

Fontenay-aux-Roses, le 15 février 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2018-00037

Objet : Institut Laue-Langevin - Réacteur à haut flux (INB n° 67)
Modification temporaire du chapitre 0 des règles générales d'exploitation -
Abaissement du seuil minimal du taux de comptage des chaînes de démarrage

Réf. Lettre ASN CODEP-DRC-2018-004038 du 24 janvier 2018

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 de modification temporaire du chapitre 0 des règles générales d'exploitation (RGE) du réacteur à haut flux (RHF), formulée en décembre 2017 par l'Institut Laue-Langevin (ILL), exploitant de cette installation nucléaire de base située à Grenoble. Cette demande de modification porte sur l'abaissement du seuil minimal du taux de comptage neutronique des chaînes de démarrage lors du prochain démarrage du réacteur uniquement, actuellement prévu en mars 2018.

Le RHF est un réacteur d'une puissance thermique de 58,3 MWth, dont le cœur est composé d'un seul élément combustible enrichi en isotope 235 de l'uranium, refroidi et modéré par un circuit primaire en eau lourde. Après son passage dans le cœur, l'eau lourde est répartie au sein du bidon réflecteur qui entoure le cœur, assurant ainsi le rôle de réflecteur neutronique. La réactivité du cœur est ajustée par une barre de pilotage s'insérant, par le dessous, dans la cavité centrale de l'élément combustible. La chute des cinq barres de sécurité dans le bidon réflecteur, en périphérie du cœur, assure la protection du cœur. Des doigts de gant, qui pointent dans le bidon réflecteur, permettent d'extraire et de guider les neutrons produits en vue de leur utilisation par les expérimentateurs et les chercheurs. Le bloc-pile du réacteur, constitué notamment du bidon réflecteur et des doigts de gant, repose au fond de la piscine en eau légère du réacteur.

Le contrôle du réacteur et son suivi sont assurés par deux ensembles de chaînes distinctes suivant que le réacteur fonctionne à basse ou haute puissance, la commutation entre les deux régimes de puissance étant effectuée manuellement depuis la salle de commande lorsque la puissance est comprise entre 0,1 et 0,2 fois la puissance nominale. En régime basse puissance, la puissance du cœur est évaluée à partir de trois chaînes de démarrage. Chaque chaîne de démarrage est constituée d'une chambre à fission mobile, qui mesure un taux de comptage

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

représentatif du flux neutronique, et d'un contrôle-commande associé. Afin d'assurer la représentativité de cette mesure sur une large gamme de flux neutronique, les chambres sont, en fonction du taux de comptage mesuré, rapprochées ou éloignées du cœur par le contrôle-commande. La puissance du réacteur est évaluée à partir du taux de comptage neutronique et de la position des chambres à fission.

La protection principale du cœur en régime basse puissance est la limitation du temps de doublement de la puissance, ce qui garantit que le réacteur est pilotable (absence de criticité prompte). L'atteinte d'un seuil minimal du temps de doublement de la puissance déclenche la mise en sécurité du réacteur par la chute des barres de sécurité. Par ailleurs, pour s'assurer que le taux de comptage mesuré reste dans la plage nominale de fonctionnement des chaînes de démarrage, le franchissement d'un seuil minimal ou d'un seuil maximal du taux de comptage conduit à l'impossibilité de lever les barres de sécurité si ces dernières sont insérées ou à leur chute si elles sont en position haute. Le seuil minimal du taux de comptage N_0 est fixé à 5 coups/s dans le chapitre 0 des RGE, bien que la plage nominale de fonctionnement des chaînes de démarrage s'étende jusqu'à 1 coup/s.

Lors de la divergence du réacteur, le flux neutronique doit pouvoir être évalué de manière représentative afin d'assurer la maîtrise de la réactivité du cœur. Or, à l'arrêt, un bruit de fond ambiant, engendré par l'électronique et les neutrons résiduels présents dans l'eau lourde, est mesuré par les chaînes de démarrage. Les mesures relevées sont généralement faibles, hors de la plage nominale de fonctionnement et caractérisées par des variations qui peuvent être significatives. Une production complémentaire de neutrons stable et différentiable du bruit de fond est par conséquent nécessaire pour que les mesures demeurent dans la plage nominale de fonctionnement des chaînes de démarrage. Celle-ci est apportée par une source de démarrage placée à proximité du cœur.

