

Fontenay-aux-Roses, le 23 novembre 2021

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2021-00186

Objet : Transport - Renouvellement d'agrément du modèle de colis MARIANNE

Réf. : [1] Saisine ASN CODEP-DTS-2021-017474 du 8 avril 2021.
[2] Règlement des transports de matière radioactive de l'AIEA – n° SSR-6, édition 2018.

Par la lettre citée en première référence, l'ASN sollicite l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la conformité à la réglementation citée en deuxième référence du modèle de colis MARIANNE, tel que décrit dans le dossier de sûreté joint à la demande de renouvellement d'agrément présentée par la société Curium (dénommée ci-après « le requérant »).

Cette demande concerne le transport par voie routière du modèle de colis MARIANNE chargé d'au maximum huit plaques combustibles irradiées, constituées d'uranium enrichi et d'aluminium, en tant que colis du type B(U) chargé de matières fissiles.

Les trois exemplaires d'emballage (MARIANNE n°2, n°3 et n°5) en service sur la voie publique sont actuellement agréés jusqu'au 30 juin 2022. Ils sont utilisés pour transporter des cibles irradiées provenant des réacteurs de recherche HFR aux Pays-Bas, BR2 en Belgique et Maria en Pologne vers l'usine Curium de production de ⁹⁹Mo à Petten aux Pays-Bas, cet isotope permettant de fabriquer des produits radiopharmaceutiques utilisés comme traceurs radioactifs en imagerie médicale.

À l'occasion de la présente demande de renouvellement d'agrément, le requérant a mis à jour certaines parties du dossier de sûreté, notamment en réponse aux demandes formulées par l'ASN à l'issue de la précédente instruction relative à ce modèle de colis. Les études de radioprotection et de sûreté-criticité, ainsi que le chapitre portant sur le système de management de la qualité, présentés dans le dossier de sûreté, n'ont pas été mis à jour.

Cette demande de renouvellement constitue *a priori* la dernière pour le modèle de colis MARIANNE, dans la mesure où il devrait être remplacé par un nouveau concept en cours de développement. Aussi, l'ASN demande à l'IRSN de focaliser son expertise sur les réponses aux demandes de l'ASN évoquées ci-avant, les modifications du dossier de sûreté et le retour d'expérience de l'utilisation, de la maintenance et du vieillissement des emballages.

De l'expertise du dossier de sûreté effectuée dans ce cadre, en tenant compte des éléments transmis au cours de l'instruction, il ressort les points importants ci-après.

1. DESCRIPTION DU MODÈLE DE COLIS

Emballage

L’emballage MARIANNE est constitué d’un corps cylindrique en acier et en plomb et de deux capots amortisseurs fixés à ses extrémités. Le corps est soudé en partie inférieure à quatre pieds constituant les organes d’arrimage. Les organes de manutention sont constitués d’oreilles soudées en partie supérieure et de tourillons soudés en partie latérale. Le système de fermeture de la cavité de l’emballage est composé :

- à l’avant de l’emballage, d’une tôle équipée de joints d’étanchéité en élastomère vissée sur une bride également équipée de joints, permettant l’accès à un barillet sphérique placé en position fermée durant le transport ;
- sur le côté avant de l’emballage, d’un bouchon de protection de l’arbre de commande du barillet, équipé de joints d’étanchéité et vissé sur le corps de l’emballage ;
- à l’arrière de l’emballage, d’un bouchon équipé de joints d’étanchéité et vissé sur le corps de l’emballage, ainsi que d’une tôle également équipée de joints et vissée sur une bride, et d’un bouchon d’orifice équipé de joints et vissé sur un orifice de prise d’air.

Depuis la précédente demande de renouvellement d’agrément, le requérant a modifié, pour l’exemplaire d’emballage MARIANNE n°5, le concept d’emballage en supprimant certaines soudures de confinement. La virole interne en acier inoxydable est dorénavant réalisée d’un seul tenant. Le plan de concept a été mis à jour en ce sens. **L’IRSN estime que les modifications apportées au concept d’emballage apportent des garanties supplémentaires à l’égard du confinement.** En outre, les différences avec les précédents exemplaires d’emballage sont précisées dans le chapitre de description de l’emballage du dossier de sûreté. **En fin d’expertise, le requérant a modifié le projet de certificat afin de spécifier les différences entre les exemplaires d’emballage n°2 et 3 et l’exemplaire n°5 en service.**

Conformément à des demandes de l’ASN, le requérant précise dorénavant les caractéristiques mécaniques du plomb, du plâtre et des aciers de l’emballage, et spécifie dans le dossier de sûreté les dimensions des joints mises à jour lors de la précédente demande de renouvellement d’agrément. **Ceci est satisfaisant.**

Contenus

Les contenus faisant l’objet de la demande de renouvellement d’agrément sont constitués d’au maximum huit plaques combustibles (appelées « cibles ») constituées d’uranium enrichi et d’aluminium, irradiées dans un réacteur de recherche et refroidies au minimum 16 heures. Ces plaques sont transportées dans un porte-cibles, lui-même inséré dans un fourreau conique équipé de joints.

Ces contenus n’ont pas été modifiés depuis la précédente demande d’agrément.

2. DÉMONSTRATIONS DE SÛRETÉ

2.1. RÉSISTANCE MÉCANIQUE DU COLIS

Conditions de transport de routine (CTR)

Le modèle de colis MARIANNE est arrimé par ses pieds sur le plateau de la remorque de transport au moyen de plots de positionnement et de verrous actionnés par des vérins, maintenant les pieds en position.

À la suite d’une détection de fissures dans des soudures situées au niveau des pieds de l’emballage, le requérant a mis à jour l’étude de la tenue des organes d’arrimage du modèle de colis (cf. paragraphe 2.6 du présent avis). Ces soudures étant fortement sollicitées, le requérant les a également modifiées sur tous les exemplaires d’emballage en service en les réalisant en pleine pénétration. **L’IRSN estime que la solution retenue par le requérant est satisfaisante.** En outre, le requérant a intégré la réalisation de ces soudures en pleine pénétration

dans le projet de certificat présenté au cours de l'expertise. **Il appartient au requérant de les intégrer également dans le chapitre de description de l'emballage.**

Par ailleurs, le dossier de sûreté ne présente pas d'étude de la tenue à la fatigue des soudures au niveau des organes d'arrimage. Sur cet aspect, le requérant a présenté en fin d'expertise une étude montrant qu'il existe un risque de rupture de celles-ci sur la durée de vie de l'emballage. Aussi, afin de prévenir tout risque de rupture et en complément de la réalisation des soudures en pleine pénétration évoquée ci-avant et des contrôles par ressuage en maintenance, le dossier de sûreté stipule dorénavant la réalisation d'un contrôle visuel de ces soudures avant chaque transport. **L'IRSN estime que les dispositions retenues sont satisfaisantes.**

Conditions normales (CNT) et accidentelles de transport (CAT)

Pour rappel, l'étude du comportement mécanique du modèle de colis MARIANNE à l'issue des épreuves réglementaires de chute simulant les CAT repose sur des essais de chute réalisés à partir d'une maquette représentative du colis, ainsi que sur des calculs numériques complémentaires.

En réponse à la demande de l'ASN portant sur la loi de comportement du bois des capots considérée dans les calculs, le requérant a présenté des résultats d'essais de compression sur les nuances de bois utilisées dans les capots. Cependant, la température maximale à laquelle ils ont été réalisés est inférieure à celle obtenue en CNT. **Aussi, l'IRSN considère que les éléments présentés ne répondent pas complètement à la demande de l'ASN.**

En réponse à une demande de l'ASN relative à la tenue mécanique des soudures du colis en CAT, le requérant affirme que les contraintes évaluées dans la zone correspondant aux soudures ne sont pas susceptibles de remettre en cause leur tenue, sans toutefois présenter d'éléments permettant de justifier cette assertion. **En l'état, la demande de l'ASN sur ce point ne peut être soldée.**

À la suite de demandes de l'ASN de spécifier les caractéristiques mécaniques des porte-cibles et de justifier le comportement mécanique des contenus (porte-cibles et cibles), le requérant a évalué dans le dossier de sûreté les contraintes subies par le contenu pendant les épreuves de chute, en considérant les caractéristiques mécaniques à la température maximale en CNT. En outre, il souligne que, lors du découpage des cibles en cellule chaude, les détecteurs de radioactivité n'ont jamais décelé de gaz de fission. Selon le requérant, ces éléments montrent que les hypothèses relatives au relâchement de l'activité des cibles retenues dans les démonstrations de sûreté sont pénalisantes. **L'IRSN estime que ces éléments permettent de répondre de manière satisfaisante aux demandes de l'ASN.**

Enfin, en réponse à une demande de l'ASN portant sur la chute sur poinçon en préalable à une chute de 9 m, le requérant a apporté des précisions qui montrent que les conclusions de l'étude mécanique ne sont pas mises en cause. **L'IRSN estime que ceci permet de répondre de manière acceptable à la demande de l'ASN.**

2.2. COMPORTEMENT THERMIQUE DU MODÈLE DE COLIS

Au cours de la précédente demande de renouvellement de ce modèle de colis, le requérant avait intégré un nouveau concept de capots possédant davantage de bois. Au regard du risque d'augmentation de la température des joints, l'ASN avait alors demandé au requérant d'analyser l'influence de la poursuite de la combustion des bois de ce nouveau concept à l'issue de l'épreuve de feu, sur les températures maximales des éléments sensibles du colis. En réponse, le requérant indique que la température maximale relevée dans les joints lors de l'essai de feu, réalisé avec des capots comportant moins de bois que ceux du concept en vigueur, présente des marges suffisantes pour que le surplus de bois du concept de capot en vigueur ne remette pas en cause les conclusions des études de sûreté. **L'IRSN convient que les marges de sûreté mises en évidence suite à l'essai de feu devraient couvrir l'éventuelle augmentation de température due à la poursuite de la combustion du bois pour le concept de capot en vigueur. Ces éléments répondent de manière acceptable à la demande de l'ASN.**

2.3. CONFINEMENT

En réponse à une demande de l'ASN relative à la justification de l'absence d'eau résiduelle dans la cavité à l'issue de la procédure de séchage, le requérant a réalisé un essai de séchage prolongé, durant lequel il n'a pas détecté

de saut de pression, caractéristique de la présence d'eau en quantité significative. Le requérant conclut que la cavité ne contient pas d'eau après séchage. En complément d'essais de séchage réalisés sur une courte durée qui montraient l'absence d'eau, **le résultat de ce dernier essai sur une durée significativement plus importante permet de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

À la suite d'une demande de l'ASN de tenir compte de la température des cibles dans l'évaluation du taux de relâchement des gaz de fission, le requérant présente une nouvelle évaluation de cette température en CAT, et justifie que le taux de relâchement de gaz de fission des cibles à cette température est inférieur à celui considéré dans l'étude de relâchement d'activité. **Ceci est satisfaisant.**

Le requérant a intégré dans le dossier de sûreté l'analyse du risque d'extrusion des joints à haute température dans toutes les conditions de transport, et du taux de compression minimal des joints à basse température, en prenant en compte les dimensions des joints modifiées au cours de la précédente demande de renouvellement d'agrément. Par ailleurs, à la suite d'une demande de l'ASN sur la prise en compte des tolérances de fabrication de certaines dimensions des gorges des joints, le requérant a remplacé le contrôle dimensionnel des gorges par un contrôle volumique, ce qui permet de vérifier directement le volume des gorges sans connaître les tolérances sur l'ensemble des dimensions. **L'IRSN estime que ceci permet de répondre à la problématique portée par la demande de l'ASN.**

2.4. UTILISATION

Conformément à une demande de l'ASN, le requérant a mis à jour les instructions d'utilisation du colis en spécifiant la durée minimale de refroidissement des cibles avant transport, le contrôle de l'absence de corps étrangers dans la cavité et le barillet, la nécessité d'essuyer les surfaces d'appui des joints accessibles avant la fermeture de l'emballage lors des opérations de séchage, et les incertitudes de mesure acceptables dans le contrôle des taux de fuite. En revanche, il n'a pas spécifié les dispositions retenues pour le graissage des têtes de vis, ni indiqué que le colis doit disposer pendant le transport d'une protection destinée à éviter les risques de dispersion de contamination éventuelle lorsque le colis a été chargé sous eau.

L'IRSN rappelle que, concernant la lubrification des vis, les calculs de dimensionnement pourraient être mis en cause si les têtes sont lubrifiées. Concernant l'utilisation de la bâche, si le chapitre du dossier de sûreté relatif aux informations administratives indique que le colis est transporté sous bâche, l'IRSN considère que le requérant devrait également mentionner la mise en place d'une bâche dans le chapitre du dossier de sûreté relatif à l'utilisation du modèle de colis et indiquer les paramètres importants pour la sûreté en cohérence avec les hypothèses retenues dans la démonstration du comportement thermique du modèle de colis en CTR et CNT.

En l'état, l'IRSN considère que les éléments transmis ne permettent pas de répondre complètement à la demande de l'ASN.

2.5. MAINTENANCE ET FABRICATION

Conformément à une demande de l'ASN, le requérant a spécifié dans le dossier de sûreté les contrôles de l'humidité des bois et du plâtre des capots, ainsi que le contrôle volumique des soudures de l'enveloppe de confinement sur toute leur longueur pour le dernier exemplaire d'emballage fabriqué. **Ceci est satisfaisant.**

2.6. RETOUR D'EXPÉRIENCE

Le requérant a présenté un retour d'expérience d'utilisation et de maintenance du modèle de colis sur la période 2017-2021. Notamment, des fissures ont été détectées sur des soudures situées au niveau des organes d'arrimage de certains emballages MARIANNE. Le requérant a procédé à un contrôle par ressouage et a réparé les soudures en les réalisant en pleine pénétration afin de les rendre plus robustes, comme mentionné au paragraphe 2.1. **L'IRSN estime que les actions retenues à l'issue de cet événement sont satisfaisantes.**

4. CONCLUSION

Compte tenu des justifications de sûreté présentées par la société Curium, l'IRSN estime que le modèle de colis MARIANNE chargé de plaques combustibles irradiées, tel que défini dans le projet de certificat présenté par le requérant au cours de l'expertise, est conforme aux prescriptions réglementaires applicables aux modèles de colis du type B(U) pour matières fissiles. Toutefois, l'IRSN estime que le requérant n'a pas répondu de manière complètement satisfaisante à certaines demandes de l'ASN formulées dans le cadre de la précédente demande de certificat et mentionnées dans le présent avis.

Enfin, s'agissant *a priori* de la dernière demande d'agrément pour le modèle de colis MARIANNE, l'IRSN encourage le requérant à tenir compte du retour d'expérience issu des expertises réalisées pour ce modèle de colis dans le cadre du développement du nouveau modèle de colis destiné à le remplacer.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Anne-Cécile Jouve

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté