

Monsieur le Directeur du Transport et des Sources

Fontenay-aux-Roses, le 19 septembre 2025

## AVIS D'EXPERTISE N° 2025-00089 DU 19 SEPTEMBRE 2025

**Objet :** Transport - Validation d'agrément du modèle de colis Traveller (versions STD et XL)

**Références :** [1] Lettre ASN CODEP-DTS-2024-060757 du 2 décembre 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 Traveller, tel que décrit dans le dossier de sûreté joint à la demande de validation du certificat d'agrément américain USA/9297/AF-96 (Rév.11) présentée par la société Westinghouse (dénommée ci-après « le requérant »).

Au 1<sup>er</sup> 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 Traveller, dans ses versions STD et XL, est actuellement agréé pour le transport sur le territoire français de combustible non irradié sous forme d'assemblages ou de crayons non assemblés conditionnés dans des tubes, en tant que modèle de colis de type A pour matières fissiles, sous couvert d'un certificat d'agrément dont la validité a été prorogée par l'ASNR jusqu'au 30 novembre 2025. Ce certificat est une validation de celui établi par l'Autorité de sûreté américaine.

Dans le cadre de la présente demande, le requérant a modifié les contenus autorisés, a mis à jour les études mécaniques et de criticité en conséquence et a présenté un retour d'expérience (REX) relatif au contrôle des soudures et des bouchons fusibles de la coque du modèle de colis Traveller.

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

#### 1.1. DESCRIPTION DE L'EMBALLAGE

Le requérant n'a pas modifié la conception de l'emballage depuis la dernière validation d'agrément du modèle de colis Traveller. Pour mémoire, les versions STD et XL de l'emballage Traveller ne diffèrent l'une de l'autre que par leurs longueurs. L'emballage est constitué de deux parties principales : une coque externe et une enveloppe interne. La coque externe, de forme cylindrique, assure la protection mécanique et thermique du modèle de colis et se compose de deux moitiés, inférieure et supérieure, chacune étant constituée d'une enveloppe en acier inoxydable remplie de mousse. L'enveloppe interne, de forme parallélépipédique, protège mécaniquement le contenu. La coque externe est équipée de quatre paires d'oreilles et de deux passages de fourche pour le levage par chariot élévateur. L'arrimage est effectué via des sangles passant par-dessus l'emballage et par des chaînes passant à travers les pieds de celui-ci.

## 1.2. DESCRIPTION DES CONTENUS

Pour mémoire, les versions STD et XL du modèle de colis Traveller transportent du combustible non irradié qui se présente sous la forme :

- soit d'un assemblage combustible à base d'oxyde d'uranium UO<sub>2</sub> destiné à un réacteur à eau pressurisée (REP) enveloppé dans une housse de protection en polyéthylène ;
- soit de crayons combustibles à base d'oxyde d'uranium UO<sub>2</sub> ou de silicide d'uranium U<sub>3</sub>Si<sub>2</sub> chargés dans un tube à crayons en acier inoxydable d'un diamètre de six pouces.

Dans le cadre de la présente demande, le requérant introduit les évolutions suivantes :

- l'ajout d'un nouveau contenu constitué de crayons combustibles chargés dans un tube à crayons en aluminium d'un diamètre de huit pouces ;
- une nouvelle configuration permettant d'ajouter un crayon combustible en position centrale pour un des types d'assemblages combustibles transportés ;
- pour tous les contenus, la possibilité de transporter des crayons combustibles dont la gaine comporte un revêtement externe en chrome et un revêtement interne en alliage de zirconium.

## 2. DÉMONSTRATION DE SÛRETÉ

### 2.1. COMPORTEMENT MÉCANIQUE

#### 2.1.1. Modification des gaines

Le requérant considère que les caractéristiques d'une gaine de crayon combustible présentant à la fois un revêtement extérieur chromé et un revêtement intérieur en alliage de zirconium devraient être proches de celles des matériaux des gaines des crayons déjà autorisées. **Ceci n'appelle pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

#### 2.1.2. Nouveau tube à crayons 8 pouces

Pour démontrer la tenue des vis de fermeture du tube à crayons 8 pouces du modèle de colis Traveller en conditions de transport de routine (CTR), le requérant s'appuie sur des résultats d'essais concluant à l'absence de desserrage et sur le retour d'expérience d'absence de desserrage des vis du tube 6 pouces. La limite d'élasticité des tubes 6 pouces et 8 pouces étant proches, **la Direction de l'expertise en sûreté convient que, sur la base du retour d'expérience et des résultats d'essais, la tenue des vis du tube à crayons 8 pouces du modèle de colis Traveller ne devrait pas être mise en cause en CTR.**

