

Fontenay-aux-Roses, le 25 mai 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2018-00143

Objet : Transport - Prorogation d'agrément - Emballage TN 13/2 chargé d'assemblages combustibles irradiés et de grappes sources secondaires

Réf. 1. Lettre ASN CODEP-DTS-2017-035026 du 5 septembre 2017  
2. Règlement de transport de l'AIEA édition de 1985 (revue en 1990)  
3. 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 (ex TN International), dénommée ci-après le requérant, pour l'emballage TN 13/2.

Cette demande concerne le transport par voies routière, ferroviaire et maritime du modèle de colis TN 13/2 chargé :

- d'assemblages combustibles, en tant que colis de type B(M) pour matière fissile selon les exigences de la réglementation citée en deuxième référence ;
- de grappes sources secondaires (GSS), en tant que colis de type B(M) selon les exigences de la réglementation citée en troisième référence.

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

Les justifications de sûreté présentées par le requérant ont été expertisées par l'IRSN, par rapport aux règlements cités en deuxième et troisième références. De cette expertise, il ressort les points suivants.

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 CONTEXTE

Le transport sur la voie publique du modèle de colis TN 13/2 chargé d'assemblages combustibles, à base d'oxyde d'uranium, irradiés est autorisé depuis plusieurs dizaines d'années, en tant que colis de type B(M) pour matière fissile. Les certificats d'agrément actuels expirent le 31 août 2018.

Pour mémoire, le caractère multilatéral des agréments est motivé par :

- la présence de joints d'étanchéité en élastomère pour les composants de fermeture de la cavité de l'emballage, dont l'intégrité n'est pas garantie à la température de  $-40^{\circ}\text{C}$  telle que requise pour les modèles de colis de type B(U). Ainsi, la température ambiante lors des transports du modèle de colis TN 13/2 doit être supérieure à  $-27^{\circ}\text{C}$  ;
- la limitation de la durée maximale de transport afin de justifier le respect des critères réglementaires de relâchement d'activité du colis en conditions de transport normale et accidentelle, lorsque le chargement inclut au moins un crayon non étanche au chargement ;
- la spécification d'une pression ambiante minimale pour les transports dont l'itinéraire passe à des altitudes supérieures à 1 000 mètres ; la pression ambiante prévue à ces altitudes au moment du passage ou de l'entreposage du colis chargé doit être inférieure à 0,85 bar absolu.

À l'issue de la dernière prorogation d'agrément du modèle de colis, datant de 2013, l'ASN a délivré plusieurs extensions de cet agrément afin de réaliser le transport :

- d'assemblages combustibles comportant un nombre limité de crayons combustibles réputés non étanches au chargement. Ces derniers étant susceptibles d'engendrer une atmosphère inflammable dans la cavité du colis au cours des transports du fait de la radiolyse de l'eau résiduelle qu'ils contiennent, ces transports font l'objet de mesures particulières consistant :
  - soit à réaliser des mesures de teneur en dihydrogène dans la cavité de l'emballage avant expédition, afin de déterminer un temps de transport maximal ;
  - soit à limiter le temps de transport en fonction de la puissance thermique maximale du contenu chargé dans la cavité de l'emballage ;
- d'au plus deux postiches d'assemblages, chargés chacun d'une grappe source secondaire activée non fissile, les autres logements du panier étant chargés d'une barre de blindage.

La présente demande de prorogation d'agrément porte sur le renouvellement des agréments actuels du modèle de colis TN 13/2, en introduisant la possibilité de transporter :

- des assemblages neufs dans un chargement constitué d'assemblages combustibles irradiés ;
- des crayons neufs au sein des assemblages irradiés ;
- des assemblages combustibles irradiés dont le réseau de crayons est déformé.

Par ailleurs, les démonstrations de sûreté ont été complétées pour justifier le respect des critères réglementaires d'intensité maximale de rayonnement au voisinage du colis en conditions accidentelles de transport en tenant compte de caractéristiques radiologiques enveloppes des contenus transportés.

