

Fontenay-aux-Roses, le 26 novembre 2019

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2019-00259

Objet : Institut Laue-Langevin  
INB n° 67 - Réacteur à haut flux  
Mise en place d'une grille à maille fine sur le couvercle des casiers d'entreposage des éléments combustibles irradiés du compartiment 2 du canal de transfert.

Réf. Lettre ASN CODEP-LYO-2019-018979 du 17 avril 2019

Par lettre citée en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la demande d'autorisation de mise en place d'une grille à maille fine sur le couvercle de chacun des deux casiers d'entreposage des éléments combustibles irradiés (ECI) du compartiment 2 du canal de transfert du réacteur à haut Flux (RHF). Cette demande a été formulée en décembre 2018 par l'Institut Laue-Langevin (ILL), exploitant de cette installation nucléaire de base située à Grenoble.

## 1 CONTEXTE

Le RHF, dédié à la recherche fondamentale, a pour objectif de produire des faisceaux de neutrons très intenses. D'une puissance thermique de 58,3 MWth, ce réacteur fonctionne avec un seul élément combustible (ECI), modéré et refroidi par un circuit primaire en eau lourde.

À l'issue d'un cycle de fonctionnement du réacteur, et suite à une période de refroidissement intermédiaire d'une durée minimale de 50 jours, l'ECI est entreposé dans l'un des deux casiers du compartiment 2 du canal de transfert (piscine d'eau légère). Ces casiers ne sont pas fixés sur le fond du canal mais l'amplitude de leur déplacement est limitée par la présence de plaques anti-glissement. Ces plaques sont prises dans des plots qui sont vissés dans des plots ancrés dans le béton et soudés sur le cuvelage. L'ECI est alors refroidi par convection naturelle pendant une durée minimale de 242 jours (durée calculée depuis l'arrêt du réacteur).

Lors du réexamen de sûreté de son installation, l'ILL a identifié que la chute d'un objet de petite taille, depuis la margelle du canal de transfert, sur les casiers d'entreposage des ECI

Adresse Courrier  
BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses  
Cedex France

Siège social  
31, av. de la Division Leclerc  
92260 Fontenay-aux-Roses  
Standard +33 (0)1 58 35 88 88  
RCS Nanterre 8 440 546 018

pouvait conduire à un bouchage local de l'espace situé entre deux plaques combustibles d'un ECI, appelé canal de refroidissement. Ce bouchage pouvant dégrader la circulation d'eau entre les plaques des ECI et en conséquence le refroidissement de ces derniers, l'ILL s'est engagé à mettre en place une grille à maille fine sur le couvercle existant, dit en structure « alvéolée », de chacun des deux casiers d'entreposage et a transmis, en décembre 2018, une demande d'autorisation de mise en œuvre de cette modification.

En support à sa demande, l'ILL a transmis un dossier présentant les casiers d'entreposage, les grilles à maille fine ainsi que l'analyse de risque associée à la mise en œuvre de la modification. L'ILL a également transmis une proposition de mise à jour du rapport de sûreté (RDS) de l'installation et du projet de rapport de sûreté transmis dans le cadre du réexamen de sûreté prenant en compte la mise en place des grilles à maille fine.

En réponse à la demande de l'ASN en référence, l'évaluation de l'IRSN a porté sur :

- l'effet des grilles à maille fine sur le refroidissement des ECI entreposés en casiers ;
- la stabilité au séisme noyau dur (SND) des casiers modifiés ;
- le maintien de l'intégrité de la grille à maille fine à la chute d'objets ;
- les projets de mise à jour du RDS et du projet de RDS transmis dans le cadre du réexamen de sûreté.

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 suivantes.

## **2 EFFET DE LA MODIFICATION SUR LE REFROIDISSEMENT DES ECI ENTREPOSÉS EN CASIERS**

Sur la base de calculs thermo-hydrauliques, l'ILL considère que le régime de convection naturelle permettant le refroidissement des ECI entreposés en casiers n'est pas modifié par la mise en place des grilles. L'IRSN estime que les calculs présentés par l'ILL ne sont pas pertinents compte tenu des hypothèses d'écoulement en convection naturelle prises en compte qui diffèrent de la réalité de l'écoulement. Néanmoins, sur la base des caractéristiques de l'entreposage précitées et de la puissance résiduelle maximale de l'élément combustible, l'IRSN a procédé à sa propre évaluation des conséquences de la modification sur le refroidissement des ECI entreposés en casiers et confirme que l'élévation de température en sortie de l'élément combustible due à la modification est négligeable vis-à-vis du risque de perte de maîtrise du refroidissement des ECI.

L'ILL justifie également l'absence de perte de refroidissement des ECI entreposés en casier en cas de défaillance, jugée fort improbable, du dispositif de fixation de la grille à maille fine sur le couvercle en structure « alvéolée ». Il considère que les composants de ce dispositif susceptibles de chuter sur les ECI ne sont pas assez volumineux pour boucher tout ou partie des canaux de refroidissement. Cette justification n'appelle pas de remarque.

## **3 STABILITÉ AU SND DES CASIERS MODIFIÉS**

Les exigences de sûreté assignées aux casiers par rapport au SND sont la stabilité et le maintien de la distance minimale entre ECI nécessaire à la démonstration de sûreté-criticité de l'entreposage.

La démonstration de l'ILL visant à justifier la stabilité des casiers modifiés au SND comprend trois étapes. La première consiste à vérifier, au travers de calculs de structure, la stabilité des casiers en considérant leurs pieds dans les plaques anti-glisement. La deuxième étape consiste à calculer la valeur maximale de soulèvement des

casiers afin de vérifier l'hypothèse de maintien des pieds des casiers dans les plaques anti-glissement retenue pour les calculs de la première étape. Enfin, l'ILL vérifie l'intégrité des soudures des plots d'ancrage des plaques anti-glissement.

Les calculs de structure présentés par l'ILL ne prennent pas en compte les grilles à maille fine. L'IRSN estime toutefois que ces grilles ne remettent pas en cause la stabilité au SND des casiers d'entreposage compte tenu de leur masse très inférieure (d'un facteur 30) à celle des couvercles en structure « alvéolée ».

S'agissant des trois étapes de démonstration précitées, les démarches utilisées, les configurations, les hypothèses de calculs (hors spectres transférés), les critères retenus et les conclusions émises par l'ILL n'appellent pas de remarque.

Les spectres SND transférés au fond du canal de transfert retenus par l'ILL sont extraits des spectres transmis dans le cadre du réexamen de sûreté de l'INB n°67. Ils ont été établis conformément à la démarche retenue par l'ILL qui avait été jugée satisfaisante par l'IRSN à l'issue des évaluations complémentaires de sûreté post-Fukushima. Ces spectres sont issus des spectres transférés bruts obtenus par analyse transitoire linéaire sur base modale et font l'objet d'un élargissement de -30 % et de +15 % en fréquence de part et d'autre des pics afin de tenir compte du comportement potentiellement non élastique des structures. Cependant, au cours de l'expertise du dossier de réexamen de sûreté de l'installation, l'ILL a établi que les spectres SND ainsi définis ne sont pas nécessairement enveloppes de ceux obtenus par analyse transitoire non linéaire. Aussi, en l'absence de démonstration du caractère enveloppe des spectres transférés au fond du canal de transfert retenus, l'IRSN ne peut pas se prononcer sur la démonstration de la stabilité des casiers au SND. En conséquence, l'IRSN considère que l'ILL devra démontrer le caractère enveloppe des spectres transférés au fond du canal de transfert retenus pour la démonstration de la stabilité des casiers au SND compte tenu du comportement non linéaire des structures de génie civil. **Ceci fait l'objet de la recommandation formulée en annexe 1 du présent avis.**

## **4 MAINTIEN DE L'INTÉGRITÉ DE LA GRILLE À MAILLE FINE A LA CHUTE D'OBJETS**

L'ILL distingue deux types d'agresseurs internes de la grille à maille fine : la chute, depuis la margelle du compartiment 2 du canal de transfert, de « petits » objets (type dosimètre) d'une masse maximale d'un kilogramme et la chute de « gros » objets.

S'agissant de la chute d'un « petit » objet, l'ILL conclut au maintien de l'intégrité de la grille à maille fine, conclusion que l'IRSN partage compte tenu de la masse maximale (un kilogramme) retenue par l'ILL pour cet agresseur interne.

