

Fontenay-aux-Roses, le 5 avril 2019

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2019-00070

Objet : Transport - Prorogation - Emballage TN 24 XL

Réf. 1. Lettre ASN CODEP DTS-2018-001050 du 11 janvier 2018
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 le dossier de sûreté joint à la demande de prorogation d'agrément présentée par la société Orano TN, dénommée ci-après le requérant, en novembre 2017, pour le modèle de colis TN 24 XL.

Le modèle de colis TN 24 XL est utilisé, en Belgique, pour le transport et l'entreposage de longue durée d'assemblages combustibles irradiés. A cet égard, les exemplaires existants sont déjà chargés et entreposés. Le dernier certificat d'agrément pour le transport sur la voie publique a expiré le 30 juin 2018.

La demande précitée concerne l'agrément pour le transport routier, ferroviaire ou maritime en tant que colis de type B(U) chargé de matières fissiles, de l'emballage TN 24 XL chargé de 24 assemblages combustibles, de type 17 x 17, à base d'oxyde d'uranium irradiés dans un réacteur à eau sous pression. Le dossier transmis en appui de celle-ci tient compte des demandes formulées par l'ASN lors de la précédente prorogation de l'agrément de ce modèle de colis.

De l'expertise de ce dossier par rapport au règlement cité en seconde référence, tenant compte des informations complémentaires transmises par le requérant, 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 MODELE DE COLIS

L'emballage TN 24 XL, de forme générale cylindrique, est composé d'un corps et d'un système amortisseur. Le corps est formé d'une virole épaisse en acier, recouverte radialement de résine neutrophage traversée par des conducteurs thermiques. La virole est fermée d'un côté par un fond en acier soudé et de l'autre par deux couvercles en acier inoxydable vissés : un couvercle primaire équipé de joints métalliques et un secondaire équipé de joints en élastomère. Dans le cadre de la demande de prorogation, le requérant a modifié les spécifications de serrage des vis du système de fermeture (diminution de l'incertitude sur le couple de serrage). L'emballage est équipé de six tourillons, pour son arrimage et sa manutention.

Le système amortisseur est composé de capots de tête et de fond (blocs de bois placés dans un caisson en acier) et de couronnes en aluminium. Le concept du capot de tête a été modifié lors de la précédente prorogation de l'agrément du modèle de colis (augmentation des épaisseurs de bois...).

La cavité interne de l'emballage accueille un panier dans lequel sont disposés au plus 24 assemblages combustibles. Ils sont placés dans les différentes alvéoles du panier selon leurs caractéristiques (puissance thermique et enrichissement de l'uranium en isotope 235).

Le contenu défini dans le projet de certificat d'agrément transmis en appui de la demande de prorogation ne couvre pas formellement les contenus déjà chargés. Toutefois, les études de sûreté réalisées restent enveloppes pour ces derniers. **Aussi, l'IRSN propose d'inclure dans le certificat d'agrément les caractéristiques enveloppes des contenus déjà chargés.**

2 COMPORTEMENT MECANIQUE

2.1 Conditions de transport de routine

Le requérant a révisé l'étude du comportement mécanique des organes de manutention et d'arrimage afin de prendre en compte les valeurs d'accélération recommandées par le groupe de travail organisé par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). **Ceci est satisfaisant.**

Toutefois, les caractéristiques mécaniques du matériau des tourillons en température retenues dans cette étude ne sont pas spécifiées dans le dossier de sûreté. **Ce point fait l'objet de l'observation 1.1 de l'annexe 2 à l'avis.**

Pour évaluer le couple de serrage des vis des tourillons et des couvercles, et plus globalement le comportement mécanique du colis, le requérant considère le graissage des vis uniquement sur les filets, conformément aux spécifications d'utilisation du modèle de colis. Cependant, le retour d'expérience acquis pour plusieurs modèles de colis montre des graissages sous la tête de vis alors que la spécification d'utilisation l'interdisait (du fait d'une quantité trop importante de graisse placée sur les filets par exemple). Or, l'application dans ce cas du couple de serrage ne considérant pas ce graissage peut conduire à approcher la limite élastique des matériaux des vis (induisant un risque de desserrages de vis), voire la dépasser (induisant une déformation des éléments vissés). Pour les exemplaires déjà chargés, le requérant n'a pas d'élément excluant le graissage involontaire sous tête de vis. **Aussi, l'IRSN recommande qu'il évalue le risque de desserrage, voire de déformation des vis et des taraudages, dans les conditions d'entreposage dans le cas d'un graissage sous tête de vis des tourillons et des couvercles. Ceci fait l'objet de la recommandation 1.1 de l'annexe 1 à l'avis.**

Un graissage involontaire sous tête de vis devrait également être pris en compte dans l'étude de la tenue en fatigue des vis de fixation des tourillons. Cette étude montre cependant l'existence de marges de sûreté à l'égard des phénomènes de fatigue. **Ce point fait l'objet de l'observation 1.2 de l'annexe 2 à l'avis.**

Par ailleurs, la température en entreposage peut influencer le comportement des vis, et donc leur configuration au moment du transport. Or, les calculs de contraintes du dossier de sûreté sont effectués à la température atteinte en conditions normales de transport. Une température plus élevée pourrait induire un risque de desserrage, voire une déformation, des vis. Aussi, **l'IRSN recommande que le requérant précise, dans la notice d'utilisation du modèle de colis, la température maximale des vis en entreposage. Ceci fait l'objet de la recommandation 1.2 de l'annexe 1 de l'avis.**

Enfin, la précharge spécifiée pour les vis de fixation des capots conduit à une contrainte dans ces vis représentant une faible fraction de la limite élastique de leur matériau. Ceci entraîne un risque de desserrage de ces vis au cours du transport. Le retour d'expérience acquis pour d'autres modèles de colis confirme ce risque. **Aussi, l'IRSN estime que le requérant devrait proposer des dispositions pour limiter le risque de desserrage des vis des capots, en augmentant leur précharge par exemple. Ceci fait l'objet de l'observation 1.3 de l'annexe 2 à l'avis.**

2.2 Conditions normales de transport

Le requérant n'étudie pas le comportement mécanique du colis en conditions normales de transport, considérant que l'étude relative aux conditions accidentelles de transport est enveloppe. Formellement, le dossier de sûreté devrait justifier que le cumul des épreuves simulant les conditions normales et accidentelles de transport ne modifie pas les conclusions de l'étude du comportement du modèle de colis pour les seules conditions accidentelles. **Ceci fait l'objet de l'observation 1.4 de l'annexe 2 à l'avis.**

2.3 Conditions accidentelles de transport

L'étude du comportement mécanique du modèle de colis TN 24 XL en conditions accidentelles de transport repose sur des essais de chutes et des calculs numériques. Lors de la précédente prorogation d'agrément, le requérant a augmenté les épaisseurs de bois du capot de tête. Il a modifié le dossier de sûreté en conséquence.

Cette modification augmente les marges avant l'atteinte du talonnement de blocs de bois, ce qui est satisfaisant. Toutefois, certaines configurations de chute conduisent encore à l'écrasement d'une proportion importante du bois du capot de tête. A cet égard, le dossier de sûreté ne justifie pas les éléments de la modélisation du comportement du bois notamment en température (caractéristiques mécaniques et loi de comportement du bois dès le début du talonnement). Pour rappel, ces modélisations font l'objet actuellement d'une étude générique. **En tout état de cause, le requérant devrait évaluer dans le dossier de sûreté, les marges de sûreté disponibles. Ce point fait l'objet de l'observation 1.5 de l'annexe 2 à l'avis.**

Le requérant écarte le risque de rupture brutale de la virole et du fond à basse température. Compte tenu des marges dégagées dans l'étude réalisée, l'IRSN estime ce risque exclu. **Toutefois, le requérant devrait compléter son analyse par les éléments de qualification des liaisons soudées. Ce point fait l'objet de l'observation 1.6 de l'annexe 2 à l'avis.**

Enfin, concernant la sensibilité du modèle de colis à un impact différé du contenu sur le système de fermeture, le requérant a évalué les jeux entre, d'une part le panier et les assemblages combustibles, d'autre part le couvercle interne. Il considère ces jeux limités et n'envisage pas la mise en place d'un calage supplémentaire. Ceci n'appelle pas de commentaire de l'IRSN. **Toutefois, le requérant devrait intégrer, dans le dossier de sûreté, l'évaluation des jeux (minimaux et maximaux). Ce point fait l'objet de l'observation 1.7 de l'annexe 2 à l'avis.**

3 COMPORTEMENT MECANIQUE DES CONTENUS

Le requérant estime que les conditions d'entreposage ne modifient pas les caractéristiques des gaines de crayons combustibles et donc que la quantité de matières radioactives dispersées dans la cavité retenues dans les études est enveloppe. **L'IRSN estime que le requérant devrait expliciter son analyse du vieillissement des gaines des crayons. Ceci fait l'objet de l'observation 2.1 de l'annexe 2 à l'avis.**

4 COMPORTEMENT THERMIQUE DU COLIS

Le requérant n'a pas révisé l'étude du comportement thermique du colis. Pour rappel, les températures maximales des composants du modèle de colis en conditions normales et accidentelles de transport sont déterminées par calcul numérique. L'étude réalisée, qui considère des hypothèses pénalisantes, conclut à des marges importantes par rapport aux températures maximales admissibles.

Les calculs du requérant ne tiennent pas compte d'une éventuelle poursuite de la combustion du bois du capot après l'arrêt du feu, entraînant le cas échéant, une augmentation des températures maximales des joints des couvercles. A cet égard, le requérant indique que compte tenu des hypothèses pénalisantes retenues et des marges mises en évidence, ceci ne mettrait pas en cause les conclusions de son étude. L'IRSN estime ceci acceptable. Cependant, le dossier de sûreté devrait justifier que les marges mises en évidence couvrent les conséquences d'une éventuelle poursuite de la combustion du bois du capot. Ceci fait l'objet de l'observation 3.1 de l'annexe 2 à l'avis.

5 CONFINEMENT

5.1 Relâchement d'activité

Le requérant a revu l'étude de relâchement d'activité du modèle de colis TN 24 XL pour notamment mettre à jour le taux de relâchement des gaz de fission en dehors des gaines ruptées, conformément aux demandes de l'ASN. L'étude réalisée, qui prend en compte des hypothèses pénalisantes, conclut que les critères réglementaires sont respectés en conditions normales et accidentelles de transport.

Cette étude considère l'absence d'eau résiduelle dans la cavité à l'issue de son séchage et ne tient donc pas compte d'une augmentation de pression dans la cavité liée à la présence éventuelle d'eau. À cet égard, l'IRSN estime que la procédure de séchage ne permet pas d'exclure une faible quantité d'eau résiduelle dans la cavité du colis. Toutefois, ceci ne met pas en cause les conclusions de l'étude du requérant. Afin d'améliorer les démonstrations de sûreté, le requérant devrait cependant prendre en compte ce point. Ceci fait l'objet de l'observation 4.1 de l'annexe 2 à l'avis.

5.2 Comportements des joints en élastomère

Le requérant évalue dans le dossier de sûreté, les taux de remplissage des gorges de joints interne et externe du couvercle secondaire et de la tape de ce couvercle. Il conclut que, en tenant compte des tolérances dimensionnelles des joints et de leurs gorges, le taux de remplissage maximal des gorges du couvercle secondaire (resp. de sa tape) est inférieur à 105 % (resp. 100 %). Bien qu'une extrusion des joints ne soit pas écartée, il estime que cela ne met pas en cause la sûreté du modèle de colis.

Pour les joints du couvercle, le coefficient de dilatation thermique considéré dans cette étude est inférieur à celui spécifié par l'ASN, dans un courrier de septembre 2017, pour les demandes adressées après 2022. En retenant ce coefficient, le taux de remplissage des gorges du couvercle secondaire reste inférieur à 105 %.

En tout état de cause, suivant le courrier de l'ASN précité, le requérant devrait modifier, pour la prochaine demande de prorogation, les dimensions des gorges ou des joints du couvercle secondaire afin d'exclure une extrusion des joints dans toutes les conditions de transport.

6 RADIOPROTECTION

L'étude de radioprotection du modèle de colis a été révisée afin de prendre en compte les déplacements possibles du contenu compte tenu des jeux internes maximaux. Le requérant conclut que les débits d'équivalent de doses respectent les critères dans toutes les conditions de transport. Cette étude n'appelle pas de remarque.

A cet égard, le taux de combustion considéré dans celle-ci est légèrement inférieur à celui maximal des contenus déjà chargés. Toutefois, le temps de refroidissement de l'étude étant très inférieur à celui de ces contenus, cela ne met pas en cause les résultats de l'étude.

Enfin, le requérant ne prend pas en compte le phénomène de vieillissement de la résine, ni la dispersion de matière en conditions normales de transport. Ce vieillissement pourrait au cours du temps réduire les capacités d'absorption neutronique. Bien que la décroissance radioactive des assemblages devrait compenser cet effet, la réglementation spécifie une évaluation des débits d'équivalent de dose avec un contenu maximal. **Par conséquent, cette évaluation devrait prendre en compte les effets du vieillissement de la résine et de l'état des gaines après entreposage (cf. paragraphe 3 de l'avis). Ceci fait l'objet de l'observation 5.1 de l'annexe 2 à l'avis.**

Par ailleurs, le dossier de sûreté n'exclut pas la réutilisation d'un emballage, après une période d'entreposage, pour un nouveau contenu. **Aussi, l'IRSN propose d'indiquer dans le certificat d'agrément que le rechargement d'un colis avec un nouveau contenu est interdit.**

7 SURETE CRITICITE

Les justifications de la sous-criticité du modèle de colis n'ont pas été modifiées dans le cadre de la demande de prorogation d'agrément. Pour rappel, elles prennent en compte une quantité d'eau limitée dans la cavité. Les calculs réalisées considèrent à cet égard une quantité d'eau significativement enveloppe. Ces justifications n'appellent pas de remarque de l'IRSN.

8 RADIOLYSE

Le requérant a transmis, en cours d'expertise, une étude des risques liés au phénomène de radiolyse de l'eau pouvant être présente dans la cavité. Il conclut que la concentration maximale en dihydrogène dans la cavité reste inférieure à la limite d'inflammabilité, excluant tout risque d'explosion. **L'IRSN estime que cette justification, qui est satisfaisante, devrait être intégrée dans le dossier de sûreté. Ce point fait l'objet de l'observation 6.1 présentée en annexe 2 du présent avis.**

9 UTILISATION ET MAINTENANCE

Le dossier de sûreté spécifie que les vis doivent être lubrifiées sur filet et pas sous tête. Or, le retour d'expérience montre que la surface sous la tête des vis peut être involontairement lubrifiée. Aussi, l'IRSN estime que ce risque doit être pris en compte dans l'analyse. **Par ailleurs, l'IRSN considère que le requérant devrait envisager un graissage complet des vis et adapter en conséquence le couple de serrage. Ceci fait l'objet de l'observation 7.1 de l'annexe 2 à l'avis.**

Le requérant considère l'absence d'eau résiduelle dans la cavité à l'issue de la phase de séchage, dans la mesure où l'emballage et le contenu ne présentent pas de zone de rétention d'eau. À cet égard, pour l'IRSN, la procédure de séchage retenue ne permet pas totalement d'exclure une faible quantité d'eau résiduelle dans la cavité du colis après séchage. **Bien que ceci ne mette pas en cause les études de sûreté réalisées, compte tenu des hypothèses considérées et des marges mises en évidence, l'IRSN estime que cette quantité d'eau résiduelle devrait être évaluée. Ce point fait l'objet de l'observation 7.2 de l'annexe 2 à l'avis.**

Concernant le programme de contrôle de l'emballage, le requérant ne prévoit pas le contrôle de certains composants qui participent à la sûreté du colis, notamment du dispositif de dissipation thermique de l'emballage après une période d'entreposage. **L'IRSN estime qu'il devrait compléter le programme de contrôles préalables au transport de l'emballage en ce sens. Ceci fait l'objet de l'observation 7.5 présentée annexe 2 à l'avis.**

En outre, il devrait, le cas échéant, définir dans le dossier de sûreté, la périodicité de remplacement de certains éléments de l'emballage (vis, organes d'arrimage et de manutention...). Enfin, le requérant retient des périodicités de remplacement et de contrôle de certains composants sans toutefois les justifier. **Ces points font l'objet des observations 7.3 et 7.4 de l'annexe 2 à l'avis.**

10 ASSURANCE DE LA QUALITE

Le chapitre concernant les principes d'assurance de la qualité applicables aux activités relatives au modèle de colis TN 24 XL n'a pas été mis à jour dans le cadre de la demande de prorogation d'agrément.

L'IRSN considère que ce chapitre peut être amélioré en précisant, d'une part les dispositions prises pour informer les clients ou partenaires des éléments et des exigences de sûreté à mettre en œuvre, d'autre part les critères retenus pour la déclaration des écarts. **Ces points font l'objet des observations 8.1 et 8.2 de l'annexe 2 à l'avis.**

11 CONCLUSION

De l'expertise du dossier de sûreté, tenant compte des informations complémentaires transmises en cours d'expertise, l'IRSN considère que le modèle de colis TN 24 XL est conforme aux prescriptions réglementaires applicables aux modèles de colis de type B(U) chargés de matières fissiles. Le requérant devra toutefois tenir compte des recommandations de l'annexe 1 à l'avis. Par ailleurs, l'IRSN propose des modifications du projet de certificat d'agrément rappelées en annexe 3 à l'avis.

Par ailleurs, pour améliorer les démonstrations de sûreté du modèle de colis TN 24 XL, le requérant devrait tenir compte des observations identifiées en annexe 2 de l'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° 2019-00070 du 5 avril 2019

Recommandations

- 1 Comportement mécanique de l'emballage
 - 1.1 Évaluer le risque de desserrage ou de déformation des vis des tourillons, des couvercles et de leurs tapes ainsi que de leurs taraudages, dans le cas d'un graissage involontaire sous tête de vis en tenant compte des conditions d'entreposage.
 - 1.2 Spécifier, dans la notice d'utilisation du modèle de colis, la température maximale des vis des tourillons et du système de fermeture lors de l'entreposage du colis.

Annexe 2 à l'Avis IRSN n° 2019-00070 du 5 avril 2019

Observations

1 Comportement mécanique de l'emballage

- 1.1 Spécifier les caractéristiques mécaniques minimales en température du matériau des tourillons.
- 1.2 Tenir compte dans l'étude à la fatigue des vis de fixation des tourillons, d'un graissage involontaire sous tête des vis.
- 1.3 Proposer des dispositions pour limiter le risque de desserrage des vis des capots (en augmentant leur précharge par exemple).
- 1.4 Justifier que le cumul des épreuves simulant les conditions normales et accidentelles de transport ne modifie pas les conclusions de l'étude du comportement du modèle de colis en conditions accidentelles de transport.
- 1.5 Présenter, en complément du volume de bois totalement compacté, le volume de bois qui talonne en conditions accidentelles de transport, afin d'apprécier les marges d'absorption d'énergie disponible.
- 1.6 Introduire, dans l'évaluation du risque de rupture brutale du colis, la qualification des liaisons soudées entre deux composants en acier constitutifs de la virole de l'emballage.
- 1.7 Intégrer, dans le dossier de sûreté, l'évaluation des jeux (minimaux et maximaux) dans toutes les conditions de transport, en lien avec l'étude du phénomène d'impact différé du contenu sur le système de fermeture.

2 Comportement mécanique des contenus

- 2.1 Détailler la justification relative au fait que les conditions d'entreposage ne modifient pas les caractéristiques des gaines des crayons de combustibles irradiés.

3 Comportement thermique de l'emballage

- 3.1 justifier que les marges mises en évidence couvrent les conséquences d'une éventuelle poursuite de la combustion du bois du capot.

4 Relâchement d'activité

- 4.1 Prendre en compte dans l'étude de relâchement d'activité, l'augmentation de pression interne associée à la présence éventuelle d'eau dans la cavité.

5 Radioprotection

- 5.1 Prendre en compte les effets du vieillissement de la résine en conditions de transport de routine.

6 Risque de radiolyse

- 6.1 Intégrer au dossier de sûreté l'étude des risques liés au phénomène de radiolyse de l'eau pouvant être présente dans la cavité.

7 Utilisation et maintenance

- 7.1 Envisager la lubrification des vis sous tête et définir le couple de serrage adapté à ces nouvelles conditions de lubrification.
- 7.2 Évaluer la quantité d'eau résiduelle pouvant être présente dans la cavité du colis après séchage.
- 7.3 Justifier la périodicité de remplacement des vis de fixation des couvercles et des capots et des joints de confinement ainsi que la périodicité des contrôles d'étanchéité de l'enveloppe de confinement, en particulier de ses soudures.
- 7.4 Définir la périodicité des opérations de maintenance pour les tourillons, les aménagements internes et les vis de l'enveloppe de confinement par un nombre de cycle de transport et un critère de durée.
- 7.5 Introduire, dans le programme de maintenance, un contrôle du dispositif de dissipation thermique de l'emballage après une période d'entreposage.

8 Assurance de la qualité

- 8.1 Préciser les dispositions prises pour informer les clients ou partenaires, concernés directement ou indirectement par l'utilisation ou la maintenance des emballages, des éléments et des exigences de sûreté présentées dans le dossier de sûreté référencé dans le certificat en vigueur et de leur actualisation.
- 8.2 Préciser les critères permettant de classer les écarts affectant la sûreté et devant être déclarés aux autorités compétentes.

Annexe 3 à l'Avis IRSN n° 2019-00070 du 5 avril 2019

Proposition de modification au projet de certificat

1 Définition du contenu autorisé

Modification du taux de combustion moyen maximal et de la durée de refroidissement afin de prendre en compte les assemblages anciennement chargés.

Caractéristiques des assemblages après irradiation :		
Taux de combustion moyen maximal (MW _j /tU)	<40 000	<45 000
Durée de refroidissement minimale (ans)	11	25

2 Utilisations

Le rechargement d'un emballage après une période d'entreposage avec un nouveau contenu n'est pas autorisé.