

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## Avis IRSN n° 2020-0028

<b>Objet</b>	Transport - Validation d'agrément du modèle de colis Traveller (STD et XL)
<b>Réf(s)</b>	[1] Lettre ASN CODEP-DTS-2019-044241 du 18 octobre 2019. [2] Règlement de transport de l'AIEA, n° SSR-6 édition de 2012.
<b>Nbre de page(s)</b>	6

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la demande de validation d'agrément présentée par la société Westinghouse Electric pour le modèle de colis Traveller (versions STD et XL).

Les versions STD et XL du modèle de colis Traveller sont actuellement agréées par l'autorité compétente des États-Unis en tant que colis de type A chargé de matière fissile pour le transport par voies terrestre ou maritime de combustible non irradié selon le certificat d'agrément USA/9297/AF-96 émis en mai 2019, objet de la présente demande de validation. En France, ce modèle de colis fait actuellement l'objet d'un certificat de validation qui expirera en mars 2020.

Dans le cadre de la présente demande de validation, le requérant n'a pas modifié le concept de l'emballage. Il a cependant transmis, en appui à sa demande, des compléments aux justifications de sûreté apportées lors des précédentes demandes de validation.

De l'expertise du dossier précité, par rapport au règlement cité en seconde référence, l'IRSN retient les principaux points suivants.

## 1 DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS

### 1.1 Description de l'emballage

Les emballages Traveller existent en trois versions (STD, XL et VVER). La version VVER de l'emballage Traveller n'étant pas destinée au transport sur le territoire français, seules les versions STD et XL font l'objet de la présente demande de validation d'agrément.

Les versions STD et XL de l'emballage Traveller ne diffèrent l'une de l'autre que par leurs dimensions. 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

Adresse Courrier  
BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses  
Cedex France

Siège social  
31, av. de la Division Leclerc  
92260 Fontenay-aux-Roses

Standard +33 (0)1 58 35 88 88  
RCS Nanterre 8 440 546 018

thermique du contenu 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 pour le levage à quatre points et de deux passages de fourche pour le levage par chariot élévateur. L'arrimage est effectué via des sangles passant par-dessus le colis et par des chaînes passant à travers les pieds du colis.

## 1.2 Description des contenus

Le contenu transporté est du combustible non irradié qui se présente sous la forme :

- soit d'un assemblage combustible à base d'oxyde d'uranium  $UO_2$  destiné à un réacteur à eau pressurisée (REP) ;
- soit de crayons combustibles à base d'oxyde d'uranium  $UO_2$  ou de siliciure d'uranium  $U_3Si_2$  chargés dans un tube à crayons.

Différents types d'assemblages peuvent être transportés par les modèles de colis Traveller. Ces types d'assemblages n'ont pas évolué par rapport au certificat en vigueur. Les assemblages sont divisés en deux groupes, définis en fonction de leur indice de sûreté-criticité (CSI). Chaque groupe est scindé en classes d'assemblages partageant les mêmes paramètres principaux (taille de réseau, pas nominal, motif de crayons et de « trous d'eau » au sein du réseau). Le motif des crayons combustibles et des « trous d'eau » au sein du réseau de crayons n'est pas spécifié dans le certificat d'agrément américain. **Ces paramètres intervenant dans les justifications de sûreté, l'IRSN estime nécessaire qu'ils soient maintenus dans le certificat de validation d'agrément comme cela est actuellement le cas.** Ce point fait l'objet d'un accord du requérant.

Le certificat émis par l'Autorité américaine n'indique pas explicitement si le mélange de crayons  $UO_2$  et  $U_3Si_2$  est autorisé ou non. Toutefois, ce mélange n'étant pas pris en compte dans les justifications de sûreté présentées par le requérant, **l'IRSN estime nécessaire de maintenir, dans le certificat de validation d'agrément, l'interdiction d'un mélange de crayons de natures différentes, telle que dans la version actuelle du certificat.** Ce point fait l'objet d'un accord du requérant.

## 2 DEMONSTRATION DE SURETE

Il convient de noter en préambule que le requérant n'a pas apporté de modification majeure aux démonstrations de sûreté dans le cadre de la présente demande de validation.

Pour mémoire, les justifications de sûreté des modèles de colis Traveller reposent sur des essais de chute et une épreuve de feu réalisés en 2003 et en 2006, complétés par des évaluations numériques. Ces essais et les justifications complémentaires du requérant montrent un bon comportement global du modèle de colis en conditions accidentelles de transport : l'emballage Traveller ne présente que des déformations locales à l'issue des chutes. En outre, les endommagements du contenu sont pris en compte dans les justifications de sûreté.

