

Monsieur le Chef de la Division de Lyon

Fontenay-aux-Roses, le 26 février 2026

AVIS D'EXPERTISE N° 2026-00028 DU 26 FEVRIER 2026

Objet : Établissement Framatome de Romans-sur-Isère - INB n° 63-U (Usine de fabrication de combustibles nucléaires)
Implantation d'un procédé de traitement des boues de l'atelier TRIGA

Référence : Lettre ASNR CODEP-LYO-2025-018642 du 19 mars 2025

Par lettre citée en référence, la Division de Lyon de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR) sollicite l'avis de la Direction de l'expertise en sûreté de l'ASNR sur la demande de modification notable relative à l'implantation d'un procédé de traitement des boues de l'atelier TRIGA (Training, Research, Isotope production, General Atomic) de l'installation nucléaire de base (INB) n° 63-U (Usine de fabrication de combustibles nucléaires), transmise par le directeur de l'établissement Framatome de Romans-sur-Isère.

La Division de Lyon demande plus particulièrement à la Direction de l'expertise en sûreté d'examiner les points suivants :

- l'acceptabilité au plan de la sûreté de la modification au regard du référentiel applicable à l'installation TRIGA,
- les dispositions de prévention des risques de criticité retenues dans la démonstration de sûreté-criticité pour assurer la gestion des nouvelles unités de travail, en cellule SE51 pour la boîte à gants et en cellule SE58 pour les casiers d'entreposages,
- les dispositions de maîtrise des risques de pyrophoricité et d'explosion liés au procédé de traitement des boues,
- les dispositions de transferts de matières uranifères mises en œuvre dans l'analyse de sûreté, en particulier au regard des transferts effectués en cellule SE51.

De l'évaluation des documents transmis, tenant compte des compléments apportés par l'exploitant Framatome au cours de l'expertise, la Direction de l'expertise en sûreté retient les principaux éléments suivants.

1. CONTEXTE ET PRÉSENTATION DE LA MODIFICATION

L'atelier TRIGA, situé dans le bâtiment F2 de l'INB n° 63-U, est destiné à la fabrication de combustible à base d'uranium enrichi en isotope 235 jusqu'à 20 % pour les réacteurs de recherche TRIGA. L'atelier, mis en service en 1996, a été arrêté en 2012, puis autorisé à redémarrer le 20 décembre 2021.

Les éléments combustibles TRIGA sont constitués de barreaux cylindriques en alliage d'uranium-zirconium hydruré (UZrH₂) introduits dans des gaines. Des boues uranifères sont produites lors des opérations de rectification sous eau des barreaux de combustible. La remise en service de l'atelier ne comportait pas de traitement de ces boues, en l'absence de procédé industriel qualifié par l'exploitant. Jusqu'à présent, les boues sont entreposées en pots décanteurs dans des racks d'entreposage dédiés à cet effet au sein de l'atelier TRIGA.

La demande de modification de l'exploitant porte sur l'implantation, dans l'INB n° 63-U, d'un procédé de traitement des boues et d'entreposage des matières associées.

Les principales étapes du procédé de traitement des boues sont le compactage des boues, l'étuvage des compacts de boue, la fusion des compacts afin d'obtenir une billette et l'entreposage des billettes. Le compactage des boues et l'étuvage des compacts de boue sont réalisés en cellule SE51 et nécessitent l'implantation d'une presse et d'une étuve dans une nouvelle boîte à gants. L'entreposage des billettes en fin de procédé nécessite l'implantation de deux nouveaux racks en cellule SE58 et l'utilisation de conteneurs cylindriques (appelés « boîtes ») d'un nouveau diamètre. Les autres étapes du procédé utilisent des équipements existants dans l'atelier TRIGA (four de fusion, racks d'entreposage, marbre, hotte ventilée, boîtes...).

La présente expertise sur le traitement des boues TRIGA dans l'INB n° 63-U porte sur les risques de dissémination de substances radioactives et sur la prévention des risques de criticité, ainsi que sur les risques liés à l'incendie, à l'explosion, au séisme, à l'inondation et à la manutention. Le traitement des boues ne présente pas de particularités à l'égard des autres risques déjà identifiés dans l'atelier TRIGA et dont la maîtrise est justifiée par le référentiel de sûreté en vigueur de l'INB n° 63-U.

