

Fontenay-aux-Roses, le 4 décembre 2020

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2020-00192

Objet : Institut Laue-Langevin - INB n°67 - Réacteur à haut flux
Modification des traversées des enceintes béton et métallique du bâtiment ILL5 pour les guides de neutrons H1-H2

Réf. : [1] Lettre ASN CODEP-LYO-2020-043463 du 21 septembre 2020.
[2] Avis IRSN n°2020-00128 du 31 juillet 2020.
[3] Lettre ASN CODEP-LYO-2020-041149 du 17 août 2020.

Par la 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 la demande d'autorisation de modification du réacteur à haut flux (RHF) présentée en septembre 2020 par l'Institut Laue-Langevin (ILL), exploitant de cette installation nucléaire de base (INB) située à Grenoble.

La modification concerne les traversées, nécessaires au passage des guides de neutrons associés au doigt de gant H1-H2, des enceintes béton et métallique du bâtiment du réacteur (bâtiment ILL5).

1. CONTEXTE

Le RHF est un réacteur de recherche dont la mission est de fournir des faisceaux intenses de neutrons à des fins d'expérimentation.

Les neutrons produits par le cœur du RHF, collectés par des équipements appelés doigts de gant (DDG), sont dirigés vers différentes aires expérimentales au travers de canaux. Chacun de ces canaux est composé d'une succession de tubes en verre boré, les guides de neutrons, disposés à l'intérieur de carters en acier étanches. Pour des raisons de radioprotection, les canaux sont situés dans des casemates en béton. Les onze canaux associés au DDG H1-H2 traversent la troisième barrière de confinement du bâtiment ILL5, constituée de l'enceinte interne en béton et de l'enceinte externe métallique, pour rejoindre le bâtiment ILL7. Les carters traversant ces enceintes sont dotés chacun d'une membrane interne en aluminium¹, assurant leur étanchéité

¹ Ces membranes présentent une surface pleine. Étanches à l'air et à l'eau, elles permettent cependant le passage des neutrons, peu atténués par l'aluminium compte tenu de l'épaisseur mise en œuvre.

interne, et sont reliés, pour chaque enceinte, à une plaque de fermeture munie d'un joint, de manière à assurer l'étanchéité dite « externe » entre le carter et l'enceinte. L'ensemble, constitué de ces carters, membranes, plaques de fermeture et joints, présenté en annexe 1, est appelé « traversées ».

Ces traversées font partie de la troisième barrière de confinement du réacteur et doivent donc satisfaire aux exigences assignées à cette structure appartenant au « noyau dur »² de l'installation, à savoir la stabilité et l'étanchéité relative pendant et après un séisme « noyau dur » (SND) suivi d'une inondation extrême (rupture des quatre barrages situés en amont sur le Drac).

Pour satisfaire à ces exigences, l'ILL a transmis une première demande de modification. Cette modification portait sur :

- le remplacement, pour chaque guide de neutrons associé au DDG H1-H2, des carters situés au niveau de l'enceinte en béton et de l'enceinte métallique de manière à n'avoir qu'un seul carter traversant ces deux enceintes. Ce carter se présente sous la forme d'un tube en acier de section rectangulaire, équipé des mêmes systèmes d'étanchéités interne et externe qu'actuellement ;
- le renforcement des casemates des bâtiments ILL5 et ILL7 pouvant constituer des agresseurs de ces traversées en cas de SND.

Sur la base de l'avis de l'IRSN cité en deuxième référence, le dossier correspondant a conduit l'ASN, par la lettre citée en troisième référence, à formuler les demandes n° 1 à n° 5, rappelées en annexe 2, portant sur la stabilité et l'étanchéité relative au SND de la membrane en aluminium, la démarche de dimensionnement des traversées, la durée de vie associée aux joints, les risques associés à la réalisation des travaux, ainsi que sur la conception des renforcements des casemates des bâtiments ILL5 et ILL7.

