

Fontenay-aux-Roses, le 20 avril 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2018-00112

Objet : Transport - Prorogation - Emballage TN 28 VT chargé de conteneurs standards de déchets vitrifiés ou compactés

Réf. 1. Lettre ASN CODEP-DTS-2017-031637 du 9 août 2017.
2. Règlement de transport de l'AIEA SSR-6 édition de 2012.

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la demande de prorogation d'agrément du modèle de colis TN 28 VT présentée, en juin 2017, par la société ORANO TN, dénommée requérant par la suite.

Cette demande concerne le transport par voies terrestre et maritime du modèle de colis TN 28 VT chargé de conteneurs standards de déchets vitrifiés (CSD-V ou CSD-B) ou de conteneurs standards de déchets compactés (CSD-C). Ces conteneurs sont issus des usines de traitement des assemblages combustibles usés de La Hague ou de Sellafield Ltd.

Cette demande est relative à un agrément de transport de type B multilatéral, du fait de la spécification de températures minimales lors de certains transports supérieures à celle indiquée dans le règlement cité en seconde référence. Cette disposition vise à exclure le risque de rupture fragile de la virole du corps de l'emballage à basse température.

De l'expertise des analyses de sûreté présentées par le requérant, par rapport au règlement cité en seconde référence, l'IRSN retient les points suivants.

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

1 DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS

1.1 Description de l'emballage

L'emballage TN 28 VT est de forme générale cylindrique. Il est formé d'un corps épais en acier, d'une résine neutrophage et de bois (au niveau du fond). La cavité interne est fermée par un couvercle vissé sur le corps, comportant un orifice. 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.

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

Dans le cadre de la présente demande, le requérant a restreint les types de joints utilisables pour le couvercle à ceux garantissant un taux de remplissage de leur gorge inférieur à 100 % dans toutes les conditions de transport. **Ceci est satisfaisant.**

Concernant les caractéristiques des matériaux, le requérant considère dans ses analyses que la contrainte d'écrasement de certaines essences de bois n'évolue pas avec la température. L'IRSN estime que le dossier de sûreté devrait référencer les essais justifiant cette hypothèse. Par ailleurs, la limite à la rupture du matériau du couvercle à la température maximale des conditions normales de transport, utilisée dans les analyses mécaniques, n'est pas spécifiée dans le dossier de sûreté. **Ces points font l'objet des observations 1.1 et 1.2 de l'annexe 2 au présent avis.**

1.2 Description des contenus

Les conteneurs standards de déchets (CSD-V, CSD-B ou CSD-C) sont placés dans un panier introduit dans la cavité de l'emballage. Dans le cadre de la présente demande, le requérant a notamment augmenté légèrement la masse maximale par CSD-V, modifié les configurations de chargement du panier en fonction de la puissance thermique des conteneurs, spécifié l'inertage de la cavité en hélium pour les CSD-V et pris en compte la nouvelle spécification de production des CSD-V. Ces modifications ont été prises en compte dans les analyses de sûreté.

2 COMPORTEMENT MECANIQUE

Le requérant justifie le dimensionnement en conditions de transport de routine, des organes de manutention et d'arrimage de l'emballage, des organes de fixation du capot de tête ainsi que de l'enveloppe de confinement de l'emballage et de ses structures annexes (structure externe, capot...). Ces points sont globalement satisfaisants.

Des cas de mauvais serrage de vis de capots ont été constatés à l'arrivée de transports d'autres modèles de colis. A cet égard, pour justifier le couple de serrage appliqué aux vis du capot de tête, le requérant montre que les efforts subis par les vis en conditions de transport de routine sont inférieurs à leur précharge minimale, ce qui est satisfaisant. Nonobstant, l'IRSN estime qu'il devrait étudier la possibilité d'augmenter la précharge des vis du capot de tête, de manière à augmenter les marges à l'égard d'un risque d'auto-desserrage au cours du transport. **Ceci fait l'objet de l'observation 2.1 de l'annexe 2 au présent avis.**

Par ailleurs, le requérant étudie le comportement du modèle de colis en conditions normales et accidentelles de transport en s'appuyant sur des campagnes d'essais et des calculs numériques, permettant notamment d'analyser l'influence de la température. Il conclut à l'intégrité du corps de l'emballage et du couvercle, ainsi qu'à une légère plastification des vis du couvercle. La configuration du modèle de colis ainsi définie est prise en compte en particulier dans les analyses de confinement et de radioprotection. Néanmoins, le requérant n'a pas évalué la tenue des filets des vis du couvercle et des taraudages dans le cas de chutes axiales ou obliques, pour lesquelles le capot amortisseur est impacté. **Ceci fait l'objet de l'observation 2.2 de l'annexe 2 au présent avis.**

Pour rappel, la modélisation des caractéristiques mécaniques des bois fait actuellement l'objet d'une étude générique. Compte tenu de la légère plastification des vis du couvercle, l'IRSN estime que le requérant devra prendre en compte les conclusions de cette étude dès que disponibles.