2. RISQUES DE DISSEMINATION DE SUBSTANCES RADIOACTIVES

Le risque de dissémination de substances radioactives dans l'atelier TRIGA est présent notamment lorsque la matière uranifère n'est pas sous forme massive avant l'étape de fusion en cellule SE51.

Les opérations de pressage et d'étuvage des boues sont réalisées dans une boîte à gants, qui assure un confinement statique et dynamique. La boîte à gants est en outre implantée dans une enceinte de confinement, qui contient également le four de fusion et assure un confinement statique et dynamique supplémentaire. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que ceci est satisfaisant.**

Les opérations de transfert des compacts de boue depuis la boîte à gants se font soit vers des entreposages, soit vers le four de fusion. Dans le cas des transferts vers les entreposages, les compacts de boue sont placés dans une sache vinyle sous argon elle-même placée dans une boîte fermée, dimensionnée à la chute. **Ceci n'appelle pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

Dans le cas des transferts vers le four de fusion, les compacts de boue sont chargés dans le creuset de fusion et le creuset est mis dans une sache vinyle sous argon. Le creuset est alors transféré manuellement par un opérateur muni d'un appareil de protection des voies respiratoires (APVR) depuis la boîte à gants vers le four de fusion au sein de l'enceinte de confinement. Une partie du transfert du creuset nécessite toutefois de transiter par le sas de l'enceinte de confinement équipé de deux passe-plats. La Direction de l'expertise en sûreté note que l'approche proposée par l'exploitant en cellule SE51 est de manipuler la matière uranifère soit dans une enceinte de confinement, soit dans un conteneur fermé et dimensionné à la chute hors enceinte de confinement. La Direction de l'expertise en sûreté considère d'une part que le sas d'entrée ne constitue pas une enceinte de confinement, d'autre part que la sache vinyle ne constitue pas un conteneur dimensionné à la chute. **Au regard du risque de dissémination de substances radioactives, la Direction de l'expertise en sûreté estime que les dispositions retenues par l'exploitant pour la manutention du creuset chargé de compacts de boue dans le sas d'accès de l'enceinte de confinement de la cellule SE51 ne sont pas satisfaisantes. Ce point est repris dans la recommandation formulée dans le paragraphe 9 du présent avis d'expertise.**

3. PRÉVENTION DES RISQUES DE CRITICITÉ

L'alliage UZrH₂ contenu dans les boues possède la même teneur massique en uranium et le même enrichissement en isotope ²³⁵U que les barreaux produits dans l'atelier TRIGA. Aussi, l'exploitant reconduit, pour la démonstration de sûreté-criticité du procédé de traitement des boues, les milieux fissiles de référence (MFR) existants au sein de l'atelier TRIGA. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que cette approche est satisfaisante.**

Le mode de contrôle retenu par l'exploitant pour la boîte à gants est la masse et la masse maximale d'²³⁵U autorisée est identique à celle de la sorbonne de préparation des charges et du four de fusion actuellement en exploitation en cellule SE51, **ce qui est satisfaisant.** De manière à prévenir le risque de dépassement de la masse de matière autorisée dans la boîte à gants, l'exploitant réalise un suivi des quantités de matière en entrée

et sortie de la boîte à gants à l'aide d'un cahier de poste informatique et de doubles contrôles systématiques. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que ces dispositions sont satisfaisantes.**

Le mode de contrôle retenu par l'exploitant pour l'entreposage des billettes en cellules SE58 est la géométrie des boîtes et du rack d'entreposage. Cette approche est identique à celle appliquée aux entreposages de boîtes existants de l'atelier TRIGA, **ce qui est satisfaisant.**

Enfin, pour les équipements existants requis dans le procédé de traitement des boues, l'exploitant reconduit la démonstration de sûreté-criticité, ainsi que les exigences de sûreté associées. **Ceci n'appelle pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

4. RISQUES LIÉS AU SEISME

L'exploitant dimensionne la boîte à gants, ainsi que la presse de compactage et l'étuve se trouvant à l'intérieur de la boîte à gants, pour assurer la localisation de la matière sous séisme majoré de sécurité (SMS). De plus, les équipements du local SE51 existants ou ajoutés (gaine de ventilation, armoires électriques, pompe à vide du four de fusion, ...) sont dimensionnés pour être non agresseurs à l'égard de la boîte à gants, de la presse de compactage et de l'étuve en cas de SMS. **Ceci est satisfaisant.**

