

Fontenay-aux-Roses, le 19 juillet 2021

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2021-00136

Objet : **Etablissement Framatome de Romans-sur-Isère - INB n°63 CERCA
Redémarrage de l'atelier TRIGA**

Réf. : [1] Lettre ASN - CODEP - DRC - 2020 - 038985 du 30 novembre 2020.
 [2] Lettre ASN - CODEP - DRC - 2020 - 001373 du 31 janvier 2020.

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les éléments relatifs aux risques d'explosion interne liés aux procédés de fusion et d'hydruration et de criticité qui sont apportés dans le cadre du redémarrage de l'atelier TRIGA (Training Research Isotopes General Atomics) de l'INB n°63, par le directeur de l'établissement Framatome de Romans-sur-Isère. En outre, l'ASN souhaite également recueillir l'avis de l'IRSN sur des modifications apportées par l'exploitant au dossier de sûreté instruit en 2019.

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

1. CONTEXTE

L'atelier TRIGA, à l'arrêt depuis 2010, est dédié à la fabrication d'assemblages combustibles à base d'uranium enrichi en isotope ²³⁵U à destination de réacteurs de recherche de type TRIGA. Cet atelier, composé d'une dizaine de locaux constitués par des parois en maçonnerie et une dalle de toiture en béton armé, est implanté dans le bâtiment F2 de l'INB n°63 sur le site de Romans-sur-Isère.

En 2017, l'exploitant de l'INB n°63 a transmis une demande d'autorisation de modification relative au redémarrage de l'atelier TRIGA. Le dossier de sûreté présenté à l'appui de cette demande décrivait les réaménagements de cet atelier et le remplacement d'un certain nombre d'équipements et s'appuyait sur une analyse de sûreté de ces modifications. Dans le cadre de l'instruction de cette demande d'autorisation, qui a fait l'objet d'une expertise de l'IRSN en 2019, l'exploitant a pris des engagements et l'ASN a formulé des demandes de compléments par lettre citée en seconde référence ; ceux relatifs aux risques d'explosion interne liés aux procédés de fusion et d'hydruration et de criticité sont rappelés respectivement en annexes 1 et 2 du présent avis.

2. PROCÉDE DE FABRICATION DES COMBUSTIBLES TRIGA

Les éléments combustibles TRIGA sont constitués de barreaux cylindriques en alliage d'uranium-zirconium (U-Zr) hydrurés, introduits dans des gaines (tubes en acier inoxydable ou en Incalloy). Les principales étapes du procédé de fabrication sont les suivantes :

- la préparation des charges de fusion à partir d'uranium métal, de zirconium, d'erbium pour certaines fabrications et d'alliage, hydruré ou non, d'uranium-zirconium ;
- la fusion, dans un four de fusion, de l'alliage U-Zr et erbium placé dans un moule ;
- le démoulage des lingots ;
- l'usinage et la rectification des lingots pour constituer les barreaux d'alliage U-Zr aux bonnes dimensions ;
- l'hydruration des barreaux dans un four d'hydruration alimenté en hydrogène ;
- la rectification des barreaux ;
- le gainage des barreaux dans des tubes en acier inoxydable fermés par deux bouchons soudés.

3. REPONSES AUX DEMANDES DE L'ASN

Les demandes de l'ASN sont rappelées en Annexe 1 au présent avis.

Demande TRIGA-D3

Pour rappel, le procédé de fusion permet le recyclage de rebuts de barreaux d'alliage U-Zr hydrurés. L'hydrogène présent dans les barreaux est alors dégazé dans le four de fusion. Dans son analyse de sûreté, l'exploitant considère en conséquence un risque d'explosion lié à l'accumulation d'hydrogène dans le réseau de ventilation du local, auquel est raccordé le four de fusion ou dans l'enceinte de confinement entourant ce four. Dans ce contexte, l'ASN a demandé à l'exploitant de compléter les dispositions de détection et de maîtrise de la dilution de l'hydrogène au niveau de l'enceinte de confinement du four.

En réponse, l'exploitant installera un débitmètre dans la gaine d'extraction d'air du local de fusion, où se situe le four, ainsi qu'un détecteur d'hydrogène dans l'enceinte de confinement du four. Ces dispositifs, classés éléments importants pour la protection (EIP), permettront la coupure automatique de la chauffe du four de fusion sur atteinte d'un débit bas d'extraction de la ventilation ou en cas de détection d'hydrogène. **L'IRSN estime que ces nouvelles dispositions sont satisfaisantes et répondent à la demande TRIGA-D3. L'exploitant veillera à les intégrer au document d'exploitation relatif à la mise à l'état sûr des fours de l'atelier TRIGA.**

Demande TRIGA-D4

La demande TRIGA-D4 porte sur l'évaluation des conséquences d'une explosion d'hydrogène dans les fours de fusion et d'hydruration de l'atelier TRIGA au regard du risque d'agression des EIP implantés dans ces locaux et dans les locaux adjacents.

- Four de fusion

L'exploitant a étudié la tenue des parois du local de fusion sous l'effet d'une explosion d'hydrogène dans l'enceinte de confinement du four de fusion ou dans la gaine d'extraction d'air de ce local. Les volumes d'hydrogène retenus pour cette étude sont calculés à partir de la quantité maximale d'hydrogène pouvant être rejetée du four de fusion pour une pression interne de 80 mbar absolus. L'exploitant conclut à la tenue de ces parois et de la dalle de toiture, à l'exception de deux parois en maçonnerie du local de fusion, l'une orientée vers le hall gaine et l'autre vers le couloir de la zone uranium du bâtiment F2. Aussi l'exploitant considère que la perte du confinement statique et l'émission de projectiles associés à la ruine de ces parois n'ont pas de conséquence sur la sûreté de l'installation.

L'IRSN estime que les profils de chargement déterminés par l'exploitant pour modéliser les scénarios d'explosion sont acceptables. Les hypothèses et la méthode de calculs de résistance des parois en maçonnerie et de la dalle de toiture en béton n'appellent pas de commentaire.

Pour les locaux adjacents à l'atelier TRIGA, l'IRSN relève qu'une des parois endommagées donne sur la salle de contrôle des plaques combustibles du hall gaine du bâtiment F2 qui accueille deux « îlots de criticité » séparés par une rangée d'armoires coupe-feu. Pour l'exploitant, le risque de criticité peut être exclu en cas d'explosion car les deux lots de plaques présents dans les îlots de criticité seraient dispersés dans le local de part et d'autre de la rangée d'armoires. **L'IRSN convient que cette disposition, mentionnée dans le rapport de sûreté de l'INB n°63, permet de s'assurer du non-rapprochement des lots de criticité en cas d'explosion dans le local de fusion.** Les autres équipements procédés pouvant être potentiellement atteints par les effets de la pression dus à l'explosion ou la projection de gravats sont suffisamment éloignés du four de fusion pour garantir la sous-criticité. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

À l'égard du risque de propagation de l'onde de souffle à travers le réseau de ventilation de l'atelier TRIGA, l'exploitant estime que les entreposages de substances radioactives situés dans des locaux adjacents ne seraient pas affectés en cas d'explosion dans la gaine d'extraction du local de fusion. **Compte tenu de la configuration du réseau de ventilation, l'IRSN convient que l'onde de souffle s'y propageant serait suffisamment atténuée pour ne pas occasionner de désordres dans les volumes des locaux de TRIGA adjacents.**

Enfin, s'agissant des EIP présents dans le local de fusion, l'exploitant considère que l'agression du circuit de refroidissement du four de fusion en cas d'explosion dans l'enceinte de confinement n'aurait pas de conséquence dans la mesure où la chauffe du four serait automatiquement coupée grâce à l'asservissement présent en cas de perte de la fonction de refroidissement. **Ceci n'appelle pas de commentaire de la part de l'IRSN.**

- Four d'hydruration

L'exploitant retient un scénario d'explosion d'hydrogène au sein du local d'hydruration dans lequel est implanté le four d'hydruration, en cas de perte d'étanchéité du four et en l'absence de ventilation du local. En comparant les caractéristiques du rejet d'hydrogène définis pour ce local à celles d'un essai expérimental, l'exploitant conclut à l'absence de risque. Par conséquent, il n'a pas évalué les conséquences d'une explosion d'hydrogène au sein de ce local. Pour l'IRSN, l'approche retenue par l'exploitant ne tient pas compte de phases transitoires durant lesquelles un mélange explosible pourrait se former avant la dilution de l'hydrogène, notamment lors de la bouffée initiale du rejet. Par ailleurs, l'exploitant s'appuie sur les résultats d'un essai dont les caractéristiques ne sont pas transposables au scénario considéré. Aussi, au cours de l'expertise, l'exploitant a complété son analyse en évaluant les conséquences d'une explosion d'un volume d'hydrogène issu du four d'hydruration pendant les premières secondes du rejet. Il a également vérifié la tenue sous l'effet de l'explosion de la paroi entre ce local et le local d'usinage adjacent. **L'IRSN estime que le profil de chargement retenu et les conclusions de l'exploitant sont acceptables.**

Par ailleurs, l'exploitant n'a pas étudié le scénario d'explosion consécutif à la fuite des canalisations reliées au four au motif que le diaphragme installé sur la canalisation d'alimentation en hydrogène sera remplacé de façon à limiter le débit. Cette disposition de limitation du débit d'hydrogène classée EIP fera l'objet d'une exigence définie. L'IRSN estime que la modification du diaphragme permettra de réduire de manière significative le risque d'explosion d'hydrogène associé à la canalisation d'alimentation du four d'hydruration. Par ailleurs, l'exploitant a mis en place un zonage conforme à la réglementation ATEX (atmosphère explosive) autour de cette canalisation, ce qui concourt à limiter le risque d'ignition au niveau des brides et des vannes. **L'IRSN estime que ces dispositions sont acceptables.**

Compte tenu des éléments ci-avant, l'IRSN considère que les éléments apportés par l'exploitant répondent de manière satisfaisante à la demande TRIGA-D4.

Demande TRIGA-D5

En réponse à cette demande relative au report d'information et des dispositions nécessaires à la gestion du risque d'explosion d'hydrogène au niveau du four d'hydruration, l'exploitant indique qu'en cas de défaillance du four, un signal d'alarme est immédiatement reporté au PC sécurité du site de Romans-sur Isère. Dans cette situation, un opérateur d'astreinte intervient sur site afin de s'assurer de l'état sûr du four (isolement, coupure

de la chauffe). Il précise que, à l'égard du risque de dégazage d'hydrogène des barreaux, un inertage automatique du four n'est pas pertinent tant que la température interne est élevée. En deçà, l'inertage complet du four par balayage à l'hélium peut être réalisé. La procédure de gestion de l'injection d'hélium correspondante fera l'objet d'une consigne d'exploitation. **L'IRSN estime que ces dispositions sont satisfaisantes et répondent à la demande TRIGA-D5.**

Demande TRIGA-D7

En réponse à cette demande portant sur le maintien de la ventilation du local d'hydruration et les dispositions en cas de perte du débit nominal de ventilation du local, l'exploitant indique que la ventilation de ce local est réglée et surveillée en continu par un capteur de débit pouvant déclencher automatiquement l'isolement du four d'hydruration et l'arrêt de la chauffe sur atteinte d'un seuil de débit minimal. En outre, les équipements du système de ventilation sont classés EIP et la ventilation est secourue, les groupes électrogènes et le ventilateur de secours permettant une reprise de la ventilation en moins de trois minutes. **L'IRSN estime que ces dispositions sont satisfaisantes et répondent à la demande TRIGA-D7.**

Demande TRIGA-D13

En réponse à la demande de mise à jour de l'analyse de sûreté relative à la démonstration de la maîtrise du risque de criticité dans le local gainage qui accueille trois unités de travail (UT), l'exploitant indique qu'en raison du nombre limité de barreaux par UT, tout risque de criticité est écarté en cas de chute et de perte de la géométrie de l'ensemble des barreaux présents dans une des UT de ce local, et en présence de modérateur. La démonstration sera intégrée dans le référentiel de sûreté qui sera transmis avant la mise en service de l'atelier TRIGA. **Ces éléments répondent de manière satisfaisante à la demande TRIGA-D13.**

4. REPONSES AUX ENGAGEMENTS DE L'EXPLOITANT

Les engagements de Framatome sont rappelés en Annexe 2 au présent avis.

