

Fontenay-aux-Roses, le 4 novembre 2020

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2020-00173

Objet : Institut Laue-Langevin
INB n° 67 - Réacteur à haut flux (RHF)
Réexamen périodique de l'installation

Réf. : [1] Lettre ASN CODEP-DRC-2019-005870 du 29 mars 2019.
[2] Lettre ASN CODEP-DRC-2013-0033055 du 8 juillet 2013.
[3] Lettre ASN CODEP-DRC-2016-0016482 du 18 mai 2016.

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a demandé l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur le dossier relatif au troisième réexamen périodique de l'installation nucléaire de base (INB) n° 67 dénommée réacteur à haut flux (RHF), transmis en novembre 2017.

L'INB n° 67, implantée à Grenoble, abrite un réacteur de recherche dont la mission est de mettre à la disposition des scientifiques des faisceaux intenses de neutrons thermiques et des moyens expérimentaux utilisables dans divers domaines de recherche tels que la physique nucléaire, la physique du solide, la chimie ou la biologie. D'une puissance thermique nominale de 58,3 MW, ce réacteur, de type piscine, fonctionne avec un seul élément combustible (EC) modéré et refroidi par un circuit primaire en eau lourde, légèrement pressurisé. La première divergence du réacteur a eu lieu le 31 août 1971.

À l'issue des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) menées dans le cadre du retour d'expérience de l'accident survenu en 2011 à la centrale de Fukushima-Daiichi, l'Institut Laue-Langevin (ILL), exploitant de l'INB n° 67, a défini et mis en place un « noyau dur » de dispositions techniques et organisationnelles afin de prévenir et de maîtriser, en cas de situations d'agressions naturelles extrêmes¹, les accidents de fusion du cœur du RHF susceptibles de survenir dans ces conditions.

L'ILL souhaite faire fonctionner le RHF au-delà de 2030, jusqu'au fonctionnement nominal de la source européenne de spallation actuellement en construction en Suède.

¹ Agressions d'origine naturelle dont la sévérité dépasse celle considérée pour le dimensionnement de l'installation.

Le présent avis expose les principales conclusions de l'expertise, par l'IRSN, du dossier relatif au troisième réexamen périodique de l'INB n° 67. Il tient compte des informations transmises par l'ILL lors de l'expertise de ce dossier, ainsi que des engagements pris par celui-ci auprès de l'ASN en juillet 2020.

1. DÉMARCHE DE RÉEXAMEN PÉRIODIQUE

La démarche retenue par l'ILL pour le réexamen périodique de l'INB n° 67 comprend :

- un bilan de fonctionnement de l'installation et une analyse du retour d'expérience ;
- une réévaluation de sûreté, pour laquelle l'ILL a réalisé une analyse des incidents, accidents, agressions internes et externes, essentiellement structurée autour d'une démarche par conditions de fonctionnement (CF). Cette analyse a permis à l'ILL de définir les équipements importants et les activités importantes pour la protection des intérêts (respectivement EIP et AIP) nécessaires pour assurer la maîtrise de la sûreté de l'installation ;
- un examen de conformité réglementaire et technique qui a porté sur un nombre important d'EIP de l'installation ;
- un plan d'actions de mise en conformité et d'amélioration de la sûreté de l'installation, établi à l'issue du réexamen.

Dans ce cadre, l'IRSN note que l'un des objectifs fixés par l'ILL pour le réexamen périodique est la consolidation et l'intégration technique et documentaire des dispositions qu'il a mises en œuvre à l'issue de l'ECS.

La démarche générale de réexamen périodique mise en œuvre par l'ILL n'appelle pas de remarque. L'IRSN souligne par ailleurs les efforts déployés par l'ILL pour mettre en œuvre l'analyse de sûreté par CF à l'issue de laquelle des améliorations significatives de la sûreté de l'installation ont été définies et intégrées au plan d'actions.

L'IRSN estime cependant que les cumuls d'agressions internes ou externes considérés comme plausibles doivent également être identifiés et analysés, ce que l'ILL s'est engagé à réaliser. Par ailleurs, l'ILL n'a pas considéré les agressions externes en tant que cas de charge pour le dimensionnement de l'installation, ce qui ne répond pas à la demande n° 3 de l'ASN formulée par lettre citée en deuxième référence.

2. BILAN DE FONCTIONNEMENT ET ANALYSE DU RETOUR D'EXPÉRIENCE

Le bilan de fonctionnement et l'analyse du retour d'expérience n'appellent pas de commentaire particulier de la part de l'IRSN. L'IRSN note à cet égard la nomination récente d'un référent facteurs organisationnels et humains intervenant notamment dans le cadre de l'analyse des événements significatifs. **Ceci est satisfaisant.**

3. ACTIVITÉS ET ÉQUIPEMENTS IMPORTANTS POUR LA PROTECTION

L'IRSN estime globalement satisfaisante la liste des EIP et AIP définie par l'ILL pour l'INB n° 67. **Il estime toutefois que les alimentations électriques nécessaires à la réalisation des fonctions de sûreté des EIP-S (EIP « sûreté ») doivent également être identifiés comme des EIP-S.** L'ILL a pris un engagement en ce sens.

Par ailleurs, pour ce qui concerne les exigences assignées aux EIP, **l'ILL s'est engagé à préciser les critères des codes de conception utilisés pour les systèmes, structures et composants (SSC) mécaniques, notamment pour spécifier l'exigence de comportement élastique en situations d'agressions extrêmes pour les SSC du « noyau dur » soumis à une exigence d'étanchéité.**

4. EXAMEN DE CONFORMITÉ

La démarche et le périmètre de l'examen de conformité réalisé par l'ILL n'appellent pas de commentaire. À l'issue de cet examen, l'ILL s'est engagé à mettre en œuvre des actions de mise en conformité d'EIP-S. Ces actions visent notamment à assurer la stabilité au séisme « noyau dur » (SND) du circuit d'eau de nappe (CEN) et de l'enceinte métallique du bâtiment réacteur (ILL5), ainsi que la stabilité et l'étanchéité sous eau des traversées de câbles électriques. **Ceci est satisfaisant.**

Concernant la maîtrise de la conformité des EIP de l'installation, **l'IRSN estime nécessaire que l'ILL mette à jour le dossier de définition des ouvrages de génie civil et complète le programme de maintenance et de contrôles du pont polaire et du portique de manutention des hottes du bâtiment réacteur. L'ILL s'est engagé sur ces deux points.**

5. MAITRISE DU VIEILLISSEMENT

À la suite d'une demande de l'ASN, l'ILL a transmis, en complément du dossier de réexamen périodique, un plan de maîtrise du vieillissement de l'INB n° 67 assorti de sa déclinaison aux deux enceintes de confinement du bâtiment réacteur (enceinte interne en béton et enceinte métallique externe) et au bloc-pile du réacteur (structure métallique supportant le cœur du réacteur).

Si les dispositions identifiées par l'ILL pour la maîtrise du vieillissement de ces trois éléments sont globalement satisfaisantes, **l'IRSN relève que le plan de maîtrise du vieillissement est toujours en cours de formalisation et souligne que les SSC susceptibles d'agresser les EIP-S doivent être pris en compte dans ce cadre. L'ILL s'est engagé à formaliser le plan de maîtrise du vieillissement des EIP et à intégrer les agresseurs potentiels d'EIP-S dans celui-ci.**

6. SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT DU RÉACTEUR

Pour le réexamen périodique du RHF, l'ILL a mis à jour les études neutroniques et thermohydrauliques du réacteur visant à justifier la maîtrise de la réactivité et du refroidissement du cœur en fonctionnement normal, incidentel et accidentel, y compris pour les situations de défaillances multiples et les situations d'agressions extrêmes.

L'IRSN souligne à cet égard les efforts fournis par l'ILL pour améliorer la performance des moyens de simulation numérique utilisés pour les études neutroniques. **Les conclusions de ces études n'appellent pas de commentaire de l'IRSN.**

Pour ce qui concerne les études thermohydrauliques, l'IRSN a noté lors de son expertise que la validation des codes utilisés par l'ILL était insuffisamment étayée. **L'IRSN rappelle à cet égard l'importance d'une validation appropriée des outils de calculs utilisés pour la démonstration de sûreté.**

S'agissant du fonctionnement incidentel et accidentel, et plus particulièrement des scénarios de brèche du circuit primaire, **l'IRSN estime que l'ILL doit apporter des compléments de justification notamment à l'égard de la validation du code de calcul utilisé pour l'étude de ces scénarios et des conservatismes associés à la modélisation du cœur. Ces points font l'objet de la recommandation n° 1 formulée en annexe au présent avis. En outre, l'ILL s'est engagé à fournir des compléments de démonstration spécifiques pour certains scénarios de brèche primaire.**

Pour ce qui concerne les situations accidentelles de brèches de la piscine du réacteur susceptibles d'être induites par un événement extrême de type « séisme noyau dur » (SND), **l'IRSN estime que les circuits de renoyage ultime (CRU) et d'eau de nappe sont à même d'assurer la maîtrise du refroidissement du cœur, sous réserve :**

- de la justification de la disponibilité effective des deux voies redondantes du circuit CEN dans ces situations, ce qui fait l'objet de la recommandation n° 8 formulée en annexe au présent avis (voir chapitre 12.2) ;
- et de la validation du débit d'injection du circuit CRU. L'ILL s'est à cet égard engagé à réaliser à court terme un essai de qualification visant à caractériser ce débit.

7. SÛRETÉ DES ENTREPOSAGES ET DES OPÉRATIONS DE MANUTENTION DE COMBUSTIBLE

Les éléments combustibles (EC) neufs sont entreposés, à sec, dans l'un des locaux du bâtiment réacteur, tandis que les EC irradiés en réacteur sont entreposés, une fois évacués du cœur, sous eau, dans le canal n° 2 situé dans le prolongement de la piscine du réacteur.

L'IRSN a examiné la réévaluation du risque de criticité présentée par l'ILL qui a porté sur les dispositions d'entreposage précitées, les opérations de manutention, de chargement et de déchargement du cœur, ainsi que sur la gestion des compétences du personnel d'exploitation en matière de sûreté-criticité. La maîtrise du refroidissement des EC irradiés a également fait l'objet d'une expertise de la part de l'IRSN, que ceux-ci soient manutentionnés dans les hottes de manutention ou entreposés dans leurs casiers d'entreposage.

S'agissant de l'analyse du risque de criticité dans l'installation, l'IRSN souligne la qualité des éléments transmis. **L'IRSN estime cependant que l'ILL doit, d'une part compléter et mettre en cohérence le rapport de sûreté (RDS) et les règles générales d'exploitation (RGE), d'autre part valider certaines données d'entrée utilisées comme hypothèses pour la démonstration de sûreté.**

L'IRSN estime que la sous-criticité est acquise pour l'ensemble des configurations considérées, à l'exception des scénarios de chute de charges lourdes manutentionnées au-dessus du canal n° 2 et des opérations de manutention de l'EC dans la cheminée du bloc-pile. **Pour ces scénarios, l'IRSN estime que l'ILL doit compléter son analyse.**

L'ILL s'est engagé à prendre en compte l'ensemble des points susmentionnés.

Concernant la maîtrise du refroidissement des EC irradiés placés dans une hotte dite « de manutention », l'ILL s'est engagé, dans le cadre du plan d'actions établi à l'issue du réexamen, à mettre en place, à court terme, une « ponte » d'urgence de l'EC, intégrée aux dispositions du « noyau dur » du RHF. Ce dispositif permettra d'assurer le retrait de l'EC de la hotte de manutention et son positionnement au fond du canal n° 2 dans les situations qui présentent un risque de découverture de l'EC ou de la hotte. **En complément, l'ILL s'est engagé à justifier l'étanchéité de la partie inférieure du canal n° 2 en cas de situations extrêmes.**

8. SÛRETÉ DES OPÉRATIONS DE MANUTENTION DE CHARGES

À la demande de l'ASN, l'ILL a transmis une réévaluation des risques liés aux opérations de manutention de charges. Il a ainsi réalisé, pour le niveau D du bâtiment réacteur (plancher supérieur) :

- une étude du comportement du plancher aux charges qui y sont entreposées ;
- une analyse des risques liés à la chute des charges manutentionnées ;
- une analyse de la fiabilité du pont polaire.

Concernant ce dernier aspect, l'IRSN considère que le pont polaire du bâtiment réacteur, classé EIP-S, présente actuellement un niveau de fiabilité notablement insuffisant. **À cet égard, l'ILL s'est engagé dans un programme de jouvence et de renforcement de ce pont en visant une exigence de stabilité au SND. L'IRSN souligne que le renforcement de la fiabilité du pont revêt un enjeu de sûreté important** et note que l'ILL a prévu, dans ce cadre, de transmettre à l'ASN, d'ici la fin de l'année 2020, un dossier de demande d'autorisation de modification du pont concernant notamment les équipements de la ligne de levage de 20 tonnes. **L'IRSN prend note de**

l'engagement de l'ILL à transmettre une étude de fiabilité permettant d'apprécier le caractère suffisant des modifications réalisées. Il souligne en tout état de cause l'importance de réaliser les travaux de fiabilisation du pont dans les meilleurs délais.

L'IRSN note que la démonstration de la sûreté des pratiques opérationnelles d'entreposage des charges lourdes sur le plancher du niveau D du bâtiment réacteur n'a pas été apportée à ce stade par l'ILL. En outre, l'IRSN estime que la démonstration de sûreté liée aux opérations de manutention nécessite d'être formalisée et justifiée de manière plus rigoureuse, notamment pour ce qui concerne les manutentions du batardeau du canal n° 2 et des hottes de manutention du combustible. **L'ILL s'est engagé à compléter les justifications sur ces différents points dans le cadre de la mise à jour globale du référentiel de sûreté de l'installation qu'il prévoit d'effectuer en 2021.**

Enfin, l'expertise de l'IRSN a conduit à identifier un certain nombre de situations nécessitant la mise en œuvre de dispositions visant à prévenir la chute de charges lourdes à l'aplomb de zones à risques. **L'ILL s'est engagé à étudier et à mettre en œuvre les dispositions nécessaires à cet égard.**

9. GESTION DU CONFINEMENT

L'IRSN a examiné la gestion du confinement des substances radioactives présentes dans le bâtiment réacteur (ILL5), le bâtiment de détritiation (ILL6), ainsi que dans l'entreposage de bouteilles de deutérium tritié (ILL35). **L'IRSN souligne à cet égard que l'évacuation du terme source « tritium » présent dans les bâtiments ILL6 et ILL35 doit constituer une priorité de l'ILL au regard des conséquences potentielles pour le public qu'aurait un effondrement de ce bâtiment dont la stabilité n'est pas assurée en cas de séisme majoré de sécurité (SMS). Il convient de noter que les dispositions de sûreté prévues par l'ILL pour l'évacuation du terme source « tritium » de l'ILL6 et de l'ILL35 font actuellement l'objet d'une instruction dédiée. L'IRSN rappelle l'importance de réaliser cette évacuation dans les meilleurs délais.**

S'agissant de l'ILL5, l'IRSN estime que la gestion du confinement des substances radioactives est globalement satisfaisante, sous réserve que l'ILL complète les RGE ainsi que le programme d'essais, de contrôles périodiques et de vérifications et vérifie :

- la maîtrise du risque de phénomènes de rétrodiffusion aux ouvertures de la cellule chaude et de contamination atmosphérique pour le sas de découpe des matériaux irradiés ;
- la représentativité des prélèvements effectués pour la surveillance des rejets à la cheminée de l'installation.

L'ILL s'est engagé à prendre en compte ces points.

10. PROTECTION DU PERSONNEL CONTRE LES RADIATIONS

L'ILL a réévalué les dispositions de protection du personnel à l'égard des rayonnements ionisants pour le fonctionnement normal, incidentel et accidentel de l'installation. Il a mis à jour le référentiel de sûreté conformément aux engagements relatifs à la radioprotection qu'il a pris lors du précédent réexamen périodique.

La réévaluation réalisée par l'ILL n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN. L'IRSN a pris note de l'engagement de l'ILL de définir un objectif de dose collective annuelle pour le fonctionnement normal de l'installation.

11. AGRESSIONS D'ORIGINE INTERNE

Outre les risques présentés par les opérations de manutention de charges (voir chapitre 8), l'IRSN a examiné la mise à jour des études de risques liés à l'incendie interne et à l'explosion interne, ainsi que la prise en compte des risques d'inondation interne dans la démonstration de sûreté.

11.1. INCENDIE

L'IRSN a plus particulièrement examiné l'étude des risques liés à l'incendie dans le bâtiment réacteur (ILL5), dans le bâtiment bureaux-laboratoires (ILL4) qui lui est contigu et dans le nouveau poste de repli dimensionné aux situations extrêmes (PCS3). **La méthodologie générale utilisée par l'ILL pour cette étude n'appelle pas de commentaire majeur. Il en est de même pour les dispositions pratiques et opérationnelles qui en découlent relativement à la détection et à l'intervention en cas d'incendie. L'IRSN estime toutefois que des cheminements protégés nécessaires à l'intervention dans l'ILL5 et à l'accès au PCS3 doivent être mis en place, ce que l'ILL s'est engagé à réaliser.**

En cas d'incendie dans l'ILL4, ce bâtiment, qui supporte par ailleurs des équipements relevant du « noyau dur » de l'installation, ne doit pas constituer un agresseur de l'ILL5. L'IRSN considère que l'étude de stabilité au feu réalisée par l'ILL à cet égard présente des insuffisances. **L'IRSN estime notamment que des compléments sont nécessaires pour lever les incertitudes qui pèsent sur la démonstration de la stabilité au feu d'un nombre important d'éléments structuraux du bâtiment. Ceci fait l'objet de la recommandation n° 2 formulée en annexe au présent avis.**

Pour ce qui concerne l'ILL5, l'IRSN considère que, dans la situation actuelle, un incendie qui se déclarerait au niveau C du bâtiment, dans le hall expérimentateurs circulaire centré autour de la piscine du réacteur, serait susceptible de compromettre la stabilité des éléments structuraux présents à ce niveau et, par là-même, l'intégrité de la double enceinte de confinement du bâtiment réacteur. **Face à ce constat, l'ILL s'est engagé à mettre en place :**

- autant que faire se peut, des dispositions de limitation des charges calorifiques et de protection thermique dans les zones expérimentales ;
- un système de contrôle actif de type « sprinkler » dans l'ensemble du niveau C afin de garantir, en cas d'incendie, la stabilité au feu des structures de l'ILL5 et du pont roulant situé à ce niveau.

L'IRSN note par ailleurs qu'un incendie localisé au niveau C pourrait conduire à l'endommagement des câbles de commande des deux voies redondantes du circuit CRU (voir chapitre 6). **L'IRSN estime que l'ILL doit prendre des dispositions pour maîtriser ce risque. Ceci fait l'objet de la recommandation n° 3 formulée en annexe au présent avis.**

Pour le niveau D du bâtiment réacteur, **l'IRSN estime que l'ILL doit compléter l'étude des risques liés à l'incendie au regard du risque de propagation d'un feu se déclarant à ce niveau compte tenu de la présence de zones contenant des charges calorifiques. L'ILL s'est engagé à fournir ces compléments d'études.**

Par ailleurs, l'IRSN relève la nécessité de réexaminer le risque d'agression par l'incendie ou de mettre en place des dispositions visant à protéger les EIP présents dans l'ILL5 tels que le pont polaire situé au niveau D, les équipements du « noyau dur » implantés dans certains locaux du niveau B et dans l'espace entre enceintes, le ballast d'un des deux dispositifs expérimentaux appelés « sources froides », le ballon d'hélium, les capacités sous pression et les traversées en lien avec la fonction d'isolement de l'enceinte. **L'ILL s'est engagé en ce sens.**

Enfin, pour ce qui concerne le PCS3, l'IRSN estime nécessaire que l'ILL équipe chaque armoire de distribution électrique du « noyau dur » de moyens d'extinction rapide, le bâtiment ne faisant pas l'objet d'une présence permanente de personnel. **L'ILL s'est engagé à mettre en place de tels moyens d'extinction.**

11.2. EXPLOSION INTERNE

Les risques liés à l'explosion interne dans l'installation sont pour l'essentiel, à l'exception de ceux présentés par le tritium gazeux entreposé dans les bâtiments ILL6 et ILL35 (voir chapitre 9), associés à la présence de circuits de deutérium (gaz explosif), alimentant deux « sources froides » de neutrons de basse énergie utilisées pour les expériences. Ces circuits cheminent dans le bâtiment réacteur jusqu'à proximité du cœur du réacteur. Dans l'étude de ces risques menée par l'ILL, l'IRSN relève, d'une part l'absence de dimensionnement au séisme d'une

partie des circuits de deutérium, d'autre part les valeurs importantes de pressions aux niveaux C et D du bâtiment réacteur que provoquerait une explosion par détonation issue d'une fuite de deutérium survenant à l'un de ces niveaux.

L'IRSN estime donc nécessaire que les conséquences d'une telle agression pour le génie civil et les EIP présents dans ces deux niveaux soient étudiées. L'ILL s'est engagé à réaliser une telle étude pour le niveau C mais pas pour le niveau D du bâtiment réacteur, ce qui amène l'IRSN à formuler la recommandation n° 4 en annexe au présent avis.

11.3. INONDATION INTERNE

Si les dispositions de maîtrise des risques liés à l'inondation interne présentées par l'ILL lors de l'expertise n'appellent pas de remarque, l'IRSN relève l'absence de formalisation d'une analyse de ces risques dans le RDS. **L'ILL s'est engagé à formaliser cette analyse de risque.**

12. AGRESSIONS D'ORIGINE EXTERNE

L'IRSN a examiné les études de risques présentées par l'ILL concernant le séisme, l'inondation externe, l'environnement industriel et les voies de communication, la foudre et la chute d'avion.

12.1. SEISME

Dans le cadre du présent réexamen périodique, l'ILL a réévalué le comportement sismique de l'installation en considérant principalement le séisme de niveau « noyau dur » (SND). Il convient de rappeler à cet égard que la réévaluation du comportement de l'installation au séisme majoré de sécurité (SMS) a fait l'objet d'importantes modifications de l'installation et d'une expertise approfondie de l'IRSN à l'occasion du précédent réexamen périodique.

12.1.1. Comportement sismique des bâtiments

Concernant les bâtiments et les structures de génie civil, l'ILL a étudié le comportement au SND :

- du bâtiment réacteur (ILL5), et notamment de l'enceinte interne en béton et de l'enceinte métallique externe ;
- du bâtiment ILL4 ;
- de la cheminée de 45 m assurant le rejet de l'air extrait par les systèmes de ventilation des bâtiments.

Par ailleurs, il a repris les études au SMS du comportement de l'enceinte métallique de l'ILL5 et des casemates primaires situées au niveau C de ce même bâtiment, pour lesquelles l'exigence de stabilité se limite à ce niveau de séisme.

L'IRSN considère que la stabilité d'ensemble au SND de l'enceinte interne en béton de l'ILL5 est acquise. **Toutefois, considérant l'importance de l'exigence d'étanchéité relative associée à cette enceinte au regard de la limitation des rejets en cas d'accident et la difficulté à vérifier le respect de cette exigence compte tenu notamment de la présence de fissures anciennes, l'IRSN estime que l'ILL doit mettre en œuvre des dispositions visant à renforcer l'étanchéité de l'enceinte interne en béton. Ce sujet fait l'objet de la recommandation n° 5 formulée en annexe au présent avis.**

S'agissant des casemates primaires, l'IRSN considère que la modélisation utilisée pour leur étude n'est pas représentative et que, par conséquent, leur stabilité au SMS n'est à ce stade pas démontrée. **Sur ce point, l'ILL s'est engagé à démontrer l'absence d'agression des traversées d'enceinte présentes dans ces casemates en cas de SND.**

Pour ce qui concerne l'enceinte métallique, l'IRSN relève que la démonstration de la stabilité et de la résistance au flambage en cas de SMS, lorsque l'espace entre enceintes est dépressurisé, est fondée sur l'étude présentée

pour le SND en utilisant une méthode de justification non conventionnelle mettant notamment en œuvre des analyses temporelles non linéaires. **Pour l'IRSN, des méthodes non codifiées, donc non éprouvées, ne peuvent pas être mises en œuvre pour démontrer le comportement de SSC au SMS. Aussi, l'ILL n'a pas répondu à la demande n° 9 de l'ASN émise par la lettre citée en troisième référence qui demandait à l'ILL de retenir une méthode conventionnelle pour justifier le comportement de l'enceinte métallique en cas de SMS.**

Par ailleurs, l'IRSN considère que la justification du comportement au SND de l'enceinte métallique, dont la validité est conditionnée par la démonstration effective de la stabilité au SMS de cette enceinte, doit être complétée par des éléments concernant le caractère enveloppe des jeux d'accélérogrammes sismiques retenus et le respect de l'amplitude maximale de cloquage. Ces points font l'objet de la recommandation n° 6 formulée en annexe au présent avis.

Pour ce qui concerne la prise en compte des répliques sismiques, l'IRSN note que l'ILL n'a pas transmis d'élément relatif à l'ampleur des zones plastifiées de l'enceinte métallique et à leur déformation. Il n'a donc pas répondu de manière satisfaisante à la demande n° 12 de l'ASN formulée par la lettre citée en troisième référence.

Par ailleurs, l'IRSN a pris note de l'engagement de l'ILL de vérifier la résistance des ancrages de l'enceinte métallique au SND.

