

Fontenay-aux-Roses, le 30 juin 2023

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2023-00102

**Objet :** Transport - Renouvellement d'agrément du modèle de colis TN 28 VT

**Réf. :** [1] Lettre ASN CODEP-DTS-2022-039951 du 9 août 2022.  
[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 de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) sur la conformité à la réglementation citée en seconde référence du modèle de colis TN 28 VT, 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 ».

Le modèle de colis TN 28 VT, actuellement agréé jusqu'au 31 juillet 2023 en tant que colis du type B(M) pour matières fissiles, est utilisé pour le transport sur la voie publique par voies routière, ferroviaire et maritime de déchets vitrifiés ou compactés issus des usines Orano Recyclage de La Hague et Sellafield Ltd en Angleterre.

La présente demande de renouvellement d'agrément concerne le transport de déchets vitrifiés ou compactés provenant de l'usine de La Hague ou de déchets vitrifiés provenant de l'usine de Sellafield Ltd. Pour répondre aux besoins de son client Orano Recyclage, le requérant a modifié le spectre d'activité et l'activité maximale autorisée pour les déchets compactés. À cet égard, il a mis à jour certaines parties du dossier de sûreté du modèle de colis TN 28 VT afin d'y inclure les contenus modifiés et les démonstrations de sûreté associées, ainsi que les réponses aux demandes formulées par l'ASN à l'issue des précédentes demandes d'agrément.

De l'évaluation des documents transmis, tenant compte des compléments apportés par le requérant au cours de l'expertise, l'IRSN retient les principaux éléments suivants.

### 1. DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS

#### 1.1. DESCRIPTION DE L'EMBALLAGE

L'emballage TN 28 VT, de forme générale cylindrique, est composé d'un corps épais en acier, de résine neutrophage et d'un caisson de bois placé au niveau du fond de l'emballage. La cavité interne est fermée par un couvercle vissé sur le corps comportant un orifice fermé par un tampon vissé sur le couvercle. L'étanchéité des ouvertures (couvercle et tampon d'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.

En réponse à des demandes de l'ASN relatives à la définition du bois des capots, le requérant a révisé le chapitre du dossier de sûreté relatif à la description de l'emballage en incluant les références des rapports d'essais relatifs

aux contraintes d'écrasement des bois en température. Il a également mis en cohérence, dans le chapitre relatif au comportement en chute sur capot de tête, les seuils de talonnement des bois issus de la loi de modélisation à froid et à chaud avec ceux modélisés et a vérifié que les seuils utilisés dans les démonstrations étaient cohérents avec ces derniers. **L'IRSN estime que le requérant a répondu de manière satisfaisante aux demandes de l'ASN.**

Par ailleurs, le requérant a modifié les dimensions du joint du tampon d'orifice afin d'augmenter les marges de sûreté relatives aux études du maintien du confinement. Il prévoit une mise en place progressive de ces nouveaux joints à l'occasion des prochaines maintenances. Ces points sont analysés au paragraphe 4 du présent avis.

Enfin, le requérant a présenté les dimensions de la gorge de joint du tampon d'orifice (élément important pour la sûreté) et mettra à jour le plan de sûreté sur ces points au plus tard avant le prochain renouvellement d'agrément. **Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

## 1.2. DESCRIPTION DES CONTENUS

Le modèle de colis TN 28 VT peut transporter neuf contenus, constitués de conteneurs standards de déchets (vitrifiés CSD-V et CSD-B ou compactés CSD-C) qui sont placés dans un panier introduit dans la cavité de l'emballage. Dans le cadre de la présente demande de renouvellement d'agrément, le requérant a modifié l'activité maximale autorisée pour les CSD-C, qui reste toutefois couverte par un autre contenu. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

## 2. COMPORTEMENT MECANIQUE

En réponse à plusieurs demandes de l'ASN, le requérant a complété les démonstrations de sûreté relatives au comportement mécanique du modèle de colis TN 28 VT.

### 2.1. CONDITIONS DE TRANSPORT DE ROUTINE (CTR)

Le requérant a complété la démonstration de sûreté portant sur la manutention du modèle de colis TN 28 VT avec un scénario de levage à l'arraché du modèle de colis. Celle-ci n'appelle pas de remarque hormis le conservatisme de l'hypothèse sur la répartition angulaire des efforts sur les tourillons, au regard de leurs dimensions et de leurs supports lors des manutentions. **Aussi, l'IRSN estime que le requérant devrait définir des instructions opérationnelles permettant aux utilisateurs du modèle de colis TN 28 VT de s'assurer de la répartition des efforts au regard du secteur angulaire pris en compte dans les études.**

En réponse à une demande de l'ASN sur la prise en compte du cumul des sollicitations pour les études de tenue des organes d'arrimage, le requérant a mis à jour le dossier de sûreté en considérant le cumul des accélérations telles qu'elles sont aujourd'hui recommandées dans le guide AIEA n°SSG-26. Il démontre que la tenue des tourillons et de leurs vis est assurée en CTR. **Sur le principe, l'IRSN estime que cela permet de répondre à la demande D4 de l'ASN.**

En réponse à une demande de l'ASN d'étudier la possibilité d'augmenter la précharge dans les vis du capot de tête afin d'accroître les marges de sécurité eu égard au risque de leur auto-desserrage au cours du transport, le requérant présente une nouvelle démarche qui permet de dégager des marges significatives. **Celle-ci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.** Dans l'attente de sa mise en œuvre opérationnelle, le requérant conserve les valeurs de précharge actuelles au motif qu'il n'a pas observé de desserrage et qu'il va renforcer les contrôles de serrage de ces vis. **L'IRSN estime que ces éléments répondent de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

Enfin, en lien avec une demande de l'ASN relative à la cohérence entre les codes de constructions utilisés dans les démonstrations mécaniques et l'approvisionnement des matières en fabrication, le requérant a mis à jour les démonstrations de tenue mécanique de l'enveloppe de confinement du modèle de colis TN 28 VT (virole forgée, couvercle et tampon d'orifice) en se basant sur les critères du code ASME. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

## 2.2. CONDITIONS ACCIDENTELLES DE TRANSPORT (CAT)

En réponse à une demande de l'ASN sur la contrainte de cisaillement dans les filets des vis du couvercle et leurs taraudages en CAT, le requérant a vérifié, sur la plage des températures réglementaires, que les chutes en configuration axiale et oblique avec une précharge initiale minimale restent couvertes par la chute horizontale sur tourillon avec une précharge initiale maximale. En outre, il a étudié l'influence de la précharge initiale. Il conclut que la chute horizontale sur tourillon avec une précharge initiale maximale à froid maximise les contraintes de cisaillement dans les filets de vis de couvercle et leurs taraudages en CAT sur la plage des températures réglementaires. **L'IRSN estime que ces éléments répondent de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

En outre, le requérant démontre la tenue mécanique des vis de capots lors des chutes (axiale, oblique et horizontale) en CAT sur la plage de températures réglementaires, en considérant que la chute oblique permet d'obtenir les endommagements maximaux requis par le règlement. Toutefois, il ne démontre pas que la configuration quasi-horizontale avec fouettement ne conduit pas à des endommagements plus élevés. **L'IRSN estime que le requérant devrait compléter la démonstration de la tenue mécanique des vis du capot de tête du modèle de colis TN 28 VT lors des chutes en conditions accidentelles de transport sur la plage de températures réglementaires.**

Par ailleurs, le requérant a mis à jour les démonstrations de tenue mécanique lors de l'épreuve d'immersion en se basant sur les critères du code de construction ASME. Au cours de l'expertise, il les a complétées par l'ajout du tampon d'orifice et en considérant les tolérances géométriques sur les composants étudiés. **Ces éléments n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.**

En réponse à une demande de l'ASN portant sur la tenue au frettage du panier dans la direction latérale aux températures maximales en CAT, le requérant a vérifié que la déformation du panier reste du même ordre de grandeur qu'en conditions normales de transport (CNT). En outre, il a vérifié que la déformation du panier n'affecte pas les conclusions de l'étude de radioprotection au regard des marges associées et des hypothèses considérées. **Ces éléments permettent de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

Enfin, le requérant a réévalué le décollement résiduel maximal du couvercle pour le cas de chute enveloppe en s'appuyant sur une extrapolation linéaire des résultats de calculs numériques. À cet égard, l'IRSN souligne que le comportement linéaire supposé par le requérant pour calculer le décollement n'est pas justifié, les vis ayant partiellement plastifié. **Aussi, l'IRSN estime que le requérant devrait évaluer le décollement résiduel du couvercle de l'emballage TN 28 VT en CAT avec l'effort de précharge minimale défini pour le modèle de colis.**

## 3. COMPORTEMENT THERMIQUE

En réponse à plusieurs demandes de l'ASN, le requérant a complété les démonstrations de sûreté relatives au comportement thermique du modèle de colis TN 28 VT.

