020-022420 du 11 mai 2020.

Par lettre citée en première 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 d'autorisation de modification, transmise par Orano Cycle en avril 2019, relative au rapport de sûreté du procédé de la nouvelle unité de concentration des produits de fission dénommée « NCPF R2 » et du devenir des évaporateurs actuels de l'atelier R2.

Pour rappel, en vue de remplacer les évaporateurs des unités de concentration des solutions de produits de fission des ateliers T2 (INB n°116) et R2 (INB n°117), Orano Cycle construit actuellement deux nouvelles unités de concentration associées respectivement aux ateliers T2 (NCPF T2) et R2 (NCPF R2). Les dossiers d'options de sûreté de ces unités ont fait l'objet d'avis de l'IRSN et de lettres de l'ASN en juin 2016, en novembre 2016 et mai 2018. Par ailleurs, le dimensionnement du génie civil de ces unités a fait l'objet d'un avis IRSN et d'une lettre de l'ASN en novembre 2017.

Le rapport de sûreté du procédé de la nouvelle unité NCPF T2, qui intégrait la plupart des réponses aux demandes formulées par l'ASN à la suite de l'expertise des dossiers d'options de sûreté et des études de dimensionnement des ouvrages de génie civil de ces deux nouvelles unités, a fait l'objet de l'avis de l'IRSN cité en deuxième référence et de la décision de l'ASN citée en troisième référence.

Les réponses aux demandes de l'ASN non considérées dans l'avis cité en deuxième référence ont été prises en compte dans le présent avis, à l'exception de la demande formulée dans la lettre ASN de mai 2018 relative à l'examen de conformité et maîtrise du vieillissement d'une cuve de l'unité d'évaporation actuelle, qui continuera à être utilisée à la mise en service de l'unité NCPF R2, et dont les réponses n'ont pas été transmises.

Enfin, en réponse à des demandes de l'ASN formulées dans sa lettre de novembre 2017, la justification du calcul des spectres transférés aux planchers, avec prise en compte des effets du décollement du radier, et le dimensionnement des charpentes, modifiées au cours de l'expertise, des bâtiments NCPF R2 et NCPF T2 ont été transmis trop tardivement pour être pris en compte dans le présent avis. L'expertise par l'IRSN de ces différents éléments fera l'objet d'un avis ultérieur.

De l'évaluation des documents transmis, tenant compte des informations apportées par l'exploitant Orano Cycle, l'IRSN retient les éléments suivants.

1. PRESENTATION DE LA MODIFICATION

L'usine UP2-800 (INB n°117) est l'une des deux usines en exploitation de l'établissement Orano Cycle de La Hague destinées au traitement des combustibles usés. L'atelier R2 reçoit les solutions de dissolution des combustibles traités dans l'atelier R1 et assure, par un procédé d'extraction liquide-liquide, la séparation des produits de fissions (PF), de l'uranium et du plutonium. Les solutions de PF obtenues sont concentrées par évaporation dans une unité (unité 4120) comportant trois évaporateurs fonctionnant en parallèle. Compte tenu de l'état de corrosion de ces évaporateurs, Orano Cycle a entrepris en 2015 de construire une annexe à l'atelier R2 pour abriter la nouvelle unité NCPF R2 (unité 4110) qui assurera :

- la réception en cuves des différentes solutions devant être concentrées ;
- la concentration de ces solutions dans trois nouveaux évaporateurs ;
- la condensation des vapeurs produites et le transfert des condensats et incondensables vers l'atelier R2 ;
- le transfert des solutions concentrées de PF vers les cuves d'entreposage des ateliers SPF5 ou SPF6, en vue de leur conditionnement en conteneurs de verre dans l'atelier R7.

L'unité NCPF R2 est raccordée au procédé amont et aval existant et à différentes utilités de l'atelier R2, en particulier pour la fourniture de l'eau de refroidissement des équipements implantés dans l'unité NCPF R2. Le flux principal des solutions à concentrer est constitué des solutions de PF provenant de l'atelier R2. L'unité NCPF R2 reçoit également des flux occasionnels provenant pour l'essentiel de vidanges et d'opérations de rinçage d'équipements.

A la mise en service de l'unité NCPF R2, prévue en 2024, les évaporateurs actuels seront rincés et remplis en eau acidulée. Deux des trois évaporateurs seront utilisés en cuves relais lors des transferts des flux occasionnels vers l'unité NCPF R2. Le troisième évaporateur sera mis en surveillance.

2. EVALUATION DE SURETE

Les deux unités NCPF R2 et NCPF T2 sont de conception similaire d'un point de vue de l'agencement des locaux et des équipements. Dans les démonstrations de sûreté de ces deux unités, Orano Cycle utilise les mêmes démarches d'analyse des risques et retient les mêmes combustibles de référence. Aussi, malgré les quelques différences entre les deux unités, les conclusions formulées dans l'avis de l'IRSN cité en seconde référence, portant sur l'expertise du rapport de sûreté procédé de l'unité NCPF T2, s'appliquent à l'unité NCPF R2. Pour rappel, l'IRSN a estimé satisfaisantes les dispositions définies pour assurer la maîtrise des risques de dispersion, d'exposition externe et de criticité, ainsi que celles associées aux risques liés à la radiolyse et aux dégagements thermiques.

En revanche, la justification de la maîtrise des risques d'incendie a été jugée insuffisante pour une installation neuve. Ces points ont fait l'objet de plusieurs recommandations formulées dans l'avis de l'IRSN cité en seconde référence. En particulier, les analyses des risques liés à un incendie ont été réalisées en utilisant une méthode qui n'intègre pas des demandes de l'ASN de mai 2019. Par ailleurs, l'agencement des locaux n'était pas figé au moment de ces analyses. De plus, l'expertise de l'IRSN a mis en lumière la nécessité d'améliorer la prévention des risques de modes communs (ou de renforcer la sectorisation) et des justifications insuffisantes concernant l'absence de détection automatique incendie dans certains locaux. **Compte tenu des similarités de conception des deux unités NCPF, cela conduit l'IRSN à formuler en annexe 1 au présent avis, comme pour l'unité NCPF T2, les recommandations n° 1 à n° 4 relatives à l'unité NCPF R2.**

Enfin, des observations qui visent à améliorer le dossier de sûreté de l'unité NCPF T2 avaient été formulées dans l'avis cité en deuxième référence. L'IRSN a examiné l'applicabilité de ces observations à l'unité NCPF R2. **Cela conduit l'IRSN à formuler les observations n° 7 à n° 11 en annexe 2 au présent avis.**

Dans le présent avis, sont examinés les justifications spécifiques à l'unité NCPF R2 (notamment le cheminement des flux occasionnels et le dimensionnement de la cheminée du bâtiment), ainsi que des éléments de la démonstration de sûreté communs aux deux unités NCPF (les risques liés aux cumuls d'événements, l'analyse des scénarios accidentels à cinétique rapide et le dimensionnement des planchers à la chute de charge) qui n'avaient pas été expertisés dans l'avis cité en deuxième référence.

2.1. ANALYSE DES TRANSFERTS DE FLUX OCCASIONNELS

Les flux occasionnels proviennent en grande partie des vidanges et des rinçages des équipements de l'unité d'extraction lavage de l'atelier R2 lors des arrêts programmés de maintenance. Compte tenu de l'impossibilité de réaliser une liaison directe entre la cuve de réception de ces flux dans l'atelier R2 et la cuve d'alimentation des évaporateurs de l'unité NCPF R2, les flux occasionnels transitent, successivement, par l'un des deux évaporateurs existants utilisés en cuve relais, les cuves relais de l'atelier SPF6, la cuve de réception des concentrats et enfin la cuve de réception des PF à concentrer dans les nouveaux évaporateurs.

En réponse à une demande de l'ASN formulée dans sa lettre de mai 2018, l'exploitant présente les dispositions de maîtrise des risques liés à ce transfert particulier, qui s'effectue en sens inverse du flux principal dans l'unité NCPF R2. Des dispositions de verrouillage des organes de transfert interdisent l'envoi de solutions, autres que les flux occasionnels, et des prises d'échantillons sont réalisées en préalable aux transferts des flux occasionnels. Ces dispositions contribuent à la prévention des risques de criticité, notamment en prévenant les transferts intempestifs. Orano Cycle identifie ces différentes dispositions comme des exigences d'exploitation. **Ceci est satisfaisant sur le principe, mais conduit l'IRSN à formuler les observations n° 1 à n° 3 en annexe 2 au présent avis.**

Par ailleurs, Orano Cycle a évalué les délais d'atteinte de l'ébullition et de la limite inférieure d'explosivité de l'hydrogène dans les équipements de l'unité 4120 utilisés pour le transfert des flux occasionnels, en cas de perte du refroidissement ou en cas de perte de l'air de balayage. Les délais minimaux obtenus étant très longs au regard du temps de réparation des moyens de transfert, Orano Cycle conclut que le refroidissement et le balayage à l'air des cuves et des évaporateurs de l'unité 4120 utilisés en cuves relais ne sont plus nécessaires. **Sur le principe, ceci est acceptable.** Toutefois, l'IRSN souligne que ces conclusions dépendent des caractéristiques radiologiques enveloppes des flux occasionnels. Aussi, l'IRSN considère que ces caractéristiques radiologiques, ainsi que les dispositions de vérification associées, devront figurer dans les règles générales d'exploitation (RGE) de l'atelier R2. **Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 5 en annexe 1 au présent avis.**

2.2. RISQUES LIES A LA MANUTENTION

L'analyse des risques de collisions et de chutes de charges dans l'unité NCPF R2 et dans les zones de l'atelier R2 modifiées est réalisée selon la même démarche que celle mise en œuvre dans le rapport procédé de l'unité NCPF T2. Cette démarche a été considérée satisfaisante. Toutefois, Orano Cycle ayant révisé, au cours de l'expertise relative à l'unité NCPF T2, l'étude commune aux deux unités NCPF du comportement des planchers à la chute de charge, celle-ci n'avait pas pu être expertisée.

Orano Cycle étudie le comportement des dalles en béton armé situées à l'aplomb de cibles (tuyauteries d'eau de refroidissement, câbles électriques de sauvegarde, chemins de sauvegarde et de remédiation...). Des chutes de charge sont également considérées dans un local dont une zone de plancher est constituée d'une dalle en béton lourd armé ayant trois trémies, l'une des trémies est fermée par un bouchon en béton, les deux autres par des dalles métalliques.

Stabilité d'ensemble

L'IRSN estime que les justifications de la stabilité d'ensemble des dalles en béton armé étudiées sont acceptables pour les cas de chute considérés. L'IRSN souligne toutefois qu'Orano Cycle utilise le logiciel « Chute » dont le

dossier de qualification est en cours d'expertise par l'IRSN. Aussi, cette conclusion est valable sous réserve que l'expertise de l'IRSN valide le dossier de qualification transmis par Orano Cycle.

Pour ce qui concerne la dalle présentant des trémies métalliques, l'IRSN a relevé au cours de l'expertise que les consoles en béton d'appui des dalles métalliques ont un fonctionnement en console courte et non en flexion. Or, le logiciel « Chute » ne s'applique qu'aux structures travaillant en flexion. L'exploitant a indiqué à cet égard qu'il prévoit de réaliser un nouveau calcul de justification de cette zone avec le logiciel LS-DYNA et une modélisation tridimensionnelle de la zone de chute. **L'étude n'ayant pas été transmise, l'IRSN n'est pas en mesure à ce stade de se prononcer sur la stabilité de la dalle présentant des trémies métalliques en cas de chute de charge.** Toutefois, l'exploitant a transmis une note de méthodologie et d'hypothèses qui serviront de base à l'étude de chutes de charges. **L'IRSN estime que la méthodologie et les hypothèses retenues par Orano Cycle sont acceptables.**

Absence de perforation et d'écaillage

Orano Cycle vérifie l'absence de perforation et d'écaillage des dalles en béton par l'application de formules de la littérature technique. L'IRSN a toutefois relevé que certaines conditions de vitesse d'impact et de masse de charges rencontrées dans les unités NCPF sont en dehors du domaine d'application des formules retenues. Orano Cycle a réalisé des calculs complémentaires en utilisant plusieurs autres formules de la littérature technique qui le conduisent à conclure à l'absence de perforation et d'écaillage pour tous les cas de chute considérés dans les locaux des unités NCPF. Cette conclusion n'appelle pas de remarque pour tous les cas de chute à l'exception des chutes sur les dalles de deux locaux pour lesquelles la masse de la charge considérée (plusieurs tonnes) est toujours supérieure au domaine de validité des formules utilisées. **Toutefois, l'IRSN estime que la démarche retenue par Orano Cycle, qui consiste à s'assurer de l'absence de perforation et d'écaillage des dalles par application de plusieurs formules disponibles dans la littérature technique, est acceptable.**

La conception du génie civil des unités NCPF R2 et NCPF T2 étant identique, ces conclusions sont également applicables à l'unité NCPF T2.

2.3. ANALYSE PROBABILISTE DES SCENARIOS ACCIDENTELS A CINETIQUE RAPIDE

Principe de la sécurité fonctionnelle

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

Pour les unités NCPF R2 et NCPF T2, Orano Cycle identifie deux scénarios accidentels éligibles à la sécurité fonctionnelle qui correspondent, d'une part à l'emballement de la réaction entre le solvant et les nitrates suite à un transfert intempestif de solvant dans un évaporateur (réaction de type « red-oils »), d'autre part à la réaction incontrôlée entre le formol injecté dans l'évaporateur et l'acide nitrique contenu dans la solution de PF (réaction de type « acide-formol »). Ce sont des scénarios dont la cinétique d'atteinte de la situation redoutée ne permet pas le recours à une action humaine pour limiter les effets. Bien que les scénarios de perte d'intégrité des évaporateurs en tant qu'équipement sous pression nucléaire (ESPN) répondent à ce critère, Orano Cycle considère que ces « scénarios ESPN » ne relèvent pas de la sécurité fonctionnelle.

Réaction de type « red-oils »

Les solutions de PF provenant du cycle d'extraction/lavage entraînent une faible fraction de solvant qui s'accumule progressivement dans les cuves réceptionnant les solutions de PF. Ces cuves sont périodiquement

l'objet d'opération de « chasse solvant ». De plus, en exploitation, le transfert de la solution aqueuse est arrêté automatiquement avant l'atteinte du niveau de la phase organique décantée. Dans le cadre du projet NCPF, Orano Cycle a prévu d'ajouter aux cuves concernées par la maîtrise des risques de réaction « red-oils », d'une part une alarme de niveau bas, d'autre part une alarme de densité basse, réglées à un niveau plus bas que le seuil actuel d'exploitation commandant l'arrêt automatique du transfert de solution. Ces nouveaux seuils permettent de pallier une défaillance de l'automatisme.

Pour analyser les risques de réaction « red-oils » dans les évaporateurs NCPF sous l'angle de la sécurité fonctionnelle, Orano Cycle utilise la méthode « nœud papillon » qui combine un arbre définissant les différents initiateurs et défaillances conduisant à l'événement redouté central (ERC), « *emballement de la réaction red-oils* », et un arbre d'événements explicitant les conséquences allant jusqu'à un événement redouté final (ERF) exprimé en termes de conséquences radiologiques à l'environnement. Sur les deux arbres sont identifiées toutes les LDD assurant la prévention de l'ERC et celles réduisant ses conséquences. Orano Cycle considère qualitativement que la probabilité d'occurrence de l'ERC est comprise entre $10^{-2}/\text{an}$ et $10^{-1}/\text{an}$. Compte tenu des conséquences radiologiques potentielles évaluées par Orano Cycle, des LDD avec un niveau de performance global requis doivent être mises en place. Pour justifier l'atteinte de ce niveau de performance global requis, Orano Cycle définit deux LDD qui sont assurées, d'une part par la garde hydraulique implantée sur le circuit d'extraction des gaz de chaque évaporateur, d'autre part par un système instrumenté de sécurité (SIS) assurant, de manière indépendante de l'automate de conduite et avec un niveau de fiabilité garantie, l'arrêt automatique du transfert de solution sur atteinte d'une densité ou d'un niveau bas de la solution contenue dans la cuve alimentant les nouveaux évaporateurs.

Concernant la garde hydraulique, dans le cadre du réexamen de sureté de l'INB n° 117, l'IRSN a estimé que les essais expérimentaux permettant à Orano Cycle d'estimer les débits gazeux produits par la réaction « red-oils » ne sont pas enveloppes du fonctionnement accidentel des évaporateurs (conditions quasi adiabatiques). De ce fait, ils ne permettent pas de justifier que la garde hydraulique constitue réellement une LDD de prévention de l'emballement de la réaction. **Toutefois, l'IRSN convient qu'elle constitue une amélioration par rapport aux évaporateurs actuels et concourt à une meilleure maîtrise des conséquences d'une réaction de type « red-oils ».**

Concernant la prévention du transfert intempestif d'une phase organique décantée, l'IRSN considère que la mise en œuvre de dispositions complémentaires pour prévenir un tel transfert, dans toutes les cuves des ateliers R2 et T2 concernées par le risque de réaction de type « red-oils », constitue une amélioration. L'IRSN considère également acceptable de restreindre, à la seule cuve d'alimentation des nouveaux évaporateurs, l'ajout d'un système instrumenté de sécurité fiabilisant l'arrêt du transfert de solution.

Enfin, Orano Cycle indique que, durant les périodes où le système instrumenté de sécurité est inhibé, l'exploitant de l'installation mettra en œuvre une procédure particulière pour assurer la sécurité de l'installation. Cette procédure n'est toutefois pas définie. En préalable à la mise en service des unités NCPF T2 et NCPF R2, l'IRSN estime qu'Orano Cycle devra définir dans une consigne les exigences d'exploitation permettant de garantir le niveau de performance requis lorsque des lignes de défense à performance requise sont temporairement inhibées. **Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 6 en annexe 1 au présent avis.**

Réaction de type « acide-formol »

L'injection de formol dans l'évaporateur permet de maintenir une acidité constante durant la phase de concentration de la solution en détruisant, en continu, l'excès d'acide nitrique par une réaction de dénitrification formique. En cas d'accumulation de formol dans l'évaporateur, puis de démarrage brusque de la réaction de dénitrification formique, le dégagement gazeux génère une surpression importante dans l'évaporateur.

Orano Cycle a renforcé, par rapport à l'existant, la surveillance des paramètres pouvant conduire à une accumulation de formol dans l'évaporateur. Par ailleurs, pour mener l'analyse de sécurité fonctionnelle, il définit l'ERC « *augmentation de la pression suite à la réaction incontrôlée formol acide nitrique pouvant conduire à des*

rejets » et considère forfaitairement que cet ERC constitue une condition de fonctionnement « normal ou dégradé » de probabilité supérieure ou égale à 10^{-1} /an. Compte tenu des conséquences radiologiques potentielles évaluées par Orano Cycle, des LDD avec un niveau de performance global requis doivent être mises en place. Pour justifier l'atteinte de ce niveau de performance requis, Orano Cycle définit deux LDD qui sont assurées, d'une part par la garde hydraulique, d'autre part par des systèmes instrumentés de sécurité qui assurent une surveillance, indépendante de l'automate de conduite, des paramètres de contrôle du bon démarrage de la réaction de dénitrification formique pendant la phase de démarrage de l'évaporateur, puis pendant la phase de concentration.

Les dispositions visant à renforcer la surveillance des paramètres initiateurs d'une accumulation de formol dans un évaporateur à partir d'un système instrumenté de sécurité sont satisfaisantes. Toutefois, comme évoqué pour les réactions de type « red-oils », Orano Cycle devra définir les dispositions d'exploitation permettant de maintenir un niveau de performance requis lorsque ce système de sécurité est provisoirement inhibé. **Ceci conduit l'IRSN à intégrer ce point dans la recommandation n° 6 formulée en annexe 1 au présent avis.**

Scénarios ESPN

Les scénarios accidentels servant à justifier le niveau de classement ESPN des nouveaux évaporateurs des unités NCPF ont été expertisés dans les avis relatifs au dossier d'options de sûreté des unités NCPF T2 et NCPF R2. Les réponses aux demandes de l'ASN, formulées suite à ces avis, ont été expertisées dans l'avis relatif au rapport de sûreté de l'unité NCPF T2. Pour rappel, Orano Cycle a renforcé les dispositions de maîtrise des scénarios ESPN des évaporateurs par l'ajout de la garde hydraulique évoquée précédemment, de vannes d'isolement automatique et de clapets anti-retour afin d'isoler au plus tôt le circuit d'eau surchauffée en cas de fuite. A cet égard, à l'instar de la recommandation formulée dans l'avis cité en deuxième référence, l'IRSN estime qu'Orano Cycle devra préciser la sensibilité et les seuils retenus pour les dispositions de surveillance des circuits d'eau surchauffée. **Ceci fait l'objet de la recommandation n°7 formulée en annexe 1 au présent avis.**

Concernant l'évaluation de la fréquence d'occurrence des scénarios ESPN pouvant affecter les évaporateurs, suite aux remarques de l'IRSN, Orano Cycle a transmis une analyse probabiliste révisée au cours de l'expertise. Cette analyse révisée intègre notamment une évaluation de la fréquence annuelle d'apparition des différents événements redoutés finaux (ERF). Cette étude est réalisée à partir d'une approche de type « études probabiliste de sûreté » (développement d'arbres d'événements et d'arbres de défaillances) modélisant de manière détaillée la survenue de l'événement initiateur et l'intervention successive des différentes lignes de défense. Sur cette base, Orano Cycle a identifié plusieurs améliorations de l'installation, notamment la suppression de dépendances entre certains initiateurs et lignes de défense et l'ajout de parades diversifiées. Au final, Orano Cycle évalue les fréquences d'occurrence des événements redoutés finaux « *rejets de substances radioactives à l'environnement en cas de situation accidentelle de type ESPN* » et conclut qu'elles sont suffisamment faibles en regard des conséquences radiologiques redoutées, ce qui justifie le caractère suffisant des lignes de défense valorisées et le fait de ne pas recourir à des dispositions de « sécurité fonctionnelle ».

L'IRSN relève que les résultats obtenus par Orano Cycle considèrent une probabilité d'échec de certaines actions humaines très faible (10^{-4}). Cette valeur est justifiée uniquement pour des tâches normales réalisées dans des conditions de travail normales (avec un temps d'exécution suffisant) et selon des procédures dont l'application est claire. L'IRSN estime qu'Orano Cycle devra justifier que son organisation permet d'atteindre ce niveau de fiabilité. **Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 10 en annexe 1 au présent avis.**

D'autre part, Orano Cycle tient également compte de la nature et des intervalles des contrôles périodiques pour justifier la fiabilité des barrières valorisées. Dans la mesure où Orano Cycle valorise dans son analyse probabiliste des contrôles périodiques de l'installation, l'IRSN considère que ces dispositions devront figurer dans les RGE des installations. **Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 8 en annexe 1 au présent avis.**

Enfin, les défaillances des matériels sont évaluées en grande partie à partir de données de fiabilité fabricants. L'IRSN rappelle que dans le cadre de l'expertise du réexamen de sûreté de l'INB n° 117, Orano Cycle s'est engagé

à mettre en place une organisation de collecte du retour d'expérience des informations pertinentes à l'égard de la disponibilité des équipements, de leurs modes de défaillances et de la fiabilité des opérations humaines et organisationnelles. L'IRSN considère que l'exploitant devrait s'assurer que les données de fiabilité des équipements (défaillances indépendantes ou de cause commune) ou d'indisponibilité pour maintenance utilisées dans les études de risque des évaporateurs des unités NCPF R2 et NCPF T2 sont cohérentes avec le retour d'expérience établi en réponse à l'engagement précité. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 4 en annexe 2 au présent avis.**

Sous réserve de la prise en compte de ces différents points, l'IRSN estime acceptable la conclusion d'Orano Cycle de ne pas avoir recours à des fonctions instrumentées de sécurité (« sécurité fonctionnelle ») pour assurer la maîtrise des scénarios ESPN des évaporateurs des unités NCPF.

Conclusion sur la démarche d'analyse probabiliste

L'IRSN relève qu'Orano Cycle, pour mener son analyse des scénarios éligibles à la sécurité fonctionnelle, postule la fréquence de l'événement redouté. Cette analyse ne permet donc pas de quantifier la fréquence d'occurrence de la situation accidentelle étudiée et, in fine, de conclure sur son caractère hautement improbable avec un haut degré de confiance tel que demandé par l'article 3.9 de l'arrêté INB. A contrario, pour justifier que les scénarios ESPN ne relèvent pas de la sécurité fonctionnelle, Orano Cycle se fonde sur la fréquence d'occurrence de l'événement redouté évaluée au moyen d'une étude probabiliste pour justifier le caractère suffisant des LDD. L'IRSN considère que cette approche classique d'une étude probabiliste de sûreté devrait également être appliquée aux situations accidentelles relevant de la sécurité fonctionnelle. Orano Cycle a précisé au cours de l'expertise que ces analyses probabilistes seront réalisées en 2021 pour les scénarios de types « red-oils » et « acide-formol » afin de conforter la démonstration de la suffisance des dispositions retenues. **Ceci est satisfaisant.**

2.4. DIMENSIONNEMENT DE LA CHEMINEE

La cheminée de l'unité NCPF R2 est constituée d'un fût métallique, de hauteur 25 m, qui comprend trois tronçons reliés par des brides boulonnées. L'ensemble est ancré sur la terrasse du bâtiment par l'intermédiaire d'une plaque annulaire métallique fixée par 12 tiges d'ancrages précontraintes traversant la dalle de la terrasse. Deux amortisseurs dynamiques sont installés sur la plateforme supérieure. Orano Cycle dimensionne la cheminée pour assurer sa stabilité sous des agressions de niveau « noyau dur » par un calcul linéaire en vérifiant les critères de l'Eurocode 3 avec une « marge projet », permettant de couvrir les évolutions et les écarts pouvant survenir au cours de la conception et de la construction. **Cette démarche est conservatrice, ce qui est satisfaisant.**

Toutefois, concernant l'ancrage de la cheminée implantée sur la terrasse, Orano Cycle n'a pas justifié le dimensionnement du dispositif de maintien des tiges d'ancrage traversantes en sous face de la dalle de terrasse. Aussi, l'IRSN estime que ce point doit être justifié en préalable à la mise en service de l'unité NCPF R2. De plus, la cheminée de l'unité NCPF R2 étant plus haute que celle de l'unité NCPF T2, les contraintes dans les tiges d'ancrages de la cheminée de l'unité NCPF R2 seront plus importantes que celles dans les tiges d'ancrage de l'unité NCPF T2. Aussi, au titre de la justification de la robustesse de la démonstration, l'IRSN estime qu'Orano Cycle devra évaluer l'incidence de la rupture d'une tige d'ancrage, notamment pour couvrir une éventuelle rupture survenant entre deux contrôles périodiques. **Ces deux points conduisent l'IRSN à formuler la recommandation n° 9 en annexe 1 au présent avis.**

Par ailleurs, l'IRSN souligne que la méthode retenue pour déterminer le chargement sismique est conservatrice, mais que les hypothèses retenues (modèles simplifiés, sollicitations, absence de « marge projet ») ne sont pas conservatrices. Aussi, même si les différents calculs présentés au cours de l'expertise montrent le caractère suffisant du dimensionnement de la cheminée NCPF R2 et de ses ancrages, ils ne permettent pas d'évaluer correctement la marge résultant de ce dimensionnement. L'IRSN estime que l'exploitant devrait réaliser, dans le cadre du dossier « Tel que construit » de l'ouvrage NCPF R2, un calcul de rebouclage de la cheminée NCPF R2 permettant de confirmer le dimensionnement de cette cheminée et de ses ancrages, ainsi que celui de la dalle

en béton armé lui servant d'appui, en précisant notamment les marges de dimensionnement. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 5 en annexe 2 au présent avis.**

Enfin, pour rappel, le dispositif d'ancrage de la cheminée est essentiel pour garantir la stabilité de la cheminée. Les amortisseurs dynamiques de vibration sont qualifiés lors de leur montage in-situ et leur fonctionnement correct est nécessaire pour garantir la stabilité de la cheminée sous les effets du vent et du séisme. Aussi, l'IRSN estime que l'exploitant devrait présenter les dispositions de contrôles périodiques retenues pour garantir l'état des ancrages et un fonctionnement correct des amortisseurs dynamiques. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 6 en annexe 2 au présent avis.**

2.5. RISQUES LIES AUX CUMULS D'ÉVÉNEMENTS DÉCLENCHEURS

Dans le cadre du réexamen de sûreté de l'INB n° 117, Orano Cycle a présenté une démarche de prise en compte des situations plausibles de cumuls d'événements déclencheurs. L'IRSN a estimé que cette démarche était incomplète dans la mesure où Orano Cycle n'étudiait que des cumuls d'agressions d'origine interne ou externe et ne considérait pas les défaillances internes qui sont pourtant incluses dans la définition des événements déclencheurs.

Pour les unités NCPF T2 et NCPF R2, Orano Cycle a complété sa démarche d'analyse de cumul d'événements en étudiant désormais les cumuls, deux à deux, de cinq agressions d'origine interne, dont l'incendie qui était précédemment exclu. Orano Cycle examine également les situations de cumul d'une agression et d'une défaillance interne, cette dernière étant appliquée aux EIP (éléments importants pour la protection) actifs de rangs 1 ou 2. Au final, Orano Cycle identifie 32 cumuls plausibles d'événements indépendants et vérifie que l'installation peut être mise et maintenue à l'état sûr à partir des systèmes de sauvegarde ou d'ultime secours.

L'IRSN relève que l'évolution de la démarche proposée par Orano Cycle permet d'intégrer, dans l'analyse des cumuls plausibles d'événements, les principales agressions d'origine interne, ainsi que la défaillance la plus défavorable d'un EIP actif, ce qui constitue un progrès par rapport à la précédente démarche examinée. Toutefois, l'IRSN note qu'Orano Cycle retient pour la mise à l'état sûr des évaporateurs uniquement la fonction d'arrosage des plateaux de la colonne de décontamination. Or, la mise à l'état sûr nécessite également l'arrêt de la chauffe des bouilleurs, l'arrêt de l'alimentation en solution de PF et l'arrêt du formol. L'IRSN estime qu'Orano Cycle devra intégrer dans son analyse des cumuls tous les systèmes et actions permettant la mise à l'état sûr des évaporateurs.

D'autre part, l'objectif d'Orano Cycle est de montrer que les actions de sauvegarde ou d'ultime secours restent faisables en dépit du cumul de deux événements. L'IRSN considère néanmoins qu'une situation de cumul d'événements amenant au déploiement de moyens d'ultime secours serait nécessairement associée à un contexte de fort désordre de l'installation qui pourrait contribuer à l'échec des actions de remédiation ou de mitigation prévues. L'IRSN estime à cet égard qu'Orano Cycle devra, au minimum pour les situations amenant au déploiement des moyens d'ultime secours, définir des dispositions permettant de limiter la fréquence ou les conséquences de chaque événement déclencheur cumulé.

L'ensemble de ces points conduisent l'IRSN à formuler la recommandation n° 11 en annexe 1 au présent avis.

Enfin, l'IRSN relève qu'Orano Cycle exclut certains cumuls qui mériteraient d'être considérés, ou au minimum dont l'exclusion devrait être justifiée, au cas par cas, dans le cadre de la poursuite du déploiement de cette méthode. Il s'agit de l'exclusion de la défaillance d'EIP passifs, de la combinaison d'une agression d'origine externe de dimensionnement et d'une défaillance interne d'un EIP et de la combinaison de deux défaillances internes d'EIP. **Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 8 en annexe 1 au présent avis.**

3. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés et en tenant compte des informations transmises par Orano Cycle au cours de l'expertise, l'IRSN considère que les dispositions de sûreté retenues pour l'unité NCPF R2, examinées dans le cadre du présent avis, sont globalement satisfaisantes. L'IRSN relève notamment qu'Orano Cycle a apporté des améliorations notables pour la maîtrise des situations accidentelles à cinétique rapide pouvant affecter les nouveaux évaporateurs.

Nonobstant, l'IRSN a identifié des points qui doivent être pris en compte avant la mise en service des unités NCPF R2 et NCPF T2. Ces points font l'objet des recommandations n° 1 à n° 9 formulées en annexe 1 au présent avis. Par ailleurs, l'IRSN a formulé les recommandations n° 10 à n° 12 en annexe 1 au présent avis relatives à l'analyse probabiliste des scénarios accidentels à cinétique rapide et à la démarche d'analyse des situations plausibles de cumuls d'événements.

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

Enfin, pour rappel, les éléments permettant de justifier le calcul des spectres transférés aux planchers avec prise en compte des effets du décollement du radier et le dimensionnement des charpentes des deux bâtiments NCPF feront l'objet d'un avis ultérieur de la part de l'IRSN.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Eric LETANG

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE 1 A L'AVIS IRSN N° 2021-00012 DU 29 JANVIER 2021

Recommandations de l'IRSN

Recommandations à prendre en compte dans le cadre de la mise en service des unités NCPF R2 et/ou NCPF T2

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande que l'exploitant révise les analyses des risques d'incendie dans l'unité NCPF R2 et dans les locaux modifiés de l'atelier R2, en tenant compte de l'agencement définitif des locaux et des demandes relatives à la méthodologie d'étude des risques liés à l'incendie formulées par l'ASN dans le cadre du dossier d'orientation du réexamen périodique de l'INB n°116.

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande que l'exploitant mette en place, lorsque techniquement possible, des dispositions créant une séparation matérielle au regard des effets d'un incendie entre les tuyauteries associées, en fonctionnement normal ou incidentel, au refroidissement des condenseurs et de la cuve de concentrats de l'unité NCPF R2.

Recommandation n° 3

L'IRSN recommande que l'exploitant étudie le remplacement de la porte entre les secteurs de feu des locaux électriques abritant des voies redondantes de l'unité NCPF R2 par un cloisonnement ou étudie les risques de propagation des effets d'un incendie liés à cette porte.

Recommandation n° 4

L'IRSN recommande que l'exploitant analyse les risques liés aux fumées d'un incendie dans les cheminements protégés de l'unité NCPF R2.

Recommandation n° 5

L'IRSN recommande que l'exploitant indique, dans les règles générales d'exploitation de l'atelier R2 transmises à l'appui de la demande de mise en service, les caractéristiques radiologiques enveloppes des flux occasionnels pouvant être transférés entre la cuve 4120-10 de l'atelier R2 et la cuve 4110-10 de l'unité NCPF R2, ainsi que les dispositions de vérification associées.

Recommandation n° 6

L'IRSN recommande que l'exploitant définisse, dans une consigne des unités NCPF R2 et NCPF T2, les exigences d'exploitation permettant de garantir le niveau de performance requis lorsque des lignes de défense à performance requise sont temporairement inhibées.

Recommandation n° 7

L'IRSN recommande que l'exploitant précise la sensibilité et les seuils retenus pour les dispositions de surveillance des circuits d'eau surchauffée des évaporateurs PF de l'unité NCPF R2.

Recommandation n° 8

L'IRSN recommande que l'exploitant inscrive dans les RGE, transmises à l'appui de la demande de la mise en service des unités NCPF R2 et NCPF T2, la périodicité et les références des procédures des contrôles valorisés dans son étude de risque de situation accidentelle ESPN.

Recommandation n° 9

L'IRSN recommande que l'exploitant justifie à l'appui du dossier de la mise en service de l'unité NCPF R2 :

- le dimensionnement du dispositif de maintien des tiges d'ancrage de la cheminée NCPF R2 en sous face de la dalle de terrasse ;
- la stabilité de la cheminée NCPF R2 en considérant la rupture d'une tige d'ancrage.

Recommandations relatives à l'analyse probabiliste des scénarios accidentels à cinétique rapide

Recommandation n°10

L'IRSN recommande que l'exploitant justifie la probabilité d'échec de 10^{-4} retenue pour certaines actions humaines dans son évaluation de la fréquence de chaque événement redouté final lié au risque de défaillance ESPN des évaporateurs PF des unités NCPF R2 et NCPF T2.

Recommandation n° 11

L'IRSN recommande que l'exploitant intègre dans l'analyse des situations plausibles de cumuls d'événements déclencheurs des unités NCPF R2 et NCPF T2 :

- l'ensemble des actions permettant la mise à l'état sûr des évaporateurs.
- la définition, au minimum pour les situations identifiées amenant au déploiement des moyens d'ultime secours, de dispositions permettant de limiter la fréquence ou les conséquences de chaque événement déclencheur cumulé.

Recommandation relative à la démarche d'analyse des situations plausibles de cumuls d'événements

Recommandation n°12

L'IRSN recommande que l'exploitant complète sa démarche d'analyse des situations plausibles de cumuls d'événements déclencheurs, en considérant :

- la défaillance d'EIP passifs de rang 1 ou 2, leur exclusion devant être justifiée quantitativement ;
- la combinaison d'une agression d'origine externe de dimensionnement et d'une défaillance interne d'un EIP de rang 1 ou 2 ;
- la combinaison de deux défaillances internes d'EIP de rang 1 ou 2.

ANNEXE 2 A L'AVIS IRSN N° 2021-00012 DU 29 JANVIER 2021

Observations de l'IRSN

Observation n° 1

L'IRSN estime que l'exploitant devrait justifier la représentativité des prises d'échantillons effectuées dans les évaporateurs relais de l'unité 4120 de l'atelier R2 au regard du respect de la concentration maximale en plutonium lors du traitement des flux occasionnels.

Observation n° 2

L'IRSN considère que l'exploitant devrait définir, comme exigences de sûreté, les dispositions visant à garantir la limitation de la masse de matière fissile à la masse sûre dans les équipements de l'unité 4120 de l'atelier R2 utilisés préalablement aux transferts de flux occasionnels basiques.

Observation n° 3

L'IRSN considère que l'exploitant devrait définir, comme exigence de sûreté, la vidange des équipements de l'unité 4110 préalablement aux transferts de flux occasionnels basiques depuis l'unité 4120 de l'atelier R2.

Observation n° 4

L'IRSN considère que l'exploitant devrait s'assurer que les données de fiabilité des équipements (défaillances indépendantes ou de cause commune) ou d'indisponibilité pour maintenance, utilisées dans les études de risque des évaporateurs des unités NCPF R2 et NCPF T2, sont cohérentes avec les données de fiabilité établies à partir de la collecte du retour d'expérience des installations en exploitation.

Observation n° 5

L'IRSN estime que l'exploitant devrait réaliser dans le cadre du dossier « Tel que construit » de l'ouvrage NCPF R2, un calcul de rebouclage de la cheminée NCPF R2 permettant de confirmer le dimensionnement de cette cheminée et de ses ancrages, ainsi que celui de la dalle en béton armé lui servant d'appui, en précisant notamment les marges de dimensionnement.

Observation n° 6

L'IRSN estime que l'exploitant devrait inclure, dans le programme de suivi du génie civil de l'unité NCPF R2, un contrôle périodique de l'état de la cheminée comprenant notamment un contrôle :

- des ancrages de la cheminée et du maintien de la précontrainte des tiges d'ancrage ;
- des amortisseurs dynamiques.

Observation n° 7

L'IRSN estime que l'exploitant devrait transmettre les résultats des études de développement des outils de contrôles des évaporateurs PF (mesures d'épaisseur et moyens vidéo), ainsi que des essais réalisés.

Observation n° 8

L'IRSN estime que l'exploitant devrait justifier formellement dans le référentiel de sûreté que les modifications apportées par la mise en service de l'unité NCPF R2 ne mettent pas en cause les moyens de surveillance de l'ambiance radiologique existants dans l'atelier R2.

Observation n° 9

L'IRSN estime que l'exploitant devrait intégrer les dispositions de conduite de l'installation en situations dégradées de perte des boucles de refroidissement dans le référentiel de sûreté, notamment dans les RGE de l'unité NCPF R2.

Observation n° 10

L'IRSN estime que l'exploitant devrait mettre en place, dans l'unité NCPF R2, des dispositions particulières pour les charges combustibles potentielles dans les locaux associés aux cheminements protégés, de sauvegarde, de remédiation, ou assurant un transfert d'air vers une cellule de la zone 4.

Observation n° 11

L'IRSN estime que l'exploitant devrait compléter l'analyse de sûreté de l'unité NCPF R2 en justifiant l'indépendance des moyens de détection permettant de limiter les conséquences suite à la défaillance d'un EIP de rang 1 et 2 sensible aux interférences électromagnétiques.