S'agissant de la chute d'objets de masse plus élevée, l'ILL considère que le couvercle des casiers présente une résistance mécanique élevée. L'IRSN convient que la structure du couvercle lui confère une résistance notable à la chute d'objets, sans qu'il soit toutefois possible, sur la base des éléments présentés par l'ILL, de définir la masse maximale à partir de laquelle un objet qui chuterait sur le couvercle endommagerait la structure de l'entreposage. Au cours de l'expertise, l'ILL a proposé de retenir, au titre de l'exploitation normale, une limite de masse pour ces objets manutentionnés en piscine ou dans le canal 2. L'ILL s'est également engagé à démontrer l'opérabilité des casiers d'entreposage à la chute d'un objet de masse égale à la limite retenue. L'IRSN considère que cette démarche est de nature à clarifier le référentiel de l'ILL en lien avec les manutentions.

S'agissant des objets de masse supérieure à la limite précitée et susceptibles d'être manutentionnés au-dessus du canal de transfert en fonctionnement normal, l'ILL les identifie comme des charges lourdes. Leur manutention est examinée dans le cadre de l'expertise du réexamen de sûreté de l'installation.

## **5 MISE À JOUR DU RAPPORT DE SURETE ET DU PROJET DE RAPPORT DE SURETE TRANSMIS DANS LE CADRE DU REEXAMEN DE SURETE**

Le projet de mise à jour du RDS de l'installation et le projet de RDS transmis dans le cadre du réexamen de sûreté correspondent à l'ajout d'une description des casiers d'entreposage et des grilles à maille fine ainsi que d'un plan des casiers d'entreposage. L'IRSN estime que la description des casiers d'entreposage ainsi que des grilles à maille fine devrait faire apparaître les paramètres en lien avec :

- la maîtrise du refroidissement des ECI, à savoir les dimensions des « alvéoles » du couvercle en structure « alvéolée », les dimensions des trous de la maille des grilles ainsi que le taux de vide des grilles associé,
- la stabilité des casiers au SND, à savoir les masses d'un casier, d'un couvercle en structure « alvéolée » et d'une grille à maille fine.

Ces points font l'objet de l'observation formulée en annexe 2 du présent avis.

## **6 CONCLUSION**

L'IRSN considère que la modification relative à la mise en place d'une grille à maille fine sur le couvercle en structure « alvéolé » de chacun des deux casiers d'entreposage des combustibles usés du compartiment 2 du canal de transfert, qui a pour objectif d'éviter que la chute de petits objets depuis la margelle du canal de transfert ne puisse mettre en cause le refroidissement des combustibles usés, est acceptable du point de vue de la sûreté.

L'IRSN considère toutefois que, compte tenu des informations transmises par l'ILL au cours de l'expertise du réexamen de sûreté de l'installation, le caractère enveloppe des spectres déterminés au fond du canal de transfert et retenus pour la démonstration de la stabilité des casiers au séisme noyau dur (SND) n'est, à ce jour, pas démontré. Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation présentée en annexe 1 du présent avis.

Pour le Directeur général et par délégation,

Olivier DUBOIS

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe 1 à l'avis IRSN/2019-00259 du 26 novembre 2019

**Recommandation:**

L'IRSN recommande que l'ILL démontre le caractère enveloppe des spectres transférés déterminés au fond du canal de transfert et retenus pour la démonstration de la stabilité des casiers au séisme noyau dur (SND), compte tenu du comportement non linéaire des structures de génie civil.

Annexe 2 à l'avis IRSN/2019-00259 du 26 novembre 2019

**Observation :**

L'IRSN considère que l'ILL devrait faire apparaître dans les Rapports de sûreté, au niveau de la partie descriptive des casiers et des grilles à maille fine, les paramètres importants de ces équipements en lien avec :

- la maîtrise du refroidissement des ECI, à savoir les dimensions des « alvéoles » du couvercle en structure « alvéolée », les dimensions des trous de la maille des grilles ainsi que le taux de vide des grilles associé,
- la stabilité des casiers au SND, à savoir les masses d'un casier, d'un couvercle en structure « alvéolée » et d'une grille à maille fine.