Par ailleurs, au titre de la défense en profondeur, l'exploitant dimensionne la boîte à gants pour être non agresseur du bâtiment F2 en cas de séisme forfaitaire extrême (SFE). **La Direction de l'expertise en sûreté considère que cette démarche est conservatrice, ce qui est satisfaisant.**

Enfin, conformément au référentiel en vigueur pour les entreposages de boîtes et compte tenu du mode de contrôle de la criticité par la géométrie, les racks d'entreposage des billettes en cellule SE58 sont dimensionnés pour conserver leur géométrie en cas de SFE. **Ceci n'appelle pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

5. RISQUES LIÉS À L'INCENDIE

Les risques d'incendie induits par le procédé de traitement des boues dans l'atelier TRIGA sont liés à l'implantation de nouveaux équipements en cellules SE51 et SE58 et à la matière manipulée (cf. *infra* risques de combustion par pyrophoricité).

Les cellules SE51 et SE58 constituent déjà des secteurs de feu et l'implantation de nouveaux équipements ne met pas en cause les dispositions existantes de maîtrise des risques d'incendie dans ces locaux. De plus, les nouveaux équipements répondent aux dispositions de prévention du référentiel de sûreté du bâtiment F2 en vigueur, avec notamment pour la boîte à gants des choix de classe du matériel limitant son potentiel calorifique et son éloignement des installations électriques. **Ces éléments sont satisfaisants.**

En termes de surveillance et de limitation des conséquences, l'exploitant met en place un système de détection automatique d'incendie (DAI) dans le compartiment procédé de la boîte à gants de traitement des boues, dans l'enceinte de confinement et en dehors de l'enceinte. En cas de déclenchement de DAI en cellule SE51, des automatismes classés éléments importants pour la protection (EIP) stoppent la ventilation, l'alimentation électrique et en air comprimé. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que ces dispositions sont satisfaisantes.**

6. RISQUES DE COMBUSTION PAR PYROPHORICITÉ

Les compacts de boue peuvent présenter un risque de pyrophoricité¹ alors que ce risque est supprimé une fois la matière fusionnée et sous forme massive. Pour prévenir ce risque, l'exploitant met en œuvre un inertage avec de l'argon de l'atmosphère de la boîte à gants et de l'étuve. De plus, la teneur en oxygène est surveillée dans la boîte à gants et dans l'étuve, et des automatismes classés EIP stoppent leur fonctionnement sur dépassement d'un seuil en oxygène. **Les dispositions prises par l'exploitant sont satisfaisantes.**

¹ Les alliages à base de zirconium, tels que l'UZrH₂, sont des matières pyrophoriques qui, lorsqu'elles sont pulvérulentes ou sous forme de copeaux, ont la propriété de s'enflammer spontanément au contact de l'air ou sous l'action d'un apport d'énergie comme lors de frottements.

La Direction de l'expertise en sûreté note que l'exploitant n'a pas identifié de scénario de perte d'inertage de la boîte à gants et de l'étuve en cas de séisme, alors que les circuits d'argon associés aux boîtes à gants sont des EIP non dimensionnés au séisme. **La Direction de l'expertise en sûreté estime qu'il appartient à l'exploitant de prendre en compte un scénario d'incendie de la boîte à gants en cellule SE51 à la suite d'un séisme affectant le bâtiment F2 de l'INB n° 63-U.**

7. RISQUES D'EXPLOSION

Le risque d'explosion dans l'atelier TRIGA provient d'un potentiel dégagement d'hydrogène gazeux dû au phénomène de déshydruration de l'alliage UZrH_2 quand il est porté au-delà d'une température de 500 °C dans le four de fusion. La maîtrise du risque d'explosion dans le four est déjà justifiée dans le référentiel en vigueur de l'atelier TRIGA et les dispositions existantes couvrent la fusion des compacts de boue. Par ailleurs, l'exploitant a mis à jour la fiche d'accident du plan d'urgence interne relative au scénario d'explosion d'hydrogène dans l'atelier TRIGA pour prendre en compte le procédé de traitement des boues, procédé qui ne met pas en cause les conclusions. **Ceci n'appelle pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

8. RISQUES D'INONDATION

L'exploitant prend en compte, dans son analyse du risque d'inondation, le procédé de traitement des boues qui ajoute, en cellule SE51, une presse équipée d'un circuit de refroidissement et d'un circuit hydraulique. Le risque d'inondation vers d'autres locaux hors d'eau de l'atelier TRIGA et du bâtiment F2 est exclu compte tenu de la surélévation du couloir desservant la cellule. Au sein des cellules SE51 et SE52 qui communiquent, l'inondation n'affecte pas la prévention des risques de criticité, les modes de contrôles se faisant par la masse et par la géométrie. **Ces éléments n'appellent pas de remarque.** Enfin, les équipements électriques et la nouvelle armoire électrique de la cellule SE51 sont surélevés pour qu'une inondation du local n'engendre pas de risque électrique. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que ces dispositions sont satisfaisantes.**

9. RISQUES LIÉS À LA MANUTENTION

Le traitement des boues nécessite de transférer manuellement la matière uranifère entre les différentes étapes du procédé. Les matières issues du procédé de traitement des boues étant de même nature que la matière manipulée dans le procédé de fabrication du combustible, l'exploitant applique les dispositions en vigueur dans l'atelier TRIGA pour le transfert des pots de boues ou d'eaux de pressage, des boîtes de matière et des moules avec leur contenu de matière UZr . **La Direction de l'expertise en sûreté estime que ces dispositions sont satisfaisantes.**

Concernant le transfert des compacts de boue vers le four de fusion, les compacts sont chargés dans le creuset de fusion placé sous argon dans une sache vinyle. Le creuset est alors transféré manuellement par un opérateur muni d'un APVR depuis la boîte à gants vers le four de fusion. Bien que ces deux équipements soient implantés dans la même enceinte de confinement, l'exploitant prévoit que le creuset transite par le sas d'entrée de l'enceinte de confinement équipé de deux passe-plats. La Direction de l'expertise en sûreté estime d'une part que la sache vinyle n'est pas un conteneur dimensionné à la chute (dont l'intégrité permettrait d'assurer le confinement des substances radioactives en cas de chute), d'autre part que le sas ne répond pas aux exigences d'une enceinte de confinement. En outre, la chute du creuset peut conduire à la perte de l'inertage à l'argon en cas de rupture de la sache vinyle et à un apport d'énergie dû au choc pouvant entraîner un départ de feu de métal par pyrophoricité. Or, le sas d'entrée de l'enceinte représentant la seule issue pour évacuer le personnel de la cellule SE51 et la cellule SE52, un feu dans ce sas pourrait le rendre impraticable, ce qui n'est pas satisfaisant en situation d'incendie. Au regard du risque de dissémination de substances radioactives et du risque d'incendie en cas de chute du creuset, la Direction de l'expertise en sûreté estime que les dispositions retenues par l'exploitant pour la manutention du creuset chargé de compacts de boue dans le sas d'accès de l'enceinte de confinement de la cellule SE51 ne sont pas satisfaisantes. **La Direction de l'expertise en sûreté recommande que l'exploitant définisse et applique des exigences de confinement à un contenant de compacts de boue en cas de chute lors du transfert de ces compacts entre la boîte à gants et le four de fusion en dehors de l'enceinte de confinement de la cellule SE51 de l'INB n° 63-U (cf. recommandation n° 1 formulée en annexe au présent avis d'expertise).**

10. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés, en tenant compte des informations transmises par Framatome au cours de l'expertise, la Direction de l'expertise en sûreté estime que les dispositions retenues par Framatome pour l'implantation d'un procédé de traitement des boues au sein de l'atelier TRIGA du bâtiment F2 de l'INB n° 63-U sont satisfaisantes, sous réserve de la prise en compte de la recommandation formulée en annexe au présent avis d'expertise.

Pour le Directeur de l'expertise en sûreté

Eric LETANG

Adjoint au Directeur de l'expertise en sûreté

ANNEXE

Recommandation de la Direction de l'expertise en sûreté

Recommandation n° 1

La Direction de l'expertise en sûreté recommande que l'exploitant définisse et applique des exigences de confinement à un contenant de compacts de boue en cas de chute lors du transfert de ces compacts entre la boîte à gants et le four de fusion en dehors de l'enceinte de confinement de la cellule SE51 de l'INB n° 63-U.