### 3.1. CONDITIONS NORMALES DE TRANSPORT

En réponse à une demande de l'ASN portant sur la combinaison des paramètres influents dans l'étude thermique, le requérant indique que les températures pour les CNT ont été évaluées en prenant en compte les paramètres influents majorants déterminés indépendamment les uns des autres. Il conclut que les calculs réalisés avec ces paramètres sont suffisamment pénalisants pour couvrir l'impact du décentrage cumulé des conteneurs dans toutes les directions sur la température des composants de l'emballage. L'IRSN convient que le calcul réalisé par le requérant présente un caractère enveloppe. **Ainsi, l'IRSN estime que le requérant a répondu de manière satisfaisante à la question de sûreté portée par la demande de l'ASN.**

Par ailleurs, le requérant ne présente, dans le dossier de sûreté du modèle de colis TN 28 VT, aucune justification des caractéristiques thermiques du bois (conductivité thermique et capacité calorifique), utilisées dans les calculs thermiques y compris lorsque le bois est écrasé. **L'IRSN estime que le requérant devrait justifier les**

**caractéristiques thermiques du bois des capots du modèle de colis TN 28 VT.** De même, le requérant ne présente aucune justification des caractéristiques thermiques de la peinture (émissivité et absorptivité) utilisées dans les études thermiques, ces dernières jouant pourtant un rôle prépondérant dans les effets de transmission et de dissipation de la chaleur par rayonnement. **Aussi, l'IRSN estime que le requérant devrait préciser le système de peinture retenu pour le modèle de colis TN 28 VT et justifier ses caractéristiques thermiques en CNT en tenant compte des effets éventuels du vieillissement.**

### 3.2. CONDITIONS ACCIDENTELLES DE TRANSPORT

Afin de justifier que la combustion éventuelle du bois des capots ne compromet pas l'intégrité des différents composants de l'emballage (en particulier les joints), le requérant se réfère à un essai au cours duquel une augmentation de la température de joint de 50 °C a été relevée. Ainsi, le requérant augmente de 50 °C les températures maximales calculées en CAT pour les joints du couvercle et du tampon d'orifice. Il indique en outre que la maquette d'essai est représentative des essences de bois et des masses utilisées dans le capot de tête du TN 28 VT. L'IRSN souligne que les configurations géométriques des joints diffèrent entre les deux modèles de colis et qu'il appartient au requérant d'affiner son analyse en considérant la configuration des joints de l'emballage TN 28 VT. **En tout état de cause, compte tenu de la nature des contenus transportés, de leur tenue supposée à la chute, et des hypothèses enveloppes retenues par le requérant dans l'étude de confinement, l'IRSN estime que ceci ne devrait pas être de nature à mettre en cause la sûreté des transports des colis TN 28 VT en cas d'accident.**

Conformément à une demande de l'ASN, le requérant a étudié l'influence, sur la température minimale du corps de l'emballage, des décentrages axial et radial du panier et des conteneurs pour les différentes configurations de chargement. **L'IRSN estime que ceci est satisfaisant.**

## 4. CONFINEMENT

En réponse à une demande de l'ASN de justifier le maintien de l'étanchéité au niveau du joint du tampon d'orifice en CAT, le requérant a redimensionné le joint de confinement du tampon d'orifice de couvercle et a mis à jour la définition du modèle de colis TN 28 VT et les démonstrations de sûreté en conséquence. En particulier, il tient compte dorénavant de l'augmentation de la température des joints (due à la combustion du bois des capots), des tolérances géométriques des joints et des gorges, des nouvelles dimensions du joint, et d'un coefficient de dilatation volumique du joint de confinement conforme aux demandes de l'ASN sur ce sujet. Il conclut que le taux de remplissage des joints de confinement garantit l'absence d'extrusion et une contrainte limitée sur les vis de fermeture. **L'IRSN estime que ces éléments permettent de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

En réponse à une demande de l'ASN portant sur la prise en compte de la déformation rémanente (DRC) du joint, après compression et étirement dans sa gorge, le requérant a mis à jour son étude en considérant l'étirement et la rétraction du joint, ainsi qu'une valeur forfaitaire de DRC pour les joints en élastomère. Au cours de l'expertise, il a complété cette étude en tenant compte de leur décollement résiduel à l'issue des chutes représentatives des CAT. Il conclut que le taux de compression est suffisant pour garantir l'étanchéité du modèle de colis TN 28 VT dans toutes les conditions de transport. **Les hypothèses d'étirement et de rétraction du joint, ainsi que le taux de compression minimal du joint du couvercle, n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.**

En revanche, le requérant n'a pas justifié la valeur de DRC qui est fournie par le fabricant et évaluée dans des conditions normées, non nécessairement représentatives des conditions de transport. À cet égard, des travaux de recherche ont mis en évidence que la valeur de DRC dépend de la température à laquelle est vieilli le joint et qu'elle est d'autant plus élevée que la durée du vieillissement est longue. Aussi, l'IRSN estime que le requérant devrait justifier la représentativité de la DRC qu'il retient pour les conditions d'utilisation des joints (température, temps d'utilisation et cycles de maintenance). **En l'état, l'IRSN estime que les éléments présentés par le requérant ne répondent pas complètement à la demande de l'ASN.**

## 5. RADIOPROTECTION

Pour démontrer la conformité des colis aux exigences réglementaires, le requérant utilise la méthode dite « des inéquations » sur la base du spectre isotopique typique des contenus. Cette méthode permet de déterminer des paramètres qui sont ensuite réutilisés avec les caractéristiques de n'importe quel contenu (enveloppe ou réellement transporté). À cet égard, le requérant effectue des calculs en utilisant le rendement neutronique des réactions ( $\alpha, n$ ) de deux radioisotopes considérés comme représentatifs pour les contenus CSD-V et CSD-B.

En réponse à des demandes de l'ASN en lien avec la représentativité de ce rendement neutronique, le requérant s'appuie sur diverses publications relatives aux émissions neutroniques de mélanges composés de différents actinides et de bore, élément léger également présent dans les CSD-V et CSD-B. **L'IRSN estime que les éléments apportés par le requérant permettent de répondre de manière satisfaisante aux demandes de l'ASN.**

En réponse à une demande de l'ASN de mettre à jour le dossier de sûreté du modèle de colis TN 28 VT pour assurer la cohérence entre les activités maximales prises en compte dans l'étude de radioprotection et celles mentionnées dans la description des contenus, le requérant indique que, après avoir établi les inéquations, une vérification a été effectuée pour s'assurer que les critères de radioprotection étaient respectés. Aussi, les activités maximales prises en compte dans l'étude de radioprotection sont cohérentes avec celles indiquées dans la description des contenus. **L'IRSN estime que ceci répond de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

Enfin, en réponse à une demande de l'ASN portant sur la qualification du code de calcul utilisé pour l'évaluation des débits d'équivalent de dose (DED), le requérant indique que les valeurs de DED mesurés sont faibles comparativement aux calculs de radioprotection du dossier de sûreté effectués avec des contenus pénalisants. Aussi, dans l'objectif d'effectuer des comparaisons calculs-mesures plus précis et plus pertinents, il propose de mener une nouvelle campagne de mesures sur un transport présentant une activité suffisante. **Dans l'attente de ce retour d'expérience, l'IRSN estime que le requérant ne répond pas complètement à la demande de l'ASN.**

## 6. FABRICATION

En réponse à une demande de l'ASN sur la cohérence entre les référentiels utilisés pour la fabrication de l'emballage et ceux considérés dans les démonstrations de tenue mécanique, le requérant a précisé dans le dossier de sûreté du modèle de colis TN 28 VT qu'il ne ferait dorénavant référence qu'au code de construction ASME pour la fabrication des emballages et les démonstrations de tenue mécanique. En outre, il a actualisé les démonstrations de comportement mécanique du modèle de colis en conformité avec ce code. **L'IRSN estime que ceci permet de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

Par ailleurs, l'IRSN relève que le requérant ne décrit pas la manière dont sont garanties les caractéristiques du bois équipant les emballages TN 28 VT avant montage. Pour rappel, celles-ci dépendent des conditions d'entreposage, des contrôles mis en place et du moment où ils sont réalisés. Aussi, **l'IRSN estime que le requérant devrait justifier la manière dont sont garanties ces caractéristiques par rapport à leur définition dans le dossier de sûreté du modèle de colis TN 28 VT.**

