

Fontenay-aux-Roses, le 12 novembre 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2018-00300

Objet : Transport - Prorogation d'agrément - Modèle de colis TN 81

Réf. 1. **Lettre saisine ASN CODEP-DTS-2018-001004 du 9 janvier 2018.**
2. Règlement de transport de l'AIEA SSR6, édition 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 81, en tant que colis de type B(U) pour matière fissile, transmise par la société ORANO TN (dénommée ci-après le requérant) en octobre 2017.

L'emballage TN 81 est destiné au transport de conteneurs de déchets, qui peuvent être des déchets de structure des assemblages irradiés, compactés et placés dans des conteneurs dits CSD-C, ou des déchets, issus notamment du traitement de combustibles (produits de fission, actinides mineurs), vitrifiés et placés dans des conteneurs dits CSD-V, CSD-U ou CSD-B.

De l'expertise, par rapport aux exigences du règlement cité en seconde référence, des justifications de sûreté présentées par le requérant, tenant compte des compléments apportés par le requérant, l'IRSN retient les points suivants.

1 DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS

L'emballage TN 81, de forme générale cylindrique, mesure de l'ordre de 7 m de long et 2,75 m de diamètre, et pèse environ 115 tonnes. Il peut contenir jusqu'à 28 conteneurs de déchets. Sa fermeture est assurée par un couvercle primaire. Un couvercle secondaire peut être mis en place en particulier lorsque le colis est destiné à être entreposé à l'issue de la phase de transport. Ces couvercles sont munis de joints d'étanchéité qui peuvent être métalliques (pour le transport de CSD-V, CSD-U ou CSD-B) ou en élastomère (pour le transport de CSD-B ou CSD-C). L'emballage est équipé de deux capots amortisseurs de chocs constitués de blocs de bois placés dans une enveloppe en tôles d'acier.

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

2 COMPORTEMENT MECANIQUE DU COLIS

2.1 Conditions de transport de routine et conditions normales de transport.

L'étude de la tenue mécanique des assemblages vissés en conditions de transport de routine est similaire à celle présentée à l'appui de la précédente prorogation. Le requérant l'a complétée en incluant l'effet de la dilatation sur certaines vis.

Le requérant évalue la tenue des assemblages vissés en considérant le risque de cisaillement des filets des vis et des taraudages, ainsi que la tenue du fût de la vis. **Cette évaluation est globalement satisfaisante. Toutefois, l'IRSN estime qu'elle devrait être complétée en évaluant le risque de matage sous tête et le comportement des rondelles associées. Par ailleurs, le requérant devrait tenir compte des conséquences éventuelles des phénomènes de fatigue, en particulier des vis dont le remplacement n'est pas prévu en maintenance. L'IRSN note cependant que le dimensionnement de ces vis présente des marges.**

Enfin, le requérant devrait justifier que les conditions de serrage des vis de fixation des capots amortisseurs limitent les risques d'auto-desserrage de ces dernières en tenant compte des sollicitations rencontrées en conditions de transport de routine.

Ces points font l'objet des observations 1.1 et 1.2 en annexe 1 de l'avis.

Le requérant n'a pas révisé l'étude du comportement du colis à l'issue des épreuves réglementaires simulant les conditions normales de transport. Pour rappel, il a évalué le comportement du colis à l'issue de l'épreuve de chute libre, d'une hauteur de 0,3 m. **Ces points n'appellent pas de remarque de l'IRSN.**

2.2 Conditions accidentelles de transport

L'étude du comportement mécanique du colis en conditions accidentelles de transport repose sur des essais réalisés sur une maquette et sur des calculs numériques.