Enfin, l'IRSN n'a pas de remarque à formuler quant à la démonstration de la stabilité au SND de l'ILL4 ainsi que de la cheminée de 45 m (y compris de son bouclier de protection situé à la base de la cheminée).

12.1.2. Comportement sismique des équipements

Concernant les équipements classés EIP-S ou agresseurs potentiels d'EIP-S, l'ILL a étudié, à la suite de l'ECS et dans le cadre du présent réexamen, le comportement au SND des équipements implantés dans les bâtiments ILL4 et ILL5. L'IRSN a plus particulièrement examiné les études relatives au comportement du bloc-pile du circuit primaire, du pont polaire du niveau D, du poste d'entreposage des batardeaux, des agresseurs des liners de la piscine du réacteur et du canal n° 2, ainsi que des traversées d'enceinte de l'ILL5.

S'agissant des sollicitations sismiques retenues par l'ILL pour l'étude du comportement des équipements du « noyau dur », l'expertise de l'IRSN a mis en évidence, pour le niveau D de l'ILL5, un effet possible des non-linéarités des structures de génie civil sur la définition des sollicitations que l'ILL n'a pas pris en compte. **L'IRSN considère que l'ILL doit évaluer l'incidence de cet effet, d'une part sur la justification du respect des exigences associées aux équipements du « noyau dur » situés au niveau D du bâtiment ILL5, d'autre part sur la justification de l'absence d'agression de ces équipements par d'autres équipements également situés au niveau D de l'ILL5.** Cette évaluation devra prendre en compte les phénomènes d'entrechoquement des structures de génie civil et la variabilité des caractéristiques du sol de fondation. **L'ILL s'est engagé à réaliser cette évaluation pour les équipements du « noyau dur », mais pas pour les équipements susceptibles de les agresser en cas de SND. L'IRSN considère que cette évaluation est nécessaire au regard de la maîtrise globale de la sûreté de l'installation. Ceci fait l'objet de la recommandation n° 7 formulée en annexe au présent avis.**

S'agissant du bloc pile, l'IRSN estime nécessaire que l'ILL complète la démonstration présentée pour s'assurer notamment :

- de l'absence d'agression du cœur par la barre d'absorbant de pilotage ;
- de l'étanchéité des brides des doigts de gant horizontaux des canaux d'extraction de neutrons ;
- du bon comportement de certains autres composants du bloc-pile et du circuit CRU.

L'ILL s'est engagé en prendre en compte l'ensemble de ces points.

S'agissant du circuit primaire pour lequel la stabilité et l'étanchéité au SND ont été étudiées par l'ILL, l'IRSN relève que la concomitance de fuites sur le circuit primaire survenant à la fois dans la piscine du réacteur et dans les niveaux inférieurs du bâtiment pourrait rendre indisponible l'appoint en eau du circuit CRU. **L'ILL s'est engagé à apporter des compléments de justification sur ce sujet.**

S'agissant du pont polaire du niveau D, l'ILL s'est engagé à mettre en œuvre un programme de rénovation et de renforcement afin d'améliorer significativement son niveau de fiabilité (voir chapitre 8) et de garantir sa stabilité au SND. L'étude présentée par l'ILL révèle en effet pour ce pont un risque de décrochement des poutres de roulement et de soulèvement du chariot en cas de SND. **À la suite de l'examen de cette étude, l'IRSN a émis un certain nombre de remarques relatives en particulier à la représentativité de la modélisation utilisée, aux modalités de prise en compte des contraintes d'interaction avec le bâtiment et des configurations de fonctionnement du pont, ainsi qu'à l'application des règles de l'art et de celles de la fédération européenne de la manutention. L'ILL a pris des engagements concernant ces différents points. L'IRSN note à cet égard que l'ILL s'est engagé à transmettre, avant la fin de l'année 2020, un dossier de demande d'autorisation de modification du pont polaire.**

L'IRSN relève que la stabilité au SND de certains agresseurs potentiels des liners de la piscine du réacteur et du canal n° 2 reste à démontrer. **L'ILL s'est engagé à fournir les éléments de justification manquants.**

Par ailleurs, les études de l'ILL concluant au respect des exigences de comportement au SND des traversées des enceintes n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.

Enfin, dans le cadre du dossier de réexamen, l'ILL a présenté la démarche qu'il retient pour renforcer le pont roulant du niveau C au regard de l'exigence de stabilité au SND. **Cette démarche n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN qui souligne la nécessité de réaliser les renforcements prévus dans les meilleurs délais, ce pont constituant potentiellement un agresseur de l'enceinte en cas de séisme.**

12.2. INONDATION EXTERNE

L'ILL a présenté, dans le cadre du réexamen, une étude du comportement de l'ILL4 et de l'enceinte métallique de l'ILL5 à l'inondation externe extrême. Si la stabilité de l'ILL4 et de l'enceinte métallique à l'égard d'une inondation externe n'appelle pas de commentaire, y compris en cas d'impact d'objets flottants, **l'IRSN relève que l'ILL n'a pas vérifié que les deux voies du circuit CEN resteraient intègres en cas d'inondation externe extrême. Il convient de noter que la disponibilité des deux voies est nécessaire au refroidissement du cœur du réacteur en cas de situation « noyau dur ». Ce point conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 8 en annexe au présent avis.**

12.3. ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET VOIES DE COMMUNICATION

L'analyse des risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication réalisée par l'ILL concerne les bâtiments ILL4, ILL5 et ILL5D, ce dernier abritant le PCS3.

L'IRSN considère que l'analyse présentée est globalement acceptable. **Toutefois, pour les scénarios de dispersion de gaz toxiques au niveau de la gare de triage de Saint-Martin-le-Vinoux, l'IRSN considère que l'ILL doit définir les dispositions permettant au personnel de rejoindre le PCS3 en toute sécurité eu égard notamment au risque d'arrivée rapide du nuage de gaz au niveau de l'installation. L'ILL s'est engagé à définir les dispositions correspondantes.**

12.4. AUTRES AGRESSIONS EXTERNES

Pour ce qui concerne les risques liés à la foudre, l'IRSN note que l'ILL doit encore finaliser son étude des risques conformément au plan d'actions issu du réexamen. **En tout état de cause, la méthodologie d'analyse des risques présentée par l'ILL n'appelle pas de commentaire de la part de l'IRSN qui relève en outre qu'un niveau de protection maximal est retenu pour l'ILL4 et l'ILL5 contre les effets directs de la foudre.**

Enfin, pour ce qui concerne les risques liés à la chute d'avion, l'ILL considère que la chute d'un avion, sur le bâtiment ILL5, peut être exclue dans la démonstration de sûreté, eu égard aux probabilités estimées de chute d'avion établies au début des années 2000. Ces probabilités étant susceptibles d'être remises en cause par l'évolution du trafic aérien, l'ILL a présenté une étude de la résistance de l'enceinte interne en béton en cas de

chute d'un avion de l'aviation générale. **L'IRSN estime que cette étude est acceptable sous réserve qu'elle soit complétée, d'une part par la prise en compte d'autres points d'impact qui pourraient être potentiellement plus préjudiciables à la tenue de l'enceinte interne, d'autre part par l'analyse des effets d'une telle chute sur la stabilité du pont polaire. L'ILL s'est engagé à réaliser ces compléments d'étude.**

13. CONSÉQUENCES RADIOLOGIQUES DES ACCIDENTS

L'ILL a présenté une évaluation des conséquences radiologiques des conditions de fonctionnement et des accidents postulés de fusion d'EC, dits accidents graves mitigés (AGM), pour s'assurer notamment du respect des objectifs généraux de sûreté (OGS) dosimétriques qu'il a définis pour les différentes catégories d'accidents.

Lors de l'expertise, cette évaluation a fait l'objet, pour les AGM, de deux révisions successives transmises par l'ILL afin de répondre aux questionnements de l'IRSN. La première révision a porté sur l'intégration d'une évaluation des conséquences radiologiques des AGM pour les phases dites « à moyen et long termes » qui n'étaient pas considérées dans la version initiale. La seconde révision a fait suite à l'engagement pris par l'ILL de prendre en compte les remarques de l'IRSN formulées dans l'expertise portant notamment sur :

- la personne représentative (lieu d'habitation, âge, habitude alimentaire, temps passé en extérieur...) en lien avec la réglementation ;
- les coefficients de transfert des radioéléments entre le combustible, l'eau de la piscine et l'air de l'enceinte du réacteur ;
- les situations météorologiques à considérer.

L'examen de la dernière version de l'évaluation de conséquences radiologiques des AGM transmise par l'ILL n'appelle pas de remarque particulière de l'IRSN qui considère que les dispositions prévues pour limiter les conséquences de ces accidents sont satisfaisantes.

Enfin, pour ce qui concerne les CF, l'IRSN estime acceptables les évaluations présentées par l'ILL, compte tenu notamment des marges observées et des conservatismes retenus.

14. SYSTÈME DE MANAGEMENT INTÉGRÉ

L'IRSN a examiné le déploiement du système de management intégré (SMI) récemment mis en place par l'ILL, en insistant plus particulièrement sur les processus « exploitation et maintenance » et « réalisation des études de sûreté » sous l'angle de leur contribution à la maîtrise des risques.

L'IRSN estime que la démarche appliquée et les dispositions prises par l'ILL sont globalement satisfaisantes.

15. ORGANISATION DE CRISE

L'IRSN a examiné la prise en compte des demandes de l'ASN formulées dans le cadre de la réévaluation de l'organisation et des moyens de gestion de crise menée à la suite de l'ECS, cette réévaluation ayant notamment conduit à la mise en service du PCS3.

L'IRSN estime que l'ILL a répondu de manière satisfaisante aux demandes portant sur les critères de déclenchement du plan d'urgence interne, le vivier des équipiers de crise et leur protection contre les gaz toxiques et l'irradiation, à l'exception de celles qui concernent la formation de chaque équipier à sa fonction, objet de la demande n°29 et du premier point de la demande n°32 formulés dans la lettre citée en troisième référence.

16. CONCLUSION

Pour le troisième réexamen périodique de l'INB n° 67, l'ILL a réalisé un travail important de vérification de la conformité de l'installation et de réévaluation de la démonstration de sûreté. Il a ainsi repris l'ensemble des analyses de sûreté des accidents et la quasi-totalité des études relatives aux agressions internes et externes, en y intégrant une consolidation technique et documentaire des dispositions mises en œuvre à l'issue de l'ECS. Par ailleurs, l'IRSN note que l'ILL a élaboré, à l'issue du réexamen, un plan d'actions particulièrement fourni, notamment en termes de rénovations et de modifications.

