

Monsieur le Directeur de la Direction du transport et des sources

Fontenay-aux-Roses, le 4 juin 2025

AVIS D'EXPERTISE N° 2025-00055 DU 04 JUIN 2025

Objet : Transport – Demande de renouvellement d'agrément du modèle de colis TN 24 XL

Références : [1] Lettre ASN CODEP-DTS-2024-035971 du 4 juillet 2024.
[2] Règlement AIEA – SSR-6 édition de 2012.

Par la lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a sollicité l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la conformité au règlement cité en seconde référence du modèle de colis TN 24 XL, tel que décrit dans le dossier de sûreté joint à la demande de renouvellement d'agrément présentée par la société Orano Nuclear Packages and Services (Orano NPS), dénommée ci-après « le requérant ».

Au 1^{er} janvier 2025, l'ASN et l'IRSN sont devenus l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR). Le présent avis d'expertise de la Direction de l'expertise en sûreté de l'ASNR vient en réponse à la lettre citée en première référence.

Le modèle de colis TN 24 XL, de type B(U) pour matières fissiles, dont le certificat d'agrément a expiré le 30 septembre 2024, est conçu pour le transport par voies routière, fluviale, ferroviaire et maritime d'assemblages combustibles à base d'oxyde d'uranium irradiés dans des réacteurs à eau pressurisée (REP). Le requérant précise que les huit emballages TN 24 XL existants sont actuellement chargés et entreposés depuis plus d'une vingtaine d'années en Belgique et qu'il n'est pas prévu de prochain transport.

De l'évaluation des documents transmis, tenant compte des informations apportées par le requérant au cours de l'expertise, la Direction de l'expertise en sûreté retient les principaux éléments suivants.

1. DESCRIPTION DU MODÈLE DE COLIS

Pour rappel, l'emballage TN 24 XL, de forme générale cylindrique, est composé d'un corps et d'un système amortisseur. Le corps est formé d'une virole épaisse en acier, recouverte radialement de résine neutrophage traversée par des conducteurs thermiques. La virole est fermée d'un côté par un fond en acier soudé et de l'autre par deux couvercles en acier inoxydable vissés : un couvercle primaire muni d'une tape tous les deux équipés de joints métalliques et un couvercle secondaire muni d'une tape également tous les deux équipés de joints en élastomère. L'emballage est équipé de six tourillons, pour son arrimage et sa manutention. Le système amortisseur est composé de capots de tête et de fond (blocs de bois placés dans un caisson en acier) et de couronnes en aluminium. La cavité interne de l'emballage accueille un panier dans lequel sont disposés les assemblages combustibles irradiés.

Dans le cadre de la présente demande, le requérant a modifié les dimensions des joints en élastomère et des gorges du couvercle secondaire, le perçage de son orifice de contrôle et les dimensions de sa tape incluant des modifications relatives aux vis de fixation, joints et gorges de cette dernière. Il précise que les huit emballages

TN 24 XL sont entreposés sans couvercle secondaire et que le nouveau couvercle ainsi que sa tape d'orifice ne seront fabriqués qu'en cas de nouveau transport.

2. COMPORTEMENT MÉCANIQUE

2.1. CONDITIONS DE TRANSPORT DE ROUTINE (CTR)

Le requérant a mis à jour la démonstration de sûreté des assemblages vissés. En réponse à une demande de l'ASN sur le risque de graissage involontaire sous tête des vis (des couvercles, tapes et tourillons), le requérant souligne la faible probabilité de ce risque du fait de la distance entre le filetage et la tête de vis et du volume très important du taraudage à remplir pour faire remonter la graisse jusqu'à la tête de vis. Néanmoins, si l'exploitant venait à constater, lors d'un contrôle avant envoi, la présence de graisse sous tête de vis des couvercles primaire et secondaire, le dossier de sûreté comporte dorénavant des valeurs de couple de serrage avec graisse sous tête pour ces vis. **Afin de mettre en cohérence les préconisations des couples de serrage des vis des couvercles et de leurs tapes et ainsi répondre de manière complètement satisfaisante à la demande l'ASN, la Direction de l'expertise en sûreté estime que le requérant pourrait également intégrer dans le dossier de sûreté les valeurs de couple de serrage avec graisse sous tête des vis des tapes des couvercles primaire et secondaire.** En outre, le requérant a réévalué la tenue des vis de fixation du système de fermeture, notamment pour intégrer des vis avec un coefficient de dilatation réduit pour le couvercle primaire et sa tape, ainsi que pour intégrer la modification des vis de la tape du couvercle secondaire. **Ceci est satisfaisant.** Enfin, en réponse à une demande de l'ASN, le requérant a justifié les valeurs des couples de serrage des vis de capots. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que les justifications présentées permettent de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

S'agissant de la tenue des organes d'arrimage et de manutention, **la mise à jour des accélérations en manutention, l'intégration des caractéristiques mécaniques du matériau des tourillons à la valeur de température demandée par l'ASN, ainsi que la mise à jour de la tenue en fatigue, n'appellent pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.** Au cours de l'expertise, le requérant a révisé les valeurs de secteurs angulaires de contact sur tourillons. **Ceci est satisfaisant. À cet égard, il appartient au requérant de mettre à jour dans le dossier de sûreté du modèle de colis TN 24 XL les angles d'appui des tourillons et de les associer à un jeu maximum entre les tourillons et les supports du châssis qui sera utilisé pour le transport (intégrant leurs tolérances de fabrication respectives) conformément au paragraphe 612 du règlement cité en seconde référence.**

2.2. CONDITIONS NORMALES (CNT) ET ACCIDENTELLES DE TRANSPORT (CAT)

En réponse à une demande de l'ASN portant sur les marges d'absorption d'énergie disponibles au niveau du capot de tête lors d'une chute oblique pour garantir l'étanchéité du couvercle secondaire, le requérant a complété la démonstration de sûreté en CAT concernant les capots amortisseurs. Ainsi, il a détaillé la représentativité du modèle numérique de l'emballage TN 24 XL en termes d'écrasement des bois de capot et le fait de s'appuyer par analogie sur la démonstration de sûreté du modèle TN 24 G, qui présente des conservatismes par rapport à celle du TN 24 XL. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que les justifications apportées par le requérant permettent de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.** Par ailleurs, au cours de l'expertise, le requérant a démontré que le séquençement des chutes sur poinçon, verticales ou obliques n'affecte pas la démonstration de sûreté concernant l'étanchéité du couvercle secondaire. **Ceci n'appelle pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

En réponse à une demande de l'ASN, le requérant a analysé le cumul des épreuves en CNT et CAT. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que les éléments apportés par le requérant permettent de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

S'agissant de la pression entre le couvercle primaire et le couvercle secondaire pouvant mettre en cause la résistance des vis du système de fermeture, le requérant a justifié au cours de l'expertise que les effets de la prise en compte des températures maximales liées à la poursuite de combustion des bois de capot ne mettaient pas en cause la démonstration de sûreté. Enfin, il a vérifié, pour une pression maximale, la tenue des vis du système de

fermeture à la précharge ainsi que du couvercle en flexion. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que cette justification est satisfaisante.**

Par ailleurs, les jeux maximaux faisant apparaître un risque d'impact différé non étudié dans le dossier de sûreté, l'ASN a demandé d'évaluer les jeux en lien avec l'étude du phénomène d'impact différé du contenu sur le système de fermeture. En réponse, le requérant présente dans le dossier de sûreté l'ensemble des jeux axiaux minimaux et maximaux entre la cavité et le contenu et souligne qu'une modification de concept du couvercle primaire n'apparaît pas pertinente au vu des jeux et des enjeux radiologiques pour réaliser une telle modification, sachant qu'aucun transport n'est prévu à ce jour. **En tout état de cause, la Direction de l'expertise en sûreté estime que le requérant n'a pas formellement répondu à la demande de l'ASN.**

Enfin, en réponse à une demande de l'ASN relative à la qualification des liaisons soudées entre deux éléments consécutifs de la virole à l'égard des risques liés à la rupture brutale, le requérant présente une démonstration par analogie avec l'emballage TN 24 XLH dont les soudures avec le même acier que celui du TN 24 XL ont été réalisées par le même sous-traitant. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que les justifications apportées permettent de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

3. COMPORTEMENT THERMIQUE

Le requérant a révisé les températures de l'étude du comportement thermique du modèle de colis TN 24 XL en CAT en prenant en compte dorénavant l'hypothèse pénalisante d'un double poinçonnement du capot de tête. **Ceci est satisfaisant.**

En réponse à une demande de l'ASN sur la tenue en température des joints des couvercles et de leurs tapes, le requérant a vérifié que l'augmentation de température liée à la poursuite de la combustion des bois de capot était compatible avec la tenue maximale des joints en température. **Compte tenu des hypothèses pénalisantes prises en compte, la Direction de l'expertise en sûreté estime que la mise à jour des températures en CAT permet de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

4. CONFINEMENT ET RADIOLYSE

4.1. DIMENSIONNEMENT DES JOINTS ET DES GORGES

Du fait de la modification des dimensions des joints en élastomère et des gorges du couvercle secondaire, ainsi que des dimensions de la tape du couvercle secondaire (joints et gorges compris), le requérant a révisé les valeurs des taux de remplissage des gorges à haute température et de compression à basse température. Les nouvelles valeurs montrent la présence de marges supplémentaires à l'égard des critères. Le requérant souligne que ces marges permettent également d'envisager des alternatives à l'élastomère éthylène-propylène-diène actuellement retenu pour les joints internes du couvercle secondaire et de sa tape. Dans le calcul du taux de compression, le requérant n'a néanmoins pris en compte ni le diamètre de joint étiré, ni la déformation rémanente à la compression. **Toutefois, du fait de la présence de marges supplémentaires, la Direction de l'expertise en sûreté estime que les résultats sont acceptables.**

4.2. RELÂCHEMENT D'ACTIVITÉ ET RADIOLYSE

Dans le cadre de la présente demande de renouvellement d'agrément, le requérant a révisé la démonstration de sûreté relative au relâchement d'activité en tenant compte de l'augmentation des températures en CAT et de l'augmentation négligeable de la pression de cavité liée à la radiolyse de l'eau. Les nouvelles valeurs de relâchement d'activité sont inférieures aux critères réglementaires avec une marge importante. **Ceci n'appelle pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

En réponse à des demandes de l'ASN, le requérant a déterminé la quantité d'eau résiduelle présente dans la cavité de l'emballage et a étudié le risque de radiolyse associé. En regard de la concentration limite en oxygène, il exclut le risque d'inflammabilité et d'explosion dans la cavité. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que les éléments présentés permettent de répondre de manière satisfaisante aux demandes de l'ASN.**

5. RADIOPROTECTION

En CTR, le requérant a modifié la démonstration de sûreté relative au respect des critères réglementaires en matière de débits d'équivalent de dose (DED) au contact et au voisinage du colis, en intégrant dans le dossier de sûreté les effets du passage du contreplaqué au balsa pour le capot de tête (objet d'une précédente modification de concept de l'emballage) sur le DED de la zone axiale côté tête et sans effet sur les autres zones. **Ceci n'appelle pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

En CNT, le requérant a intégré les dommages subis par l'emballage (chute, contact de la source avec le fond de virole ou le couvercle) dans l'évaluation des DED. Il conclut au respect du critère réglementaire. **Ceci est satisfaisant.**

En CAT, pour la zone de tête axiale, le requérant n'a pas réévalué la valeur de DED liée à la dispersion de matière et à la présence de résine et bois, du fait des marges qu'il considère suffisantes pour confirmer le respect du critère réglementaire. **Ceci n'appelle pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.** En revanche, il a réévalué les DED pour les autres zones :

- pour les zones radiales au centre et au niveau des extrémités de fond et de tête (hors tourillons), les valeurs obtenues en considérant des épaisseurs de résine et de bois réduites de moitié sont significativement inférieures au critère réglementaire, **ce qui est satisfaisant ;**
- pour les zones radiales au niveau des tourillons et axiale fond, la Direction de l'expertise en sûreté relève plusieurs incertitudes (analogie entre les modèles non acquise, effets de géométrie et de spectre du contenu non étudiés) qui ne permettent pas d'appréhender le caractère suffisant des marges au regard des valeurs de DED. Aussi, **la Direction de l'expertise en sûreté estime que le requérant pourrait vérifier que la dispersion de matière dans la cavité du TN 24 XL en CAT ne conduit pas à une augmentation plus importante des DED.**

6. VIEILLISSEMENT

Le requérant demande un renouvellement d'agrément suivant l'édition de 2012 du règlement de l'AIEA qui, contrairement à l'édition 2018, ne contient pas de spécification quant aux mécanismes de vieillissement. Néanmoins, les colis TN 24 XL étant entreposés depuis plus d'une vingtaine d'années, le requérant présente des éléments relatifs aux effets d'un entreposage sur plusieurs dizaines d'années sur la démonstration de sûreté du modèle de colis TN 24 XL.

En particulier, en réponse à une demande de l'ASN sur le comportement dans le temps des gaines des crayons combustibles, le requérant indique que les caractéristiques de celles-ci ne peuvent pas être modifiées, d'une part par l'irradiation grâce à leur composition en alliage de Zirconium peu sensible aux effets des neutrons et des rayonnements gamma, d'autre part par les températures peu élevées en entreposage à l'égard d'un potentiel fluage thermique. **Ces points n'appellent pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.** Au cours de l'expertise, le requérant a en outre évalué les effets d'une dispersion en totalité de matière fissile en thermique et radioprotection. Concernant les aspects thermiques, en se fondant sur une étude réalisée sur le modèle de colis TN 24 XLH de conception similaire, il démontre que le critère de tenue en température des joints métalliques du couvercle primaire en CAT est respecté. **Ceci est satisfaisant.** Concernant la démonstration relative à la radioprotection, le requérant montre que le critère en CAT est respecté en utilisant la même méthodologie de similitude avec le modèle TN G3 pour évaluer les effets d'une dispersion en totalité de la matière sur les valeurs de DED et en y appliquant un facteur de correction prenant en compte la décroissance des sources. **Compte tenu de la présence de marges, la Direction de l'expertise en sûreté estime que la démonstration répond à la demande de l'ASN pour les CAT. Pour répondre complètement à la demande de l'ASN, le requérant pourrait également déterminer la quantité de matière dispersée admissible en CNT après une période d'entreposage de plusieurs décennies.**

Concernant les joints métalliques, le requérant évalue que le retour élastique varie de façon importante entre la valeur à neuf et la valeur après une période d'entreposage d'une cinquantaine d'années. Aussi pour vérifier le maintien du confinement du modèle de colis TN 24 XL en CAT après une longue période d'entreposage, il vérifie par simulation numérique que le décollement du plan de joint n'est pas supérieur au retour élastique du joint vieilli

et conclut que le décollement résiduel est nul. Néanmoins, au regard notamment de l'état de l'art des actuels outils de calculs numériques en mécanique ne permettant pas d'évaluer avec précision des déformations minimales, et de l'étude utilisée pour déterminer la valeur du retour élastique du joint vieilli qui porte uniquement sur des joints en aluminium, la Direction de l'expertise en sûreté estime qu'il existe une incertitude importante à l'égard du maintien du confinement en CAT après une longue période d'entreposage. **Ainsi, dans la mesure où la démonstration du maintien du confinement en CAT nécessite d'être confortée avant tout nouveau transport, la Direction de l'expertise en sûreté estime qu'il serait pertinent d'anticiper la réalisation d'études plus détaillées sur les caractéristiques des joints métalliques vieillis. En tout état de cause, il appartient au requérant de démontrer avant tout nouveau transport que les effets du vieillissement sur les joints métalliques pendant plusieurs dizaines d'années ne sont pas de nature à affecter le maintien du confinement du modèle de colis TN 24 XL en conditions accidentelles de transport.**

Enfin, en réponse à une demande de l'ASN, le requérant montre que l'augmentation des valeurs de DED liée aux effets du vieillissement de la résine neutrophage sur de longues périodes reste inférieure à la diminution des termes sources par décroissance radiologique dans le temps. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que ceci répond de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

7. UTILISATION ET MAINTENANCE

Dans le cadre de la présente demande, le requérant a intégré l'imposition du transport sous utilisation exclusive avec barrière thermique, la possibilité de graisser sous tête de vis pour les vis des couvercles primaire et secondaire avec les couples de serrage associés et le couple de serrage des nouvelles vis de la tôle du couvercle secondaire. **Ces points n'appellent pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

Pour les opérations de maintenance et en réponse à des demandes de l'ASN, le requérant a justifié les périodicités des contrôles du système de fermeture. Néanmoins, il ne spécifie pas de contrôle de couple des vis des tourillons pour une manutention ou un nouveau transport après entreposage. Aussi, **afin de répondre complètement à l'une de ces demandes, il appartient au requérant de spécifier et d'intégrer au dossier de sûreté la vérification des couples de serrage des tourillons avant manutention ou transport après entreposage.**

8. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés et en tenant compte des informations apportées par la société Orano NPS au cours de l'expertise, la Direction de l'expertise en sûreté estime que le modèle de colis TN 24 XL, tel que défini dans le projet de certificat d'agrément, est conforme aux prescriptions de l'édition 2012 du règlement de transport des matières radioactives de l'AIEA applicable aux modèles de colis de type B(U) chargés de matières fissiles.

La Direction de l'expertise en sûreté estime que le requérant a répondu de manière satisfaisante aux demandes formulées par l'ASN à l'issue des précédentes instructions relatives au modèle de colis TN 24 XL, sauf pour ce qui concerne les demandes relatives au graissage sous tête de vis, à l'impact différé du contenu sur le couvercle primaire de l'emballage, au vieillissement des gaines des crayons combustibles en CNT, ainsi qu'au contrôle du couple de serrage des tourillons avant un nouveau transport.

Pour le Directeur de l'expertise en sûreté

Anne-Cécile JOUVE

Adjointe au Directeur de l'expertise en sûreté