Toutefois, dans le cadre de la présente demande de validation, le requérant a apporté des compléments de justifications en vue de répondre aux observations effectuées par l'IRSN lors de sa précédente expertise. Ces éléments sont examinés ci-après.

## 2.1 Comportement mécanique

### 2.1.1 Tenue des soudures des oreilles de levage

Le requérant a transmis, en appui de sa demande de validation, des compléments de justification concernant la tenue des soudures des oreilles de levage. Dans son étude, il détermine le critère d'admissibilité en cisaillement des soudures des oreilles de levage, fondé sur la limite d'élasticité à la température maximale des conditions normales de transport.

**Ceci est satisfaisant.**

Pour le calcul de la contrainte dans les soudures, le requérant prend en compte un facteur de sécurité pénalisant égal à trois, requis par la réglementation américaine. Toutefois, il considère une répartition de l'effort sur les quatre oreilles de levage, alors que cette répartition ne permet pas de tenir compte de l'hyperstaticité du système de levage à quatre points, ce qui n'est pas satisfaisant. Nonobstant, l'IRSN a vérifié, en tenant compte d'un facteur de sécurité de deux (usuellement retenu pour le levage à l'arraché) et en considérant plusieurs répartitions de l'effort (de deux à quatre points), qu'il y a peu de risque de déformation plastique des soudures des oreilles de levage en cas de levage à l'arraché.

En tout état de cause, au titre des bonnes pratiques, l'IRSN estime que, pour la prochaine demande de validation d'agrément, le requérant devrait transmettre le retour d'expérience (REX) du contrôle de l'état des soudures des oreilles de levage effectué lors des opérations de maintenance des emballages Traveller. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 1 présentée en annexe au présent avis.**

### 2.1.2 Tenue en fatigue de la soudure des pieds de l'emballage

Le requérant a transmis, en appui de sa demande de validation, des compléments de justification concernant la tenue en fatigue des soudures des pieds de l'emballage. Il rappelle que la contrainte alternée dans la soudure des pieds de l'emballage a été déterminée en tenant compte d'accélération pénalisantes par rapport à celles recommandées par l'AIEA. Sur la base de ces accélérations, le requérant détermine une contrainte alternée dans la soudure ainsi que le nombre maximal de cycles que pourrait subir la soudure du pied de l'emballage en s'appuyant sur la courbe de fatigue de l'acier inoxydable fournie par le code de construction ASME. *In fine*, la durée de vie de la soudure serait de deux millions de cycles. Le requérant en conclut que le risque de fatigue de la soudure du pied de l'emballage est écarté.

L'IRSN estime que, compte tenu des valeurs pénalisantes d'accélération retenues par le requérant et des justifications présentées sur la base de la courbe de fatigue de issue du code de construction ASME, le risque de rupture en fatigue des soudures des pieds de l'emballage est très limité. Toutefois, afin de confirmer l'absence de risque de rupture en fatigue de ces soudures, l'IRSN estime que, pour la prochaine demande de validation d'agrément, le requérant devrait transmettre le REX du contrôle de l'état des soudures des pieds de l'emballage effectué lors des opérations de maintenance des emballages Traveller. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 1 présentée en annexe au présent avis.**

## 2.2 Prévention des risques de criticité

Dans le cadre de la présente demande de validation d'agrément, le requérant a apporté des compléments concernant :

- le caractère conservatif de la hauteur de la zone expansée retenue dans la démonstration de maintien de la sous-criticité au regard de la géométrie réelle des assemblages susceptibles d'être transportés ;
- la démonstration de maintien de la sous-criticité du modèle de colis en conditions accidentelles de transport en cas de dispersion de matière fissile, sous forme de débris, en dehors des crayons pour des configurations de réseau de colis et de colis isolé.

Concernant le caractère conservatif de la hauteur de la zone expansée retenue dans la démonstration, le requérant estime que les résultats obtenus lors des épreuves de chute et de feu avec le prototype d'assemblage le plus lourd dans la version de l'emballage la plus lourde montrent qu'en dehors de la hauteur de la zone expansée retenue, les crayons combustibles ne sont pas déformés. **Cette conclusion n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Concernant les compléments de démonstration de maintien de la sous-criticité pour la configuration de réseau de colis, le requérant fournit une étude prenant en considération :

- un réseau de colis sur deux niveaux, avec les colis « tête-bêche » ;
- la dispersion de matière fissile en-dessous de la zone expansée.

Pour les assemblages issus de l'un des deux groupes définis selon l'indice de sûreté-criticité des assemblages, le requérant trouve que la configuration en réseau de colis sur deux niveaux « tête-bêche » est moins pénalisante que celle en réseau de colis sur un niveau.

En revanche, pour les assemblages issus de l'autre groupe, le requérant trouve que la configuration en réseau de colis sur deux niveaux « tête-bêche » est plus pénalisante que celle en réseau de colis sur un niveau. Pour cette configuration la valeur de réactivité dépasse le critère déterminé. Toutefois, le requérant estime que ce résultat reste acceptable compte tenu des hypothèses très pénalisantes prises en compte dans le modèle (notamment une masse de matière fissile dispersée supérieure à celle estimée lors de la précédente expertise). **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Cependant, le requérant n'a pas étudié l'influence d'une compression axiale de la mousse absorbante, ce qui n'est pas satisfaisant sur le plan des principes. En effet, cette compression, qui rapprocherait axialement les contenus de deux colis, pourrait conduire à augmenter les interactions neutroniques entre colis. Toutefois, la prise en compte de cette hypothèse ne serait pas de nature à mettre en cause la sûreté du modèle de colis.

Concernant le cas du colis isolé avec dispersion de matière fissile en dehors des crayons, le requérant considère que cette configuration est couverte par celle étudiée pour le réseau de colis. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

## **2.3 Utilisation et maintenance**

### **2.3.1 Contrôle des soudures**

Le requérant a apporté des compléments concernant le contrôle en maintenance des soudures des anneaux de levage et des pieds de l'emballage. Il détaille notamment les types de contrôle réalisés et leur fréquence. Compte tenu des hypothèses pénalisantes retenues dans les calculs de contraintes des soudures et du faible nombre de transports par an, le requérant considère que les contrôles actuellement prévus dans le dossier de sûreté permettraient de détecter toute déformation plastique et amorce de fissure dans les soudures des oreilles de levage et des pieds de l'emballage. **La justification du requérant n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

En tout état de cause, l'IRSN estime que le requérant devrait, pour la prochaine demande de validation d'agrément, transmettre le retour d'expérience en maintenance du contrôle des soudures des pieds de l'emballage et des oreilles de levage. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 1 présentée en annexe au présent avis.**

### **2.3.2 Contrôle des mousses d'amortisseur et des bouchons fusibles**

Le requérant a apporté des compléments concernant les contrôles réalisés sur les systèmes amortisseurs de chocs et les critères associés à leur remplacement, ainsi que sur les contrôles des bouchons fusibles.

Le requérant ne présente pas le retour d'expérience de l'état des mousses d'amortisseur présentes dans la coque externe. Cependant, il indique que des contrôles visuels sont réalisés en maintenance selon une périodicité définie. Ces contrôles permettent de prévenir ou de corriger les défauts constatés sur les bouchons fusibles. **L'IRSN estime ceci satisfaisant.** En tout état de cause, le requérant devrait transmettre le retour d'expérience issu de ces contrôles en maintenance. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 2 présentée en annexe au présent avis.**

### **3 CONCLUSION**

En conclusion, sur la base des justifications de sûreté présentées par le requérant, l'IRSN considère que le modèle de colis TRAVELLER, dans ses deux versions STD et XL, actuellement agréé par l'Autorité américaine, est conforme aux prescriptions réglementaires applicables aux modèles de colis de type A chargés de matières fissiles, sous réserve que les points mentionnés dans le certificat de validation actuel soient reconduits pour la présente validation.

L'IRSN considère cependant que le requérant devrait améliorer ses démonstrations de sûreté du modèle de colis en prenant en compte les observations mentionnées en annexe au présent avis.

Pour le Directeur général et par délégation,  
Anne-Cécile JOUVE  
Adjointe au Directeur de l'Expertise de Sûreté

**Annexe à l'avis IRSN n° 2020-00028 du 25 février 2020**

**Observations de l'IRSN**

*Observation n° 1*

L'IRSN estime que, pour la prochaine demande de validation d'agrément du modèle de colis Traveller, le requérant devrait transmettre le retour d'expérience des contrôles de l'état des soudures des pieds de l'emballage et des oreilles de levage effectués lors des opérations de maintenance.

*Observation n° 2*

L'IRSN estime que, pour la prochaine demande de validation d'agrément du modèle de colis Traveller, le requérant devrait transmettre le retour d'expérience issu des contrôles visuels des bouchons fusibles de la coque externe de l'emballage Traveller effectués lors des opérations de maintenance.