

Monsieur le Directeur de la Direction du transport et des sources

Fontenay-aux-Roses, le 7 mars 2025

AVIS D'EXPERTISE N° 2025-00020 DU 07 MARS 2025

Objet : Transport - Extension d'agrément du modèle de colis TN 9/4

Références : [1] Lettre ASN CODEP-DTS-2024-053166 du 21 octobre 2024.
[2] Règlement de transport de l'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 9/4, tel que décrit dans le dossier de sûreté joint à la demande d'extension d'agrément présentée par la société Orano Nuclear Packages and Services (Orano NPS), dénommée ci-après « le requérant ». L'ASN a précisé dans sa saisine que l'expertise portera uniquement sur le risque de radiolyse.

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.

La demande d'extension d'agrément concerne le transport sur la voie publique, par voies terrestre et maritime, d'un nouveau contenu constitué de crayons contenant des pastilles frittées d'oxyde d'uranium (UO_2) à base d'uranium naturel, irradiées ou non, dans un réacteur à eau bouillante (REB) expérimental. Ces crayons sont reconditionnés dans des squelettes d'assemblages de réseau carré 9 x 9. Le nouveau contenu, dénommé « contenu n° 3 », est chargé dans une nouvelle version de l'emballage TN 9/4. Le requérant demande l'agrément multilatéral de type B pour matières fissiles (B(M)) pour ce modèle de colis du fait que sa circulation est conditionnée, sur l'ensemble du trajet, par une température qui doit être supérieure à -27 °C, alors que le règlement de l'AIEA requiert une température de dimensionnement de -40 °C pour les colis de type B(U).

De l'évaluation des documents transmis, tenant compte des compléments apportés 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 mémoire, le modèle de colis TN 9/4, de forme générale cylindrique, est constitué de deux enceintes indépendantes : une enceinte primaire, considérée comme l'enveloppe de confinement, et une enceinte secondaire formant le corps de l'emballage. Ce corps est constitué d'une virole forgée en acier inoxydable fermée par un fond soudé et par le couvercle secondaire. La virole est munie d'une protection radiologique (plomb et résine), confinée par des tôles de fermeture. Des conducteurs thermiques, soudés sur la virole du corps, traversent les couches de protection radiologique pour assurer le refroidissement du contenu. L'enceinte primaire est constituée d'un canister fermé par un couvercle primaire maintenu par une couronne de serrage et des vis. Ce couvercle contient du plomb pour compléter la protection aux rayonnements gamma. Chaque couvercle est équipé de joints en élastomère. Dans sa configuration de transport, l'emballage TN 9/4 est équipé, à chacune de ses extrémités, de capots amortisseurs de chocs remplis de blocs de bois.

L'emballage existe en trois versions (versions A, B et C) permettant d'accueillir respectivement les contenus n° 1, n° 2 et n° 3. Les versions A et B de l'emballage, chargées de leur contenu respectif, sont agréées en tant que modèles de type B(U) et B(M) pour le transport par voies terrestre et maritime. La modification apportée à la version C de l'emballage TN 9/4 par rapport à la version B concerne le couvercle primaire. Ce dernier possède un caisson amortisseur en nid d'abeille à base d'acier inoxydable, comme pour la version B, mais d'une épaisseur différente. La plaque de répartition du caisson de l'amortisseur est également d'épaisseur différente entre ces deux versions.

Le contenu n° 3 est constitué d'au maximum quatre assemblages reconstitués de section carrée, contenant des crayons irradiés dans un REB expérimental et de pastilles à base d'uranium fritté irradiées ou non. À cet égard, le requérant a développé un nouveau panier comportant quatre logements adaptés à la géométrie des assemblages.

2. RISQUE DE RADIOLYSE

La radiolyse de matières hydrogénées contenues dans la cavité de l'emballage TN 9/4 peut conduire à la création d'une atmosphère inflammable au cours du transport. Le requérant indique que, pour le contenu n° 3, seule la radiolyse de l'eau susceptible d'être présente dans l'enveloppe de confinement est à prendre en compte. Les opérations de chargement des assemblages du contenu n° 3 dans la cavité de l'emballage TN 9/4 sont réalisées sous eau. Après chargement, des opérations de vidange gravitaire et de séchage sont réalisées pour éliminer l'eau résiduelle pouvant subsister dans le panier et le contenu. Cependant, les assemblages du contenu n° 3 comportent quatre types de crayons, dont deux qui présentent des zones potentielles de rétention d'eau.

Le requérant évalue le risque de radiolyse à l'aide de la méthode de concentration limite en oxygène ou en air dans la cavité (CLO). Cette méthode est utilisée par le requérant pour la démonstration du risque de radiolyse de la version C de l'emballage TN 9/4, chargée du contenu n° 3. La méthode de CLO consiste à limiter la proportion en comburant (ici de l'air) présent dans la cavité sous un certain seuil déterminé, afin que cette proportion soit inférieure à la proportion limite en air au-delà de laquelle une inflammation ou une explosion d'un mélange, composé de dihydrogène, de dioxygène et d'un gaz inerte, est possible. Cette limite en proportion d'air dépend notamment de la température maximale du mélange gazeux dans la cavité, de sa pression interne, ainsi que du volume d'eau présent dans la cavité, susceptible d'être radiolysé. Elle est déterminée à partir des diagrammes ternaires de Shapiro. **Cette méthode, usuellement employée par les requérants, n'appelle pas de remarque de la part de la Direction de l'expertise en sûreté.**

La concentration en air dans la cavité dépend de la pression interne dans la cavité, qui dépend elle-même de la température des gaz de la cavité. À cet égard, le requérant indique que le comportement thermique de la version C de l'emballage TN 9/4 est couvert par celui de la version B, dans la mesure où la puissance thermique du contenu n° 2 est significativement plus élevée que celle du contenu n° 3. Ainsi, le requérant retient la température moyenne des gaz de la cavité calculée pour la version B de l'emballage comme température des gaz au sein de la cavité de la version C de l'emballage TN 9/4. La Direction de l'expertise en sûreté considère que, en toute rigueur, la température maximale des gaz de la cavité est à retenir pour évaluer le risque de radiolyse. Néanmoins, pour la version C de l'emballage chargée du contenu n° 3, celle-ci ne devrait pas être supérieure à la température moyenne des gaz de la cavité calculée pour la version B de l'emballage chargée du contenu n° 2, compte tenu des différences de puissances thermiques significatives entre les contenus n° 2 et n° 3. **Aussi, la prise en compte de cette hypothèse n'appelle pas de remarque de la part de la Direction de l'expertise en sûreté.**

S'agissant de la quantité d'eau présente dans la cavité, le requérant a indiqué, au cours de l'expertise, que toutes les zones du panier utilisé pour le contenu n° 3 qui auraient pu retenir de l'eau après la vidange gravitaire comportent des orifices. Ainsi, à l'issue de la vidange gravitaire, seules des gouttelettes d'eau peuvent subsister sur les surfaces planes du panier. Sur la base d'essais de séchage réalisés sur une maquette du panier du modèle de colis TN JA, panier très similaire au panier du contenu n° 3, le requérant estime que l'opération de séchage est efficace pour éliminer ces gouttelettes. Aussi, le requérant a réalisé son analyse des risques de radiolyse en considérant uniquement les zones de rétention potentielles d'eau dans les crayons du contenu n° 3. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de la Direction de l'expertise en sûreté.**

À cet égard, au cours de l'expertise, le requérant a revu le volume total des zones de rétention potentielles d'eau des crayons légèrement à la hausse, sans toutefois revoir son évaluation du risque de radiolyse. **Aussi, comme le projet de certificat d'agrément mentionne le volume cumulé des zones de rétention d'eau dans les assemblages, la Direction de l'expertise en sûreté propose de modifier le projet de certificat d'agrément du modèle de colis TN 9/4 pour indiquer le volume de rétention d'eau mis à jour au cours de l'expertise.**

Les marges obtenues étant relativement faibles, le requérant a indiqué, au cours de l'expertise, qu'il procèdera à un balayage en air chaud de la cavité avant réalisation du séchage pour diminuer la quantité d'eau des zones de rétention précitées, sans toutefois justifier l'ordonnancement des opérations, ni quantifier leur efficacité. **La Direction de l'expertise en sûreté considère que le requérant pourrait justifier le fait que ce balayage soit réalisé avant l'opération de séchage plutôt qu'après cette opération, au regard de l'efficacité de ces opérations.**

Enfin, dans sa démonstration, le requérant retient des hypothèses pénalisantes, notamment en considérant que toute l'eau susceptible d'être présente dans la cavité se radiolyse. Il conclut que la proportion d'air dans la cavité reste inférieure à la concentration limite en oxygène. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que la démonstration de sûreté présentée par le requérant est satisfaisante.**

3. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés, tenant compte des éléments transmis par la société Orano NPS au cours de l'expertise, la Direction de l'expertise en sûreté estime que la démonstration de sûreté relative aux risques de radiolyse pour le modèle de colis TN 9/4 chargé du contenu n° 3, tel que défini dans le projet de certificat d'agrément tenant compte des modifications proposées par la Direction de l'expertise en sûreté, est satisfaisante au regard des prescriptions de l'édition 2012 du règlement de transport de l'AIEA applicable aux modèles de colis de type B(M) pour matières fissiles.

Pour le Directeur de l'expertise en sûreté

Eric LETANG

Adjoint au Directeur de l'expertise en sûreté