Pour le transport d'assemblages combustibles irradiés, le modèle de colis TN 13/2, qui comporte une unique enveloppe de confinement dont l'intégrité est démontrée dans toutes les conditions de transport, est agréé selon les exigences de l'édition de 1985 de la réglementation de l'AIEA, citée en deuxième référence. A ce titre, compte tenu des contrôles redondants effectués lors des opérations de fermeture du colis, les études de criticité sont effectuées en considérant une pénétration limitée d'eau dans la cavité. A cet égard, à partir de 1996, les révisions de la réglementation AIEA requièrent dans cette configuration la présence de barrières étanches à l'eau multiples (par exemple deux couvercles). Aussi, le requérant a engagé, depuis plusieurs années, un programme de remplacement de la flotte de ces emballages (à l'horizon 2025), s'appuyant sur le développement d'un nouveau concept dénommé TN G3. Ce nouveau modèle de colis fait actuellement l'objet d'une demande d'agrément.

L'agrément du modèle de colis TN 13/2 chargé de GSS, en tant que colis de type B(M), fait référence aux exigences de l'édition 2012 de la réglementation de l'AIEA.

## **2 DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS**

### **2.1 Emballage**

L'emballage TN 13/2 est de forme générale cylindrique. Il est constitué principalement d'un corps, équipé dans sa partie supérieure d'un système de fermeture, et de capots amortisseurs amovibles vissés sur les extrémités du corps, composés de blocs de bois confinés dans une enveloppe métallique.

Le corps de l'emballage est formé d'une virole et d'un fond soudé en acier au carbone. La virole est recouverte d'une couche de résine neutrophage traversée par des ailettes en cuivre.

Le système de fermeture de la cavité de l'emballage est principalement composé d'un bouchon massif en acier inoxydable maintenu à l'aide d'une bride, également en acier inoxydable, vissée sur la partie supérieure de la virole. Cet ensemble est coiffé par un couvercle en aluminium vissé sur la virole. Le bouchon, la bride et le couvercle sont équipés de joints d'étanchéité en élastomère. Par ailleurs, le corps de l'emballage est muni de trois orifices obturés par des sièges de tampons, tampons et tapes munis de joints d'étanchéité en élastomère.

Le requérant n'a pas modifié le concept de l'emballage TN 13/2 dans le cadre de la demande de prorogation. De plus, le concept initial de capot de fond a été supprimé du dossier de sureté. Seul le concept de capot modifié, dont la tenue sur le corps a été justifiée pour toutes les configurations de chutes, est désormais spécifié.

### **2.2 Contenus**

La cavité de l'emballage accueille un panier en alliage d'aluminium qui délimite douze logements, dans lesquelles peuvent être introduits des assemblages combustibles (éventuellement en conteneur), des squelettes d'assemblages ou des postiches renfermant une grappe source secondaire (GSS). Les contenus radioactifs visés par la présente demande de prorogation d'agrément sont ainsi constitués :

- d'au plus douze assemblages combustibles irradiés à base d'oxyde d'uranium. Ce chargement peut inclure un nombre limité de crayons réputés non étanches au chargement, des assemblages présentant des grilles endommagées ou un assemblage dont le réseau de crayons est déformé ;
- d'au plus deux postiches d'assemblages, contenant chacun une GSS, et de dix barres de blindage positionnées dans les logements restant. Les GSS sont constituées de crayons sources secondaires contenant des pastilles d'antimoine-béryllium.

Le requérant présente dans son dossier la possibilité de substituer au plus onze assemblages du contenu par des étuis ou carquois contenant des déchets activés. Il ne décrit cependant pas la géométrie de ces déchets qui pourraient présenter des zones de rétention d'eau (les opérations de chargement du colis étant réalisées sous eau). De ce fait, au cours de l'instruction, le requérant a exclu du projet de certificat d'agrément du colis, la possibilité de transporter des étuis ou carquois contenant des déchets activés. **Ceci est satisfaisant.**

## **3 JUSTIFICATIONS DE SURETE**

### **3.1 Comportement mécanique du colis**

#### **3.1.1 Conditions de transport de routine**

L'étude justifiant le dimensionnement des tourillons du colis, utilisés pour l'arrimage et les manutentions, présentée dans le dossier de sûreté est similaire à celle transmise en appui de la dernière demande de prorogation d'agrément. **Elle est globalement satisfaisante.**

Cette étude s'appuie notamment sur des surfaces d'appui des moyens d'arrimage et de levage du colis. A cet égard, l'IRSN estime que le requérant devrait vérifier le conservatisme de la répartition angulaire des surfaces d'appui des tourillons considérées dans cette étude au regard des caractéristiques des supports utilisés. Par ailleurs, la vitesse de manutention maximale du colis considérée dans cette étude (au plus 0,5 m/minute), devrait être spécifiée dans le dossier de sûreté. **Ces points font l'objet des observations 1.1 et 1.2 présentées en annexe 1 de l'avis.**

Les autres justifications relatives aux conditions de transport de routine n'appellent pas de commentaire de l'IRSN.

#### **3.1.2 Conditions normales et accidentelles de transport**

Les analyses du comportement mécanique du modèle de colis TN 13/2 à l'issue des épreuves réglementaires de chute simulant les conditions normale et accidentelles de transport n'ont pas évoluées depuis la précédente demande de prorogation de l'agrément. Pour mémoire, elles reposent sur des essais, effectués avec une maquette représentative du colis à l'échelle 1/3, et des calculs numériques évaluant le comportement du colis sur la plage de températures réglementaires. Elles concluent que l'enveloppe de confinement du colis reste étanche à l'issue des chutes. Par ailleurs, les études du comportement thermique du colis, de relâchement d'activité, de radioprotection et de criticité sont effectuées en considérant les endommagements de l'emballage, des aménagements internes et des contenus à l'issue des épreuves de chute simulant les conditions accidentelles de transport.

A cet égard, les modèles de calculs utilisés s'appuient notamment sur une modélisation du comportement des blocs de bois présents dans la structure des capots amortisseurs. L'IRSN souligne que ce point fait actuellement l'objet d'une étude générique.

Concernant la non prise en compte dans les analyses d'un impact différé du chargement sur le système de fermeture de la cavité de l'emballage, le requérant a transmis lors de l'instruction les évaluations des jeux axiaux entre les paniers, les assemblages combustibles et le bouchon de la cavité. Ces évaluations tiennent compte des tolérances dimensionnelles des composants et des phénomènes de dilatation thermique. Il ressort que les jeux entre le panier et le bouchon sont limités et que leur réduction est difficile (jeu minimal faible). Par contre, ceux entre les assemblages combustibles et le bouchon, bien que réduits (inférieur à 80 mm), pourraient peut-être encore être optimisés, par exemple en modifiant les cales utilisées. **Ceci fait l'objet de l'observation 1.3 présentée en annexe 1 de l'avis.**

Sur ce point, il convient de souligner que le nouveau modèle de colis TN G3 prend en compte le risque d'impact différé du panier ou du chargement (mise en place d'un amortisseur interne).

### 3.2 Comportement thermique du colis

Le requérant n'a pas modifié les analyses du comportement thermique du modèle de colis dans le cadre de la demande de prorogation. Pour rappel, il a démontré, par calculs numériques, que les températures des composants du colis, dans toutes les conditions de transport, ne sont pas de nature à mettre en cause leur intégrité.

De plus, lors de l'instruction, il a justifié qu'une pénétration d'air dans la cavité, inertée lors du chargement, et l'évaporation de l'eau des crayons non étanches n'a pas d'influence sur les températures maximales du modèle de colis.

Par ailleurs, en s'appuyant sur les marges dégagées par rapport aux températures maximales admissibles des composants sensibles (joints d'étanchéité des composants de fermeture de la cavité...) dans toutes les conditions de transport, il estime que les phénomènes de poursuite de la combustion des bois des capots amortisseurs à l'issue de l'épreuve d'incendie et de dispersion de matière radioactive dans la cavité ne mettent pas en cause les conclusions de son analyse.

De manière générale, l'IRSN considère que le requérant devrait quantifier, par exemple par des essais, les conséquences de la poursuite de la combustion du bois des capots de ses emballages dans le cadre du sujet générique associé. Néanmoins, l'IRSN considère que l'analyse du requérant, qui reste quantitative, est tolérable dans le contexte de l'emballage TN 13/2. De plus, le matériau des capots amortisseurs du nouveau concept de colis TN G3 n'est pas sensible au phénomène de combustion lente, et la dispersion de matière dans la cavité est prise en compte dans les études.

Par ailleurs, certains assemblages combustibles transportés peuvent comporter des grilles endommagées. Cela pourrait entraîner des dommages sur les gaines des crayons combustibles situés en périphérie de l'assemblage et conduire à une augmentation de la quantité de matière radioactive potentiellement dispersée dans la cavité du colis. **A cet égard, l'IRSN propose de spécifier dans le projet de certificat d'agrément du modèle de colis qu'un contrôle permettant de garantir l'absence de déformation des crayons combustibles situés au droit des grilles arrachées doit être réalisé avant leur chargement dans la cavité du colis (cf. annexe 2 de l'avis).**

Dans le cas où des endommagements de crayons seraient relevés, l'IRSN estime que, en attente de démonstrations complémentaires, ces crayons devront être assimilés à des crayons ruptés.

### 3.3 Confinement

Le requérant n'a pas modifié l'étude du relâchement d'activité du modèle de colis dans le cadre de la demande d'agrément. Cette étude démontre le respect des critères réglementaires de relâchement d'activité du colis dans toutes les conditions de transport.

Pour rappel, concernant les GSS, les calculs reposent sur des spectres d'activation et de contamination déterminés par calculs d'évolution. Le respect des spectres, présentés dans le dossier de sûreté, doit être vérifié par l'expéditeur avant chargement du colis. **L'IRSN estime qu'une attention particulière devra être apportée aux dispositions prises par l'expéditeur pour vérifier la conformité du contenu.**

Par ailleurs, le relâchement d'activité du colis est évalué en tenant compte des fuites par capillarité et perméation au travers des joints en élastomère des composants de fermeture de la cavité. Pour cela, le requérant assimile le tritium à de l'hélium pour évaluer le relâchement de ce gaz par perméation. A cet égard, l'IRSN estime que le requérant devrait inclure des joints en élastomère de la nuance de ceux de l'emballage TN 13/2 dans le programme d'essais en cours d'élaboration sur la perméation du tritium. **Ceci fait l'objet de l'observation 2.1 présentée en annexe 1 de l'avis.**

Les autres hypothèses de l'étude du relâchement d'activité n'appellent pas de commentaire de l'IRSN.

Enfin, l'exploitant justifie, dans toutes les conditions de transport, l'absence de risque d'extrusion des joints du colis et le maintien d'un taux de compression minimale des joints garantissant leur étanchéité.

### 3.4 Radioprotection

Le requérant a justifié que les dommages subis par le colis à l'issue des épreuves simulant les conditions normales de transport ne conduisaient pas à une augmentation de l'intensité maximale de rayonnement à la surface externe du colis supérieure à 20 %. Cette étude est réalisée en considérant l'écrasement du bois des capots à l'issue d'une chute libre simulant les conditions normales de transport. A cet égard, l'IRSN considère que le requérant devrait également prendre en compte un éventuel mouvement du contenu radioactif dans la cavité du colis, du fait des jeux internes, ainsi qu'une dispersion de matière radioactive issue des crayons non étanches dans la cavité. **Ceci fait l'objet de l'observation 3.1 présentée en annexe 1 de l'avis.**

S'agissant des GSS, le requérant a justifié les distances retenues dans les études entre le colis et les parois du véhicule pour évaluer les intensités maximales de rayonnement à 2 m du moyen de transport en conditions de transport de routine. **Ceci n'appelle pas de remarque.** Par ailleurs, pour mémoire, l'IRSN a formulé un certain nombre d'observations, visant à améliorer les démonstrations, dans l'avis relatif à ce contenu.

### 3.5 Maîtrise des risques de criticité

Le requérant justifie que les modifications apportées à la définition des contenus dans le cadre de la demande de prorogation d'agrément (transport d'un assemblage déformé, crayons ou assemblages non irradiés) ne mettent pas en cause l'analyse de criticité réalisée.

En effet, cette analyse prend en compte l'enrichissement initial en  $^{235}\text{U}$  du combustible (avant irradiation) et la ruine totale des éléments combustibles en conditions accidentelles de transport. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

### 3.6 Risque lié à la radiolyse

Le requérant n'a pas modifié les dispositions retenues pour le transport des assemblages combustibles comportant un nombre limité de crayons combustibles réputés non étanches au chargement.

Par ailleurs, comme indiqué ci-avant, il a écarté au cours de l'instruction la possibilité de transporter des étuis ou carquois contenant des déchets activés, compte tenu qu'il n'a pas été justifié l'absence de zone pouvant conduire à des rétentions d'eau.

### 3.7 Utilisation de l'emballage

Le requérant a révisé, au cours de l'instruction, le chapitre du dossier de sûreté relatif à l'utilisation de l'emballage, afin de spécifier que :

- le serrage en croix ou en étoile des vis de fixation de la bride du bouchon et des capots amortisseurs est obligatoire ;
- les utilisateurs du colis doivent prendre les dispositions suffisantes et adaptées afin d'éviter le risque d'introduction de corps étrangers dans la cavité de l'emballage.

Par ailleurs, il a transmis le retour d'expérience acquis lors des opérations de maintenance et d'exploitation du colis réalisées entre 2012 et 2016. Il ressort notamment que deux à trois événements liés à la découverte de corps étrangers dans la cavité du colis sont déclarés chaque année. Pour rappel, un groupe de travail concernant la propreté des cavités des emballages de combustibles irradiés, dans lequel la société EDF était impliquée, a défini des bonnes pratiques pour limiter ces événements. De manière à renforcer l'application de ces bonnes pratiques, notamment dans le temps, l'IRSN estime que celles-ci devraient être reprises dans le dossier de sûreté du modèle de colis TN 13/2. Ceci fait l'objet de l'observation 4.1 présentée en annexe 1 de l'avis.

Pour mémoire, les principales actions identifiées sont :

- réaliser des contrôles visuels sur les zones de travail lors des opérations sensibles (chargement et déchargement de l'emballage) afin de vérifier l'absence de corps mobiles visibles ;
- nettoyer au mieux les zones de travail de façon régulière ;
- minimiser le temps d'ouverture de l'emballage.

En outre, il est à noter que les constats de vis de fixation des capots desserrées à l'arrivée du colis ont significativement diminués depuis 2014, suite en particulier à l'augmentation du couple de serrage de ces vis.

## 4 CONCLUSION

Compte tenu des justifications de sûreté présentées par la société ORANO TN et de l'exclusion des chargements comportant des étuis de déchets activés, l'IRSN estime que le modèle de colis TN 13/2, tel que défini dans les projets de certificat d'agrément, satisfait aux prescriptions applicables aux transports par voies terrestres et maritimes des modèles de colis de type B(M) définies dans les éditions de 1985 (contenus n° 4, 6, 9, 10 et 11), sous réserve d'intégrer la proposition de modification de l'agrément présentée en annexe 2 de l'avis, et 2012 (contenu n° 12) de la réglementation de l'AIEA.

Enfin, la société TN International devrait consolider ses démonstrations de sûreté en tenant compte des observations listées en annexe 1 de cet 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° 2018-00143 du 25 mai 2018

**Observations**

1 Comportement mécanique du modèle de colis

- 1.1 Vérifier que la répartition angulaire des surfaces d'appui des tourillons retenues pour évaluer leur comportement mécanique est enveloppe.
- 1.2 Spécifier dans le dossier de sûreté que la vitesse de manutention du colis est inférieure ou égale à 0,5 m/minute afin de limiter les sollicitations induites lors de la dépose du colis
- 1.3 Etudier la possibilité de réduire les jeux entre les assemblages combustibles et le bouchon.

2 Confinement

- 2.1 Prévoir des essais sur des joints en élastomère, de la nuance de ceux qui équipent les éléments de fermeture de l'emballage TN 13/2, afin de justifier le conservatisme du coefficient de perméation du tritium au travers des joints retenu dans les calculs de relâchement d'activité.

3 Radioprotection

- 3.1 Evaluer l'augmentation maximale de débit de dose à la surface externe du colis en conditions normales de transport en tenant compte des mouvements éventuels du contenu radioactif dans la cavité du fait des jeux internes et de la dispersion éventuelle de matière radioactive dans la cavité de l'emballage pour les chargements comprenant des crayons non étanches.

4 Radioprotection

- 4.1 Reprendre dans le dossier de sûreté les bonnes pratiques identifiées dans le cadre du groupe de travail dédié à la propreté des cavités. A cet égard, indiquer les actions suivantes à réaliser :
  - réaliser des contrôles visuels sur les zones de travail lors des opérations sensibles (chargement et déchargement de l'emballage) afin de vérifier l'absence de corps migrants visibles ;
  - nettoyer au mieux les zones de travail de façon régulière ;
  - minimiser au mieux le temps d'ouverture de l'emballage.



**Annexe 2 à l'Avis IRSN n° 2018-00143 du 25 mai 2018**  
**Modification proposée par l'IRSN au projet de certificat F/274-B(M)F-85T (Mak)**

Ajout au paragraphe 2 de l'annexe 0 de la mention :

« Dans le cas d'un transport d'au moins un assemblage combustible comportant au moins une grille endommagée, un contrôle permettant de garantir l'absence de déformation des crayons combustibles situés au droit des grilles arrachées doit être réalisé avant le chargement des assemblages combustibles concernés dans la cavité du colis.

Si ces crayons présentent des dommages, ils devront être assimilés à des crayons ruptés. »