Par ailleurs, le maintien des pastilles dans le tube à crayons et la conservation de la section du tube étant pris comme hypothèses dans l'étude de sûreté-criticité, le requérant a étudié la tenue mécanique du tube à crayons 8 pouces en CAT. À cet égard, pour démontrer son intégrité géométrique et la tenue de son système de fermeture en CAT, le requérant a réalisé un essai de chute d'un tube à crayons 8 pouces, ainsi que des simulations numériques.

Pour l'essai de chute, le requérant a fait chuter un tube à crayons 8 pouces sans la présence de la coque externe. En outre, il a augmenté la hauteur de chute de quelques dizaines de centimètres par rapport à la hauteur réglementaire pour prendre en compte notamment les tolérances de fabrication. Même si les résultats de cet essai apparaissent rassurants, le requérant ne justifie pas que l'utilisation d'une maquette moins conservative que le modèle de colis Traveller décrit dans le dossier de sûreté est compensée par l'absence de coque externe et par l'augmentation de la hauteur de chute. **Aussi, la Direction de l'expertise en sûreté estime que le caractère enveloppe des endommagements mesurés à l'issue de l'essai d'une chute en CAT n'est pas complètement acquis.**

Pour les simulations numériques, le requérant retient des caractéristiques mécaniques des métaux proches des minimums du dossier de sûreté du modèle de colis Traveller, **ce qui est satisfaisant**. En revanche, il ne considère pas les caractéristiques en température des éléments exerçant une influence sur l'endommagement du tube ou des crayons. Il applique un facteur dynamique aux lois de comportement des mousses. Toutefois, ce coefficient étant

calculé pour des mousses de densités significativement supérieures à celle pour lequel ce coefficient est utilisé, la Direction de l'expertise en sûreté estime que le caractère représentatif de ce facteur n'est pas acquis. Les résultats des calculs montrent que la géométrie globale du tube à crayons est conservée et que seules des déformations locales et limitées sont observées. La gaine subit une déformation plastique maximale inférieure au critère d'allongement à la rupture minimal. **Si ces résultats sont rassurants, la Direction de l'expertise en sûreté estime que le caractère enveloppe des calculs réalisés par le requérant, à l'égard de l'endommagement des crayons, n'est pas complètement acquis.**

En conclusion, le requérant ne prend pas en compte des paramètres strictement pénalisants ni pour l'essai de chute, ni pour les simulations numériques. La Direction de l'expertise en sûreté considère que les études menées par le requérant pour justifier le maintien des pastilles dans le tube et la conservation de la section du tube à crayons 8 pouces en CAT ne permettent pas de s'assurer que les endommagements de ce tube et des crayons évalués par le requérant à l'issue des CAT sont enveloppes. Néanmoins, les endommagements obtenus lors de l'essai et simulés par calcul numérique sont limités en termes de nombre de crayons concernés et en termes de localisation et de déformations, compte tenu de la ductilité des gaines et des tubes, de l'absence de prise en compte de la capacité d'amortissement du conteneur externe et de la capacité d'absorption résiduelle de la mousse la plus rigide. **Aussi, la Direction de l'expertise en sûreté convient que les résultats de l'étude de la tenue mécanique en CAT du tube à crayons 8 pouces ne devraient pas mettre en cause les hypothèses d'entrée retenues par le requérant pour les études de sûreté-criticité, à savoir l'absence de rupture des crayons contenus dans le tube et le maintien de la géométrie du tube en CAT.**

## 2.2. PRÉVENTION DES RISQUES DE CRITICITÉ

Dans le cadre de la présente demande, le requérant a mis à jour les études de sûreté-criticité en suivant la même démarche d'analyse que lors des précédentes demandes de validation d'agrément du modèle de colis Traveller, conformément aux exigences du règlement cité en seconde référence. En particulier, afin de pouvoir ajouter un crayon combustible en position centrale pour un des types d'assemblages combustibles transportés, le requérant a réalisé deux nouvelles études de sensibilité. Les résultats ne mettent pas en évidence de variations significatives sur la réactivité par rapport au cas de référence. **Ces études n'appellent pas de remarque de la part de la Direction de l'expertise en sûreté.**