La source de démarrage est constituée d'antimoine entouré de béryllium. Lorsque le réacteur est en fonctionnement, la source de démarrage est maintenue à proximité du cœur, ce qui permet, par capture neutronique, la production de l'isotope 124 de l'antimoine à partir de l'isotope 123 stable. L'émission de rayonnements gamma qui accompagne la désintégration de l'isotope 124 de l'antimoine entraîne la désintégration du béryllium et l'émission de neutrons. D'une demi-vie de 60,2 jours, la présence de l'isotope 124 de l'antimoine garantit une production de neutrons suffisante jusqu'à plusieurs mois après l'arrêt du réacteur et permet ainsi la réutilisation de la source pour le démarrage suivant du réacteur.

Le RHF est à l'arrêt pour maintenance et travaux depuis le 8 mars 2017. Son prochain démarrage, initialement prévu en septembre 2017, devrait désormais intervenir en mars 2018. Pour ce démarrage, l'ILL estime ainsi que la production de neutrons par la source de démarrage pourrait ne pas être suffisante pour garantir une mesure du taux de comptage par les chaînes de démarrage supérieure au seuil N_0 de 5 coups/s actuellement mentionné dans les RGE. La demande de modification de l'ILL porte ainsi sur l'abaissement temporaire de ce seuil N_0 à 2 coups/s de manière à assurer la possibilité de démarrer le réacteur jusqu'à mai 2018, dans l'éventualité d'aléas supplémentaires. L'ILL a transmis, en support de sa demande de modification, des éléments visant à justifier l'acceptabilité de cette modification du point de vue de la sûreté.

L'ILL a ainsi indiqué que la configuration du cœur pour le prochain démarrage, connue avec précision, est presque identique à celle du dernier cycle de fonctionnement du réacteur :

- la conformité neutronique de l'élément combustible est vérifiée au préalable de chaque démarrage, à l'aide d'une maquette sous-critique permettant d'estimer la quantité présente

d'isotope 235 de l'uranium et d'isotope 10 du bore (ce poison consommable est disposé aux extrémités de l'élément combustible) ;

- la géométrie et les propriétés physiques du bloc-pile sont proches de celles du dernier cycle de fonctionnement. En particulier, les doigts de gants H3 et H8 ont été remplacés à l'identique (équipements sous pression nucléaire devant respecter des exigences de qualité spécifiques). Par ailleurs, l'augmentation de réactivité liée à la suppression du doigt de gant H6-H7 et à l'augmentation du volume d'eau lourde dans le bidon réflecteur est estimée par l'ILL à une valeur inférieure à 200 pcm, ce qui peut être compensé par l'anti-réactivité de la barre de pilotage, dont la valeur minimale est fixée à 2000 pcm dans les RGE ;
- les caractéristiques de l'eau lourde demeurent inchangées.

L'IRSN considère que ces éléments sont de nature à faciliter la conduite du réacteur par les opérateurs lors du démarrage, ce qui est satisfaisant.

La justification de l'ILL s'appuie également sur l'écart entre le bruit de fond mesuré sans la source de démarrage et la valeur du seuil N_0 retenue de 2 coups/s, d'un rapport supérieur à 2,7 (le bruit de fond moyen mesuré en novembre 2017 est de 0,70 à 0,74 coups/s, suivant la chaîne de démarrage). L'ILL a indiqué, en cours d'instruction, que la variabilité de la mesure du bruit de fond restait faible, en tout état de cause inférieure à 2,5 % du taux de comptage moyen. Il est par ailleurs à noter que la valeur de 2 coups/s retenue pour le seuil N_0 est bien située dans la plage nominale de fonctionnement des chaînes de démarrage. **L'IRSN considère que la marge entre le bruit de fond et un seuil N_0 égal à 2 coups/s est suffisante pour assurer la représentativité de l'évaluation du flux neutronique lors de la divergence, le bruit de fond étant relativement faible compte tenu de la durée exceptionnellement longue de l'arrêt en cours du réacteur. L'IRSN rappelle par ailleurs que l'utilisation d'une source de démarrage, indépendamment de son activité, n'a pas d'incidence sur le temps de doublement de la puissance du cœur.**

En conclusion, sur la base des documents examinés, l'IRSN estime acceptable, du point de vue de la sûreté, la demande de modification temporaire du chapitre 0 des RGE portant sur l'abaissement du seuil minimal du taux de comptage neutronique des chaînes de démarrage pour le premier démarrage du réacteur de l'année 2018.

Pour le Directeur général et par délégation,

Marc PULTIER

Chef du service de sûreté des installations
de recherche et des réacteurs en démantèlement