Le nouveau dossier de modification, transmis par l'ILL en septembre 2020, porte sur le remplacement des carters des traversées d'enceintes des guides de neutrons du DDG H1-H2 et vise à répondre aux quatre premières demandes de l'ASN. Ce dossier reconduit les principes de modification retenus dans la demande antérieure et présente de nouvelles études de dimensionnement en lien avec les exigences de stabilité et d'étanchéité requises. Ces études ont conduit à quelques adaptations localisées de la modification initialement présentée. L'ILL a également transmis une révision de l'analyse des risques associés à la phase de réalisation des travaux. L'ILL souhaite réaliser cette modification durant le grand arrêt 2021-2022 et effectuer, en amont, un chantier pilote sur la traversée H23 lors de l'arrêt du réacteur en cours et dont la fin est prévue en février 2021.

Le renforcement des casemates fera l'objet d'une demande ultérieure de modification de l'ILL. Ce renforcement, sur lequel porte la demande n° 5 de l'ASN, est en effet en lien avec l'engagement pris par l'ILL, lors de l'expertise associée au réexamen périodique du RHF, de démontrer, pour un séisme de niveau « noyau dur », l'absence d'agression des traversées des guides de neutrons du DDG H1-H2 par les casemates les entourant.

En réponse à la demande de l'ASN citée en première référence, l'IRSN a examiné les réponses apportées par l'ILL aux quatre premières demandes précitées, afin de statuer notamment sur le risque de régression de la sûreté de l'installation associé à la mise en œuvre de la modification des traversées des guides de neutrons du DDG H1-H2.

De l'évaluation du dossier transmis par l'ILL, complété par les éléments recueillis au cours de l'expertise, l'IRSN retient les principales conclusions ci-dessous.

² Le « noyau dur » de l'installation est un ensemble de moyens matériels et organisationnels permettant, lors de situations extrêmes définies après l'accident de Fukushima-Daïchi, de :

- prévenir les accidents graves et en limiter la progression ;
- limiter les rejets radioactifs massifs ;
- permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une crise.

2. STABILITÉ ET ÉTANCHÉITÉ DES MEMBRANES EN ALUMINIUM EN CAS D'ALÉA EXTRÊME

En réponse à la demande n° 1 de l'ASN, l'ILL a étudié, d'une part la stabilité et l'étanchéité des membranes en aluminium des carters des traversées en cas d'aléa extrême (SND et inondation induite), d'autre part l'absence d'agression, en cas de SND, de ces membranes par les carters adjacents situés en amont côté bâtiment ILL5.

S'agissant de la stabilité et de l'étanchéité de la membrane en aluminium, l'ILL a appliqué, pour son étude, comme code de construction, la norme EN FR 13445 dédiée aux récipients sous pression non soumis à la flamme. Les chargements retenus sont le poids propre, la dépression interne due à la mise sous vide du carter, la pression hydrostatique exercée en cas d'inondation extrême et les sollicitations sismiques. L'ILL s'est assuré que les contraintes maximales appliquées à la membrane en aluminium et à son dispositif de fixation (brides et boulonnerie) respectent les critères de tenue mécanique issus du code de construction retenu. L'ILL a en outre calculé la déformation maximale de la membrane en cas d'aléa extrême et la durée de vie en fatigue due aux cycles de dépression dans les traversées. **Les calculs réalisés par l'ILL et les résultats obtenus n'appellent pas de remarque de l'IRSN.**

S'agissant du risque d'agression de la membrane par le carter adjacent, situé en amont côté bâtiment ILL5, l'ILL a vérifié, dans un premier temps, la stabilité au SND de ce carter. Le code de construction retenu est la norme EN FR 13445. Les chargements considérés sont le poids du carter précité complété du poids de son propre carter amont, dont la stabilité au SND n'est pas acquise, la dépression interne due à la mise sous vide du carter et les sollicitations sismiques. L'étude réalisée a permis à l'ILL de démontrer que les contraintes maximales appliquées au carter adjacent et à sa boulonnerie de fixation respectent, dans la majorité des situations, les critères de tenue mécanique issus du code de construction. Les dépassements localisés ont fait l'objet de justifications particulières. Dans un second temps, l'ILL a calculé le déplacement maximal des carters adjacents aux carters des traversées en cas de SND. La faible valeur de ce déplacement lui permet d'écarter le risque d'agression des membranes. **Les calculs réalisés par l'ILL et les résultats obtenus n'appellent pas de remarque de l'IRSN.**

