



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 2 février 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2022-00022

Objet : **Etablissement Orano Recyclage de La Hague**
 Réexamen périodique de l'INB n°117 : Atelier NPH

Réf. : [1] Avis IRSN n°2019-132 du 18 juin 2019.
 [2] Lettre ASN CODEP-DRC-2021-008217 du 12 février 2021.

L'installation nucléaire de base (INB) n°117 de l'établissement de La Hague comprend un ensemble d'ateliers qui assurent la réception, le déchargement et l'entreposage sous eau d'assemblages combustibles irradiés, leur traitement visant à séparer l'uranium et le plutonium des produits de fission contenus dans ces assemblages, ainsi que la gestion des déchets et des effluents issus de ces opérations. Le dossier de réexamen périodique de la sûreté de l'INB n°117 transmis en 2015 par Orano Recyclage, appelé Orano dans cet avis, constitue le premier depuis la création de cette INB en 1981. Compte tenu du nombre important d'ateliers composant l'installation, ce dossier a fait l'objet de plusieurs expertises de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). À l'issue de l'expertise dont les conclusions sont présentées dans l'avis cité en première référence, Orano s'est notamment engagé, d'une part à revoir, à court terme, l'examen de conformité de l'atelier NPH ainsi que les études de comportement sous séismes et aléas climatiques de cet atelier et de bâtiments susceptibles de l'agresser, d'autre part à mettre en place des dispositions visant à limiter les conséquences d'une éventuelle perte d'étanchéité de la piscine d'entreposage d'assemblages combustibles usés de l'atelier NPH. Ces conclusions ont également été présentées devant le groupe permanent d'experts pour les laboratoires et les usines (GPU) lors de sa réunion du 2 juillet 2019.

Par lettre citée en seconde référence, le président de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis de l'IRSN sur les études transmises par Orano entre 2019 et 2021, en réponse aux engagements pris à l'issue de l'expertise précitée du dossier de réexamen périodique de l'INB n°117. L'ASN demande à l'IRSN d'examiner plus particulièrement :

- le caractère suffisant du dossier élaboré par Orano pour établir la conformité des structures en béton armé, des charpentes métalliques et du liner de la piscine d'entreposage de l'atelier NPH en s'appuyant sur le dossier « tel que construit » de l'atelier NPH et sur les investigations complémentaires réalisées ;

MEMBRE DE
ETSON

- la validité des méthodes et hypothèses utilisées par Orano pour justifier, sous des sollicitations sismiques, la tenue des différents blocs de l'atelier NPH et de l'extension Est, ainsi que le comportement des équipements (liner de la piscine, soufflets métalliques...);
- la pertinence des exigences de comportement définies par Orano et la vérification du respect de ces exigences pour les charpentes métalliques des halls du bâtiment NPH et de l'extension Sud-Est, sous aléas climatiques accidentels et de niveau noyau dur¹;
- l'adéquation des renforcements proposés par Orano de la plupart des éléments de structure de l'atelier NPH, de l'extension Sud-Est et du bâtiment HAO avec les risques identifiés afin de respecter les exigences qui leur sont assignées;
- l'étude thermique permettant de déterminer la puissance résiduelle maximale des assemblages combustibles usés pouvant être entreposés dans la piscine NPH, ne conduisant pas à la rupture des gaines de combustible en situation accidentelle de dénoyage total de la piscine;
- l'adéquation du calendrier de suppression de l'interaction existante en cas de séisme entre l'atelier NPH et le bâtiment Filtration 907, au regard des dispositions complémentaires retenues afin de limiter les conséquences en cas de situation accidentelle.

Le présent avis expose les conclusions de l'expertise de l'IRSN sur ces sujets. Il tient compte des compléments transmis par Orano au cours de l'expertise et des engagements pris auprès de l'ASN en janvier 2022. Ces engagements présentent notamment un échéancier de réalisation des travaux de renforcement identifiés. Les conclusions de l'IRSN seront présentées aux membres du GPU, en présence de certains membres du groupe permanent d'experts pour le démantèlement (GPDEM), lors de la réunion du 17 février 2022.

En liminaire, l'expertise des études de comportement du génie civil a montré que les dossiers de justification transmis par Orano comportaient des insuffisances techniques et des écarts dans l'application des méthodes de justification. **Sur ce point, l'IRSN considère qu'Orano se doit d'engager une démarche d'amélioration de ses processus d'élaboration et de vérification des études avant leur transmission.**

1. HISTORIQUE DE L'ATELIER NPH

L'atelier NPH assure principalement la réception, le déchargement sous eau et l'entreposage d'assemblages combustibles usés, ainsi que leur transfert, soit vers les autres piscines d'entreposage de l'établissement *via* le transfert inter-piscine, soit vers l'atelier R1 dans lequel les premières opérations de traitement des assemblages sont réalisées.

Cet atelier, dont la construction a débuté à la fin des années 1970, a été mis en service en février 1981 au sein de l'INB n°80, puis rattaché à l'INB n°117 en 2003. Il est notamment composé d'une piscine de déchargement des emballages transportant les assemblages combustibles et d'une piscine permettant leur entreposage. Ces piscines, en béton armé, sont entièrement revêtues d'une peau d'étanchéité en acier inoxydable, appelée liner. L'eau de ces piscines, qui participe en particulier à l'évacuation de la puissance thermique des assemblages combustibles usés et à la protection des personnes et de l'environnement contre les rayonnements ionisants, est refroidie au moyen d'échangeurs thermiques immergés (ETI), utilisant un circuit d'eau secondaire fermé dont le refroidissement est assuré par des aéroréfrigérants et la circulation par des pompes. Pour assurer les fonctions de sûreté attribuées aux piscines de l'atelier NPH, le maintien d'un niveau d'eau suffisant doit être garanti en toute circonstance, y compris en cas de séisme ou d'aléas climatiques de niveau noyau dur.

Les études de conception de l'atelier NPH ne renaient pas d'exigence de comportement en cas de séisme. Par ailleurs, les effets thermiques induits par les assemblages combustibles usés entreposés sur les structures ont

¹ Les aléas de niveau noyau dur ont été introduits à la suite des évaluations complémentaires de sûreté post-Fukushima.

été pris en compte après le début du chantier de construction, entraînant des modifications importantes de l'atelier (passage de un à quatre bassins pour la piscine d'entreposage, désolidarisation de structures...).

Pour le rattachement de l'atelier NPH à l'INB n°117, dans les années 1990, d'importants travaux de renforcement de cet atelier ont été réalisés afin de respecter les exigences de comportement au séisme définies pour cette INB. Les études associées concluaient que le comportement de certaines parties de la structure de la piscine d'entreposage en cas de séisme n'était pas réversible (rupture de liaison entre voiles), mais que la structure restait globalement stable et les déformations du liner ne conduisaient pas à une perte d'étanchéité de celui-ci. La conception retenue par l'exploitant avait été estimée acceptable, sous réserve de la maîtrise de la qualité de réalisation des renforcements réalisés. Toutefois, lors de la réalisation de ces travaux de renforcement, l'exploitant a mis en évidence des défauts relevant de la construction de la piscine d'entreposage de l'atelier NPH, concernant les ferraillements et le béton en partie haute des bassins d'entreposage. Il a alors entrepris des investigations, s'appuyant sur l'historique des travaux et des contrôles *in situ*. Sur cette base, il a réalisé, dans les zones des défauts constatés, des réparations et fait des renforcements supplémentaires. Dans ce contexte, la poursuite d'exploitation de la piscine a été autorisée sous réserve de la mise en place de dispositions visant à limiter les conséquences potentielles d'une baisse du niveau d'eau dans la piscine d'entreposage, consistant notamment à réduire la puissance thermique totale des assemblages combustibles entreposés à 8 MW (au lieu des 16 MW initialement retenus) et à installer dans cette piscine des échangeurs thermiques immergés continuant à fonctionner en cas de vidange partielle.

Dans son avis cité en première référence, l'IRSN a conclu que le dossier de conformité de l'atelier NPH, transmis à l'appui du réexamen périodique, était incomplet. En particulier, compte tenu des défauts de réalisation mis en évidence lors des renforcements réalisés dans les années 1990, l'IRSN a estimé que les contrôles réalisés pour ce dossier de conformité étaient insuffisants. Aussi, Orano s'est engagé, d'une part à structurer un dossier de plans de l'atelier NPH permettant de définir son état « tel que construit », d'autre part à approfondir l'examen de conformité des structures et équipements de cet atelier.

L'IRSN a également estimé que les études de comportement des ouvrages et de certains des équipements participant au maintien de l'étanchéité des piscines sous l'effet des séismes ou d'aléas climatiques ne s'appuyaient pas sur des méthodes à l'état de l'art. En outre, les études de comportement sous séisme de niveau noyau dur (SND) utilisaient une méthode de justification non conventionnelle qui n'était pas adaptée. Aussi, Orano s'était engagé à transmettre de nouvelles études tenant compte des résultats de l'examen de conformité et justifiant, pour les aléas accidentels et de niveau noyau dur, le comportement des ouvrages (infrastructures en béton et charpentes métalliques) et des équipements de l'atelier NPH (liners et soufflets métalliques assurant l'étanchéité entre les bassins de la piscine d'entreposage...).

Enfin, à proximité immédiate de l'atelier NPH, se trouvent les bâtiments HAO et Filtration 907 de l'INB n°80. Ces bâtiments, actuellement en démantèlement, n'ont pas été dimensionnés au séisme et sont susceptibles d'agresser la piscine d'entreposage de l'atelier NPH. Aussi, Orano s'était engagé à établir une synthèse des études de renforcement du bâtiment HAO et à réaliser les modifications (renforcements ou déconstruction) à apporter au génie civil de ce bâtiment pour garantir l'absence d'agression de l'atelier NPH. Par ailleurs, pour le bâtiment Filtration 907, il s'était engagé à présenter le calendrier global des opérations visant à supprimer l'interaction avec l'atelier NPH et à déconstruire, jusqu'au niveau +10,62 m, la partie nord de ce bâtiment.

Dans l'attente des conclusions de l'examen de conformité de l'atelier NPH et des études précitées, Orano s'est engagé, pour la poursuite de l'exploitation de l'atelier NPH, à renforcer les moyens de maintien de l'inventaire en eau de la piscine d'entreposage pour limiter les conséquences d'une perte de son étanchéité.

2. DISPOSITIONS ADDITIONNELLES RETENUES À L'ÉGARD D'UNE PERTE D'ÉTANCHÉITÉ DE LA PISCINE D'ENTREPOSAGE

En réponse aux engagements précités, Orano a limité à 3,6 MW la puissance thermique maximale des assemblages combustibles présents dans la piscine d'entreposage de l'atelier NPH. De plus, il a transféré tous les paniers contenant des combustibles à base d'oxydes mixtes d'uranium et de plutonium (MOX) irradiés vers les autres piscines de l'établissement, de conception plus récente, et précisé que les paniers contenant des combustibles MOX seront présents dans l'atelier NPH uniquement en transit. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

Orano a également transmis une étude visant à déterminer la puissance thermique maximale des combustibles à base d'oxyde d'uranium (UOX) entreposés qui garantit l'absence de rupture des gaines des crayons en cas de dénoyage total et prolongé des combustibles. Cette étude retient un critère de température de rupture des gaines fondé sur des essais de fluage. **L'IRSN considère que ces essais ne permettent pas de justifier le critère retenu pour les matériaux de gainage des combustibles entreposés dans une situation accidentelle de dénoyage complet et prolongé.** À cet égard, Orano s'est engagé à compléter l'étude précitée, notamment en retenant un critère de rupture de gaines adapté aux différents matériaux de gainage. **L'IRSN estime que cet engagement est satisfaisant.**

Toutefois, si la limitation de la puissance thermique des assemblages combustibles entreposés peut permettre d'éviter l'atteinte de la température de perte d'intégrité de leurs gaines, et donc les rejets en cas de dénoyage de ceux-ci, cette disposition ne permet pas de limiter les niveaux d'irradiation atteints dans une telle situation. À cet égard, dans sa réunion du 2 juillet 2019, le GPU a estimé qu'Orano devrait viser à limiter également les risques d'irradiation et recommandé qu'il examine les possibilités de ne plus entreposer durablement des assemblages combustibles usés dans la piscine d'entreposage de l'atelier NPH. Sur ce point, Orano a indiqué que « *le prévisionnel d'évolution des besoins en capacités d'entreposage de combustibles usés sur l'horizon [2021-2036] ne permet pas de se passer des capacités d'entreposage de la piscine NPH nécessaires* ». **D'une manière générale, considérant que l'atelier NPH nécessite des renforcements dont le contour est à finaliser et qui s'étaleront dans le temps, l'IRSN considère qu'il appartient à Orano de poursuivre cette réflexion en tenant compte des projets relatifs aux capacités d'entreposage des combustibles irradiés (densification des autres piscines de l'établissement...).**

Enfin, Orano a présenté les dispositions retenues pour renforcer les moyens de maintien de l'inventaire en eau de la piscine d'entreposage, en cas de fuite de cette dernière. Il s'agit de l'installation de trois pompes submersibles permettant de réinjecter, dans la piscine d'entreposage, l'eau s'écoulant dans les locaux situés sous les bassins. La mise en œuvre de ces nouveaux moyens nécessite la réalisation de carottages dans les voiles des locaux situés sous la piscine, pour permettre l'écoulement de l'eau vers le local contenant les pompes. De plus, Orano installera, le cas échéant, des batardeaux pour réduire la surface de récupération des fuites. Orano a précisé que les aspects relatifs aux facteurs organisationnels et humains ainsi qu'à la maîtrise des risques d'exposition aux rayonnements ionisants et de contamination des opérateurs lors de la mise en œuvre de ces nouveaux moyens seront analysés dans les études à venir. Orano s'est engagé à mettre en œuvre ces dispositions en 2024. **Ces modifications n'appellent pas de remarque de principe.**

3. EXAMEN DE CONFORMITÉ ET MAÎTRISE DU VIEILLISSEMENT

En réponse aux engagements rappelés au chapitre 1 de l'avis, Orano a réalisé des nomenclatures des plans des infrastructures en béton armé des différents blocs constituant l'atelier NPH et des plans des charpentes métalliques des halls de cet atelier. Ces éléments permettent de définir l'état réel « tel que construit » de l'atelier NPH, **ce qui est satisfaisant. Conformément à son engagement, Orano devra compléter ce dossier « tel que construit » avec les informations relatives à l'extension Est (divisée en Nord-Est et Sud-Est) de l'atelier NPH et à la charpente métallique du transfert inter-piscine.**

Concernant la conformité des infrastructures en béton armé, Orano a transmis une note de synthèse rassemblant les résultats de l'ensemble des contrôles réalisés sur l'infrastructure en béton et sur les charpentes des halls de l'atelier NPH, depuis sa construction. Par ailleurs, une campagne d'investigations a été réalisée en 2020 et en 2021. Elle a consisté en la réalisation de mesures à l'aide d'un scléromètre² pour déterminer la résistance en compression du béton. L'exploitation de ces mesures a montré des valeurs de résistance en compression faibles, voire très faibles, notamment au niveau de la partie haute des voiles d'un des quatre bassins. Ces valeurs sont inférieures à celles retenues dans les études d'analyse du comportement de l'atelier NPH. **Toutefois, ces mesures ne sont pas réalisées selon les préconisations de la norme EN 12504-2. Par ailleurs, compte tenu des méthodes d'exploitation des résultats fondées sur des extrapolations, l'IRSN estime que ces valeurs présentent une grande incertitude.** À cet égard, Orano s'est engagé à réaliser de nouvelles mesures, dans les plus brefs délais, au niveau des voiles de l'atelier NPH où ont été mesurées les plus faibles valeurs de résistance et à analyser l'impact des résultats obtenus sur les conclusions des études transmises. **L'IRSN considère que les résultats de ces mesures sont indispensables pour valider les hypothèses retenues dans les études de comportement du génie civil menées par Orano.**

Les contrôles des charpentes métalliques de l'atelier NPH menés dans le cadre des examens de conformité réalisés entre 2015 et 2016 ont été complétés en 2020. Ces contrôles ont conforté la validité des plans du dossier « tel que construit » et identifié un nombre limité de non-conformités (quelques boulons manquants, couple de serrage à vérifier). Orano s'est engagé à réaliser, lors des travaux de renforcement des charpentes, les travaux de remise en conformité identifiés. **L'IRSN considère cet engagement adapté et souligne que les travaux de remise en conformité devraient être réalisés dès que possible.**

S'agissant du vieillissement du liner et des soufflets interbassins, Orano a présenté les mécanismes de vieillissement et le plan de surveillance mis en œuvre. Il conclut que les phénomènes de vieillissement induits par les différents modes de corrosion (généralisée et localisée) peuvent être écartés et présente des dispositions visant à prévenir ou détecter de tels phénomènes (mesures régulières de l'épaisseur du liner, investigations visuelles notamment au niveau des soudures, nettoyage des zones accessibles en fonds de bassins, écrémage de la surface de la piscine). **La conclusion d'Orano relative à la corrosion généralisée n'appelle pas de remarque de l'IRSN. En revanche, concernant la surveillance des différents modes de corrosion localisée, les investigations visuelles réalisées par Orano ne permettent pas une détection anticipée de ce type d'endommagement.** Les soufflets interbassins sont particulièrement concernés par le risque de corrosion localisée, du fait qu'ils sont soumis à des contraintes résiduelles et de fonctionnement. Si la soudure qui relie le soufflet au liner dispose d'un moyen de collecte des fuites, ceci n'est pas le cas pour le soufflet lui-même. À cet égard, Orano s'est engagé à étudier la possibilité d'introduire un moyen de détection des fuites du bassin vers l'espace situé entre les deux ondes des soufflets interbassins, afin de détecter de manière anticipée un endommagement par corrosion localisée. À défaut, Orano proposera une surveillance adaptée pour la détection de fissures. **L'IRSN considère que cet engagement répond à la problématique soulevée ci-dessus de manière satisfaisante.**

4. COMPORTEMENT SOUS SÉISME DE L'ATELIER NPH

L'atelier NPH est constitué notamment d'un bâtiment principal abritant les piscines d'entreposage et de déchargement et d'un bâtiment annexe appelé extension Est (divisée en Sud-Est et Nord-Est) construit autour de l'unité de stockage de boues et résines (SBR). Les deux bâtiments sont constitués d'une infrastructure en béton armé surmontée d'une superstructure en charpente métallique.

² Un scléromètre permet d'évaluer la résistance en compression du béton. Une masse propulsée par un ressort projette une tige de percussion sur la surface de la structure. Le résultat de l'essai est exprimé sous la forme d'une valeur représentant le rebondissement de la masse (indice de rebondissement). L'amplitude du rebond croît avec la résistance du béton.

Pour examiner le comportement des bâtiments en cas de séisme de niveau majoré de sécurité (SMS) et noyau dur, Orano a utilisé une approche graduée en réalisant, dans un premier temps, une analyse élastique linéaire pour identifier les zones critiques dont la résistance n'est pas démontrée par cette analyse et, dans un second temps, une analyse non linéaire de l'ouvrage pour évaluer les capacités de redistribution des efforts et le comportement des zones de structures présentant des insuffisances. **Cette approche est satisfaisante.**

Pour certains blocs du bâtiment principal de l'atelier NPH, l'analyse pseudo-statique non linéaire montre que, sous séisme de niveau SND, et également dans une moindre mesure sous séisme de niveau SMS, des déformations plastiques importantes des armatures et une fissuration du béton se produiraient, notamment dans les parois du bassin. Orano conclut que ces déformations plastiques ne mettent toutefois pas en cause le respect des exigences de stabilité des parois du bassin et de supportage du liner. **Cette conclusion n'appelle pas de remarque de l'IRSN. En tout état de cause, l'analyse du comportement du liner doit tenir compte d'un état de la structure cohérent avec son comportement non linéaire sous séismes de niveaux SMS et SND (cf. paragraphe 6.1 du présent avis).**

Par ailleurs, la stabilité de l'un des blocs n'étant pas complètement démontrée sous séisme de niveau SND, Orano a défini un projet de renforcement de ce bloc et présenté l'étude du comportement sismique associée. Orano s'est engagé à mettre en œuvre l'ensemble des travaux de renforcement à partir de 2028 et à les valider, en amont, par des études de rebouclage. **L'IRSN considère cet engagement satisfaisant sur le principe. Il note toutefois que la définition des renforcements n'est pas figée et des calculs de rebouclage seront nécessaires une fois la faisabilité des renforcements acquise. L'IRSN estime que ces renforcements doivent être cependant mis en œuvre dès que possible.**

Orano a transmis une étude du comportement du bâtiment de l'extension Est (hors bâtiment SBR) qui conclut à sa stabilité sous séisme. Pour le bâtiment SBR, Orano s'est engagé à justifier son comportement et à réaliser les renforcements nécessaires le cas échéant. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

S'agissant des charpentes métalliques de l'extension Est, Orano conclut au respect des exigences de stabilité et de non agression des bâtiments mitoyens sous l'effet du séisme ou des agressions climatiques accidentelles, moyennant la réalisation de renforcements de certains éléments. La réalisation de ces renforcements fait l'objet d'un engagement (travaux prévus à partir de 2026). **L'IRSN souligne l'importance de réaliser ces renforcements dès que possible.**

5. AGRESSEURS POTENTIELS DE LA PISCINE D'ENTREPOSAGE

La piscine d'entreposage de l'atelier NPH est susceptible d'être agressée par les charpentes métalliques du bâtiment principal de l'atelier NPH, par des ouvrages environnants (bâtiments HAO et Filtration 907 de l'INB n°80, atelier R1 de l'INB n°117) et par les équipements présents dans la piscine (ETI, batardeaux, etc.) ou la surplombant (ponts roulants).

L'IRSN relève que les exigences retenues pour certains agresseurs potentiels de l'atelier NPH n'incluent pas explicitement une exigence de non-agression. En outre, la liste des agresseurs n'étant pas complète, Orano s'est engagé à réaliser une identification exhaustive des systèmes, structures et composants (SSC) situés à proximité des piscines de l'atelier NPH, à vérifier que ceux-ci n'agressent pas le liner en cas de séisme de niveaux SMS et SND et à réaliser les modifications éventuelles qui apparaîtraient nécessaires à l'issue de cette analyse. **L'IRSN considère que cet engagement intègre le point soulevé ci-dessus de manière satisfaisante.**

S'agissant des équipements de l'atelier NPH, Orano a étudié leur comportement sismique en tenant compte des études initialement réalisées, qui considéraient un comportement linéaire des infrastructures en béton armé. Cependant, selon les fréquences, les spectres transférés déterminés avec un comportement linéaire du béton ne couvrent pas toujours les spectres transférés établis avec un comportement non linéaire du béton. Aussi, Orano s'est engagé à réévaluer le comportement sismique des équipements en cohérence avec les études de

comportement des ouvrages qui les supportent et à inclure dans le plan d'actions les éventuelles modifications qui apparaîtraient nécessaires. **L'IRSN considère cet engagement satisfaisant.**

Les justifications du respect des exigences attribuées aux charpentes métalliques du bâtiment NPH et aux bâtiments voisins sont examinées ci-après.

5.1. CHARPENTES METALLIQUES DU BATIMENT NPH

Pour étudier le comportement des charpentes du bâtiment principal, Orano a déterminé, pour les séismes de niveaux SMS et SND, les spectres transférés au niveau des appuis des charpentes métalliques. **L'IRSN estime acceptables les spectres transférés retenus.**

Orano a réalisé un diagnostic du comportement des charpentes métalliques pour les agressions (séisme et aléas climatiques) de niveau accidentel et noyau dur.

S'agissant des charpentes métalliques du bâtiment principal, Orano conclut à la nécessité d'effectuer de nombreux renforcements des éléments de structure et de leurs assemblages pour assurer leur stabilité sous séismes de niveaux SMS et SND, ainsi que sous aléas climatiques accidentels et de niveau noyau dur. Orano a défini les renforcements correspondants. Il a révisé, au cours de l'expertise, le calcul de rebouclage³ initialement transmis, afin de tenir compte de remarques de l'IRSN (conformité des pressions induites sous les effets du vent à celles prévues dans l'Eurocode, caractère conservatif des configurations des ponts roulants retenues). Ce calcul de rebouclage, qui considère des renforcements dits « optimisés », s'appuie sur un calcul élastique linéaire. Orano conclut que ces renforcements sont suffisants pour justifier le respect des exigences attribuées aux charpentes de l'atelier NPH. Ces études, transmises fin octobre 2021, n'ont pas été expertisées par l'IRSN. Orano s'est engagé à mettre en œuvre ces renforcements à partir de 2025. **L'IRSN considère qu'Orano doit mettre en œuvre ces renforcements, dont la faisabilité reste à établir, dès que possible.**

5.2. BATIMENTS VOISINS DE L'ATELIER NPH

De l'étude de comportement réalisée sous séisme de niveau SND, couvrant le niveau SMS, Orano conclut à l'absence de risque d'agression de l'atelier NPH par la façade nord du bâtiment R1, qui est constituée d'un bardage métallique fixé sur des poteaux métalliques prenant appui sur des planchers en béton. **L'IRSN relève toutefois que l'effort sollicitant les chevilles d'ancrage des poteaux métalliques, sous les effets du vent de niveau noyau dur, estimé par Orano, est cinq fois supérieur à leur capacité résistante au cisaillement garantie par le fournisseur.** Aussi, Orano s'est engagé à renforcer les ancrages de ces poteaux pour assurer leur résistance sous les effets du vent de niveau noyau dur. **Ceci est satisfaisant.**

S'agissant de la suppression de l'agression potentielle de l'atelier NPH par le bâtiment HAO, Orano a présenté l'analyse du comportement de l'infrastructure en béton armé du bâtiment HAO sous séisme de niveau SND, ainsi que la conception et le prédimensionnement des renforcements permettant de démontrer la stabilité de la charpente du hall principal sous les aléas sismiques et climatiques de niveau noyau dur. Concernant l'infrastructure en béton, les études montrent la nécessité de renforcer les zones d'ancrage de certains pieds de poteaux du hall principal. **L'IRSN estime que des renforcements des ancrages seuls ne sont pas suffisants pour démontrer la capacité de cette partie d'ouvrage en béton armé à transférer les efforts en pied de poteaux jusqu'à la fondation.** Orano a précisé qu'il réalisera une étude spécifique sur ce point dont il tiendra compte dans le projet de renforcement du hall principal de l'atelier HAO Nord. Orano a transmis en fin d'expertise un calcul de rebouclage qui tient compte d'une nouvelle solution de renforcements du hall principal, dont la faisabilité est acquise, et qui conclut que les renforcements retenus permettent d'assurer l'absence d'agression de l'atelier NPH par l'atelier HAO sous les aléas de niveau noyau dur. Cette étude, transmise en fin d'expertise,

³ Ce calcul tient compte des renforcements envisagés.

n'a pas été examinée par l'IRSN. Orano s'est engagé à mettre en œuvre ces renforcements à partir de 2026. **L'IRSN considère que ces renforcements doivent être mis en œuvre au plus tôt afin de supprimer ce risque d'agression.**

En outre, dans son avis cité en première référence, l'IRSN avait estimé que, sous séisme de niveau SMS et *a fortiori* sous séisme de niveau SND, la résistance du voile de la piscine HAO n'était pas démontrée, ce qui pourrait conduire à une perte d'étanchéité de cette piscine. En cas de vidange de la piscine HAO, le maintien en eau de la piscine d'entreposage de l'atelier NPH reposerait sur l'étanchéité des équipements assurant la liaison entre les deux piscines (batardeau et trappe motorisés, paroi métallique du soufflet de liaison). Orano a transmis une étude du comportement du soufflet de liaison qui conclut à sa tenue et au maintien de son étanchéité sous séismes de niveaux SMS et SND, ce qui permet de valoriser la partie métallique du soufflet comme barrière additionnelle d'étanchéité. **Ceci n'appelle pas de remarque. Cependant, l'étanchéité du canal doit être en premier lieu assurée par le batardeau et la trappe motorisés, dont les études de comportement reçues récemment ne font pas partie du périmètre de la présente expertise de l'IRSN.**

Enfin, en ce qui concerne le risque d'agression de l'atelier NPH par le bâtiment Filtration 907 en cas de séisme, Orano a confirmé la déconstruction de l'édicule situé en terrasse de ce bâtiment et a précisé que la déconstruction des niveaux supérieurs de la partie nord de ce bâtiment s'achèvera en 2031. **Cette échéance constitue un nouveau report par rapport aux dates annoncées en juillet 2019 (2029 au plus tard). L'IRSN rappelle que ces travaux doivent être réalisés selon le calendrier présenté et faire l'objet d'un suivi rigoureux afin d'éviter tout nouveau report.**

6. ÉTANCHEITÉ DES PISCINES DE L'ATELIER NPH

Afin d'assurer leur étanchéité, les piscines de déchargement et d'entreposage des assemblages combustibles sont revêtues d'un liner en acier inoxydable. Dans le cas de la piscine d'entreposage, des soufflets métalliques assurent la continuité du liner entre les bassins, absorbant les déplacements dus aux dilatations thermiques ou aux sollicitations sismiques. Pour faire suite à ses engagements (cf. chapitre 1 de l'avis), Orano a transmis des études visant à justifier le comportement de ces équipements et de leurs ancrages sous séismes de niveaux SMS et SND et en particulier leur capacité à assurer l'exigence de rétention en eau des bassins.

Dans la mesure où la conception des liners est similaire et les déplacements attendus au niveau de la piscine de déchargement sont inférieurs à ceux attendus au niveau de la piscine d'entreposage, Orano considère que la justification du comportement du liner de la piscine d'entreposage aux séismes de niveaux SMS et SND peut être transposée au liner de la piscine de déchargement. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

La piscine d'entreposage étant en communication avec la piscine de déchargement, une perte d'étanchéité de cette dernière conduirait à une vidange de la piscine d'entreposage. Or, Orano n'a pas étudié les risques d'agression de cette piscine, notamment de son liner, par les équipements et structures environnants. Comme indiqué précédemment, Orano s'est engagé à identifier les SSC situés à proximité des piscines de l'atelier NPH et vérifier leur caractère non préjudiciable à l'égard du risque de percement des liners en cas de séismes de niveaux SMS et SND. **L'IRSN considère cet engagement satisfaisant.**

6.1. LINER DE LA PISCINE D'ENTREPOSAGE

Orano a transmis une étude de comportement du liner, d'une part sous séismes de niveaux SMS et SND, d'autre part sous sollicitation thermique à 100°C, correspondant à la situation accidentelle de perte durable et totale de la fonction de refroidissement de l'eau des piscines à la suite d'un séisme de niveau SND. Orano conclut que l'étanchéité du liner des bassins est assurée, quelle que soit la sollicitation considérée.

Selon cette étude, une zone de bassin présente localement des dépassements importants de la déformation admissible du liner et des efforts de cisaillement admissibles des ancrages. Ces dépassements ne sont pas pris en compte par Orano dans son analyse sans toutefois apporter de justification. De plus, certaines hypothèses

retenues ne sont pas conservatives (caractéristiques mécaniques et tolérance d'épaisseur du liner) et les calculs présentés tendent à sous-estimer les efforts de cisaillement des ancrages. Sur ce point, Orano a indiqué la présence de marges importantes garantissant, selon lui, l'étanchéité du liner et la tenue des ancrages de la zone identifiée sous séisme de niveau SND. **L'IRSN convient qu'il existe des marges. Toutefois, leur quantification doit être consolidée**, ce sur quoi Orano s'est engagé.

Concernant l'étude thermique, Orano considère qu'en situation accidentelle de perte durable de la fonction de refroidissement, la température de l'eau de la piscine évoluant lentement vers 100°C, le liner et la structure en béton restent à des températures très proches. **L'IRSN estime que cette hypothèse n'est pas pénalisante. Néanmoins, compte tenu des résultats obtenus par Orano, cela ne devrait pas mettre en cause les conclusions de l'étude thermique.** En outre, Orano s'est engagé à évaluer les effets de la dilatation thermique différentielle entre le liner et le béton, en situation de perte durable de la fonction de refroidissement et retour à la normale, à la suite d'un séisme de niveau SND. **Ceci est satisfaisant.**

6.2. SOUFFLETS INTERBASSINS DE LA PISCINE D'ENTREPOSAGE

Orano a transmis une étude de vérification de la tenue des soufflets interbassins de la piscine d'entreposage sous séismes de niveaux SMS et SND. Orano conclut que les soufflets restent intègres dans ces situations.

Cette étude prend en compte les déplacements des voiles issus de l'étude du comportement sous séismes des bassins. Toutefois, la détermination des déplacements doit également tenir compte des paramètres pertinents pour la modélisation du comportement des structures de génie civil (matériau de remplissage dans les joints interbassins, résistance en traction du béton). Sur ce point, Orano a indiqué que les calculs ont été réalisés avec les caractéristiques les plus défavorables du polystyrène présent dans les joints interbassins et que les calculs présentent des marges importantes. **Cependant, pour l'IRSN, le manque de connaissance du comportement du matériau de remplissage induit des incertitudes sur l'estimation des déplacements des voiles interbassins. En conséquence, la quantification des marges doit être consolidée, ce sur quoi Orano s'est engagé.**

Par ailleurs, Orano n'a pas étudié le comportement des soufflets interbassins sous sollicitation thermique à 100°C, considérant que les déplacements induits par un séisme de niveau SND couvrent ceux induits par une augmentation de la température jusqu'à 100 °C. *A fortiori*, il n'a pas étudié le cas d'un chargement thermique avec prise en compte des déformations irréversibles induites par le séisme de niveau SND. **L'IRSN estime que, compte tenu des niveaux de déformations irréversibles atteints et des marges à l'égard des critères d'étanchéité, ce cumul ne devrait pas mettre en cause la conclusion d'Orano.** Par ailleurs, Orano s'est engagé à compléter sa démonstration sur ce point. Dans ce cadre, Orano devrait également considérer les effets cumulables des chargements thermiques et des répliques sismiques, consécutifs à un séisme de niveau SND.

Enfin, Orano a justifié la résistance des chevilles d'ancrage des soufflets interbassins, en considérant leur capacité résistante pour des sollicitations statiques et non dynamiques comme attendu en cas de séisme. Orano s'est engagé à réaliser des essais de résistance de chevilles équivalentes à celles-ci, tenant compte de la fissuration du béton et des effets dynamiques. **L'IRSN considère cet engagement satisfaisant.**

7. CONCLUSION

De l'expertise des analyses transmises par Orano relatives à l'étude du comportement de l'atelier NPH en cas d'aléas naturels (séisme, vent...) accidentel ou de niveau noyau dur, tenant compte des informations apportées en cours d'expertise, du plan d'actions et des engagements d'Orano, l'IRSN retient que des renforcements significatifs doivent être réalisés pour assurer le maintien des fonctions de sûreté de l'atelier NPH pour ces aléas et que la déconstruction partielle du bâtiment Filtration 907 reste à mener. Bien que devant faire encore l'objet de compléments d'études, l'IRSN considère à ce stade adaptés les principes de ces renforcements.

L'IRSN souligne l'ampleur des travaux de renforcement et de déconstruction à réaliser. Selon l'échéancier transmis par Orano, trois à quatre ans d'études sont nécessaires avant la mise en œuvre de la plupart des renforcements. Ainsi, les travaux devraient s'achever à l'horizon 2031, voire 2034 pour le renforcement des charpentes des halls de l'atelier NPH. Même si l'IRSN convient de l'ampleur et de la complexité des études et des travaux à réaliser dans le contexte d'un atelier en exploitation, ces travaux doivent être réalisés dans les délais prévus. Aussi, un suivi rigoureux de l'avancement de la réalisation de ces travaux est à assurer pour éviter toute dérive dans le temps.

Par ailleurs, pour la poursuite de l'exploitation de l'atelier NPH, l'IRSN considère que les dispositions additionnelles déjà prises par Orano dans le cadre du réexamen périodique de l'INB n°117, incluant celles de renforcement des moyens de maintien de l'inventaire en eau de la piscine d'entreposage en cas de fuite, doivent être maintenues tant que ces travaux n'auront pas été menés à leur terme.

En outre, l'IRSN estime qu'il appartient à Orano de poursuivre sa réflexion sur la limitation de l'utilisation de la piscine d'entreposage de l'atelier NPH, notamment lors des phases de travaux, en tenant compte des projets actuels relatifs aux capacités d'entreposage des assemblages combustibles usés (densification des autres piscines de l'établissement...).

Enfin, l'IRSN souligne que les travaux retenus par Orano devraient permettre le respect des exigences de sûreté actuellement définies pour l'INB n°117. Toutefois, pour l'IRSN, cela ne préjuge pas des évolutions de ces exigences qui pourraient être nécessaires dans le cadre d'une exploitation prolongée au-delà de la période envisagée jusqu'à présent.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Karine HERVIOU

Directrice générale adjointe