

Fontenay-aux-Roses, le 26 avril 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2017-00145

Objet : Institut Laue-Langevin

Réacteur à haut flux (INB n° 67)

Modification du contrôle-commande du système d'arrêt d'urgence

- Réf.
1. Lettre ASN Codep-Lyo-2016-049283 du 15 décembre 2016
 2. Décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 modifié
 3. Avis IRSN/2017-00063 du 17 février 2017

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur une demande d'autorisation de modification du système d'arrêt d'urgence du réacteur formulée par l'Institut Laue-Langevin (ILL), exploitant du réacteur à haut flux (RHF) situé à Grenoble.

1 Contexte

Le RHF délivre aux scientifiques des faisceaux de neutrons calibrés et guidés à l'aide de canaux horizontaux. Le réacteur fonctionne avec un seul élément combustible annulaire, composé de plaques en uranium enrichi en ^{235}U , disposées entre deux viroles concentriques. Le réacteur comporte un circuit primaire, légèrement pressurisé, dans lequel circule en convection forcée de l'eau lourde qui assure le rôle de caloporteur, de modérateur et de réflecteur. Le bloc-pile, qui supporte l'élément combustible (*i.e.* le cœur du réacteur), repose sur le fond de la piscine du réacteur remplie d'eau légère. Il comprend, outre les canaux expérimentaux, un caisson en eau lourde et une structure supérieure comportant notamment une cheminée centrale, dont la partie inférieure, située en partie dans le caisson en eau lourde, sert de guide à la tête de l'élément combustible (cf. Figure en annexe).

L'ILL procède actuellement au réexamen de sûreté du RHF dont les conclusions seront transmises à l'ASN au plus tard au début du mois de novembre prochain. Les études réalisées par l'ILL dans ce cadre le conduisent à demander l'autorisation de procéder à une modification du système d'arrêt d'urgence du réacteur qui déclenche la chute des barres de sécurité en cas de détection d'anomalies lorsque le réacteur est en fonctionnement.

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

Cette modification comprend d'une part, le remplacement des anciens relais de sécurité du système de contrôle-commande par des relais neufs de technologie différente, d'autre part, la mise en place d'une nouvelle cause d'arrêt d'urgence du réacteur.

2 Remplacement des relais de sécurité

L'ILL souhaite modifier les relais de sécurité du système d'arrêt d'urgence du réacteur et les cartes électroniques associées implantés dans les armoires de contrôle-commande de l'installation. Les relais concernés sont les relais de traitement des informations entrant dans la logique de contrôle-commande du système d'arrêt d'urgence et les relais finaux permettant de couper l'alimentation des électroaimants qui maintiennent les barres de sécurité en position haute lorsque le réacteur est en fonctionnement.

Les relais de sécurité du contrôle-commande du système d'arrêt d'urgence actuellement en place ne sont plus fabriqués et l'ILL souhaite pouvoir les remplacer par des relais neufs, de modèle différent, disposant des caractéristiques suivantes :

- il s'agit de relais de type A selon la norme EN 50205¹ (type tout ou rien mécaniquement liés) dont la technologie est de fiabilité supérieure à celle des relais actuellement en place et permet la remontée d'informations quant à l'état des relais ;
- les plages de fonctionnement en température des relais sont en accord avec les conditions d'ambiance du local (température régulée par un système de climatisation) ;
- le courant nominal de déclenchement des relais est inférieur à celui qui est nécessaire au déclenchement des relais en place, ce qui est de nature à limiter les risques d'échauffement ;
- le temps d'ouverture des contacts des relais est du même ordre de grandeur que celui des relais actuels, ce qui n'induit pas de régression s'agissant du temps de réaction global du système d'arrêt d'urgence.

L'ILL rappelle en outre que l'environnement électromagnétique dans lequel sont implantés les relais est globalement favorable (absence de perturbateurs avérés dans la salle électronique) et que les relais sont alimentés par une tension continue ce qui permet de garantir l'absence de courants induits sur les autres circuits électriques situés à proximité.

Par ailleurs, l'ILL indique que les cartes électroniques sur lesquelles ces relais sont soudés seront remplacées par des cartes de conception similaire (logique de déclenchement à manque de tension) munies de dispositifs de filtrage des surtensions.

Enfin, l'ILL précise que les caractéristiques fonctionnelles des cartes et des relais seront testées avant et après leur mise en place dans les armoires électriques du contrôle-commande. Les essais avant montage incluront également la mesure des temps de commutation des relais et la vérification du bon fonctionnement des dispositifs de filtrage des surtensions mis en œuvre.

L'IRSN considère que le remplacement des relais de sécurité actuels du système d'arrêt d'urgence du réacteur par les nouveaux relais décrits ci-dessus, dans les conditions précisées par l'ILL, est acceptable.

¹ La norme européenne EN 50205 intitulée « relais de type tout ou rien à contacts guidés (liés) » spécifie les dispositions et essais spéciaux pour les relais élémentaires à contacts liés mécaniquement. La classe A de cette norme désigne les relais pour lesquels l'ensemble des contacts sont liés.

3 Mise en place d'une nouvelle cause de déclenchement de la chute des barres de sécurité en cas de brèche sur la partie inférieure de la cheminée centrale du bloc-pile

Le refroidissement du cœur du réacteur par l'eau lourde s'effectue *via* une circulation fluide descendante à l'intérieur de l'élément combustible, l'eau lourde pénétrant dans le cœur par l'intermédiaire de la cheminée centrale du bloc-pile. À la sortie de l'élément combustible, l'eau lourde est diffusée dans le caisson du bloc-pile et remonte jusqu'au couvercle de celui-ci sur lequel est raccordé le tube de sortie (cf. Figure en annexe).

Les études réalisées par l'ILL dans le cadre du réexamen de sûreté en cours identifient que la détection d'une brèche qui affecterait la partie inférieure de la cheminée centrale du réacteur, située dans le caisson en eau lourde, n'est pas garantie. En cas de brèche affectant la partie inférieure de la cheminée centrale, l'eau lourde en provenance de la cheminée s'écoulerait par la brèche, directement dans le caisson en eau lourde. Ceci aurait pour conséquence de réduire le débit d'eau lourde traversant l'élément combustible, ce qui est susceptible de dégrader le refroidissement du cœur, et d'entraîner une augmentation du débit d'eau lourde en sortie de caisson, alors même que l'inventaire total en eau lourde du circuit primaire ne serait pas modifié.

La présente modification consiste à mettre en place une nouvelle cause d'arrêt d'urgence du réacteur sur détection, par les débitmètres actuellement en place en amont des pompes primaires, d'un débit d'eau lourde anormalement élevé en aval du bloc-pile. L'ILL prévoit de fixer le seuil de détection à une valeur correspondant à 105 % de la valeur du débit nominal indiquée dans le rapport de sûreté. Cette valeur est également déterminée afin de limiter le risque d'arrêt d'urgence induit par des fluctuations de débit autour de sa valeur nominale lors du fonctionnement normal du réacteur. **Au regard des éléments présentés par l'ILL, l'IRSN considère que la mise en place d'une nouvelle cause d'arrêt d'urgence du réacteur sur détection de débit anormalement élevé en aval du bloc-pile est acceptable.**

S'agissant du caractère adapté de la modification au regard de l'objectif de détection d'une brèche en partie inférieure de la cheminée centrale, l'ILL a précisé au cours de l'instruction qu'une fuite en partie inférieure de la cheminée centrale, qui pourrait ne pas être détectée si la valeur du seuil précité était fixée trop haute, ne conduirait pas à un endommagement du combustible. À cet égard, à partir de la perte de charge évaluée aux bornes de l'élément combustible et des caractéristiques des pompes du circuit primaire, l'ILL évalue qu'une augmentation du débit nominal en sortie de caisson de 5 % traduirait une diminution du débit de refroidissement dans l'élément combustible inférieure à 8 %. L'estimation de la perte de charge aux bornes de l'élément combustible est issue de l'étude thermohydraulique d'une lame d'eau (canal d'eau situé entre deux plaques de l'élément combustible) transmise par l'ILL dans le cadre de l'instruction du comportement mécanique des doigts de gants du réacteur, à l'issue de laquelle l'IRSN a émis l'avis cité en troisième référence. Cette étude conclut également à la présence de marges importantes dans le dimensionnement des conditions de refroidissement du cœur du RHF à la puissance maximale autorisée, l'absence d'ébullition en paroi des plaques combustibles étant, selon cette étude, démontrée pour une puissance thermique majorée de 50 %. L'ILL en conclut que le seuil retenu sur le débit en aval du bloc-pile est suffisamment bas et que, en tout état de cause, le refroidissement du cœur resterait assuré en cas de fuite ou de brèche de faible importance au niveau de la partie inférieure de la cheminée centrale. **Le raisonnement développé par l'ILL n'appelle pas à ce stade de remarque de la part de l'IRSN. Il convient toutefois de préciser que l'étude thermohydraulique précitée, support à la justification présentée par l'ILL, fera l'objet d'une évaluation approfondie de l'IRSN dans le cadre plus général de l'instruction du dossier de réexamen de sûreté du RHF.**

Enfin, l'ILL mentionne, dans son dossier, une prochaine demande d'autorisation de modification concernant la mise en place d'un arrêt automatique de l'ensemble des pompes primaires en cas de détection de brèche en partie inférieure de la cheminée principale. L'arrêt des pompes primaires est en effet nécessaire après un tel événement afin qu'un

refroidissement du cœur en convection naturelle puisse s'instaurer, *via* la mise en communication de la cheminée et du caisson en eau lourde par l'ouverture des clapets de convection naturelle.

4 Conclusion

En conclusion de son évaluation, sur la base des documents examinés, l'IRSN estime acceptable, du point de vue de la sûreté, le remplacement des relais de sécurité du système d'arrêt d'urgence du réacteur et la mise en place d'une nouvelle cause de chute des barres de sécurité visant à limiter les conséquences d'éventuelles brèches en partie inférieure de la cheminée centrale du bloc-pile du RHF, tels que présentés par l'ILL.

Pour le Directeur général et par délégation,

Franck BIGOT

Adjoint au Directeur de l'Expertise de Sûreté

Schéma du bloc-pile et scénario de l'accident de brèche de la partie inférieure de la cheminée centrale

