

Fontenay-aux-Roses, le 28 novembre 2019

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2019-00260

Objet : Transport - Autorisation de transport en cale de navire du modèle de colis TN 28 VT

Réf. 1. **Lettre ASN CODEP-DTS-2019-028824 du 9 juillet 2019.**  
2. Règlement de transport de l'AIEA - SSR-6 - édition de 2012.

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 d'autorisation de transport présentée par la société TN International du groupe ORANO (ORANO TN) pour le modèle de colis TN 28 VT.

Plus précisément, cette demande concerne le transport en cale de navire du modèle de colis TN 28 VT chargé des contenus n° 3, 4, 5 ou 6, composés de conteneurs de résidus vitrifiés. Ces conteneurs sont issus des usines de traitement d'Orano Cycle La Hague ou de Sellafield Ltd.

Pour mémoire, le modèle de colis TN 28 VT est actuellement agréé pour le transport par voies routière, ferroviaire et maritime de conteneurs de résidus vitrifiés, dont la puissance thermique maximale est limitée à 38 kW.

À l'appui de sa demande, le requérant a transmis une étude thermique visant à justifier que le transport en cale de navire du modèle de colis TN 28 VT, chargé des contenus précités avec une puissance limitée, ne remet pas en cause les démonstrations thermiques du modèle de colis.

Les justifications de sûreté présentées par le requérant ont été expertisées par l'IRSN par rapport au règlement cité en seconde référence. De cette expertise, l'IRSN retient les points suivants.

**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

## 1 DESCRIPTION DU COLIS

L'emballage TN 28 VT, de forme générale cylindrique, est constitué d'une virole en acier forgé, d'un fond soudé et d'un couvercle maintenu à la virole par une bride vissée. Des blocs de résine disposés autour de la virole et protégés par une enveloppe en acier assurent un blindage neutronique. Ces blocs de résine sont traversés par des conducteurs en cuivre assurant le transfert thermique. Un orifice traversant le couvercle permet la mise sous vide de la cavité et son remplissage en air ou en gaz inerte. L'étanchéité des ouvertures (couvercle et orifice) est assurée par des joints en élastomère. Enfin, un capot amortisseur, constitué d'une enveloppe en acier remplie de blocs de bois, est vissé au niveau de la tête de l'emballage. La manutention et l'arrimage sont effectués au moyen de deux paires de tourillons.

Les conteneurs de résidus vitrifiés sont placés dans un panier introduit dans la cavité de l'emballage. Selon le contenu, deux types de panier peuvent être utilisés :

- un panier à cinq logements pour un chargement de 20 conteneurs ;
- un panier à sept logements pour un chargement de 28 conteneurs.

## 2 ANALYSE THERMIQUE DU TRANSPORT EN CALE

### 2.1 Contenus n° 3 et 4

L'étude transmise par le requérant en appui de sa demande porte sur les contenus n° 3 et 4 du certificat d'agrément et vise à déterminer la puissance maximale admissible garantissant que les températures atteintes lors du transport en cale de navire sont inférieures aux températures en conditions normales de transport évaluées dans le dossier de sûreté.

Le navire possède deux types de cale disposant, l'un de six emplacements et l'autre de quatre emplacements, remplis au maximum à 50 % de leurs capacités de chargement respectives. La configuration de chargement en cale pénalisante pour les calculs est similaire à celle qui avait été définie par le requérant lors d'une précédente demande et qui avait été estimée estimée satisfaisante par l'IRSN.

Le requérant retient comme critère, une température moyenne de la surface interne de la virole de 142,8 °C, correspondant au minimum des températures atteintes en conditions normales de transport.

Il détermine la puissance maximale du modèle de colis TN 28 VT transporté en cale de navire permettant de respecter ce critère dans la configuration pénalisante, sur la base d'une modélisation en 2D d'une section du colis, dite « modèle 2D tranche », et en considérant :

- l'absence d'aménagement interne de l'emballage ;
- la puissance thermique appliquée de façon homogène sur les surfaces internes des viroles des emballages ;
- l'application d'un facteur correctif de 14,7 %, représentatif de la dissipation axiale ;
- des échanges par rayonnement avec l'environnement (cale et autres emballages) et par convection en surface externe de l'emballage ;
- la température ambiante régulée à 25 °C.

La puissance maximale du chargement permettant de respecter le critère retenu est ainsi calculée à 34,3 kW.

### *Avis de l'IRSN*

L'IRSN relève que le coefficient de convection appliqué à la surface de l'emballage par le requérant est supérieur au coefficient de convection généralement admis en milieu libre et n'est dès lors pas représentatif d'une convection en cale de navire. Aussi, l'IRSN considère que le requérant devrait réévaluer la puissance thermique maximale autorisée en prenant en compte des échanges convectifs représentatifs d'un transport en cale de navire. À cet égard, le requérant a indiqué au cours de l'expertise que la puissance thermique maximale des chargements prévus ne dépassera pas 32 kW. Dans la mesure où l'espace autour du colis est suffisant pour considérer de la convection libre (au moins 1 m de distance avec les autres surfaces), l'IRSN estime que cette nouvelle valeur permet de respecter les critères définis par le requérant. **Nonobstant, il conviendrait que l'étude thermique soit révisée pour prendre en compte cette limite. Ceci fait l'objet de l'observation formulée en annexe 1 au présent avis.**

Dans ce cadre, l'exploitant devrait justifier la valeur du facteur de dissipation axiale de la puissance thermique associée. Pour mémoire, lors d'une précédente expertise relative au modèle de colis TN 28 VT, le requérant avait déterminé la valeur de ce facteur sur la base d'une comparaison entre un modèle de calcul 3D et le « modèle 2D tranche ». La méthode de détermination n'avait pas appelé de remarques de la part de l'IRSN.

Enfin, la modélisation repose sur l'hypothèse d'une température ambiante en cale égale à 25 °C. Pour rappel, le code INF<sup>1</sup>, auquel doivent se conformer les navires utilisés pour ce type de transport, impose en particulier un dispositif redondant garantissant le maintien du système de refroidissement au maximum à 55 °C. Le requérant a transmis, dans le cadre d'une précédente demande de transport du modèle de colis TN 28 VT en cale de navire, des justifications sur les dispositions permettant de garantir une température ambiante en cale égale à 25 °C. **L'IRSN estime que l'autorisation de transport devrait spécifier l'utilisation d'un navire conforme au code INF et la température maximale dans la cale du navire, tel que mentionné en annexe 2 au présent avis.**

## **2.2 Contenus n° 5 et 6**

Les contenus n° 5 et 6 sont actuellement autorisés pour le transport en TN 28 VT avec une puissance thermique maximale respectivement de 1,8 kW et de 2,52 kW. Dans sa demande, le requérant souligne que ces puissances sont négligeables devant celles des contenus n° 3 et 4 étudiées dans l'étude thermique. En outre, l'étude thermique du dossier de sûreté, support au certificat d'agrément, présente des marges significatives sur les températures en conditions normales de transport pour les contenus n° 5 et 6. **Cette justification n'appelle pas de remarque.**

---

<sup>1</sup> International Code for the Safe Carriage of Packaged Irradiated Nuclear Fuel Plutonium and High-Level Radioactive Wastes on Board Ships (INF Code), World Nuclear Transport Institute.

### 3 CONCLUSION

Sur la base de l'étude thermique examinée et en tenant compte des informations transmises au cours de l'expertise, l'IRSN estime que la configuration de transport en cale de navire du modèle de colis TN 28 VT chargé des contenus ne met pas en cause le niveau de sûreté du colis, sous réserve que la puissance thermique maximale des contenus n° 3 et 4 ne dépasse pas 32 kW comme précisé par le requérant. L'autorisation de transport devrait en outre spécifier les points mentionnés en annexe 2 de l'avis.

Par ailleurs, afin d'améliorer les démonstrations de sûreté, l'IRSN considère que le requérant devrait tenir compte de l'observation formulée en annexe 1 de l'avis.

Pour le directeur général, par délégation

Anne-Cécile JOUVE

Adjointe au Directeur de l'expertise de sûreté

**Annexe 1 à l'Avis IRSN n° 2019-00260 du 28 novembre 2019**

**Observation**

Hypothèses de calcul

Mettre à jour l'étude thermique du modèle de colis TN 28 VT en milieu confiné :

- en considérant un coefficient de convection représentatif du transport en cale de navire et la puissance thermique maximale de 32 kW pour les contenus n° 3 et 4 ;
- en justifiant la valeur du facteur de correction représentatif de la dissipation axiale dans le colis.

**Annexe 2 à l'Avis IRSN n° 2019-00260 du 28 novembre 2019**

**Points à spécifier dans l'autorisation de transport en cale de navire du modèle de colis TN 28 VT**

Le navire utilisé est conforme au code INF.

La température ambiante dans la cale est inférieure ou égale à 25 °C pendant la durée du transport.