Concernant le phénomène d'impact décalé du contenu sur le système de fermeture, le requérant a précisé au cours de l'instruction les jeux résiduels entre les conteneurs et les cales fixées sous le couvercle au niveau des logements du panier. Ces jeux étant réduits, et la conception du modèle de colis limitant les efforts transmis au couvercle en

cas d'impact décalé (cales déformables sous le couvercle, partie supérieure des conteneurs peu rigide...), le modèle de colis TN 28 VT apparaît peu sensible à ce phénomène.

Le vieillissement en température de la résine a fait l'objet d'essais qui concluent à une évolution limitée dans le temps de leurs caractéristiques mécaniques. Sur cette base, le requérant définit des épaisseurs potentiellement dégradées de résines. **Bien que les essais présentés appellent des remarques, notamment sur la représentativité des échantillons testés, compte tenu qu'ils sont confortés par ceux réalisés dans le cadre de l'étude générique relative au vieillissement des résines, les conclusions du requérant n'appellent pas de remarque de l'IRSN.**

Le requérant a mis à jour l'étude relative aux puissances thermiques minimales des contenus permettant d'écarter le risque de rupture brutale du corps de l'emballage à -40 °C ou -20 °C (cf. §3 de l'avis). Pour rappel, en deçà de ces puissances, des spécifications relatives à la température minimale lors du transport s'appliquent. A l'égard de ce risque, le requérant a indiqué au cours de l'instruction que, pour les exemplaires d'emballage utilisés, les propriétés mécaniques de la virole et du fond de l'emballage ont fait l'objet de contrôles particuliers. De même, la qualification de la soudure a intégré cet aspect. L'IRSN estime que ces éléments devraient être présentés dans le dossier de sûreté. **Ceci fait l'objet de l'observation 2.4 de l'annexe 2 au présent avis.**

Par ailleurs, comme indiqué lors de la précédente demande de prorogation, l'IRSN estime que la méthode utilisée par le requérant pour justifier l'absence de risque de rupture brutale est critiquable, du fait qu'elle ne permet, ni de quantifier les marges de sûreté, ni de prendre en compte le fond et les singularités géométriques du corps de l'emballage. **Ceci fait l'objet de l'observation 2.52.4 de l'annexe 2 au présent avis.**

Le panier peut subir une légère compression par la virole en conditions de transport de routine. Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN. Toutefois, le requérant n'a pas étudié le risque de fretage radial du panier en conditions accidentelles de transport. **Ceci fait l'objet de l'observation 3.1 de l'annexe 2 au présent avis.**

Enfin, le requérant a corrigé lors de l'instruction la justification de la tenue de l'emballage lors de l'épreuve poussée d'immersion dans l'eau, qui avait été mise à jour. Il conclut à des marges importantes, ce qui n'appelle pas de remarque de fond de l'IRSN. **Toutefois, le requérant devrait dans la prochaine mise à jour du dossier de sûreté tenir compte de l'observation 2.3 de l'annexe 2 au présent avis.**

3 COMPORTEMENT THERMIQUE

Le requérant justifie qu'en condition de transport de routine, les températures des composants de l'emballage sont inférieures à celles maximales d'utilisation de leurs matériaux. **Cette analyse n'appelle pas de remarque.**

L'étude des puissances thermiques minimales du contenu permettant d'écarter le risque de rupture brutale du corps de l'emballage a été complétée lors de l'instruction pour prendre en compte des décentrages des conteneurs, ce qui est satisfaisant. Les résultats de l'étude révisée sont globalement satisfaisants, bien que le requérant n'ait pas réalisé de calcul cumulant l'ensemble des hypothèses pénalisantes. **L'IRSN estime que le certificat d'agrément devra prendre en compte les puissances thermiques minimales réévaluées. Par ailleurs, le requérant devra tenir compte de l'observation 4.2 de l'annexe 2 au présent avis.**

L'étude des températures maximales des composants du modèle de colis en conditions accidentelles de transport du dossier de sûreté a été complétée lors de l'instruction en tenant compte des décentrages possibles des conteneurs dans le panier. Les températures obtenues sont inférieures à celles maximales admissibles des matériaux, avec des marges significatives. A cet égard, dans le modèle utilisé, le requérant modélise un trou de poinçon dans le capot par une boîte radiative. L'IRSN estime que la modélisation des flammes au contact du trou du poinçon pourrait

augmenter les températures des joints de l'enveloppe de confinement. **Ceci fait l'objet de l'observation 4.1 de l'annexe 2 au présent avis.**

Toutefois, compte tenu des marges mises en évidence, l'IRSN estime que cela n'est pas de nature à mettre en cause les conclusions de l'analyse. De même, ces marges limitent les risques liés à une augmentation de la température des joints de l'enveloppe de confinement associée à la poursuite éventuelle de la combustion du bois du capot.

4 CONFINEMENT ET DEGAGEMENT D'HYDROGENE

Le confinement des gaz et aérosols est assuré par les joints élastomères du couvercle et du tampon d'orifice de l'emballage, placés dans des gorges en acier.

Le requérant démontre que, dans tous les configurations de transport, les taux de remplissage des gorges de joints du couvercle sont inférieurs à 100 %. Pour le tampon d'orifice, ce taux peut dépasser 100 %, conduisant à un risque d'extrusion du joint. Toutefois, le requérant considère que cela n'entraîne pas de décollement du plan de joint du tampon. A cet égard, comme déjà indiqué lors de la précédente demande de prorogation, l'IRSN considère que le coefficient de dilatation volumique utilisé dans les calculs n'est pas enveloppe. Toutefois, la pris en compte d'un coefficient enveloppe ne modifie pas les conclusions du requérant. Par ailleurs, si le décollement du tampon d'orifice peut être écarté, l'IRSN estime que le requérant devrait justifier le maintien de l'étanchéité du joint du tampon d'orifice en configuration de « sur-remplissage ». **Ces points font l'objet des observations 5.1 et 5.2 de l'annexe 2 au présent avis.**

Le requérant justifie que le taux de compression minimal des joints, obtenu à basse température, est suffisant pour assurer leur étanchéité. A cet égard, il n'a pris en compte dans ce calcul, ni la déformation rémanente du joint après compression, ni l'étirement du joint dans sa gorge. Toutefois, l'IRSN estime que cela ne met pas en cause le maintien de l'étanchéité des joints à basse température. **Ce point fait l'objet de l'observation 5.3 de l'annexe 2 au présent avis.**

Enfin, la prise en compte des risques liés au dégagement potentiel d'hydrogène des CSD-C, lié à la radiolyse de déchets, n'appelle pas de remarque.

5 RADIOPROTECTION

Pour les contenus de déchets vitrifiés, le requérant utilise une nouvelle méthode visant à établir un système d'inéquations permettant à l'expéditeur de justifier le respect des débits d'équivalent de doses maximaux réglementaires à partir des caractéristiques réelles des contenus devant être transportés. L'IRSN estime la démarche présentée globalement satisfaisante. A cet égard, les contrôles réalisés avant transport permettront d'alimenter le retour d'expérience associé à celle-ci.

Le requérant justifie la qualification des codes de calcul utilisés pour définir ces inéquations en se fondant sur des comparaisons entre des résultats de calcul et des mesures de débit d'équivalent de dose autour du colis. L'IRSN estime qu'il devrait présenter dans le dossier de sûreté les résultats de ces comparaisons. **Ceci fait l'objet de l'observation 6.1 de l'annexe 2 au présent avis.**

Par ailleurs, du point de vue méthodologique, l'IRSN estime que le requérant devrait tenir compte dans les inéquations des incertitudes associées aux calculs et mieux justifier certains paramètres retenus dans les études. **Ces points font l'objet des observations 6.2 à 6.4 de l'annexe 2 au présent avis.**

Les justifications du respect des critères réglementaires pour les CSD-C, considérant leurs caractéristiques enveloppes, n'appellent pas de remarque.

6 MAINTENANCE

Le requérant a transmis le retour d'expérience d'exploitation et de maintenance du parc d'emballage TN 28 VT sur la période 2012-2016.

Ce retour d'expérience montre des cas de non-conformité dimensionnelle des taraudages et de corrosion de vis, déjà observés avant la période examinée. Aussi, l'IRSN estime que le requérant doit proposer des mesures correctives. **Ceci fait l'objet de la recommandation en annexe 1 au présent avis.**

Par ailleurs, de l'eau a été détectée au niveau des tourillons à plusieurs reprises. Du fait des dégradations que peut entraîner cette eau, l'IRSN estime que le requérant devrait rechercher son origine. **Ceci fait l'objet de l'observation 7.1 formulée en annexe 2 au présent avis.**

7 CONCLUSION

Compte tenu des justifications de sûreté et des informations complémentaires transmises par la société ORANO TN, l'IRSN considère que le modèle de colis TN 28VT est conforme aux prescriptions réglementaires applicables aux modèles de colis de type B(M) chargés de matières fissiles, sous réserve de l'intégration de la modification proposée pour le certificat d'agrément dans le présent avis.

De plus, le requérant devra prendre en compte la recommandation présentée en annexe 1 au présent avis.

Enfin, l'IRSN considère que, pour améliorer les démonstrations de sûreté, le requérant devrait tenir compte des observations présentées en annexe 2 du présent avis.

Pour le directeur général, par délégation

Igor LE BARS

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe 1 à l'Avis IRSN n° 2018-00112 du 20 avril 2018

Recommandation

Maintenance

Prendre des mesures à l'égard des non-conformités dimensionnelles des taraudages et des cas de corrosion des vis.

Annexe 2 à l'Avis IRSN n° 2018-00112 du 20 avril 2018

Observations dans le cadre de la prochaine demande de prorogation

- 1 Description de l'emballage
 - 1.1 Référencer dans le dossier de sûreté le rapport d'essais justifiant l'absence d'évolution en température de la contrainte d'écrasement de certaines nuances de bois.
 - 1.2 Spécifier, dans le chapitre de description de l'emballage du dossier de sûreté, la limite à la rupture du matériau constitutif du couvercle à chaud.
- 2 Comportement mécanique de l'emballage
 - 2.1 Étudier la possibilité d'augmenter l'effort de serrage des vis du capot.
 - 2.2 Evaluer la contrainte de cisaillement dans les filets des vis du couvercle et leurs taraudages dans le cas de chutes axiales ou obliques, y compris à chaud.
 - 2.3 Corriger les calculs de l'épaisseur minimale du couvercle nécessaire pour résister à l'épreuve poussée d'immersion notamment en :
 - vérifiant la définition des contraintes nominales de calcul ainsi que la formule utilisée pour les évaluer ;
 - vérifiant, dans le calcul des contraintes nominales, que le terme lié à la résistance pratique élastique à 1 % (actuellement pas calculé) est supérieur au terme lié à la résistance à la rupture.
 - 2.4 Référencer dans le dossier de sûreté les valeurs de résilience mesurées sur les composants de la virole et du fond de l'ensemble des emballages, la qualification de la soudure pour les deux fabricants, ainsi que les mesures de résiliences sur les qualifications.
 - 2.5 Revoir la méthodologie de détermination de la température minimale de service de 6°C en s'appuyant sur la mécanique de la rupture, en considérant la configuration de chute la plus pénalisante, la ténacité dynamique du matériau (virole, fond et soudure du corps) et la géométrie de la position la plus défavorable du défaut de référence, au regard des singularités géométriques (taraudages, gorges, transition virole-fond du corps, etc.) présentes sur le corps de l'emballage.
- 3 Comportement mécanique des aménagements internes
 - 3.1 Étudier la tenue au freinage du panier latéralement en conditions accidentelles de transport.
- 4 Comportement thermique
 - 4.1 Réviser l'étude de l'influence du poinçon en modélisant les flammes au contact du trou du poinçon.
 - 4.2 Intégrer dans la justification de la puissance thermique minimale une étude de l'influence du décentrage axial et radial du panier et des conteneurs pour les différentes configurations de chargement, et réaliser des calculs dans la configuration pénalisante pour chacune de ces configurations.

5 Confinement et dégagement d'hydrogène

- 5.1 Mettre à jour les vérifications du taux de remplissage des gorges en température pour les joints associés à l'enveloppe de confinement (joints interne et externe du couvercle et joint du tampon d'orifice) en tenant compte d'un coefficient de dilatation thermique volumique maximal.
- 5.2 Justifier le maintien de l'étanchéité du joint du tampon d'orifice en tenant compte du phénomène de sur-compression.
- 5.3 Réviser les calculs de taux de compression minimal des joints en tenant compte de la déformation rémanente du joint après compression et de l'étirement du joint dans sa gorge.

6 Radioprotection

- 6.1 Présenter les résultats des benchmarks calcul-mesure de débit d'équivalent de dose autour du colis réalisés pour le modèle de colis TN 28 VT.
- 6.2 Justifier que le rendement neutronique des réactions (α, n) de l'²⁴¹Am et du ²⁴⁴Cm sur le bore considéré est représentatif de celui des déchets vitrifiés.
- 6.3 Justifier l'hypothèse considérant que le spectre unitaire des réactions (α, n) de l'²⁴¹Am sur le bore est enveloppe de celui des réactions (α, n) du ²⁴⁴Cm sur le bore.
- 6.4 Intégrer les incertitudes dans les résultats associés à chacune des étapes de calcul de la démarche.

7 Maintenance

- 7.1 Présenter le plan d'actions pour la recherche des causes et la limitation des conséquences de la présence d'eau au niveau des tourillons.