Les réponses de l'exploitant aux engagements 4.1 à 4.4 et 4.6 relatifs à l'analyse des risques de criticité de l'atelier TRIGA et plus particulièrement à la mise à jour des documents (notes de calculs, fiche de criticité...) en support de la démonstration n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN. **L'exploitant veillera à présenter, dans le dossier de synthèse de qualité pour la mise en service de l'atelier TRIGA, les résultats de la vérification *in-situ* des cotes de criticité spécifiées dans la fiche de criticité du local de démoulage des lingots.**

De même, les dispositions présentées par l'exploitant, en réponse à l'engagement 6.2, pour s'assurer du fonctionnement de la ventilation du local de fusion nécessaire à la dilution de l'hydrogène dégazé dans le four n'appellent pas de remarque.

Enfin, pour ce qui concerne l'engagement 7.5, l'exploitant indique que le four de grillage sera démonté avant la mise en service de l'atelier TRIGA afin d'éliminer tout risque d'agression sous séisme des EIP présents dans le local de fusion. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

Compte tenu des éléments ci-avant, l'IRSN estime l'exploitant répond de manière satisfaisante à ses engagements 4.1 à 4.4, 4.6, 6.2 et 7.5.

5. MODIFICATIONS DU DOSSIER DE SURETE

L'exploitant a implanté, dans le local d'usinage, une nouvelle sorbonne dédiée aux opérations de dégraissage et d'étuvage des copeaux produits sur le tour d'usinage, en remplacement de la sorbonne initialement située dans le local de fusion. De plus, l'étuve initialement implantée dans le local de fusion a été installée dans cette sorbonne.

Le mode de contrôle de la criticité de la nouvelle sorbonne, qui constitue une nouvelle UT, et la limite de masse associée sont inchangés. Le respect de cette limite est garanti par la réalisation d'un bilan de masse en entrée/sortie à l'aide de pesées faisant l'objet d'un double-contrôle. La fiche de criticité du local a été mise à jour avec les distances minimales à respecter entre les différents équipements. **Ceci est satisfaisant. L'exploitant veillera à présenter, dans le dossier de synthèse de qualité pour la mise en service de l'atelier TRIGA, les résultats de la vérification *in-situ* des cotes de criticité spécifiées dans la fiche de criticité du local d'usinage.**

Le maîtrise du risque de dispersion de substances radioactives est assurée par un confinement dynamique faisant l'objet d'une exigence définie (vitesse d'air minimale aux ouvertures de la sorbonne) qui sera contrôlée périodiquement conformément aux règles générales d'exploitation (RGE) de l'INB n°63. **Ceci est satisfaisant.**

L'étude des risques d'incendie a été mise à jour pour prendre en compte les produits inflammables utilisés dans le cadre des opérations de dégraissage des copeaux. Les copeaux dégraissés sont ensuite étuvés, sous atmosphère inerte, puis transférés dans le local de fusion pour recyclage dans le four. Même conditionnés en conteneur, les copeaux sont susceptibles d'être à l'origine d'un départ de feu lors de leur transfert, compte tenu de leur caractère pyrophorique. Aussi, l'exploitant mettra à disposition, dans les locaux traversés, des systèmes dénommés « poubelles anti-feu » permettant d'étouffer la combustion du contenu d'un conteneur en le déposant au sol. **Cette disposition, issue du retour d'expérience des évènements survenus dans la zone uranium de l'INB n°63, est satisfaisante.**

Enfin, s'agissant de la gestion des effluents liquides produits par les machines-outils (rectifieuse, tour, fraiseuse) du local d'usinage, l'exploitant a supprimé la cuve de réception de ces effluents située à l'extérieur de l'atelier TRIGA et la canalisation de transfert vers le réseau chimique uranifère du site de Romans-sur-Isère. Le nouveau mode de gestion prévoit de récupérer les effluents, *via* une pompe mobile, dans des bouteillons placés sur rétention au niveau de chaque équipement. Les bouteillons sont ensuite entreposés dans un fût transféré dans l'unité de traitement des effluents du site. Cette modification ne change pas la gestion de la sous-criticité des effluents qui reste fondée sur leur concentration en uranium. **Cette modification est acceptable.**

6. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés et en tenant compte des informations transmises par l'exploitant en cours d'expertise, l'IRSN considère que les réponses de Framatome aux demandes de compléments de l'ASN (TRIGA-D3, TRIGA-D4, TRIGA-D5, TRIGA-D7 et TRIGA-D13) et aux engagements (n°4.1 à 4.4, 4.6, 6.2 et 7.5), ainsi que les modifications apportées au dossier de sûreté du redémarrage de l'atelier TRIGA de l'INB n°63 à Romans-sur-Isère sont convenables.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Anne-Cécile JOUVE

Adjointe au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE 1 A L'AVIS IRSN N° 2021-00136 DU 19 JUILLET 2021

Rappel des demandes de l'Autorité de sûreté nucléaire

Demandes de l'ASN extraites du courrier CODEP-DRC-2020-001373 du 31 janvier 2020

[TRIGA-D3] « compléter les dispositions vis-à-vis du risque d'hydrogène dans l'enceinte de confinement du four de fusion, en y assurant la détection et la maîtrise de la dilution de l'hydrogène. Vous retiendrez des exigences définies de conception et de suivi d'exploitation associées à ce risque ».

[TRIGA-D4] « évaluer les conséquences d'une explosion d'hydrogène, par des méthodes de calcul adaptées, dans les locaux des fours de l'atelier TRIGA, au regard du risque d'agression des EIP qui sont implantés dans ces locaux et dans les locaux adjacents ».

[TRIGA-D5] « compléter les dispositions vis-à-vis du risque d'hydrogène, au niveau du four d'hydruration, notamment par un report des informations nécessaires à la gestion de crise et par des dispositions de suppression rapide du risque d'hydrogène tel que l'inertage ».

[TRIGA-D7] « prendre des dispositions :

- pour garantir le maintien de la ventilation du local du four d'hydruration pour assurer la dilution de l'hydrogène lors des phases de rinçage de ce four,
- en cas de baisse notable du débit de ventilation ne permettant plus une dilution adéquate de l'hydrogène ».

[TRIGA-D13] « mettre à jour le rapport de sûreté pour y intégrer cette démonstration de la maîtrise du risque de criticité en cas de déformation d'un assemblage en cas de chute ».

ANNEXE 2 A L'AVIS IRSN N° 2021-00136 DU 19 JUILLET 2021

Rappel des engagements de Framatome

Engagements de Framatome extraits du courrier SUR 19/081 du 02 juillet 2019

Engagement 4.1 : « L'exploitant s'engage à tenir compte d'une teneur en U pénalisante dans le milieu fissile de référence retenu dans les calculs, au regard de la plage de valeurs définie par type de combustibles pour la prochaine mise à jour de l'étude d'entreposage des barreaux ou d'éléments ».

Engagement n°4.2 : « l'exploitant s'engage à intégrer la justification des opérations de chargement/déchargement dans l'analyse des risques de criticité des tables d'entreposage ».

Engagement n°4.3 : « l'exploitant s'engage à compléter la fiche de criticité de l'atelier TRIGA pour préciser la distance minimale à respecter entre la table d'entreposage et les autres UT dans le local démoulage des lingots ».

Engagement n°4.4 : « l'exploitant s'engage à ajouter une exigence sur le diamètre maximal des canalisations dans les exigences géométriques figurant dans la fiche de criticité associée à ce système ».

Engagement n°4.6 : « l'exploitant s'engage à intégrer la justification des opérations de chargement/déchargement de barreaux et/ou d'éléments dans les entreposages dans l'analyse des risques de criticité des entreposages ».

Engagement n°6.2 « L'exploitant s'engage à prendre les dispositions nécessaires pour garantir le fonctionnement de la ventilation du local de fusion nécessaire à la dilution de l'hydrogène dégazé dans le four de fusion. A cet égard, il conviendra que l'exploitant retienne des exigences définies de conception et de suivi d'exploitation de ces paramètres ».

Engagement n°7.5 « L'exploitant s'engage à justifier l'absence de dimensionnement au séisme du four de grillage au regard du risque d'agression des autres EIP, notamment le four de fusion ou les enceintes de confinement, présents dans le local de fusion ».