3. STABILITÉ ET ÉTANCHÉITÉ DES CARTERS DES TRAVERSÉES EN CAS D'ALÉA EXTRÊME

En réponse à la demande n° 2 de l'ASN, l'ILL a étudié la stabilité et l'étanchéité des carters des traversées en cas d'aléa extrême. Le code de construction retenu est la norme EN FR 13445. Les chargements considérés sont le poids propre des carters des traversées complété des demi-masses de leurs carters adjacents, l'inondation extrême, la dépression interne due à la mise sous vide du carter et les sollicitations sismiques. L'étude réalisée a permis à l'ILL de démontrer que les contraintes maximales appliquées au carter et à sa boulonnerie de fixation respectent, dans la majorité des situations, les critères de tenue mécanique issus du code de construction. Les dépassements localisés ont fait l'objet de justifications particulières notamment au travers de la prise en compte des caractéristiques réelles des matériaux approvisionnés. **Les calculs réalisés par l'ILL et les résultats obtenus n'appellent pas de remarque de l'IRSN.**

4. DURÉE DE VIE DES JOINTS CONSOMMABLES

En réponse à la demande n° 3 de l'ASN, l'ILL a précisé que les joints assurant l'étanchéité externe des carters des traversées côté enceinte en béton sont en éthylène-propylène. Il estime que, dans les conditions les plus pénalisantes, la limite d'irradiation admissible est égale à 5.10^4 Gy, ce qui correspond à environ 6 000 JEPP³.

³ JEPP : jour équivalent pleine puissance. 1 JEPP représente l'énergie fournie en 24 heures par un réacteur fonctionnant à puissance nominale.

Aussi, l'ILL n'identifie pas de besoin de remplacement de ces joints sur la durée de fonctionnement de l'installation. **Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

5. MAÎTRISE DU CONFINEMENT PENDANT LA RÉALISATION DES TRAVAUX

En réponse à la demande n° 4 de l'ASN, l'ILL rappelle les conditions de réalisation des travaux, au regard de la maîtrise du confinement, déjà présentées lors de la première demande de modification :

- les travaux auront lieu réacteur à l'arrêt, après une durée permettant le refroidissement par convection naturelle des combustibles entreposés sous eau ;
- pendant la journée de travail, le confinement statique au niveau des traversées ne sera pas reconstitué et le confinement dynamique sera assuré par le circuit des effluents gazeux⁴ (EG) ;
- à la fin de chaque journée de travail, le confinement statique sera reconstitué au niveau des traversées par la mise en place de tapes et le confinement dynamique sera assuré par le circuit EG et le circuit de la ventilation « normale »⁴ (VN).

S'agissant du confinement statique, l'ILL précise dans son dossier que le délai nécessaire à sa reconstitution, en cas de détection de contamination dans le bâtiment ILL5, est inférieur à deux heures. De plus, l'ILL a précisé au cours de l'expertise que, lors de la réalisation de la modification des traversées H1-H2, l'ouverture simultanée des deux portes du SAS camion sera interdite, limitant ainsi la surface d'ouverture de la troisième barrière de confinement.

S'agissant du confinement dynamique, l'ILL précise dans son dossier la surface d'ouverture de la troisième barrière en fonction des différentes étapes de réalisation des travaux. Cette surface sera limitée à celle correspondant à la dépose des tapes de deux traversées. Cette surface ne remet pas en cause, selon l'ILL, le confinement dynamique du bâtiment ILL5, même en l'absence de fonctionnement du circuit VN (ventilation par EG seul).

Par ailleurs, l'ILL précise que les chantiers à risque de contamination qui seront présents dans le bâtiment ILL5 au cours des travaux de la modification des traversées seront préalablement examinés par le service radioprotection sûreté environnement. Le besoin ou l'absence de besoin d'un confinement spécifique pour le chantier étudié sera décidé à l'issue de cet examen.

Les chantiers à risque de contamination actuellement identifiés par l'ILL sont les opérations de découpe des parties non fissiles d'un élément combustible, de découpe du doigt de gant H1-H2 en piscine, de maintenance de la barre de pilotage du réacteur et de maintenance d'un des deux échangeurs extrayant la chaleur du circuit primaire.

S'agissant des opérations de découpe d'un élément combustible, l'ILL précise que celles-ci sont réalisées, circuit VN en fonctionnement, dans la cellule chaude située au niveau D du bâtiment ILL5. Compte tenu de la différence de dépression entre le niveau D et le niveau C où sont situées les traversées, l'ILL conclut à l'absence de risque de contamination lors de ce chantier et ne retient pas de confinement spécifique complémentaire.

⁴ Le bâtiment ILL5 est mis en légère dépression par rapport à l'atmosphère extérieure par le circuit de ventilation normale (VN) et le circuit des effluents gazeux (EG). Le circuit VN assure le conditionnement, le soufflage et l'extraction de l'air (sans dispositif de filtration) ainsi que l'instauration d'une cascade de dépressions entre les différents niveaux et locaux. Le circuit EG est un circuit d'extraction d'air permanent destiné à la collecte des effluents gazeux produits lors d'opérations ponctuelles (séchage du bloc-pile, sas de chantier temporaires...).

S'agissant des opérations de découpe du doigt de gant H1-H2 en piscine, l'ILL précise que, celles-ci ayant lieu sous eau, la contamination du niveau C est exclue. L'ILL ne retient donc pas de confinement spécifique complémentaire pour ces opérations.

S'agissant des opérations de maintenance de la barre de pilotage et de maintenance d'un échangeur, l'ILL précise qu'un confinement spécifique sera mis en place au moyen d'un sas temporaire.

L'ensemble des dispositions de maîtrise du confinement que l'ILL prévoit de mettre en place pendant la réalisation des travaux liés à la modification n'appellent pas de remarque de l'IRSN.

6. CONCLUSION

L'IRSN estime que la modification des traversées des guides de neutrons du DDG H1-H2 n'entraîne pas de risque de régression de la sûreté de l'installation et que les études associées, présentées par l'ILL, permettent de répondre de manière satisfaisante aux questions de sûreté portées par les quatre premières demandes formulées par l'ASN, dans la lettre citée en troisième référence, à l'issue de l'instruction de la première version du dossier.

L'IRSN considère en conséquence que l'ILL a démontré de manière satisfaisante le respect des exigences assignées aux traversées modifiées, notamment la stabilité et l'étanchéité de celles-ci en cas d'aléa extrême. Il reste à l'ILL à démontrer l'absence de leur agression par les casemates des guides de neutrons du DDG H1-H2 en cas de séisme de niveau « noyau dur ».

IRSN

Le Directeur général

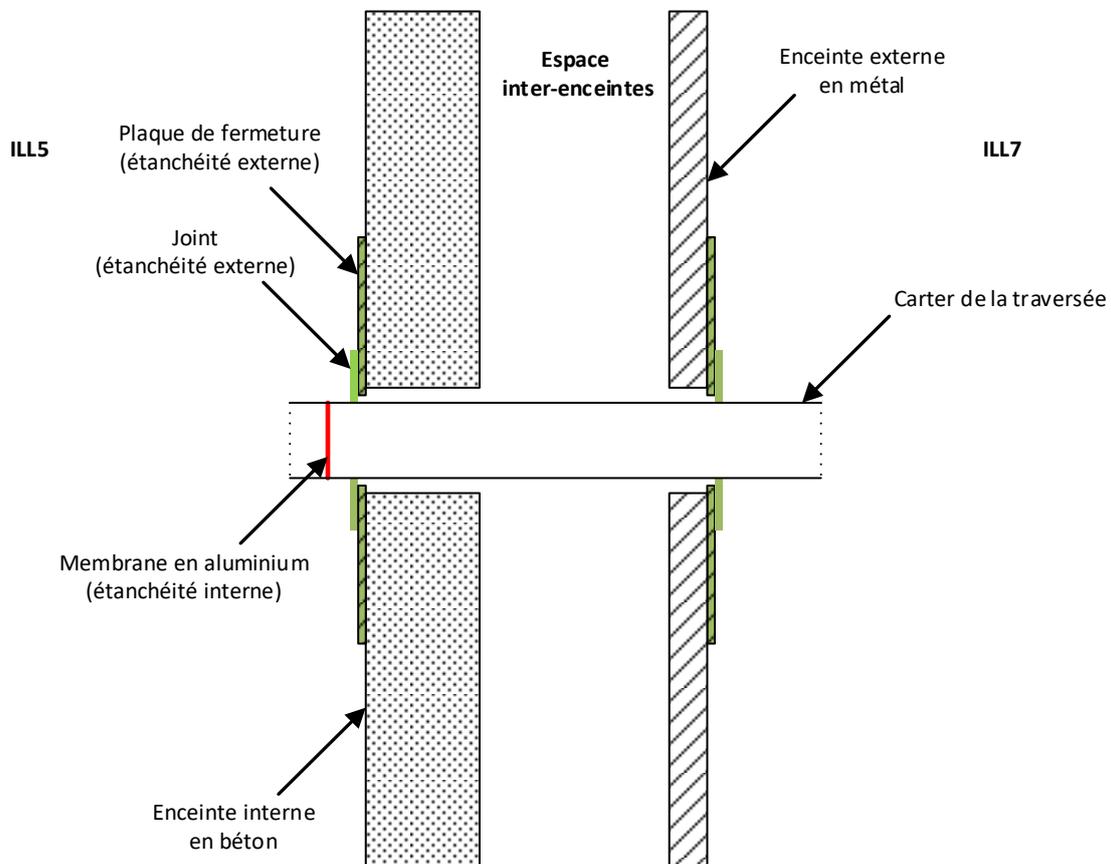
Par délégation

Frédérique PICHEREAU

Adjointe au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE 1 À L'AVIS IRSN N° 2020-00192 DU 04 DECEMBRE 2020

Schéma de principe du projet de modification des traversées



ANNEXE 2 À L'AVIS IRSN N° 2020-00192 DU 04 DECEMBRE 2020

Rappel des demandes de l'Autorité de sûreté nucléaire

Rappel de la demande n° 1 de la lettre ASN Codep-Lyo-2020-041149

Je vous demande de démontrer la stabilité et l'étanchéité relative au SND de la membrane en aluminium assurant l'étanchéité interne des traversées d'enceintes des guides de neutrons du canal expérimental H1-H2. Vous incluez la prise en compte de l'agression potentielle de cette membrane par le carter amont.

Rappel de la demande n° 2 de la lettre ASN Codep-Lyo-2020-041149

Je vous demande d'appliquer un code de construction pour les futurs carters des traversées d'enceintes des guides de neutrons du canal expérimental H1-H2 et des éléments réalisant les étanchéités interne et externe de ces traversées ou de justifier les critères utilisés pour la conception et la fabrication de ces équipements. Vous évaluez précisément les marges vis-à-vis des critères retenus pour le dimensionnement du corps des carters afin de justifier le respect des exigences qui leur sont assignées.

Rappel de la demande n° 3 de la lettre ASN Codep-Lyo-2020-041149

Je vous demande de spécifier une durée de vie maximale associée aux joints consommables en caoutchouc participant à l'étanchéité externe des traversées des guides de neutrons du canal expérimental H1-H2.

Rappel de la demande n° 4 de la lettre ASN Codep-Lyo-2020-041149

Je vous demande de réévaluer les risques associés à la rupture du confinement statique du bâtiment ILL5 et à l'arrêt de la ventilation nucléaire pendant les travaux de modification des traversées d'enceintes des guides de neutrons du canal expérimental H1-H2

Rappel de la demande n° 5 de la lettre ASN Codep-Lyo-2020-041149

Je vous demande de compléter les études de conception des renforcements des casemates ILL5 et ILL7 et de démontrer en cas de séisme noyau dur :

- l'absence d'agression des traversées des guides de neutrons du canal expérimental H1-H2 de l'enceinte interne en béton de l'ILL5 ;
- l'absence d'endommagement des deux enceintes de l'ILL5.

Vous prendrez notamment en compte les interactions possibles entre les différents éléments de casemate.