

Fontenay-aux-Roses, le 9 mars 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2017-00079

Objet : Institut Laue-Langevin
Réacteur à haut flux (INB n° 67)
Mise en service du circuit d'eau de nappe (CEN)

Réf. 1. Lettre ASN CODEP-DRC-2016-020946 du 8 juin 2016
2. Lettre ASN CODEP-DRC-2013-047773 du 23 août 2013
3. Décision ASN n° 2012-DC-0312 du 10 juillet 2012
4. Décision ASN n° 2013-DC-0381 du 21 novembre 2013
5. Lettre ASN CODEP-DRC-2013-047626 du 22 août 2013
6. Lettre ASN CODEP-DRC-2016-016482 du 18 mai 2016
7. Lettre ASN CODEP-DRC-2016-008971 du 7 mars 2016

Par la 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 la demande d'autorisation de mise en service du circuit d'eau de nappe (CEN) 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, d'une puissance thermique de 58,3 MWth, fonctionne avec un seul élément combustible constitué à partir d'uranium enrichi en ²³⁵U et refroidi par un circuit primaire en eau lourde. Le bloc-pile, qui supporte l'élément combustible (*i.e.* le cœur du réacteur), repose sur le fond de la piscine en eau légère du réacteur. Le canal de transfert, adjacent à la piscine réacteur, est divisé en trois canaux. Parmi ces canaux, le canal 1 est directement connecté à la piscine du réacteur tant que l'élément combustible est présent dans le bloc-pile et le canal 2 est notamment dédié à l'entreposage des éléments combustibles usés.

La mise en service du CEN s'inscrit dans le cadre du renforcement du RHF que l'ILL s'est engagé à mener au titre du retour d'expérience de l'accident survenu à la centrale de Fukushima-Daiichi. Le CEN participe, au moyen d'une alimentation en eau de la piscine du réacteur et du canal 2, à la prévention d'un accident grave (*i.e.* avec fusion du cœur) susceptible de survenir à la suite d'un événement extrême de type séisme « noyau dur » (SND). À cet égard, le CEN est constitué de deux voies d'injection indépendantes (appelées voies A et

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

B), chacune dimensionnée pour délivrer un débit d'eau de $250 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. L'eau injectée par le CEN provient de pompages dans la nappe phréatique ou de la récupération de fuites qui proviendraient de la piscine du réacteur ou du canal de transfert (fonctionnement en mode « recirculation »). Le CEN intervient en complément du circuit de renoyage ultime (CRU) qui vise à prévenir le risque de dénoyage du cœur par la mise en communication du circuit primaire en eau lourde avec la piscine du réacteur immédiatement après l'occurrence d'une brèche, notamment à la suite d'une agression extrême. Par ailleurs, le circuit d'eau de secours (CES) permet l'injection d'eau dans le bloc-pile, la piscine du réacteur ou le canal 2 à partir des éventuelles fuites de la piscine du réacteur ou du canal de transfert qui atteindraient le dernier sous-sol du bâtiment réacteur.

Les dispositions retenues pour la conception et le dimensionnement du débit du CEN, présentées par l'ILL en 2013 dans le cadre d'un dossier d'options de sûreté (DOS), ont fait l'objet de la lettre de l'ASN citée en deuxième référence.

Conformément à la lettre citée en première référence, l'IRSN a examiné le dimensionnement des équipements mécaniques du CEN et des structures de génie civil réalisées pour permettre les pompages dans la nappe phréatique et l'acheminement de l'eau dans le bâtiment réacteur. L'IRSN a également évalué la pertinence des dispositions de contrôle-commande prévues par l'ILL en lien avec la mise en œuvre du CEN, ainsi que la capacité de ce dernier à délivrer le débit d'injection retenu pour le dimensionnement. **La capacité à refroidir correctement le cœur du réacteur en situation « noyau dur » au moyen de l'action combinée des circuits de renoyage dédiés sera évaluée dans le cadre du prochain réexamen de sûreté du RHF dont la transmission du dossier est prévue fin 2017. Elle ne fait pas l'objet de la présente évaluation.**

L'ASN souhaite par ailleurs que l'IRSN indique si les éléments transmis par l'ILL :

- permettent de satisfaire à la prescription [ILL-INB67-ECS 05 II] de la décision citée en troisième référence et s'ils s'inscrivent dans le cadre des exigences « noyau dur » définies par les prescriptions [ILL-INB67-ND 01], [ILL-INB67-ND 02], [ILL-INB67-ND 04] et [ILL-INB67-ND 05] de la décision citée en quatrième référence ;
- répondent aux demandes n°1 et 5 de la lettre citée en deuxième référence portant respectivement sur le comportement des ancrages du bloc-pile en cas de SND et sur le caractère suffisant de la profondeur des puits de pompages eu égard au risque de rabattement de la nappe phréatique en cas de séisme ;
- répondent à la partie suivante de la demande n°4 de la lettre citée en deuxième référence demandant à l'ILL « *d'étudier le risque d'affouillement, en cas d'inondation extrême, [...] des puits du CEN et du bâtiment ILL4* » ;
- répondent à la demande n°2 de la lettre citée en cinquième référence relative à l'analyse du risque d'affouillement et à la prise en compte des chargements dus aux poussées dynamiques de l'eau en cas d'inondation extrême.

2 Exigences fonctionnelles assignées au CEN

La description du circuit et les exigences fonctionnelles retenues pour la mise en service du CEN, conformes aux éléments présentés au stade du DOS, n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN. Celui-ci considère en outre que les évolutions du cheminement des tuyauteries du CEN mentionnées dans le dossier transmis en support de la demande d'autorisation de mise en service n'ont pas d'incidence sur la démonstration de sûreté.

3 Dimensionnement du débit d'injection du CEN

L'estimation du débit d'injection du CEN présentée dans le cadre du DOS s'appuie sur un scénario de brèches affectant le circuit d'eau lourde du réacteur et le canal de transfert à la suite d'un SND. Ce scénario suppose cependant que la tenue des ancrages du bloc-pile en fond de la piscine du réacteur soit assurée en cas d'agression de cette nature. Ce point a fait l'objet d'une demande de compléments de l'ASN par la lettre citée en deuxième référence. Dans le dossier support à la demande d'autorisation de mise en service du CEN, l'ILL indique que les marges prises en compte lors de la conception du bloc-pile en 1992¹ sont suffisantes pour garantir la tenue des ancrages en cas de SND. Même si la démarche générale de l'ILL visant à comparer les accélérations subies par les ancrages pour les deux niveaux de séisme est acceptable, l'IRSN relève que les spectres d'accélération respectifs ont été déterminés selon des modélisations différentes du bloc-pile. Compte tenu du fait que le bloc-pile fait partie intégrante du « noyau dur » passif du RHF, l'IRSN estime que l'ILL doit consolider, sur la base d'une modélisation adaptée, les extrapolations effectuées au SND afin de compléter la réponse à la demande n° 1 de la lettre citée en deuxième référence. À cet égard, l'ILL a indiqué lors de l'instruction qu'une étude mécanique complète du bloc-pile sera réalisée dans le cadre du réexamen de sûreté du RHF dont la transmission du dossier est prévue fin 2017. Ce point fait l'objet de l'observation n° 1 formulée en annexe 2 au présent avis.

Par la lettre citée en deuxième référence, l'ASN a demandé à l'ILL d'intégrer, dans l'étude de faisabilité des pompages dans la nappe présentée au stade du DOS, l'hypothèse d'un effacement du barrage de Saint-Égrève, situé sur le Drac en aval du RHF, à la suite d'un SND. En vue de la mise en service du CEN, l'ILL a réalisé des calculs complémentaires visant à répondre à cette demande qui concluent au maintien du niveau de la nappe en cas de rupture du barrage précité. **Les résultats présentés par l'ILL n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.** Ils mettent en outre en évidence que si la rupture du « seuil ILL² » situé sur le Drac, en amont du RHF, peut conduire à un abaissement significatif du niveau de la nappe, cet abaissement ne serait pas de nature à remettre en cause la capacité des puits du CEN à pomper le débit d'eau requis. Aussi, l'IRSN considère que les éléments présentés par l'ILL permettent de répondre à la question de sûreté portée par la demande n° 5 de la lettre citée en deuxième référence.

¹ Un nouveau bloc-pile, toujours en place actuellement dans le réacteur, a été installé en 1994.

² « Un seuil en rivière est un ouvrage, fixe ou mobile, qui barre tout ou partie du lit mineur contrairement au barrage qui, lui, barre plus que le lit mineur. La présence d'un seuil crée une surélévation de la ligne d'eau en amont du seuil, une section de contrôle hydraulique au niveau du seuil [...], suivie d'une zone de rapides sur le parement aval ». Définition donnée par le Service d'administration nationale des données et référentiels sur l'eau (SANDRE).

4 Dimensionnement mécanique du CEN

L'ILL a modélisé le CEN en plusieurs tronçons afin de vérifier la tenue des tuyauteries et de leurs supportages à différents chargements correspondant aux situations de fonctionnement retenues pour le circuit. **L'IRSN estime que les chargements considérés par l'ILL et les résultats qui en découlent sont globalement satisfaisants.** L'IRSN note toutefois que l'enceinte en béton du réacteur et la dalle du hall réacteur sur lesquelles reposent des portions du CEN sont désolidarisées et que, dès lors, leur déplacement différentiel en cas de séisme pourrait induire des contraintes supplémentaires, non évaluées à ce stade par l'ILL, sur les tuyauteries situées à l'interface de ces deux structures. L'IRSN estime nécessaire que la tenue, en cas de SND, des tronçons de tuyauteries du CEN concernés soit justifiée. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 formulée en annexe 1 au présent avis.**

En revanche, les études présentées par l'ILL visant à justifier le dimensionnement au SND des tuyauteries de liaison entre les puits de pompage et le bâtiment réacteur prennent bien en compte les déplacements différentiels entre les puits et les bâtiments de liaison (respectivement le bâtiment ILL5E pour la voie A du CEN et le regard de liaison avec le bâtiment ILL4 pour la voie B du CEN). **Ceci est satisfaisant. La méthode utilisée par l'ILL et les résultats qui en sont issus n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.**

L'ILL a également vérifié le dimensionnement au SND des puits de pompage (tubage extérieur, tuyau auquel est suspendue la pompe). **L'IRSN considère que les études réalisées sont satisfaisantes, même si la tenue des vis de fixation de la pompe au tuyau auquel elle est accrochée n'a pas été justifiée par l'ILL.** Sur ce point, l'ILL a indiqué lors de l'instruction qu'une étude, en cours de réalisation, sera transmise dès que possible.

Par ailleurs, les études définitives des structures de génie civil mises en place dans le cadre de la mise en service du CEN (têtes de puits et bâtiments de liaison) n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.

Enfin, l'ILL a indiqué que les pompes des puits seront qualifiées dans des conditions représentatives (suspension à un tuyau maintenu par la tête de puits et centré par des espaceurs) grâce à la réalisation d'un dispositif spécifique. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 2 formulée en annexe 2 au présent avis.** De manière générale, la qualification sismique des vannes et des pompes est réalisée sur table vibrante. **Les résultats concernant les vannes n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.** Les rapports de qualification des pompes des puits et des pompes de reprise du CEN sont en cours de finalisation. **La qualification au SND des différentes pompes du CEN devra être prononcée avant la mise en service effective du CEN.**

5 Dimensionnement du contrôle-commande du CEN

L'IRSN note que les fonctions assignées au système de contrôle-commande du CEN en vue de la mise en service sont globalement conformes à celles présentées au stade du DOS. **Les quelques évolutions identifiées par l'IRSN depuis le DOS n'ont pas d'incidence défavorable sur la sûreté.**

Par ailleurs, il convient de noter que l'architecture et les exigences retenues pour le contrôle-commande du CEN sont similaires à celles définies pour le circuit de dégonflage sismique (CDS) de l'enceinte, autre système

nouveau du « noyau dur » du RHF, dont la mise en service a été autorisée par la lettre citée en sixième référence. La demande n°1 formulée dans ce courrier, relative aux équipements programmés de catégorie B³ des armoires de contrôle-commande, est également applicable aux équipements programmés du CEN. L'ILL a précisé à ce sujet qu'une étude était en cours, sur la base de laquelle il a transmis, lors de l'instruction, des résultats préliminaires. L'IRSN estime que les premiers éléments présentés sont favorables, mais que la démarche de l'ILL doit être menée jusqu'à son terme.

Enfin, l'IRSN note que la qualification sismique des armoires de contrôle-commande et des synoptiques de conduite n'est pas encore finalisée. **Celle-ci devra en tout état de cause être prononcée avant la mise en service effective du CEN.**

6 Mise à jour du référentiel de sûreté

En support à la demande d'autorisation de mise en service du CEN, l'ILL a transmis une mise à jour du référentiel de sûreté du RHF. À cet égard, l'IRSN note que les contrôles et essais périodiques (CEP) des pompes de reprise décrits dans la proposition de modification des règles générales d'exploitation (RGE) diffèrent des CEP précisés dans le dossier de demande de mise en service. **Nonobstant cette incohérence, l'IRSN considère que les dispositions d'essais périodiques mentionnées dans le projet de RGE n°5 sont acceptables et doivent être retenues.**

Toutefois, l'IRSN note que la procédure d'essai hydraulique ne permet pas de vérifier le débit d'injection d'eau de la voie du CEN alimentant la piscine du réacteur et le compartiment n°1 du canal de transfert. **L'IRSN considère que ceci n'est pas satisfaisant pour un circuit du « noyau dur ». Ce point fait l'objet de la recommandation n°2 formulée en annexe 1 au présent avis.**

Les autres modifications du référentiel proposées par l'ILL n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.

7 Risque d'affouillement et prise en compte des pressions dynamiques de l'eau

L'analyse du risque d'affouillement sur le site du RHF à la suite de la rupture des barrages situés en amont sur le Drac, qui a fait l'objet de la lettre de l'ASN citée en septième référence, permet à l'IRSN de conclure que les dispositions de protection des puits du CEN sont adaptées et que le bâtiment ILL4, protégé du front d'inondation par les bâtiments ILL2 et ILL3, présente un risque d'affouillement limité. **Ceci permet de répondre à la question de sûreté portée par la demande n°4 de la lettre citée en deuxième référence.**

Par ailleurs, l'IRSN considère que les pressions dynamiques de l'eau induite sur les bâtiments ILL5E et ILL5F en cas d'inondation extrême ne sont pas de nature à remettre en cause le dimensionnement du génie civil de ces bâtiments. **Aussi, ceci permet de répondre à la question de sûreté portée par la demande n°2 de la lettre citée en cinquième référence.**

³ Au sens de la norme CEI 62138 relative à l'Instrumentation et au contrôle-commande importants pour la sûreté.

8 Conclusion

En conclusion de son évaluation, sur la base des documents examinés, l'IRSN estime acceptable, du point de vue de la sûreté, la mise en service du CEN, sous réserve de la prise en compte des recommandations et des observations formulées en annexes au présent avis.

L'IRSN considère par ailleurs que les éléments transmis par l'ILL :

- permettent, d'une part de satisfaire à la prescription [ILL-INB67-ECS 05 II] de la décision citée en troisième référence, d'autre part s'inscrivent dans le cadre des exigences « noyau dur » définies par les prescriptions [ILL-NB67-ND 01], [ILL-INB67-ND 02] et [ILL-INB67-ND 04] de la décision citée en quatrième référence, sous réserve des compléments listés en annexes ;
- répondent aux questions de sûreté portées, d'une part par les demandes n° 4 et 5 de la lettre citée en deuxième référence, d'autre part par la demande n° 2 de la lettre citée en cinquième référence.
- doivent être complétés pour répondre à la demande n° 1 de la lettre citée en deuxième référence.

Enfin, le respect de l'exigence définie par la prescription [ILL-NB67-ND 05] de la décision citée en quatrième référence repose essentiellement, pour ce qui concerne le CEN, sur la justification du comportement de l'enceinte métallique en cas d'agression extrême, au sujet de laquelle des demandes ont été formulées par lettre citée en sixième référence.

Pour le Directeur général, par délégation,

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au directeur de l'expertise de sûreté

Annexe 1 à l'Avis IRSN/2017-00079 du 9 mars 2017

Recommandations

Recommandation n° 1 :

L'IRSN recommande que l'ILL vérifie que les effets des déplacements différentiels des structures de génie civil sur lesquelles sont ancrés les supports des tronçons A2 et B2 du CEN ne sont pas de nature à endommager les tuyauteries correspondantes. Le cas échéant, l'ILL devra mettre en œuvre des dispositions permettant un découplage mécanique adéquat des deux parties d'un même tronçon.

Recommandation n° 2 :

L'IRSN recommande que l'ILL mette en place un essai périodique du débit d'injection d'eau du CEN dans le canal 1 et la piscine du réacteur. Il précisera les dispositions retenues à cet effet en tenant compte du retour d'expérience de l'essai de qualification initial des voies d'injection du CEN.

Annexe 2 à l'Avis IRSN/2017-00079 du 9 mars 2017

Observations

Observation n° 1 :

L'ILL s'est engagé à réaliser, dans le cadre du réexamen de sûreté de 2017, une nouvelle étude mécanique complète du bloc-pile.

Observation n° 2 :

L'ILL s'est engagé à réaliser la qualification des pompes situées à l'extérieur du bâtiment réacteur dans des conditions représentatives des mouvements subis dans les puits.