En outre, le requérant présente une démonstration de sous-criticité pour le tube 8 pouces chargé de crayons UO<sub>2</sub>. Il modélise le tube par un cylindre d'aluminium, mais ne modélise pas les plaques de fermeture et les boulons situés aux extrémités. Le milieu fissile retenu par le requérant est constitué de crayons de même longueur que le tube, composé de pastilles d'UO<sub>2</sub> enrichi à 5 % en <sup>235</sup>U gainées par une épaisseur minimale en alliage de zirconium (espace pastille-gaine nul). Ces crayons sont disposés suivant un pas carré ou hexagonal variable et la modération inter-crayons est assurée par du polyéthylène. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que cette modélisation est satisfaisante.**

Les résultats de calculs montrent que la réactivité du modèle de colis Traveller reste inférieure aux critères retenus par le requérant pour toutes les configurations étudiées. En revanche, le requérant a uniquement étudié un agencement de colis sur un niveau, sans justifier le caractère pénalisant de ce choix par rapport à un agencement de colis sur plusieurs niveaux. Néanmoins, sur la base d'une étude de sensibilité considérant un réseau infini de colis, la Direction de l'expertise en sûreté estime que l'influence du nombre de niveaux sur la réactivité devrait être faible. À cet égard, **afin de se conformer aux exigences du règlement en deuxième référence, il appartient au requérant de réaliser une étude de sensibilité portant sur le nombre de niveaux de colis en réseau lors des prochaines études de sûreté-criticité du modèle de colis Traveller.**

En tout état de cause, **la Direction de l'expertise en sûreté estime que la démonstration de la sous-criticité présentée par le requérant pour le transport d'un tube 8 pouces chargé de crayons non assemblés constitués de pastilles d'UO<sub>2</sub> pleines est satisfaisante.**

### **2.3. RETOUR D'EXPÉRIENCE DES CONTRÔLES DES SOUDURES ET DES BOUCHONS FUSIBLES**

Pour répondre à une demande de l'ASN portant sur le retour d'expérience des contrôles de l'état des soudures des pieds de l'emballage et des oreilles de levage, le requérant présente les résultats des opérations de maintenance et d'inspections périodiques des emballages Traveller. Ces résultats, concernant les exemplaires des emballages Traveller transportés en France depuis la dernière validation d'agrément, ne montrent aucun défaut au niveau des soudures des pieds de l'emballage et des oreilles de levage. **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.**

En réponse à une demande de l'ASN portant sur les contrôles visuels des bouchons fusibles de la coque externe de l'emballage Traveller, le requérant indique que le retour d'expérience des maintenances effectuées sur les exemplaires d'emballages Traveller transportés en France depuis la dernière validation d'agrément ne montre que deux défauts de bouchon fusible (un abîmé et un manquant). Le requérant a remplacé ces bouchons fusibles sur les emballages concernés. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que ceci permet de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

### **3. SYSTÈME DE GESTION DE LA QUALITÉ**

La Direction de l'expertise en sûreté note que le dossier de sûreté du modèle de colis Traveller ne contient pas les justifications complémentaires apportées par le requérant lors des précédentes instructions, concernant notamment la tenue mécanique du tube à crayons 6 pouces en CAT, justifications sur lesquelles le requérant s'appuie également pour démontrer la tenue du tube à crayons 8 pouces en CAT. À l'égard des principes d'amélioration continue, tels que recommandés par la norme ISO 9001 ou le Guide n° 44 de l'ASN relatif au système de gestion de la qualité applicable au transport de substances radioactives sur la voie publique, **il appartient au requérant d'intégrer les compléments de démonstration qu'il a présentés lors des précédentes instructions, ainsi que lors de la présente expertise, dans la prochaine révision du dossier de sûreté du modèle de colis Traveller.**

### **4. CONCLUSION**

Sur la base des documents examinés, en tenant compte des informations apportées par la société Westinghouse au cours de l'expertise, la Direction de l'expertise en sûreté estime que le modèle de colis Traveller, dans ses deux versions STD et XL actuellement agréées par l'autorité américaine et définies 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 applicables aux modèles de colis de type A chargés de matières fissiles.

Pour le Directeur de l'expertise en sûreté

**Eric LETANG**

Adjoint au Directeur de l'expertise en sûreté