

Fontenay-aux-Roses, le 29 juin 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2017-00211

Objet : Institut Laue-Langevin  
Réacteur à haut flux (INB n° 67)  
Stabilité et étanchéité du sas camion à l'égard des agressions « noyau dur »

Réf. 1. Lettre ASN CODEP-DRC-2016-027730 du 17 août 2016  
2. Avis IRSN 2016-00372 du 1<sup>er</sup> décembre 2016  
3. Lettre ASN CODEP-DRC-2016-047932 du 12 décembre 2016

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur le caractère suffisant du dimensionnement du nouveau sas camion du réacteur à haut flux (RHF) au regard des exigences de sûreté qui lui sont assignées en cas d'agressions du référentiel de dimensionnement et en cas d'agressions de niveau « noyau dur »<sup>1</sup>.

La mise en service de ce sas, déclarée par l'Institut Laue-Langevin (ILL), exploitant du RHF, a fait l'objet de l'avis IRSN cité en deuxième référence et a été autorisée par la lettre de l'ASN citée en troisième référence.

## 1 CONTEXTE

La mise en place du sas camion s'inscrit dans le cadre de la réponse à l'engagement n°9, pris par l'ILL à l'issue de l'évaluation complémentaire de sûreté (ECS) menée à la suite de l'accident survenu à la centrale de Fukushima Dai-ichi, portant sur la réalisation des travaux de renforcement de l'étanchéité des ouvertures du bâtiment réacteur (BR) du RHF. En effet, en cas d'agressions « noyau dur », il convient d'assurer l'étanchéité du BR dans l'objectif de préserver la fonctionnalité des constituants du « noyau dur » du RHF participant à la prévention d'un accident grave et à la maîtrise de ses conséquences.

Le sas camion est érigé à l'extérieur du BR, devant la porte à camion existante du bâtiment. Cette dernière, qui n'est pas modifiée, constitue désormais la porte intérieure du nouveau sas. Les exigences de stabilité et d'étanchéité assignées jusqu'alors à la porte à camion actuelle sont désormais reportées sur le sas et sa porte extérieure. À cet égard, le sas camion fait partie du « noyau dur » dit « passif » du RHF tel que défini par l'ILL à l'issue de l'ECS.

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

<sup>1</sup> « Les agressions naturelles externes, dont la sévérité dépasse celle considérée dans le référentiel de sûreté de l'INB n° 67, retenues pour la conception du noyau dur, sont le séisme, l'inondation (dont les pluies de forte intensité), les phénomènes naturels liés à l'inondation, la foudre et la grêle ».

De l'examen des dispositions présentées par l'ILL dans son dossier, complété par les informations recueillies au cours de l'instruction, l'IRSN retient les points développés ci-après.

## **2 ANALYSE DU DIMENSIONNEMENT DU SAS CAMION ET DE SA PORTE EXTERIEURE A L'EGARD DES AGRESSIONS DU REFERENTIEL**

S'agissant des agressions du référentiel du dimensionnement, l'IRSN rappelle qu'il a estimé, lors de l'instruction relative à la mise en service du sas (cf. référence 2), que le respect des exigences d'étanchéité et de stabilité du sas camion et de sa porte extérieure est acquis pour les agressions de type vent et neige. **Par ailleurs, l'IRSN estime que les cas de chargements liés à l'inondation et au séisme de dimensionnement sont couverts par les aléas extrêmes définis pour ces mêmes agressions.**

Pour ce qui concerne la grêle et la foudre, bien que l'ILL n'ait pas explicitement retenu ces agressions dans son analyse, l'IRSN considère qu'elles ne sont *a priori* pas de nature à remettre en cause les bases générales de conception retenues pour le sas camion. Le réexamen de sûreté en cours devrait en tout état de cause présenter une réévaluation globale de la sûreté de l'installation à l'égard de ces deux agressions.

## **3 ANALYSE DU DIMENSIONNEMENT DU SAS CAMION ET DE SA PORTE EXTERIEURE A L'EGARD DES AGRESSIONS « NOYAU DUR »**

### **3.1 Exigences de sûreté assignées au sas camion**

S'agissant des agressions du « noyau dur », l'IRSN note que l'ILL ne retient pas d'exigence de stabilité et d'étanchéité du sas camion et de sa porte extérieure à l'égard de la grêle et de la foudre. L'IRSN rappelle à ce sujet qu'il avait été conclu, à l'issue de l'ECS, que ces agressions n'étaient pas de nature à induire un effet falaise<sup>2</sup> en termes de conséquences radiologiques, contrairement au séisme pouvant en outre être à l'origine d'une inondation extrême du site de l'ILL. **Dès lors, l'absence de considération d'agressions de type foudre extrême ou grêle extrême dans le cadre de la conception du sas camion est acceptable.**

Par ailleurs, d'une manière générale, les exigences de sûreté assignées par l'ILL aux différents constituants du sas camion (paroi interne en béton, paroi externe métallique, caisson à double parois et porte extérieure) n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN. Celles-ci visent principalement, en cas d'agression « noyau dur », la stabilité et l'étanchéité du sas (à l'eau et à l'air), ainsi que l'opérabilité de la porte extérieure. L'IRSN note cependant que l'ILL n'a pas retenu, dans le cadre de ses justifications du respect des exigences, la situation résultant de la concomitance d'une réplique sismique avec l'inondation du site, situation qui ne peut cependant pas être exclue. **Ce point fait l'objet de la recommandation n°1 formulée en annexe 1 du présent avis.**

Les paragraphes 3.2 et 3.3 qui suivent traitent du comportement du sas camion en cas respectivement de séisme et d'inondation « noyau dur ». Il convient cependant de rappeler qu'il est considéré que l'inondation « noyau dur » résulte d'un séisme « noyau dur ».

---

<sup>2</sup> « Altération brutale du comportement d'une installation, que suffit à provoquer une légère modification du scénario envisagé pour un accident dont les conséquences sont alors fortement aggravées ».

### 3.2 Comportement du camion en cas de séisme « noyau dur »

Concernant le comportement du sas camion à l'égard d'un séisme « noyau dur » (SND), compte tenu des résultats obtenus par l'ILL et des critères d'acceptabilité retenus par ce dernier auxquels ces résultats sont comparés, **l'IRSN estime que la résistance mécanique des éléments de structure et du mécanisme de la porte extérieure est assurée en cas de SND lorsque celle-ci est manœuvrée ou en position dite « verrouillée supérieure »**. Cependant, l'IRSN relève que le risque de voilement de la charpente métallique située sur le toit du sas camion n'a pas été étudié par l'ILL. Ainsi, l'IRSN considère que l'absence d'écroulement de la charpente métallique située sur le toit du sas camion, qui supporte la chaîne cinématique de levage de la porte extérieure, n'est à ce stade pas justifiée et que la possibilité de fermeture de la porte extérieure en cas de SND pourrait ne pas être acquise. **Ceci fait l'objet de l'observation n°1 formulée en annexe 2 du présent avis.**

Par ailleurs, les calculs réalisés par l'ILL et les critères retenus pour justifier la stabilité et l'étanchéité des parois en béton et en métal du sas camion et de la porte extérieure du sas camion, lorsque cette dernière est fermée avec ses joints d'étanchéité gonflés, n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN. Ces calculs montrent l'absence de déformation plastique dommageable en cas de séisme « noyau dur ». L'IRSN constate toutefois que la tenue du caisson à double parois métalliques<sup>3</sup> à l'égard d'un séisme SND n'a pas été présentée par l'ILL. Ainsi, bien que l'ILL ait indiqué que le séisme SND constitue une agression moins pénalisante que l'inondation extrême, le respect des exigences de stabilité et d'étanchéité qui sont associées au caisson à double parois métalliques n'est à ce stade pas démontré et pourrait être remis en cause. **Ceci fait l'objet de l'observation n°2 formulée en annexe 2 du présent avis.**

### 3.3 Comportement du camion en cas d'inondation « noyau dur »

Pour ce qui concerne le comportement du sas camion à l'égard des effets dus à l'arrivée d'un front d'eau (poussée hydraulique et pression hydrostatique)<sup>4</sup>, compte tenu des résultats obtenus par l'ILL et des critères d'acceptabilité retenus par ce dernier auxquels ces résultats sont comparés, **l'IRSN estime que les exigences de stabilité et d'étanchéité du sas sont assurées**. Par ailleurs, compte tenu des résultats obtenus par l'ILL à l'égard du risque sismique « noyau dur » qui montrent, comme évoqué au paragraphe 3.2, l'absence de déformation plastique dommageable dans le cas d'une telle agression, **l'IRSN considère que l'absence de prise en compte, dans les études de comportement du sas, d'un séisme de niveau SND précurseur de l'inondation est acceptable**.

S'agissant du comportement du sas camion à l'égard d'objets charriés par l'inondation « noyau dur », en sus de la force exercée par la pression hydrostatique de l'eau, l'ILL a considéré deux situations :

- un camion de 20 tonnes charrié par la crue venant percuter l'un des voiles latéral du sas camion ;
- un camion de 20 tonnes charrié par la crue venant percuter de manière frontale la porte extérieure du sas camion.

**L'étude réalisée par l'ILL relative à la première situation et les résultats qui en découlent n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN. L'étanchéité du sas camion ne serait pas remise en cause dans cette situation.**

Concernant la seconde situation considérée, afin de s'assurer de l'absence de perforation de la tôle à la suite de l'impact d'un camion charrié, l'ILL a retenu un critère de déformation correspondant à l'allongement à la rupture de l'acier de la tôle. **Pour l'IRSN, ce critère n'est pas adapté à la justification d'une exigence d'étanchéité.**

<sup>3</sup> Dispositif permettant d'assurer la liaison entre la surface cylindrique de l'enceinte du BR et la surface plane du sas camion.

<sup>4</sup> Sans considération, à ce stade, des effets dus à d'éventuels débris flottants charriés par l'inondation.

Par ailleurs, dans ses calculs, l'ILL n'a pas explicitement modélisé les joints gonflables de la porte extérieure, considérant que l'étanchéité des joints gonflables de la porte extérieure est assurée dès lors que ces derniers sont comprimés vers le dormant de la porte. Les calculs de l'ILL montrent par ailleurs que les éléments de structure de la porte subissent une déformation plastique irréversible proche du critère retenu (allongement à la rupture de l'acier), voire très proche du critère retenu, pour l'ossature de la tôle extérieure de la porte.

En outre, l'IRSN note que l'ILL a retenu l'hypothèse que le camion charrié viendra percuter les quatre points d'intersection centraux des profilés de la tôle extérieure de la porte. L'IRSN estime pour sa part que, lors d'une inondation, tout objet charrié par celle-ci peut venir percuter le sas camion de manière aléatoire et donc potentiellement venir percuter directement la tôle extérieure de la porte. L'IRSN considère également qu'il ne s'agit pas de définir un chargement mécanique enveloppe au sens de l'énergie mise en jeu, mais de définir un chargement enveloppe au regard de la vulnérabilité des organes assurant l'étanchéité, tels que les joints gonflables de la porte extérieure. Ainsi, même si les joints gonflables de la porte extérieure étaient comprimés vers le dormant de la porte extérieure dans une telle situation, il serait difficile de se prononcer sur leur l'intégrité (risques de déchirure ou d'extrusion) après l'impact du camion charrié ou d'un autre agresseur, même plus léger, mais présentant un certain caractère perforant. **Compte tenu de ces éléments, l'IRSN estime que l'étanchéité de la porte extérieure à l'égard d'objets charriés par une inondation extrême n'est pas acquise.**

En tout état de cause, la porte extérieure du sas devant être assez « légère » afin de pouvoir être manœuvrée, il s'avère que le maintien de l'étanchéité de celle-ci en situation d'inondation extrême est difficile à démontrer, d'autant plus que celle-ci et son système d'étanchéité sont directement exposés au risque répété de chocs d'objets flottants charriés en cas d'inondation extrême. Cela supposerait l'étude d'un nombre important de chargements sur les zones les plus sensibles que constituent les joints gonflables et la tôle externe de la porte extérieure. **Compte tenu de ces éléments, l'IRSN considère que l'objectif d'étanchéité de la porte extérieure du sas camion en cas d'inondation extrême associée à des objets flottants perforants ou de grande énergie charriés n'est pas atteignable. L'IRSN estime cependant que la capacité de la porte extérieure à arrêter la course d'objets flottants, et donc *in fine* à protéger la porte de l'enceinte interne de l'impact d'objets de dimensions significatives, est acquise.**

Dans ces conditions, la démonstration du maintien de l'étanchéité à l'eau du BR en cas d'inondation extrême repose alors sur la capacité de l'exploitant à refermer la porte intérieure du sas et à en assurer l'étanchéité. En découplant ainsi les fonctions à assurer, la démonstration du maintien de l'étanchéité (confinement statique) de l'enceinte interne du réacteur ne reposerait plus sur une démonstration du maintien de l'étanchéité du sas camion, mais sur la continuité de l'enceinte interne du BR en béton et de l'ancienne porte à camion (porte intérieure du sas camion) protégée physiquement par le sas camion. Dans cette configuration, le nouveau sas assurerait une fonction de protection physique à l'égard d'objets flottants charriés en cas d'inondation extrême. **Ce principe de découplage des fonctions constitue, pour l'IRSN, la solution de référence.**

Néanmoins, si le renforcement ou le remplacement de la porte intérieure avec l'objectif de pouvoir la refermer et de la rendre étanche sous l'effet de la pression d'eau n'était pas réalisable, l'IRSN considère que l'ILL devrait au minimum mettre en place des dispositions visant à protéger le sas camion d'objets flottants perforants ou de grande énergie qui pourraient être charriés en cas d'inondation extrême.

**Ce qui précède conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 2 en annexe 1 du présent avis.**

## 4 CONCLUSION

En conclusion de son évaluation, sur la base des éléments transmis par l'ILL complétés par des éléments recueillis au cours de l'instruction, l'IRSN estime que le renforcement de l'ouverture située au niveau du sas camion, bien que constituant une avancée pour la sûreté par rapport à la situation antérieure de l'installation, ne permet pas de satisfaire l'engagement n°9 pris par l'ILL à l'issue de l'évaluation complémentaire de sûreté (ECS) et ne permet pas de répondre complètement aux exigences de sûreté requises en situation « noyau dur ». Aussi, les éléments examinés conduisent l'IRSN à formuler les recommandations mentionnées en annexe 1 au présent avis.

En outre, l'ILL devrait tenir compte des observations formulées en annexe 2 au présent avis.

Pour le Directeur général et par délégation,

Frédérique PICHEREAU

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe 1 à l'Avis IRSN/2017-00211 du 29 juin 2017

Recommandations

Recommandation n° 1 :

L'IRSN recommande que l'ILL s'assure que les exigences de stabilité et d'étanchéité de la porte extérieure du sas camion sont respectées en cas d'inondation extrême concomitante à une réplique sismique.

Recommandation n° 2 :

L'IRSN recommande que l'ILL complète la réalisation du sas camion par la mise en place de dispositions visant à assurer l'étanchéité de l'enceinte interne du bâtiment réacteur au niveau du sas camion en cas d'inondation extrême.

À cet égard, l'IRSN recommande que l'ILL privilégie un renforcement ou un remplacement de la porte intérieure du sas afin que celle-ci puisse être fermée et être étanche en cas de séisme « noyau dur » suivi d'une inondation extrême (résistance à la pression hydrostatique) et en cas d'inondation extrême concomitante à une réplique sismique, le sas assurant en soi une protection à l'égard des objets charriés par l'inondation.

Dans le cas où ce renforcement ou ce remplacement ne serait pas réalisable, l'IRSN recommande que l'ILL mette en place une protection physique à l'extérieur du sas camion visant à protéger celui-ci de l'agression par des objets flottants perforants ou de grande énergie susceptibles de remettre en cause son étanchéité.

Annexe 2 à l'Avis IRSN/2017-00211 du 29 juin 2017

Observations

**Observation n° 1 :**

L'ILL devrait s'assurer de l'absence de risque de voilement et de déversement de la charpente métallique située sur le toit du sas camion en cas de séisme « noyau dur » lorsque la porte extérieure est en position verrouillée supérieure.

**Observation n° 2 :**

L'ILL devrait s'assurer que les exigences de stabilité et d'étanchéité du caisson à double parois métalliques sont respectées en cas de séisme « noyau dur ».