



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

Liberté  
Égalité  
Fraternité

**IRSN**  
INSTITUT DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 13 décembre 2023

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2023-00183

**Objet :** Établissement Framatome de Romans-sur-Isère - INB 63-U (Usine de fabrication de combustibles nucléaires)  
**Modification du mode de contrôle de la criticité du four d'hydruration de l'atelier TRIGA**

**Réf. :** Lettre ASN CODEP-LYON-2023-050589 du 13 septembre 2023.

Par lettre citée en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la demande de modification du mode de contrôle de la criticité en fonctionnement normal du four d'hydruration de l'atelier TRIGA de l'installation nucléaire de base (INB) n° 63-U, transmise par le directeur de l'établissement Framatome de Romans-sur-Isère.

L'ASN demande à l'IRSN d'analyser la démonstration de sûreté-criticité associée cette demande de modification et de vérifier d'une part le respect des exigences de sûreté-criticité associées au local TRIGA, d'autre part la cohérence entre les modélisations réalisées par Framatome et les données présentées dans la fiche de criticité du four. L'expertise de l'IRSN porte uniquement sur la prévention des risques de criticité, seuls risques concernés par cette modification.

De l'évaluation des documents transmis, tenant compte des éléments apportés par Framatome au cours de l'expertise, l'IRSN retient les éléments suivants.

### 1. CONTEXTE

L'atelier TRIGA de l'INB n° 63-U est dédié, depuis son redémarrage fin 2021, à la fabrication d'éléments combustibles à base d'uranium enrichi en isotope  $^{235}\text{U}$  à destination de réacteurs de recherche de type TRIGA. Ce combustible est composé de barreaux d'alliage U-ZrH<sub>2</sub> fabriqués à partir de lingots d'alliage U-Zr, constitués lors d'une étape de fusion, tronçonnés et usinés pour former des barreaux d'U-Zr. Ces barreaux sont ensuite hydrurés dans un four d'hydruration localisé dans l'atelier TRIGA. De l'hydrogène est injecté dans le four pour être absorbé par la matière et former les barreaux d'U-ZrH<sub>2</sub>. Au sein du four, les barreaux de combustibles sont insérés dans des nacelles cylindriques alignées les unes derrière les autres et solidarisées par un système de liaison. Ce système de liaison est censé garantir, par conception, l'alignement des barreaux des différentes nacelles dans le four, et donc permettre de respecter l'exigence de criticité sur le nombre maximal d'alignements de barreaux autorisés dans le four d'hydruration (6 ou 24 alignements de barreaux en fonction de leur type).

La demande de modification fait suite à la déclaration par Framatome d'un événement significatif, sans conséquence sur la sûreté, relatif au non-respect de l'alignement des barreaux dans le four. Au titre des mesures préventives, Framatome souhaite modifier la démonstration de sûreté-criticité du four d'hydruration en

MEMBRE DE  
**ETSON**

fonctionnement normal, en s'affranchissant de l'exigence d'alignement des barreaux. Framatome propose ainsi de modifier le mode de contrôle primaire de la criticité du four, jusqu'alors assuré par la limitation de la masse (garantie par le biais du nombre maximal d'alignements autorisé), en retenant un mode de contrôle de la criticité uniquement par la géométrie.

Cette modification n'entraîne aucune conséquence sur la justification actuelle de la sous-criticité des situations incidentelles retenues dans le référentiel de sûreté applicable de l'INB n° 63-U.

## 2. ÉVALUATION DE SÛRETÉ

Pour justifier la sous-criticité du four d'hydruration par la géométrie en fonctionnement normal, Framatome s'appuie sur la géométrie des nacelles. Il montre, sur la base de résultats de calculs, que le diamètre externe du corps des nacelles (132 mm maximum) est inférieur au diamètre maximal admissible (égal à 136,7 mm pour un  $k_{\text{eff}}^1$  de 0,95) d'un cylindre de hauteur infinie réfléchi par 20 cm d'eau, pour le milieu fissile de référence U-ZrH<sub>2</sub>. **L'IRSN estime que les hypothèses retenues par Framatome pour déterminer le diamètre maximal admissible sont satisfaisantes.**

L'exploitant a bien intégré, dans la révision de la fiche de criticité fournie dans le cadre de la demande de modification, le diamètre externe maximal du corps des nacelles et le diamètre maximal admissible calculé. **L'IRSN estime que ceci est satisfaisant.**

Par ailleurs, l'exploitant n'aborde pas, dans sa démonstration de sûreté, l'éventuelle augmentation du diamètre externe du corps des nacelles par dilation thermique au sein du four en fonctionnement. Néanmoins, l'IRSN note qu'il existe une marge entre le diamètre externe maximal du corps des nacelles et le diamètre maximal admissible retenu comme limite, ce qui permet de couvrir une éventuelle dilatation thermique de ces dernières avec la température du four.

**Il appartiendra à l'exploitant d'indiquer, dans la fiche de criticité, que la limite de diamètre externe du corps des nacelles doit intégrer leur éventuelle dilatation thermique dans le four à sa température maximale de fonctionnement.**

S'agissant des situations incidentelles, Framatome n'a pas modifié la démonstration du four en cas de perte de la géométrie des nacelles (à la suite d'une explosion ou d'un séisme). Elle repose toujours sur un mode de contrôle de la criticité par la géométrie du four (garantie du diamètre interne maximal du four à la suite d'une explosion ou d'un séisme).

Enfin, les limites actuelles de nombre de barreaux par nacelle associées au four d'hydruration n'intervenant que pour démontrer sa sous-criticité en mode de contrôle par la masse, l'IRSN estime que leur suppression au profit de l'utilisation d'un mode de contrôle par la géométrie n'impacte aucune des démonstrations de sûreté-criticité des autres unités de travail du local TRIGA de l'INB n° 63-U.

**Sur la base de ces éléments, l'IRSN considère que la démonstration de la sûreté-criticité de l'exploitant relative au four d'hydruration en fonctionnement normal, fondée sur un mode de contrôle de la criticité par la géométrie, est satisfaisante.**

**Les modifications du référentiel de sûreté de l'INB n° 63-U, présentées par l'exploitant dans le dossier associé à la demande de modification, n'appellent par ailleurs pas de remarque de la part de l'IRSN.**

---

<sup>1</sup> Le  $k_{\text{eff}}$  représente le facteur de multiplication effectif des neutrons dans le système considéré.

### 3. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés, l'IRSN estime que la modification du mode de contrôle primaire de la criticité du four d'hydruration de l'atelier TRIGA en situation de fonctionnement normal est bien prise en compte par Framatome dans la démonstration de sûreté-criticité de l'INB n° 63-U et que les exigences de sûreté-criticité associées à l'atelier TRIGA sont respectées.

**IRSN**

Le Directeur général

Par déléation

Eric LETANG

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté