

Fontenay-aux-Roses, le 29 novembre 2016

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN N° 2016-00366

Objet : Institut Laue-Langevin
Réacteur à haut flux (INB n° 67)
Dossier d'options de sûreté d'un dispositif de production industrielle de radio-isotopes

Réf. : Lettre ASN Codep-Lyo-2016-007527 du 22 février 2016

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 l'analyse de sûreté présentée par l'Institut Laue-Langevin (ILL) dans le dossier d'options de sûreté (DOS), déposé en octobre 2015, relatif à la mise en place d'un dispositif de production industrielle de radio-isotopes, notamment sur la maîtrise du confinement et la radioprotection des travailleurs.

1 Contexte

Le Réacteur à haut flux (RHF), exploité par l'ILL à Grenoble, 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 d'un alliage d'aluminium et d'uranium enrichi en ²³⁵U. Le refroidissement, la modération et la réflexion du cœur du réacteur sont assurés par de l'eau lourde.

Depuis 2009, l'ILL est autorisé à produire des radio-isotopes dans le canal V4 par irradiation d'échantillons. L'élément principal du canal est le doigt de gant, qui pointe à l'intérieur du bidon réflecteur du bloc pile, rempli d'eau lourde. Le tube d'irradiation, situé à l'intérieur, est constitué de deux tubes concentriques, le tube d'étanchéité et le tube interne, ce qui permet, par une circulation d'eau de la piscine, d'assurer son refroidissement. Les échantillons, conditionnés dans des capsules en aluminium, sont placés dans un tube porte-échantillon en aluminium étanche. Après irradiation, arrêt du réacteur et au terme d'un délai permettant la décroissance de l'activité de l'aluminium, le tube porte-échantillon est extrait du canal V4 puis transféré dans la cellule chaude (située dans le hall piscine, au niveau D du bâtiment réacteur) à l'aide d'une perche de manutention, via le compartiment 3 du canal de transfert, pour ouverture des capsules et évacuation des échantillons. Les radio-isotopes et les critères d'irradiations associés sont spécifiés dans les règles générales d'exploitation (RGE).

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 B 440 546 018

2 Description du dispositif de production industrielle envisagé

Le dispositif de production industrielle présenté dans le DOS a principalement pour objectif d'augmenter la fréquence de production des radio-isotopes. Les échantillons sont transportés de manière automatique entre le canal V4 et une cellule chaude située dans les étages inférieurs, au niveau B, par l'intermédiaire d'un circuit hydraulique cheminant au fond du canal de transfert et dans des locaux techniques des niveaux B et C. Chaque échantillon est placé dans une navette disposant d'ouvertures latérales pour favoriser son refroidissement. Un carrousel d'entreposage, situé dans le compartiment 3 du canal de transfert, sépare le circuit de transport en deux circuits hydrauliques distincts (un circuit dit « en piscine » et un circuit dit « à terre ») et permet, de plus, la gestion et la décroissance radioactive des navettes. La circulation de l'eau est assurée par le circuit de refroidissement de la piscine dans le circuit « en piscine » et par une pompe spécifique dans le circuit « à terre ». En outre, la cellule chaude comporte deux parties reliées par un sas : la première, qui sera réalisée à partir d'une boîte à gant déjà existante, abrite le sas d'accès au circuit de transport et le poste de découpe des capsules ; les échantillons et les déchets sont évacués par la deuxième partie de la cellule chaude, qui est à construire. Au stade du DOS, l'ensemble des dispositions n'ont pas été arrêtées par l'exploitant et restent à préciser.

3 Dispositions de prévention et de limitation des risques

L'exploitant précise dans son dossier les dispositions de prévention et de limitation des risques par fonction de sûreté (maîtrise de la réactivité, du refroidissement, du confinement et de l'exposition externe). De l'évaluation de ces dispositions, pour les circuits « en piscine » et « à terre », l'IRSN retient les principaux éléments développés ci-après.

3.1 Circuit en piscine

L'exploitant évalue l'insertion de réactivité consécutive à la mise en place ou au retrait des navettes dans le canal V4 à partir de calculs réalisés pour 10 g de ^{112}Cd en 2000, lors de la demande d'autorisation d'irradiation d'échantillons transuraniens et d'émetteurs bêta de masse au plus égale à 10 g. Il ne justifie toutefois pas que le poids en réactivité du ^{112}Cd est représentatif des conditions d'irradiation envisagées. À titre d'exemple, jusqu'à huit échantillons peuvent être irradiés simultanément. **Ceci fait l'objet de la recommandation n°1 en annexe n°1 au présent avis.** L'IRSN considère, en tout état de cause, que les valeurs d'insertion de réactivité devraient demeurer inférieures à celles associées au scénario de rupture d'un doigt de gant pris en compte par l'ILL dans les études de sûreté.

L'exploitant estime que les dispositions de refroidissement du tube d'irradiation et des échantillons sont suffisantes pour le nouveau dispositif. Pour les radio-isotopes et les critères d'irradiation mentionnés dans les RGE actuelles, ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN. Par ailleurs, l'exploitant exclut le risque d'endommagement du tube d'irradiation compte tenu de la masse et de la vitesse des navettes. Néanmoins, il ne démontre pas que l'augmentation de la fréquence et de la vitesse des impacts sur le fond du tube d'irradiation ne remet pas en cause la tenue du tube d'irradiation et ne prend pas en compte la fragilisation éventuelle sous irradiation de l'alliage d'aluminium. **Ceci fait l'objet de la recommandation n°2 en annexe n°1 au présent avis.**

Dans le référentiel de sûreté actuel, la perte de confinement d'une capsule en piscine est considérée comme une condition de fonctionnement de catégorie 3, du fait de la limitation des irradiations à dix par an. Avec le dispositif envisagé, la fréquence des opérations peut atteindre 400 par an et est susceptible de conduire à un classement de l'accident en catégorie 2. Selon l'ILL, l'amélioration des exigences associées à la soudure de la capsule permet de considérer cette dernière comme une ligne de défense forte. L'IRSN relève toutefois que le remplacement du tube porte-échantillon par des navettes ouvertes conduit à la suppression d'une ligne de défense et considère que, au regard de l'augmentation significative des opérations et malgré l'amélioration précitée, le caractère suffisant des dispositions de prévention et de limitation du risque de perte de confinement d'une capsule n'est pas démontré. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 3 en annexe n° 1 au présent avis.**

Par ailleurs, au regard des conséquences radiologiques estimées par l'exploitant, l'accident de remontée d'une capsule en surface, avec une dose individuelle supérieure à 100 mSv, est de gravité G5 selon la méthodologie d'analyse de sûreté proposée en 2010. Or la mise à jour de cette démarche transmise en 2016 retient des objectifs généraux de sûreté modifiés, avec une diminution des objectifs de dose associés à chaque niveau de gravité ; les conséquences de l'évènement relèvent désormais d'un niveau de gravité supérieur pour lequel les dispositions de prévention du risque retenues dans le DOS ne sont donc plus suffisantes. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 4 en annexe n° 1 au présent avis.**

Enfin, compte tenu de la hauteur d'eau (5,5 m), l'ILL considère qu'une situation de blocage des navettes dans le circuit en piscine ne conduirait pas à un risque d'exposition externe significatif, tant lors de la survenue de l'évènement que lors de l'intervention des opérateurs. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

3.2 Circuit à terre

Concernant le circuit « à terre », le DOS ne présente pas de dispositions spécifiques mais indique qu'une étude de radioprotection sera réalisée et que, le cas échéant, les protections radiologiques seront renforcées. L'objectif de dimensionnement de ces protections est de limiter le débit de dose à $25 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ à un mètre de l'échantillon au niveau de la cellule chaude et à $250 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ à proximité du tube de transport, au niveau des zones accessibles réacteur en fonctionnement, la dose susceptible d'être reçue sur une heure étant plus faible du fait, selon l'ILL, de la courte durée d'exposition. Les objectifs de dose n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN ; l'exploitant devrait néanmoins s'assurer que l'utilisation prévue du dispositif est compatible avec le zonage existant à proximité des locaux traversés. **Ce point fait l'objet de l'observation n° 1 en annexe n° 2 au présent avis.**

Le DOS précise que la prévention du risque de blocage d'une navette sur le circuit « à terre » repose sur les choix de conception et la qualité de réalisation des équipements. Quoi qu'il en soit, l'IRSN estime nécessaire que l'ILL évalue les conséquences d'un blocage. En particulier, l'exploitant devra préciser les moyens de détection de cet incident et présenter les conditions d'intervention des opérateurs. **Ce point fait l'objet de la recommandation n° 5 en annexe n° 1 au présent avis.**

L'ILL indique que les locaux traversés par le circuit « à terre » seront cadenassés lors du fonctionnement du réacteur. Or des navettes sont susceptibles d'être évacuées vers la cellule chaude plusieurs jours après l'arrêt du réacteur et des irradiations. L'IRSN estime en conséquence que les

interdictions d'accès aux locaux devraient être maintenues tant que des navettes sont susceptibles d'emprunter le circuit de transport. **Ce point fait l'objet de l'observation n°2 en annexe n°2 au présent avis.**

La cellule chaude sera équipée d'un filtre très haute efficacité et reliée au circuit des effluents gazeux, ce qui constitue, en cas de dispersion de l'échantillon, des dispositions de limitation des risques suffisantes pour l'ILL. L'IRSN relève toutefois que la boîte à gant existante n'est plus en service depuis le début des années 1990 et que son confinement ne fait pas l'objet de contrôles périodiques. Par ailleurs, la protection radiologique des opérateurs dans le cadre du nouveau dispositif s'appuie sur le blindage existant de la boîte à gant, qui doit également être vérifié. **Ceci conduit à la recommandation n°6 en annexe n°1 au présent avis.**

3.3 Autres risques

L'exploitant n'a pas présenté d'analyse de sûreté pour les risques d'agression interne, notamment la chute de charge en piscine. Par ailleurs, le risque de coactivité lors de la réalisation des travaux de mise en place du dispositif n'est pas pris en compte. **Ceci fait l'objet des recommandations n°7 et 8 en annexe n°1 au présent avis.**

En outre, l'ILL ne précise pas les opérations d'évacuation des déchets générés (capsules ouvertes, navettes) et de transports internes, hors dispositif, des échantillons, pour lesquels des dispositions de maîtrise des risques doivent être retenues. Les dispositions relatives aux transports internes doivent également être décrites. **Ceci fait l'objet de la recommandation n°9 en annexe n°1 au présent avis.**

4 Conclusion

En conclusion, sur la base des documents examinés, l'IRSN estime acceptables, du point de vue de la sûreté, les principes retenus par l'exploitant pour le dispositif de production industrielle de radio-isotopes sous réserve de la prise en compte des recommandations mentionnées en annexe n°1 au présent avis.

Dans ce cadre, l'exploitant devrait également tenir compte des observations formulées en annexe n°2 au présent avis.

Pour le Directeur général et par délégation,
Frédérique PICHEREAU
Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Recommandations

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande que, dans le cadre de la demande de mise en service du dispositif, l'ILL réévalue l'analyse de sûreté du risque d'insertion de réactivité lors de l'insertion et du retrait des navettes, en tenant compte des caractéristiques du nouveau dispositif et de son utilisation.

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande que, dans le cadre de la demande de mise en service du dispositif, l'exploitant réévalue le risque d'endommagement du tube d'irradiation en tenant compte de la fragilisation sous irradiation de l'AG3NET, de l'augmentation de la fréquence des opérations et de la vitesse maximale pouvant être atteinte par les navettes.

Recommandation n° 3

L'IRSN recommande que, dans le cadre de la demande de mise en service du dispositif, l'exploitant réévalue l'analyse de sûreté de l'accident de perte de confinement d'une capsule et justifie le caractère suffisant des dispositions de prévention et de limitation du risque retenues.

Recommandation n° 4

L'IRSN recommande que, dans le cadre de la demande de mise en service du dispositif, l'exploitant réévalue le classement de l'accident de remontée d'une capsule d'irradiation en piscine et justifie le caractère suffisant des dispositions de prévention et de limitation du risque retenues.

Recommandation n° 5

L'IRSN recommande que, dans le cadre de la demande de mise en service du dispositif, l'exploitant détaille les dispositions permettant de détecter le blocage d'une navette dans le tube de transport du circuit à terre et d'en limiter les conséquences. L'exploitant devra préciser les moyens de détection dans les espaces adjacents aux locaux A07 et C07 et préciser la procédure d'intervention envisagée.

Recommandation n° 6

L'IRSN recommande que, dans le cadre de la demande de mise en service du dispositif, l'exploitant caractérise le taux de fuite et évalue l'efficacité du blindage de la cellule chaude en B29 et, le cas échéant, réalise les opérations de jouvence nécessaires.

Recommandation n° 7

L'IRSN recommande que, dans le cadre de la demande de mise en service du dispositif, l'exploitant complète son analyse de risque par la prise en compte des risques d'agression interne.

Recommandation n° 8

L'IRSN recommande que, dans le cadre de la demande de mise en service du dispositif, l'exploitant complète son analyse de risque par la prise en compte des risques de coactivité liés aux travaux de réalisation du dispositif.

Recommandation n° 9

L'IRSN recommande que, dans le cadre de la demande de mise en service du dispositif, l'exploitant décrive les opérations liées aux transports hors du dispositif des échantillons et des déchets métalliques et réalise une étude des risques associés à ces opérations.

Observations

Observation n° 1

Dans le cadre de la demande de mise en service du dispositif, l'exploitant devrait s'assurer que l'utilisation prévue du circuit à terre, en ce qui concerne la fréquence et la vitesse de passage des navettes, permet de conserver le zonage radiologique actuel des espaces adjacents et, le cas échéant, modifie le zonage radiologique.

Observation n° 2

Dans le cadre de la demande de mise en service du dispositif, l'exploitant devrait classer en zone orange et cadenasser les locaux A07 et C07 tant que des échantillons sont présents dans le dispositif, notamment le carrousel, et ce en plus des périodes de fonctionnement du réacteur.