

Fontenay-aux-Roses, le 4 avril 2016

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

**Avis IRSN N°** 2016-00101

**Objet :** Transport - Extension - Modèle de colis TN 24 SH - Nouveau contenu : carquois de crayons encapsulés

**Réf.** Lettre ASN CODEP-DTS-2015-025021 du 1<sup>er</sup> juillet 2015

Par lettre citée en 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 d'extension du certificat d'agrément du modèle de colis TN 24 SH présentée par la société TN International, ci-après dénommée « le requérant ».

Le modèle de colis TN 24 SH est agréé pour le transport de 37 assemblages combustibles à base d'oxyde d'uranium (contenus n°1 à 4). Il est utilisé en Belgique pour le transport, mais aussi l'entreposage à sec de longue durée, d'assemblages combustibles irradiés dans la centrale de Doel. Les contenus actuellement autorisés dans l'emballage TN 24 SH sont exclusivement des assemblages dits sains, c'est-à-dire ne renfermant pas de crayon inétanche (ou rupté). Pour ces crayons, l'exploitant du site de Doel met en place un procédé innovant de séchage et d'encapsulation. La demande d'extension d'agrément objet du présent avis porte sur le transport de 36 assemblages combustibles et d'un carquois de crayons ruptés séchés et encapsulés (nouveau contenu n°5).

**Adresse courrier**  
BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses  
Cedex France

Les justifications de sûreté présentées par le requérant ont été expertisées par l'IRSN. De cette expertise, il ressort les points importants ci-après.

#### Description 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 B 440 546 018

L'emballage TN 24 SH est de forme générale cylindrique. Il est formé radialement d'une virole en acier épaisse, recouverte de résine neutrophage traversée par des conducteurs thermiques. La cavité est fermée par deux couvercles vissés. Le couvercle primaire est équipé de joints métalliques. Le couvercle secondaire est équipé de joints en élastomère. Le système amortisseur de choc est composé d'un amortisseur de tête et d'un amortisseur de fond en bois, recouverts de tôles d'acier, ainsi que de couronnes en aluminium. La masse de l'emballage chargé est de l'ordre de 106 tonnes.

### Description du nouveau contenu

Le contenu n°5 est formé de 36 assemblages sains et d'un carquois, placé au centre du panier, contenant 35 capsules. Les assemblages sains et le panier sont similaires au contenu n°4. Chaque capsule, en acier inoxydable, contient un crayon ou un tronçon de crayon. Ces crayons ou tronçons font l'objet d'un séchage individuel, détaillé dans le présent avis. Les caractéristiques radiologiques des crayons encapsulés sont couvertes par celles des crayons sains du contenu n°4.

### Comportements mécanique et thermique du modèle de colis

Le requérant n'a pas mis à jour, dans le cadre de la présente demande d'agrément, les justifications relatives aux comportements mécanique et thermique du modèle de colis à l'issue des épreuves réglementaires (conditions de transport de routine, normales et accidentelles).

A cet égard, dans ses précédentes expertises, l'IRSN a indiqué que l'étude du comportement mécanique du colis à l'issue des épreuves représentatives des conditions accidentelles de transport devrait être complétée en tenant compte du phénomène d'impact différé du contenu sur le couvercle primaire. Au cours de l'instruction, le requérant a modifié la conception du carquois de façon à ce qu'il soit moins pénalisant, pour ce phénomène d'impact différé, qu'un assemblage (réduction du jeu entre le carquois et le couvercle). **Pour l'amélioration des démonstrations de sûreté, l'IRSN estime que le requérant devrait préciser les jeux longitudinaux dans la cavité, en tenant compte des dilatations différentielles dues aux variations de température au cours du transport. Ceci fait l'objet de l'observation 1 en annexe au présent avis.**

### Séchage des crayons

Chaque crayon encapsulé est préalablement percé au niveau de son plenum et chauffé par un flux d'argon chaud, de manière à ce que l'eau présente se vaporise et s'évacue par ce trou.

Ce procédé de séchage et d'encapsulation est novateur. Le requérant a transmis des éléments détaillés de qualification de celui-ci, identifiant certains paramètres clefs. Ces éléments, basés sur des expérimentations réalisées avec des crayons irradiés et inactifs, concluent à une quantité d'eau résiduelle très faible (inférieure à 0,1 g par capsule). L'IRSN souligne l'intérêt de ce séchage, l'eau contenue dans les crayons conduisant, par radiolyse, à la production d'hydrogène potentiellement inflammable lors du transport. Cependant, ce procédé ne bénéficie pas encore de retour d'expérience à l'échelle industrielle, confirmant ses performances dans ce contexte, notamment en ce qui concerne l'eau potentiellement présente dans l'empilement de pastilles. En l'état, pour l'IRSN, la présence dans les capsules d'eau résiduelle ne peut pas être exclue. Ses conséquences sont prises en compte dans les expertises du phénomène de radiolyse et de la maîtrise des risques de criticité, présentées dans la suite du présent avis.

Dans l'optique d'enrichir le retour d'expérience industriel, le procédé de séchage mettant en œuvre des opérations délicates, l'IRSN estime que le requérant devrait notamment établir un protocole permettant de vérifier la mise en œuvre effective du séchage pour chaque crayon. Ceci fait l'objet de l'observation 2 en annexe au présent avis.