Le modèle de calcul utilisé est recalé sur les essais réalisés. A cet égard, ce recalage peut conduire, dans certains cas, à modifier significativement les propriétés des matériaux modélisés. L'IRSN considère que le requérant devrait s'assurer que ceci n'a pas conduit à modifier les phénomènes physiques rencontrés. **Ceci fait l'objet de l'observation 1.3 en annexe 1 de l'avis.**

2.2.1 Représentativité de la maquette

Le requérant n'a pas révisé la justification de la représentativité de la maquette utilisée lors des essais de chute. Elle n'appelle pas de remarque. Cependant, il ne spécifie pas les propriétés mécaniques des composants de la maquette tels que construits. **En particulier, la démonstration de la tenue des vis de fixation du capot amortisseur de tête repose sur les mesures qui ont été réalisées à l'issue des essais de chute. Aussi, les propriétés mécaniques minimales des vis de fixation du capot de tête de l'emballage doivent être supérieures à celles de la maquette. Ceci fait l'objet de l'observation 1.4 en annexe 1 de l'avis.**

Les séquences d'essais de chute réalisées n'ont pas conduit à des pertes d'étanchéité de l'emballage. En outre, les mesures réalisées lors de ces essais (accélérations notamment) sont utilisées pour valider le modèle de calcul utilisé dans la démonstration de sûreté.

2.2.2 Variation des propriétés mécaniques du bois des capots amortisseurs

Le requérant a étudié, de manière analytique, l'influence, sur le comportement du système de fermeture de la cavité, des variations des propriétés mécaniques du bois des capots amortisseurs entre - 40 °C et la température maximale en conditions normales de transport. Cette étude n'a pas été révisée dans le cadre de la demande de prorogation de l'agrément de transport.

En effet, le bois durcit à basse température, ce qui augmente les accélérations subies par le colis lors d'une chute. À l'inverse, le bois s'amollit lorsque la température augmente, ce qui augmente sa déformation. Dans le cas où le taux de déformation dépasse la valeur admissible par l'essence de bois considérée, le bois talonne et n'absorbe plus l'énergie de chute. Celle-ci est alors transmise au système de fermeture.

En conclusion de ses études, le requérant exclut le risque de talonnement des blocs de bois ainsi que la plastification des composants de fermeture de la cavité. En outre, il démontre que l'effort de pré-serrage des composants de fermeture de la cavité garantit l'étanchéité des joints d'étanchéité.

Il n'a toutefois pas systématiquement considéré dans les études réalisées, d'une part les sollicitations maximales des composants de fermeture de l'emballage relevées à l'issue des chutes, d'autre part les critères de tenue mécanique adapté (limite d'élasticité ou limite à la rupture, effort de serrage minimal...). Ceci fait l'objet de l'observation 1.5 en annexe 1 de l'avis. Cependant, l'IRSN estime que la prise en compte des hypothèses précitées ne mettrait pas en cause l'intégrité des composants de fermeture de la cavité du colis.

2.2.3 Variation des caractéristiques de l'aluminium des couronnes latérales

Le requérant n'a pas évalué l'influence de la variation des caractéristiques de l'aluminium des couronnes latérales sur le comportement du colis en chutes. Or, au regard des tolérances d'approvisionnement, il apparaît que les propriétés mécaniques des couronnes en aluminium varient de manière importante. **De ce fait, l'IRSN considère que le requérant devrait évaluer l'influence d'une variation de ces caractéristiques sur le comportement du colis en chutes. Ceci fait l'objet de l'observation 1.6 en annexe 1 de l'avis.**

2.2.4 Comportement en chutes du colis chargé de CSD-C

Le requérant évalue, numériquement, la tenue mécanique de l'emballage chargé de CSD-C. En effet, l'agencement et la masse de ces contenus diffèrent des CSD-V, qui ont été étudiés dans le cadre des essais de chute. Cette étude n'a pas fait l'objet de révision dans le cadre de la demande de prorogation d'agrément.

Elle n'appelle globalement pas de remarque de l'IRSN.

2.2.5 Analyse du risque de rupture fragile

Le requérant a réalisé une étude, qui n'a pas été révisée depuis la précédente demande de prorogation, visant à démontrer que la virole en acier de l'enveloppe de confinement de l'emballage TN 81 ne présente pas de risque de rupture fragile à - 40 °C.

Pour mémoire, cette étude a fait l'objet de demandes de l'ASN portant en particulier sur la fabrication et les contrôles appliqués en fabrication, qui restent valables.

3 COMPORTEMENT THERMIQUE DU COLIS

L'étude du comportement thermique du modèle de colis TN 81, dans toutes les conditions de transport, n'a pas été modifiée dans le cadre de la demande de prorogation.

Pour mémoire, cette étude a fait l'objet de demandes de l'ASN, formulées à l'occasion de la précédente prorogation d'agrément, portant en particulier sur des hypothèses de modélisation notamment du capot supérieure. **Le requérant n'ayant pas répondu à l'ensemble de ces demandes, il devra les prendre en compte pour la prochaine révision de cette étude. L'IRSN note cependant que des marges significatives sont mises en évidence notamment sur les températures maximales du colis.**

Par ailleurs, le requérant a considéré le nombre maximal d'ailettes pour définir le facteur d'accroissement de la surface externe du corps de l'emballage du à ces dernières. Cependant, certains emballages peuvent être munis de 30 % d'ailettes en moins. La prise en compte de cette configuration conduit à réduire ce facteur d'accroissement et donc les échanges convectifs. **À cet égard, l'IRSN estime que le requérant devra évaluer l'influence de la prise en compte du facteur d'accroissement de la surface externe minimale, correspondant aux emballages ne comportant que deux ailettes par profilé, en conditions normales de transport. Ceci fait l'objet de l'observation 2 en annexe 1 de l'avis.**

4 CONFINEMENT

Le requérant étudie le relâchement d'activité du modèle de colis TN 81 dans toutes les conditions de transport. Il conclut à des marges de sûreté importantes par rapport aux critères réglementaires. **Ceci n'appelle pas de commentaire de l'IRSN.**

5 RADIOPROTECTION

Afin de justifier le respect des critères réglementaires en tenant compte de caractéristiques maximales des contenus, le requérant a développé un système d'inéquations pour les contenus CSD-V. Pour les autres contenus (CSD-U, CSD-B et CSD-C), il a vérifié que ces critères sont respectés en prenant en compte un contenu maximisant simultanément l'ensemble des caractéristiques des conteneurs.

Cette étude n'a pas été révisée dans le cadre de la demande de prorogation de l'agrément de transport. Toutefois, le requérant a précisé les méthodes de calcul pour les CSD-V notamment, ce qui est satisfaisant. Cette méthode prend en compte, pour chaque radionucléide considéré, l'activité maximale présente dans chacun des conteneurs du chargement. Elle présente donc une marge intrinsèque. **Elle est globalement satisfaisante.**

Le requérant n'a cependant pas précisé si l'activité du ^{137m}Ba est prise en compte dans les inéquations précitées. Or, ce descendant du ^{137}Cs a une période radioactive très faible et a donc une activité égale à celle du ^{137}Cs dans les déchets. **L'IRSN estime donc que le couple $^{137}\text{Cs}/^{137m}\text{Ba}$ devrait être pris en compte dans la détermination de la quantité maximale admissible de ^{137}Cs .**

Par ailleurs, le requérant utilise le retour d'expérience acquis par les expéditeurs lors des mesures de débit de dose autour d'emballages chargés pour définir les points présentant les débits de dose les plus importants. Toutefois, lors de l'expertise, il a transmis des résultats de calculs pour ces points ainsi que pour d'autres points. Ces compléments montrent que les débits de dose maximaux ne sont pas systématiquement obtenus au droit des points

dimensionnants choisis, en particulier pour le rayonnement associé au ^{137}Cs . Aussi, l'IRSN considère que le requérant devrait confirmer le choix de points dimensionnants. Néanmoins, étant donnée la relativement faible contribution du ^{137}Cs aux débits de dose autour de l'emballage chargé des contenus les plus pénalisants, l'IRSN estime que ceci ne conduira pas à dépasser les critères réglementaires de débit de dose autour du colis.

La méthode de détermination des inéquations mise en œuvre par le requérant prend en compte huit radionucléides. Il ne vérifie pas formellement que la contribution des autres radionucléides au débit de dose total est négligeable. En toute rigueur, l'IRSN estime que le requérant devrait confirmer ce point.

Par ailleurs, le requérant recourt à des simplifications pour le calcul du débit de dose dû aux neutrons qu'il ne justifie pas entièrement. L'IRSN estime notamment qu'il devrait justifier, d'une part que le rendement neutronique des réactions (α, n) de ^{241}Am et du ^{244}Cm sur le bore considéré est représentatif pour les CSD-V, d'autre part que le spectre de ^{241}Am est enveloppe de celui des réactions (α, n) du ^{244}Cm sur le bore.

L'ensemble de ces points fait l'objet de l'observation 3 en annexe 1 de l'avis.

6 SURETE-CRITICITE

Le requérant n'a pas révisé l'étude de sûreté-criticité du modèle de colis TN 81 dans le cadre de la demande de prorogation d'agrément. Cette étude n'appelle pas de remarque de l'IRSN.

7 PHENOMENE DE RADIOLYSE

Les CSD-C sont susceptibles de contenir de faibles quantités de matière organique, susceptible de former des gaz inflammables par radiolyse. Le requérant calcule la concentration en gaz inflammable dans la cavité de l'emballage et conclut que la limite d'inflammabilité des gaz ne peut pas être atteinte. Cette étude montre l'existence de marge, ce qui est satisfaisant. Cependant, l'IRSN estime que les hypothèses considérées (en particulier l'énergie d'activation et les rendements radiolytiques) devraient être précisées. Ceci fait l'objet de l'observation 4 en annexe 1 de l'avis.

8 CONCLUSION

En conclusion, compte tenu des justifications présentées, l'IRSN considère que le modèle de colis TN 81 est conforme aux prescriptions réglementaires applicables aux modèles de colis de type B(U) chargés de matière fissile.

L'IRSN considère que, pour améliorer les démonstrations de sûreté, le requérant devrait tenir compte des observations présentée en annexe 1 de l'avis.

Pour le directeur général, par délégation

Igor LE BARS

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe à l'Avis IRSN n° 2018-00300 du 12 novembre 2018

Observations

L'IRSN estime que la société ORANO TN devrait :

1 Comportement mécanique

- 1.1 compléter l'étude de tenue des assemblages vissés en conditions de transport de routine en évaluant :
 - a. le risque de matage sous tête ainsi que le comportement des rondelles ;
 - b. le risque lié au phénomène de fatigue des vis dont le remplacement n'est pas prévu dans le cadre du programme de maintenance périodique de l'emballage.
- 1.2 confirmer que les conditions de serrage des vis de fixation des capots limitent le risque d'auto-desserrage de ces dernières en tenant compte des sollicitations rencontrées en conditions de transport de routine.
- 1.3 Justifier que le recalage effectué pour la chute du colis en position quasi-horizontale n'a pas introduit de biais dans le comportement du modèle utilisé, ou évaluer les enjeux associés par exemple en comparant les résultats obtenus en considérant les propriétés mécaniques des composants de la maquette tels que construits et les mesures relevées à l'issue des essais.
- 1.4 justifier que les propriétés mécaniques minimales des vis de fixation du capot de tête de l'emballage sont supérieures à celles de la maquette.
- 1.5 consolider les études sur l'effet des variations des caractéristiques du bois des capots en prenant en compte les sollicitations maximales des composants de l'emballage et les critères de tenue mécanique adaptés (limite d'élasticité ou limite à la rupture, effort de serrage minimal...).
- 1.6 évaluer l'influence des caractéristiques mécaniques des couronnes sur le comportement du colis en chutes.

2 Comportement thermique

- 2.1 évaluer l'influence de la prise en compte du facteur d'accroissement de la surface externe minimal, correspondant aux emballages comportant deux ailettes par profilé, en conditions normales de transport.

3 Radioprotection

- 3.1 prendre en compte le couple $^{137}\text{Cs}/^{137\text{m}}\text{Ba}$ dans la détermination de la quantité maximale admissible de ^{137}Cs .
- 3.2 confirmer le choix de points dimensionnants au vu des résultats des calculs numériques.
- 3.3 confirmer que la contribution au débit de dose total des radionucléides non pris en compte dans les inéquations est négligeable.
- 3.4 justifier, d'une part que le rendement neutronique des réactions (α, n) de ^{241}Am et du ^{244}Cm sur le bore considéré dans ses calculs est représentatif de celui des CSD-V, d'autre part que le spectre de ^{241}Am est enveloppe de celui des réactions (α, n) du ^{244}Cm sur le bore.

4 Phénomène de radiolyse

- 4.1 justifier les hypothèses considérées pour déterminer la production de dihydrogène des conteneurs CDS-C. Le cas échéant, considérer celles retenues dans le cadre de l'expertise du modèle de colis TN 843.