

Fontenay-aux-Roses, le 31 octobre 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2018-00292

Objet : Transport - Extension - Emballage TN 24 XLH chargé de combustibles irradiés

Réf. [1] Lettre ASN CODEP-DTS-2018-019403 du 27 avril 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 d'extension d'agrément transmise par la société ORANO, en mars 2018, pour le modèle de colis TN 24 XLH

Le modèle de colis TN 24 XLH, de type B(U) pour matière fissile, est utilisé en Belgique pour le transport et l'entreposage d'assemblages combustibles irradiés. La demande d'extension d'agrément précitée concerne une nouvelle version de l'emballage TN 24 XLH dite « option L+ », présentant une protection neutronique renforcée, chargée d'un nouveau contenu constitué d'assemblages combustibles à base d'oxyde d'uranium irradiés, dans des réacteurs à eau pressurisée, dont les émissions neutroniques sont supérieures à celles des contenus déjà agréés.

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.

## 1 DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS

### 1.1 Emballage TN24 XLH

L'emballage TN 24 XLH, de forme générale cylindrique, est constitué d'une virole épaisse en acier, recouverte de résine neutrophage traversée par des conducteurs thermiques. Cette virole est fermée par un fond soudé et deux couvercles vissés. Le couvercle primaire est équipé de joints métalliques et le secondaire de joints en élastomère. Le système amortisseur de choc équipant l'emballage est composé d'un amortisseur de tête et un de fond, constitués de blocs de bois placés dans une enveloppe en acier, ainsi que de couronnes en aluminium. L'emballage est équipé de tourillons permettant sa manutention et son arrimage.

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

Les principales évolutions associées à l'option L+ de cet emballage sont :

- la modification des tourillons ;
- l'utilisation de vis de fixation de classe de qualité supérieure pour les couvercles et tourillons, ainsi que l'augmentation du couple de serrage des vis de fixation des tourillons ;
- une augmentation de l'épaisseur de la résine du corps de l'emballage, y compris au niveau des tourillons.

## 1.2 Contenu de la demande d'extension

Le contenu de la demande d'extension est constitué d'au plus 24 assemblages combustibles à base d'oxyde d'uranium irradiés dans des réacteurs à eau sous pression. Ce nouveau contenu, similaire aux contenus déjà agréés, a un taux de combustion maximal légèrement supérieur à ceux-ci. Par ailleurs, il peut être chargé dans l'emballage selon une configuration considérant une répartition hétérogène de la puissance thermique.

## 2 EXPERTISE DE SURETE

### 2.1 Comportement mécanique du modèle de colis

En liminaire, l'IRSN estime satisfaisant l'augmentation de classe de qualité des vis pour les couvercles et les tourillons ainsi que l'augmentation du couple de serrage des tourillons. En effet, ces évolutions augmentent les marges de sûreté. Par ailleurs, les classes de vis retenues ne présentent pas de risque particulier de fragilisation lors de leur fabrication.

Le requérant a révisé l'étude du comportement mécanique des organes de manutention et d'arrimage de l'emballage, pour prendre en compte le nouveau concept de tourillons et les conditions de serrage modifiées de leurs vis de fixation. **Cette étude n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

Par ailleurs, le requérant justifie que les modifications apportées à l'emballage et le nouveau contenu ne modifient pas les analyses du comportement mécanique du modèle de colis présentées en appui de sa dernière demande de prorogation. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

### 2.2 Comportement thermique du modèle de colis

Le requérant a révisé l'analyse du comportement thermique du modèle de colis pour prendre en compte les évolutions de l'emballage et le nouveau contenu, qui intègre des configurations de chargement homogène et hétérogène. La méthode utilisée pour évaluer les températures maximales des composants du modèle de colis, en conditions normales et accidentelles de transport, est inchangée par rapport à la dernière prorogation d'agrément.

Le requérant conclut que, comme pour les contenus déjà agréés, les températures des composants du colis restent inférieures à celles maximales d'utilisation des matériaux, à l'exception de la résine du corps de l'emballage en conditions accidentelles de transports. Pour rappel, la résine considérée détériorée n'est pas prise en compte dans les études de radioprotection et de criticité. Pour les autres composants, les marges de sûreté en conditions accidentelles de transport sont au moins de 50° C, sauf pour les joints en élastomère où elle est d'environ 30° C.

A cet égard, le requérant a transmis des compléments visant à justifier que cette marge couvre une éventuelle poursuite de la combustion du bois des capots amortisseurs à l'issue de l'épreuve de feu réglementaire. Pour cela, il s'appuie sur une expérimentation montrant que la hausse maximale de température liée à ce phénomène (d'environ 50°C) et l'atteinte de la température maximale des joints de confinement dans le cas de l'emballage TN 24 XLH se

produisent à des moments différents. **Bien que le requérant devrait justifier formellement la représentativité de cette expérimentation pour le modèle de colis TN 24 XLH, compte tenu des marges présentées, l'IRSN estime que l'analyse du requérant acceptable.**

## 2.3 Confinement

Le requérant a mis à jour l'étude de relâchement d'activité afin de prendre en compte le nouveau contenu, en s'appuyant sur les hypothèses retenues lors de la dernière demande de prorogation du modèle de colis. Pour rappel, il considère que tous les crayons sont ruptés en conditions normales et accidentelles de transport. Cette mise à jour de l'étude de relâchement n'appelle pas de remarque de l'IRSN.

## 2.4 Radioprotection

Le requérant a mis à jour l'étude de radioprotection pour tenir compte du nouveau contenu et de la prise en compte dans les études d'un contenu maximal admissible, tel que spécifié dans la réglementation citée en seconde référence. **Ceci est satisfaisant sur le principe.**

Pour cela, il s'appuie sur la méthode explicitée ci-après, utilisée pour d'autres modèles de colis, qui a fait l'objet d'un avis de l'IRSN en 2016, concluant qu'elle est globalement satisfaisante. Seuls les aspects liés à la déclinaison de cette méthode au modèle de colis TN 24 XLH sont présentés dans le présent avis.

Cette méthode vise à établir un système d'inéquations permettant à l'expéditeur de vérifier, avant chargement de l'emballage, le respect des débits d'équivalent de doses maximaux réglementaires à partir des caractéristiques des contenus devant être transportés. Ce système d'inéquations repose sur des ratios associés aux différents types de rayonnements ionisants (neutrons, gamma liés au combustible ou à l'activation des matériaux de structure...).

Pour définir ces ratios, le requérant définit dans une première étape des points dits dimensionnants, pour lesquelles les débits de dose associés aux différents rayonnements sont déterminés avec un combustible de référence. A cet égard, le requérant n'a pas considéré de point dimensionnant au niveau de la tête et du fond de l'emballage (en direction axiale), compte tenu de l'écart important attendu entre les débits de dose axiaux et radiaux. **Toutefois, l'IRSN estime que ce point devrait être confirmé dans la configuration de chargement hétérogène, où les logements centraux du panier sont occupés par des assemblages d'activités radiologiques plus importantes que celle des assemblages des logements périphériques. Ceci fait l'objet de l'observation n° 1 de l'annexe à l'avis.**

Par ailleurs, le requérant a justifié au cours de l'instruction que la configuration et les critères considérés pour les conditions de transport de routine sont dimensionnants par rapport à ceux considérés en conditions accidentelles de transport en supposant une dispersion partielle du contenu radioactif dans l'emballage. Pour cela, il s'appuie sur des calculs réalisés pour un autre modèle de colis, qu'il considère transposables. Pour l'IRSN, ce point n'est pas acquis, compte tenu des différences de composition des fonds des deux emballages. De plus, cela ne prend pas en compte la configuration de chargement hétérogène du modèle de colis TN 24 XLH. **Aussi, l'IRSN considère que le requérant devrait vérifier le respect du critère réglementaire défini pour les conditions accidentelles de transport, en prenant en compte la configuration de chargement hétérogène de l'emballage et une dispersion de matière radioactive dans la cavité. Ceci fait l'objet de l'observation n° 2 de l'annexe à l'avis.**

Afin de vérifier la robustesse de la méthode utilisée pour le modèle de colis TN 24 XLH, le requérant a appliqué les ratios des inéquations obtenus pour un combustible de référence à un combustible plus pénalisant (taux de combustion plus élevé et durée de refroidissement minimale). Il a ensuite comparé les débits d'équivalent de dose obtenus avec ceux déterminés par calcul (code TRIPOLI 4). Il conclut que les débits d'équivalent de dose évalués à

partir des inéquations sont équivalents à ceux estimés avec le code TRIPOLI 4, la sous-estimation maximale étant d'environ 5 %. Sur le principe, l'IRSN estime que le requérant devrait retenir une marge de 5 % pour les assemblages combustibles ayant un taux de combustion moyen supérieur à celui de référence ou un temps de refroidissement inférieur à celui-ci. L'IRSN propose d'intégrer ce point dans le certificat d'agrément du modèle de colis.

Par ailleurs, l'IRSN considère que le requérant devrait réaliser une étude de sensibilité pour les différentes caractéristiques du combustible prises en compte (enrichissement initial...). Ceci fait l'objet de l'observation n°3 présentée en annexe de l'avis.

La méthode d'évaluation de l'activation des structures des assemblages combustibles (principalement liée au  $^{60}\text{Co}$ ) consiste à estimer le flux neutronique aux extrémités des assemblages en fin d'irradiation, en supposant une consommation du combustible en réacteur identique sur toute la longueur active. L'IRSN estime que cette hypothèse devrait être justifiée. Ce point fait l'objet de l'observation n°4 de l'annexe à l'avis.

Enfin, l'IRSN recommande que le requérant constitue un retour d'expérience de l'application de la méthode précitée en comparant les débits d'équivalent de dose mesurés lors des premières opérations de chargement du modèle de colis TN 24 XLH avec ceux évalués à partir des inéquations. Ceci fait l'objet de la recommandation de l'annexe à l'avis.

## 2.5 Criticité

La démonstration de la sous-criticité repose sur une étude considérant une quantité d'eau limitée dans la cavité. Les modifications objet de la demande d'extension d'agrément n'ont pas d'influence sur cette étude.

## 3 CONCLUSION

En conclusion, compte tenu des justifications de sûreté présentées, l'IRSN considère que le modèle de colis TN 24 XLH est conforme aux prescriptions réglementaires applicables aux modèles de colis de type B(U) chargés de matière fissile.

L'IRSN estime qu'un retour d'expérience concernant les débits d'équivalent de dose devra être constitué par le requérant, ce qui fait l'objet de la recommandation figurant en annexe à l'avis.

Par ailleurs, pour la prochaine demande de prorogation, le requérant devrait tenir compte des observations présentées en annexe de l'avis.

Pour le Directeur général et par délégation,

Igor LE BARS

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

**Annexe 1 à l'Avis IRSN n° 2018-00292 du 31 octobre 2018**

**Recommandation de l'IRSN**

- 1) L'IRSN recommande que le requérant constitue un retour d'expérience de l'application de la méthode des inéquations en comparant, lors du chargement de colis TN 24 XLH, les débits d'équivalent de dose mesurés à ceux évalués à partir des inéquations de transport.

**Observations de l'IRSN**

L'IRSN considère que le requérant devrait :

- 1) confirmer que, en condition de transport de routine, les débits de dose radiaux sont enveloppés par rapport aux débits de dose axiaux au contact du colis en considérant un chargement hétérogène de l'emballage.
- 2) confirmer le respect du critère réglementaire défini pour les conditions accidentelles de transport (10 mSv/h) en prenant en compte la configuration de chargement hétérogène et la dispersion de matière radioactive dans la cavité du colis.
- 3) Analyser l'influence des différentes caractéristiques du combustible prises en compte (enrichissement initial...) sur les coefficients des inéquations de l'étude de radioprotection.
- 4) pour l'évaluation de l'activation des structures métalliques des assemblages combustibles, justifier le conservatisme du flux neutronique retenu en fin d'irradiation, en particulier l'absence de redistribution de ce flux vers les extrémités du cœur en cas de consommation hétérogène du combustible.