En outre, les opérations de séchage sont arrêtées sur un critère d'essai de remontée de pression dans la capsule. La durée de l'essai est fixée de manière arbitraire à quelques minutes par le requérant.

**A cet égard, l'IRSN estime que la durée de l'essai de remontée de pression devrait être augmentée. Ceci fait l'objet de l'observation 2 en annexe au présent avis.**

#### Sûreté-criticité

Le requérant justifie la sous-criticité de l'emballage TN 24 SH chargé du contenu n°5, dans toutes les conditions de transport. Les démonstrations réalisées sont globalement satisfaisantes. Toutefois, le requérant n'a pas étudié le glissement différentiel des crayons vers le fond du panier. L'IRSN estime cependant que ce phénomène ne met pas en cause la conclusion de l'étude du requérant.

**L'IRSN estime que, pour améliorer les démonstrations de sûreté, le requérant devrait intégrer dans l'étude de sûreté-criticité le glissement différentiel des crayons vers le fond du panier. Ceci fait l'objet de l'observation 3 en annexe au présent avis.**

Par ailleurs, le requérant vérifie que la sous-criticité du modèle de colis reste assurée en présence de 1 g d'eau dans chaque capsule. Étant donnée la nécessité de conforter le retour d'expérience du procédé de séchage des capsules, l'IRSN a vérifié qu'une quantité d'eau résiduelle plus importante, jusqu'à 50 g par capsule (correspondant au volume libre estimé dans un crayon non séché), ne met pas en cause les conclusions du requérant. Le cas échéant, l'IRSN estime que le requérant devrait prendre en compte dans ses études une quantité d'eau plus importante dans les capsules. **Ceci fait l'objet de l'observation 3 en annexe au présent avis.**

#### Radiolyse

Le requérant considère que seule une faible quantité d'eau est susceptible de demeurer dans les capsules séchées. Il a vérifié au cours de l'instruction que la radiolyse totale de la quantité d'eau résiduelle estimée sur la base des essais réalisés n'est pas susceptible de former une atmosphère explosive dans la capsule. Cependant, étant donné la complexité et le caractère novateur du procédé de séchage ainsi que du manque de retour d'expérience, l'IRSN estime que la seule prise en compte de la quantité d'eau estimée dans les capsules séchées lors des essais n'est pas suffisante.

En conséquence, lors de l'instruction, le requérant a vérifié que les capsules resteraient intègres en cas d'une explosion interne d'hydrogène lié à la radiolyse de l'eau présente dans un crayon rupté non séché. L'IRSN estime ce principe de démonstration satisfaisant. Cependant, le requérant considère dans son étude des hypothèses simplificatrices (étude limitée à la partie courante des capsules notamment).

**Aussi, l'IRSN recommande que le requérant confirme la tenue des capsules à l'explosion d'hydrogène en considérant leur géométrie réelle. Ceci fait l'objet de la recommandation 1 en annexe au présent avis.**

Par ailleurs, les études réalisées par le requérant au cours de l'instruction montrent que les capsules pourraient être déformées en condition accidentelle de transport.

**Aussi, l'IRSN recommande que le requérant justifie le maintien de l'étanchéité des capsules lors de ces épreuves. Ceci fait l'objet de la recommandation 2 en annexe 1 à cet avis.**

### Conclusion

Compte tenu des justifications présentées et en l'état des informations disponibles relatives au dispositif de séchage des capsules, l'IRSN estime que, pour être conforme à la réglementation, la tenue des capsules à l'explosion doit être confirmée dans toutes les conditions de transport. Les recommandations de l'IRSN formulées dans le présent avis sont reprises en annexe.

De plus, l'IRSN considère que pour l'amélioration des démonstrations de sûreté de ce modèle de colis, le requérant devrait tenir compte des observations figurant également en annexe au présent avis.

Pour le Directeur général, par ordre,

Igor LE BARS,

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe à l'avis IRSN N° 2016-00101 du 4 avril 2016

**Recommandations de l'IRSN**

L'IRSN recommande que le requérant :

- 1) vérifie l'intégrité mécanique des capsules de conditionnement des crayons en cas d'explosion d'hydrogène, en tenant compte de leur géométrie réelle.
- 2) justifie l'intégrité mécanique des capsules de conditionnement des crayons à l'issue des chutes simulant les conditions accidentelles de transport, en tenant compte d'une explosion d'hydrogène simultanée.

**Observations**

Pour améliorer les démonstrations de sûreté, l'IRSN estime que le requérant devrait :

1. Description du carquois

- préciser les jeux longitudinaux dans la cavité, en tenant compte des dilatations différentielles dues aux variations de température au cours du transport,

2. Procédé de séchage

- formaliser les contrôles permettant de s'assurer du séchage effectif de chaque crayon,
- augmenter la durée de l'essai de remontée de pression,

3. Criticité

- prendre en compte dans l'étude de criticité un glissement différentiel des crayons vers le fond du panier,
- prendre en compte dans l'étude de criticité la quantité d'eau résiduelle susceptible de rester dans les capsules et dans la cavité après séchage, en tenant compte des incertitudes associées.