Ce réexamen périodique a néanmoins mis au jour un certain nombre de lacunes dans la démonstration de sûreté de l'installation. Celles-ci portent en premier lieu sur :

- l'aptitude du pont polaire du bâtiment réacteur à remplir sa fonction à un niveau de sûreté acceptable ;
- la capacité à maîtriser les conséquences d'un incendie initié au niveau C qui pourrait affecter la structure du bâtiment réacteur et ses enceintes de confinement.

En outre, des compléments de justification ou de démonstration sont attendus de la part de l'ILL sur des sujets d'importance au regard de la sûreté de l'installation. Ils concernent en particulier :

- la maîtrise de la sûreté des manutentions et des entreposages de charges lourdes dans le bâtiment réacteur ;
- la vérification de la stabilité de l'enceinte métallique au SMS selon des méthodes conventionnelles ;
- le comportement du bâtiment ILL4 en cas d'incendie se déclarant dans ce bâtiment.

Enfin, l'IRSN rappelle que l'évacuation du terme source « tritium » de l'ILL6 et de l'ILL35 fait actuellement l'objet d'une instruction dédiée et souligne l'importance de réaliser cette évacuation dans les meilleurs délais.

En conclusion, l'IRSN considère que les objectifs généraux de sûreté définis pour le réexamen de l'INB n° 67 ne pourront être atteints qu'à l'issue de la réalisation des actions d'amélioration et de remise en conformité présentées dans le plan d'actions issu du réexamen, des engagements pris lors de l'expertise et des actions répondant aux recommandations formulées dans cet avis. L'IRSN estime par conséquent que l'ILL doit prendre toutes les dispositions pour permettre à son installation d'atteindre ces objectifs dans les meilleurs délais.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Frédérique PICHEREAU

Adjointe au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE À L'AVIS IRSN N° 2020-00173 DU 4 NOVEMBRE 2020

Recommandations de l'IRSN

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande que l'ILL complète la démonstration de sûreté associée aux scénarios de brèches primaires sur le RHF en réalisant une analyse spécifique consistant à :

- identifier les phénomènes physiques dominants des scénarios étudiés ;
- vérifier la pertinence et le caractère suffisant du dossier de validation du logiciel utilisé au regard de ces phénomènes physiques ;
- justifier le caractère suffisant des conservatismes retenus pour couvrir le sous-conservatisme introduit par l'utilisation du modèle « à un cœur ».

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande que l'ILL complète son analyse de stabilité au feu du bâtiment ILL4 en justifiant l'absence de risque d'agression du bâtiment ILL5 et des EIP-S présents dans le bâtiment ILL4 par déplacement ou effondrement d'éléments structuraux du bâtiment ILL4.

Recommandation n° 3

L'IRSN recommande que l'ILL protège les câbles, associés à la fonction de renoyage ultime du réacteur, des effets d'un incendie au niveau C du bâtiment ILL5.

Recommandation n° 4

L'IRSN recommande que l'ILL étudie le risque d'endommagement des structures de génie civil et des EIP du niveau D de l'ILL5 en cas d'explosion du deutérium des sources froides et prenne en compte, le cas échéant, l'endommagement de ces structures ou de ces EIP en cas de rupture de la double enveloppe du circuit de deutérium étudiée au titre de l'analyse par conditions de fonctionnement, ainsi qu'en cas de séisme majoré de sécurité (SMS).

Recommandation n° 5

L'IRSN recommande que l'ILL mette en place des dispositions visant à renforcer l'étanchéité de l'enceinte interne en béton de l'ILL5 en cas de séisme « noyau dur ».

Recommandation n° 6

L'IRSN recommande que l'ILL complète sa démonstration de la résistance au flambage de l'enceinte métallique externe de l'ILL5 au séisme « noyau dur », lorsque la surpression de l'espace annulaire est inférieure à 135 mbar, en vérifiant :

- le caractère enveloppe des résultats en considérant, pour l'analyse dynamique temporelle, au moins cinq jeux d'accélérogrammes statistiquement indépendants ;
- le respect de l'amplitude maximale du cloquage.

Recommandation n° 7

L'IRSN recommande que l'ILL évalue l'impact de la prise en compte des effets des non-linéarités des structures de génie civil sur la justification du respect de l'exigence de non-agression attribuée aux équipements agresseurs, situés au niveau D de l'ILL5, des équipements constitutifs du noyau dur. Cette évaluation devra tenir compte de l'entrechoquement des structures du bâtiment réacteur ainsi que de la variabilité des caractéristiques du sol de fondation.

Recommandation n° 8

L'IRSN recommande que l'ILL démontre que les deux voies du circuit d'eau de nappe (CEN) ne seraient pas agressées par l'enceinte métallique de l'ILL5 du fait de sa déformation, à la suite d'une inondation extrême, d'une part lors de la phase de montée du niveau d'eau lors de l'inondation, et d'autre part lors de l'impact d'un camion charrié par l'inondation.