

Fontenay-aux-Roses, le 22 novembre 2013

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis/IRSN N° 2013-00429

Objet : Institut Laue-Langevin - Réacteur à haut flux (INB n° 67)
Comportement au séisme des doigts de gant des canaux expérimentaux
horizontaux du réacteur et des vannes de sécurité associées

Réf. Lettre CODEP-DRC-2012-025914 du 10 octobre 2012

Par la lettre citée en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a sollicité l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la démarche mise en œuvre par l'Institut Laue-Langevin (ILL), exploitant du Réacteur à haut flux (RHF), pour mettre à jour la démonstration du comportement au séisme des doigts de gant des treize canaux horizontaux de l'installation utilisés à des fins scientifiques. L'ASN a également demandé l'avis de l'IRSN sur les justifications apportées par l'exploitant quant au comportement sismique des vannes de sécurité de ces canaux destinées à assurer, par fermeture automatique sur détection d'eau, l'intégrité du circuit primaire de refroidissement du cœur en cas de rupture de l'un des doigts de gant du réacteur.

Ces demandes s'inscrivent dans les suites de l'instruction relative à la mise en place d'un nouveau système de sauvegarde, appelé « circuit de renoyage ultime (CRU) », dont l'objectif est notamment de limiter les conséquences d'une situation de perte d'intégrité du circuit primaire de refroidissement consécutive à des ruptures accidentelles de doigts de gant.

Il convient en effet de rappeler qu'une rupture accidentelle d'un ou plusieurs doigts de gant conduirait :

- à une insertion de réactivité dans le cœur du réacteur du fait du remplissage, par de l'eau lourde, du ou des doigts de gant impliqués (augmentation de l'effet de modération neutronique du cœur) ;
- à une perte d'intégrité du circuit primaire de refroidissement du cœur pouvant entraîner une fusion de l'élément combustible qui le compose.

L'ensemble des doigts de gant horizontaux du RHF est constitué d'alliage d'aluminium, à l'exception de trois d'entre eux composés d'alliage de zirconium.

L'IRSN a examiné les éléments fournis par l'ILL au titre de la mise à jour de la démonstration d'une part de l'intégrité des doigts de gant et des structures participant au maintien de leur étanchéité au regard du séisme majoré de sécurité (SMS), d'autre part de l'opérabilité des vannes de sécurité

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 B 440 546 018

associées pendant un SMS. Ces éléments ont été complétés par les informations transmises à l'IRSN par l'exploitant dans le cadre de l'instruction technique.

Il ressort de l'évaluation réalisée par l'IRSN les points exposés ci-après.

Tout d'abord, l'IRSN précise qu'il n'est pas à ce stade en mesure de donner un avis sur le comportement mécanique du doigt de gant double H1/H2. En effet, l'irradiation de l'alliage d'aluminium qui compose ce doigt de gant n'est pas considérée dans le code utilisé à sa conception (code ASME). L'IRSN rappelle par ailleurs que le classement de sûreté des doigts de gant implique la réalisation d'une analyse à la rupture brutale permettant d'évaluer leur sensibilité à l'effet d'entaille. En outre, l'IRSN relève que le respect des exigences d'étanchéité du bridage associé à ce doigt de gant n'est pour le moment pas justifié par l'ILL.

En cours d'instruction, l'ILL a indiqué avoir récemment réévalué la température à laquelle sont soumis l'ensemble des doigts de gant lors du fonctionnement du réacteur. L'IRSN souligne à cet égard que cette réévaluation doit être prise en compte dans les études de comportement des doigts de gant, la température ayant une influence, d'une part sur la caractérisation des chargements à considérer dans le dimensionnement des doigts de gant, d'autre part dans la limite de fluence au-delà de laquelle le comportement de l'alliage d'aluminium n'est plus décrit par le code. L'ILL a indiqué qu'il prévoit en effet de refondre les études de comportement de l'ensemble des doigts de gant du RHF.

Les éléments qui précèdent conduisent l'IRSN à formuler la recommandation n° 1 en annexe au présent avis.

*

D'une manière générale, l'IRSN estime que les durées d'irradiation dans le réacteur des doigts de gant d'aluminium retenues par l'ILL ne permettent pas de garantir le maintien d'une ductilité suffisante du matériau les constituant pour accommoder d'éventuels effets de contraintes locales qui pourraient survenir à la suite de l'apparition ou de l'évolution d'un défaut dans la structure. A cet égard, l'IRSN considère que la ductilité des alliages constituant les doigts de gant ne devrait pas atteindre une valeur inférieure à 2 %.

Afin de pouvoir traduire de manière opérationnelle cette ductilité limite en durée de présence dans le réacteur des doigts de gant, exprimée en jours équivalents de fonctionnement du réacteur à pleine puissance (JEPP), l'IRSN estime que l'ILL devra présenter la démarche, qu'il a récemment engagée, de réévaluation des flux neutroniques auxquels sont soumis les doigts de gant et actualiser en conséquence les valeurs de fluences associées à chaque doigt de gant. Ceci fait l'objet de la recommandation n° 2 formulée en annexe au présent avis.

*

S'agissant des doigts de gants déjà installés et pour lesquels la ductilité résiduelle serait déjà inférieure à 2 %, l'IRSN considère qu'il peut être accepté, uniquement à titre de mesure transitoire, que l'ILL apporte, tel qu'il le prévoit, la justification de leur bon comportement basée sur une analyse à la rupture brutale tenant compte de la valeur de fluence qui serait obtenue avant le remplacement du doigt de gant, selon l'échéancier actuel de remplacement des doigts de gants. L'IRSN estime cependant que les conclusions de cette justification devront être disponibles

au plus tard deux mois avant le redémarrage du réacteur prévu en juin 2014. Ce point est repris dans la recommandation n° 3 formulée en annexe au présent avis.

L'IRSN considère en outre que la phase transitoire précitée doit être assortie de dispositions de contrôles renforcés consistant à rechercher la présence de corrosion avant chaque nouveau cycle de fonctionnement du réacteur, en lieu et place du contrôle annuel prévu par les règles générales d'exploitation du RHF. Ceci fait l'objet de la recommandation n° 4 formulée en annexe au présent avis.

Enfin, les éléments de justification apportés par l'ILL à l'égard du comportement au SMS des vannes de sécurité des doigts de gant n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.

Pour le Directeur général de l'IRSN, et par délégation,

F. MENAGE

Recommandations

1. L'IRSN recommande que l'ILL refonde, avant la fin juin 2014, les études de comportement au séisme des doigts afin de tenir compte, d'une part de la récente réévaluation de la température à laquelle sont soumises les structures des doigts de gant lors du fonctionnement du réacteur, d'autre part de l'irradiation des structures du doigt de gant H1/H2. Ces études incluront, pour tous les doigts de gant, une analyse à la rupture brutale.

Ces études intégreront en outre une justification du respect des exigences mécaniques du bridage arrière du doigt de gant H1/H2.

2. L'IRSN recommande qu'une ductilité minimale de 2 % soit maintenue pour l'ensemble des doigts de gant sur toute leur durée de présence dans le réacteur

Dans ce cadre, l'ILL devra présenter, sous deux mois, la démarche de la réévaluation des flux neutroniques auxquels sont soumis les doigts de gant du RHF et évaluer, sur cette base, pour tous les doigts de gant en alliage d'aluminium :

- leur ductilité résiduelle à ce jour,
- l'échéance prévisionnelle d'atteinte d'une ductilité résiduelle de 2 %,
- la fluence totale reçue au moment du retrait des doigts de gant selon l'échéancier de remplacement actuellement retenu par l'ILL.

3. Pour les doigts de gants en aluminium pour lesquels la ductilité résiduelle est d'ores et déjà inférieure à 2 %, l'IRSN recommande que l'ILL justifie leur comportement mécanique, au plus tard deux mois avant le redémarrage du réacteur prévu en juin 2014, sur la base d'une analyse à la rupture brutale prenant en compte la ductilité résiduelle au jour de leur remplacement selon l'échéancier actuel de remplacement des doigts de gants.
4. Pour les doigts de gants en aluminium actuellement en place dans le bloc-pile et pour lesquels la ductilité résiduelle est d'ores et déjà inférieure à 2 %, l'IRSN recommande que l'ILL réalise, avant chaque nouveau cycle de fonctionnement du réacteur, des contrôles visant à rechercher la présence de corrosion.

Copies :

ASN/DG	M.	Le directeur général de l'Autorité de sûreté nucléaire
ASN/DRC	Mme	La directrice des installations de recherche, des déchets et du cycle (2 exemplaires)
	M.	KASSIOTIS
	Mme	BELOT
ASN/DIVISION DE LYON	MM.	Le chef de division IDIR