## 7. UTILISATION ET MAINTENANCE

Le requérant présente dans le dossier de sûreté du modèle de colis TN 28 VT les instructions d'utilisation de l'emballage, telles que le couple de serrage et la lubrification des vis du capot. Ces instructions sont nécessaires pour assurer une fixation adéquate du capot sur l'emballage et faciliter les opérations de montage et de démontage. Au cours de l'expertise, le requérant a précisé la méthode de serrage des vis du capot de tête, identique à celle prescrite dans la notice d'utilisation pour les autres vis de l'emballage. **L'IRSN estime que ceci est satisfaisant.**

Par ailleurs, pour réduire le risque d'auto-desserrage des vis, **l'IRSN estime que le requérant devrait spécifier un temps d'attente de l'équilibre thermique entre le pré-serrage et le serrage final des vis de capot du modèle de colis TN 28 VT.**

En réponse à la demande de l'ASN d'identifier l'origine de la présence d'eau au niveau des tourillons, de la corrosion des vis et des non-conformités dimensionnelles des taraudages, puis de mettre en place des actions correctives, le requérant indique que la corrosion des vis et les non-conformités dimensionnelles des taraudages sont liées à une usure normale des pièces. Ces composants font l'objet de contrôles réguliers et les écarts éventuellement détectés sont traités conformément aux spécifications du dossier de sûreté. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Concernant la présence d'eau au niveau des tourillons, les emballages TN 28 VT sont entreposés en extérieur dans des zones de stationnement sans protection contre les intempéries. De ce fait, l'eau de pluie peut se retrouver au niveau des tourillons et entraîner des risques de corrosion. Afin de limiter ces infiltrations, le requérant a mis en place une bande adhésive au niveau des tourillons. Les premiers retours d'expérience montrent une baisse significative de la fréquence et de l'importance de ces infiltrations d'eau. **Il convient que le requérant poursuive ce retour d'expérience pour s'assurer de l'efficacité de cette solution.** En l'état, **l'IRSN estime que les éléments présentés répondent de manière convenable à la demande de l'ASN.**

## 8. RETOUR D'EXPERIENCE

Le retour d'expérience d'exploitation et de maintenance du parc d'emballages TN 28 VT sur la période 2017-2021 met en évidence la présence d'une « oxydation blanchâtre » sur plusieurs éléments importants pour la sûreté, ainsi que des défauts liés au panier. L'oxydation semble résulter, d'après le requérant, d'un dépôt en surface en lien avec un contact avec de l'eau, qui n'affecte pas les caractéristiques mécaniques des composants touchés. Après nettoyage, aucun dommage profond n'a été constaté et aucun composant n'a nécessité de remplacement. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

S'agissant des défauts liés au panier, assimilés à de la « rouille » dans les rapports de maintenance, le requérant indique qu'ils ne correspondent pas à la réalité des observations, ces derniers ayant disparu après traitement par des chiffonnettes imbibées d'alcool. L'IRSN estime que les causes ne sont pas clairement identifiées. Toutefois, ce phénomène a été identifié comme rare et ce type de défaut ne semble mettre en cause ni la stabilité ni les dimensions géométriques des emballages TN 28 VT. **Aussi, à ce stade, compte tenu du suivi régulier mis en place par le requérant, ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

## 9. SYSTEME DE GESTION

Le requérant décrit dans le dossier de sûreté du modèle de colis TN 28 VT les dispositions générales d'assurance de la qualité applicables à toutes les activités (conception, fabrication et épreuves, utilisation, maintenance et transport), ainsi que les dispositions spécifiques relatives à la conception et aux études de sûreté.

Pour de nombreux enjeux de sûreté, le requérant apporte des justifications en réponse aux demandes de l'ASN ou aux questions soulevées par l'IRSN sous forme de courriers, sans en inclure les conclusions dans le dossier de sûreté du modèle de colis TN 28 VT. Aussi, au regard du principe d'amélioration continue décrit dans la norme ISO 9001, **il appartient au requérant de veiller, lors des prochaines révisions du dossier de sûreté du modèle de colis TN 28 VT, à y inclure ces compléments, en particulier s'ils concernent des éléments importants pour la sûreté.**

## 10. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés et en tenant compte des informations transmises par la société Orano NPS au cours de l'expertise, l'IRSN estime que le modèle de colis TN 28 VT, 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 du type B(M) chargés de matières fissiles.

Toutefois, l'IRSN estime que la société Orano NPS devrait notamment compléter la démonstration de la tenue mécanique des vis du capot de tête du modèle de colis TN 28 VT lors des chutes en conditions accidentelles de transport sur la plage de températures réglementaires.

**IRSN**

Le Directeur général

Par déléation

Eric LETANG

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté