

Fontenay-aux-Roses, le 3 août 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2018-00224

Objet : Transport - Prorogation d'agrément du modèle de colis TN 843 chargé de conteneurs standards de déchets compactés

Réf. 

1. **Lettre ASN CODEP-DTS-2017-033837 du 21 août 2017**
2. Lettre ASN CODEP-MEA-2011-056355 du 13 octobre 2011
3. Règlement de transport de l'AIEA N°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 transmise par la société Orano TN, dénommé ci-après le requérant, pour le modèle de colis TN 843 chargé de conteneurs standards de déchets compactés (CSD-C).

Ce dossier a été expertisé par l'IRSN au regard des exigences de l'édition 2012 de la réglementation de l'AIEA applicables aux modèles de colis de type B(U) pour matière fissile. De cette expertise, il ressort les points suivants.

## 1 DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS ET CONTEXTE

L'emballage TN 843, de forme générale cylindrique, est composé d'un corps constitué d'une virole épaisse et d'un fond soudé en acier au carbone. La surface externe de la virole est recouverte de blocs de résine, atténuant le rayonnement neutronique autour du colis, disposés, en partie radiale, entre des goussets en acier vissés sur la virole. Cette résine est protégée du milieu ambiant par des tôles externes en acier soudées entre elles. La cavité de l'emballage est fermée par un couvercle en acier au carbone équipé de joints d'étanchéité en élastomère. Le couvercle est muni d'un orifice permettant de connecter des équipements à la cavité, fermé par un composant équipé de joints en élastomère. Enfin, le corps est équipé, à chacune de ses extrémités, d'un capot amortisseur de chocs rempli de blocs de bois.

La cavité de l'emballage, inertée et mise en dépression avant expédition, accueille un panier comportant des logements dans lesquels sont empilés des conteneurs standards de déchets compactés (CSD-C) sur trois niveaux. Ces déchets sont composés principalement de zircaloy, d'inconel et d'acier inoxydable issus de coques et d'embouts d'assemblages combustibles usés ainsi que de déchets technologiques.

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

Pour mémoire, le dossier de sûreté transmis en appui de la demande initiale d'agrément du modèle de colis TN 843 a fait l'objet d'une réunion du groupe permanent d'experts chargé des transports (GPT), le 29 septembre 2011, durant laquelle l'IRSN a présenté son expertise. A l'issue de cette réunion, tenant compte des engagements pris par le requérant, le GPT a estimé, dans l'avis cité en deuxième référence, que le niveau de sûreté du modèle de colis TN 843 était acceptable, au regard des exigences de la réglementation citée en troisième référence, sous réserve de la prise en compte de recommandations concernant :

- l'arrimage du modèle de colis TN 843 lors des transports ferroviaires ;
- l'analyse du risque de rupture fragile des composants de l'enveloppe de confinement ;
- les essais d'étanchéité en fin de fabrication des emballages TN 843.

Ces recommandations ont fait l'objet de demandes de l'ASN, auxquelles le requérant a répondu de manière satisfaisante. L'ASN a donc délivré un certificat d'agrément, qui a expiré le 31 juillet 2018.

Par ailleurs, l'ASN a accordé une extension de l'agrément précité tenant compte d'une masse maximale du modèle de colis supérieure à celle initialement considérée dans les démonstrations de sûreté. Ce certificat d'extension d'agrément a également expiré le 31 juillet 2018.

Il est à noter qu'il n'y a pas eu jusqu'à présent de transport réalisé avec le modèle de colis TN 843.

## 2 EXPERTISE DE SURETE

Les principales évolutions du dossier de sûreté joint à la demande de prorogation d'agrément concernent :

- la mise à jour de l'analyse du comportement mécanique du modèle de colis TN 843 en tenant compte d'évolutions apportées à l'emballage et à son panier ;
- la révision des analyses du comportement thermique du modèle de colis, du relâchement d'activité, de l'efficacité de la protection radiologique et des risques de criticité en prenant en compte les engagements pris dans le cadre de la réunion du GPT précitée.

### 2.1 Comportement mécanique du modèle de colis

#### 2.1.1 Conditions de transport de routine

Le requérant montre que les modifications apportées au concept de panier (augmentation de la résistance des écrous, diminution de la longueur d'implantation des vis, augmentation du couple de serrage des vis et du diamètre de rondelle, modifications des propriétés mécaniques des pièces métalliques et des vis) ne mettent pas en cause sa tenue mécanique dans les conditions de transport de routine. **Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.** Toutefois, le requérant n'a pas analysé le risque de matage sous tête des vis de fixation des composants du panier. **L'IRSN estime ce risque exclu, mais que le requérant devrait formellement compléter son analyse sur ce point. Ceci fait l'objet de l'observation n° 1 de l'annexe 1 au présent avis.**

Par ailleurs, le couple de serrage appliqué aux vis de fixation des capots amortisseurs conduit à une contrainte équivalente dans les vis égale à environ 16 % de leur limite d'élasticité. Ceci pourrait conduire à un risque d'auto-desserrage de ces vis sous l'effet des vibrations rencontrées en cours de transport. Il convient de noter que ce sujet est actuellement discuté dans le cadre d'un groupe de travail spécifique auquel participe le requérant.

Pour les opérations de manutention du colis, le requérant démontre la tenue mécanique des tourillons utilisés pour une vitesse de dépose du colis allant jusqu'à 2,75 mètres par minute. Cette valeur est très supérieure à celle imposée lors des manutentions dans la zone portuaire de Cherbourg. Nonobstant, l'IRSN considère que les instructions d'utilisation de l'emballage (chapitre 6A du dossier de sûreté) doivent spécifier les paramètres garantissant l'intégrité des organes d'arrimage et de manutention de l'emballage. **Ce point fait l'objet de l'observation n°2 de l'annexe 1 au présent avis.**

Par ailleurs, le requérant évalue, par calculs numériques, la tenue mécanique des tourillons utilisés pour l'arrimage et la manutention du colis, en considérant une répartition des efforts dans ces derniers sur un secteur angulaire qui n'est pas étayé. Or, l'angle d'appui théorique des tourillons sur les supports d'arrimage et de manutention dépend de leur diamètre respectif ainsi que des propriétés mécaniques des matériaux en présence. A cet égard, le requérant s'est engagé, dans le cadre de la réunion du GPT du 29 septembre 2011, à détailler les paramètres de conception des bras support des châssis avant le premier transport, dont la date n'est, à ce jour, pas fixée.

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

Le requérant justifie que les évolutions apportées au concept d'emballage, notamment l'augmentation de l'ordre de 2 % de la masse maximale du colis chargé ainsi que celle de sa longueur hors tout, ne mettent pas en cause la tenue mécanique des composants importants pour la sûreté à l'issue des épreuves réglementaires de chute simulant les conditions normales et accidentelles de transport.

A cet égard, les calculs numériques réalisés ne tiennent compte que de la précharge minimale des vis de fixation du couvercle de fermeture de la cavité. Or, les calculs effectués pour la précédente demande d'agrément du modèle de colis ont mis en évidence que les contraintes dans les vis étaient maximisées en considérant leur effort de pré-serrage maximal. Toutefois, sur la base de ces calculs, l'IRSN estime que l'intégrité de ces vis reste acquise en considérant cette configuration. **Toutefois, le requérant devrait compléter son analyse en tenant compte des conditions de serrage des vis du couvercle les plus défavorables. Ceci fait l'objet de l'observation n°3 de l'annexe 1 au présent avis.**

Pour mémoire, le requérant n'a pas encore donné de suite à l'engagement pris dans le cadre de la réunion du GPT précitée relatif à l'analyse des conséquences d'une chute libre du colis équipé de ses supports d'arrimage en positions latérales et obliques. En effet, la réponse à cet engagement est attendue avant le premier transport du modèle de colis TN 843, dont la date n'est, à ce jour, pas fixée.

Les autres démonstrations relatives au comportement mécanique du modèle de colis TN 843 à l'issue des épreuves réglementaires de chute n'appellent pas de commentaire de l'IRSN.

### **2.1.3 Analyse du risque de rupture fragile**

Certains matériaux de composants de l'emballage sont sensibles au risque de rupture fragile à basse température. De ce fait, le requérant a démontré leur tenue mécanique en considérant, d'une part la présence d'un défaut de référence, d'autre part une valeur de ténacité dynamique minimale des composants contrôlée en fabrication.

Il n'a toutefois pas spécifié dans le dossier de sûreté le critère de ténacité dynamique minimale à garantir lors des opérations de fabrication de certains composants, conformément à un engagement pris dans le cadre de la réunion du GPT du 29 septembre 2011. Il a précisé que la réponse à cet engagement sera transmise ultérieurement.

Le défaut de référence considéré doit couvrir les défauts technologiques vraisemblables compte tenu des procédés de fabrication, des performances et de la fiabilité des moyens de contrôle. Pour ce qui concerne la soudure entre les composants de l'enveloppe de confinement du colis, la performance de la méthode de contrôle utilisée a été justifiée sur la base d'essais de détection effectués sur des maquettes dont le revêtement était comparable à celui du modèle de colis TN 843. Ces éléments ont fait l'objet d'une expertise de l'IRSN en novembre 2017.

## 2.2 Comportement thermique du modèle de colis

L'analyse du comportement thermique du modèle de colis TN 843 dans toutes les conditions de transport repose sur des calculs numériques. Dans le cadre de la présente demande de prorogation d'agrément, le requérant a complété cette analyse en tenant compte des engagements pris dans le cadre de la réunion du GPT du 29 septembre 2011.

A cet égard, des calculs ont été réalisés en simulant la présence du capot amortisseur de tête, préalablement endommagé lors des épreuves de chute. Pour rappel, les calculs avaient précédemment été effectués en tenant compte d'hypothèses d'équilibre adiabatique dans les zones d'interface entre les capots et le corps de l'emballage. Les résultats obtenus montrent une légère augmentation de la température des composants de fermeture de la cavité lors de l'épreuve réglementaire de feu, qui ne conduit pas à dépasser la température maximale d'utilisation du joint d'étanchéité du couvercle en élastomère. Toutefois, la conductivité thermique retenue par le requérant pour les blocs de bois du capot correspond aux valeurs de la littérature pour des blocs dont les fibres sont orientées perpendiculairement au flux thermique, ce qui n'est pas cohérent avec l'orientation des fibres de certains blocs. Aussi, le requérant a démontré au cours de l'expertise que la prise en compte d'une conductivité thermique tenant compte de l'orientation des fibres ne mettrait pas en cause les résultats de son analyse. **Ceci est satisfaisant.**

Enfin, le phénomène de poursuite de la combustion du bois des capots amortisseurs à l'issue des 30 minutes de feu n'a pas été pris en compte explicitement par le requérant dans son analyse. En effet, il estime que la marge entre la température maximale calculée au niveau des joints d'étanchéité et leur température maximale d'utilisation couvre les conséquences de ce phénomène. **Ceci n'appelle pas de commentaire de l'IRSN.**

Le requérant n'a pas justifié le caractère conservatif de la conductivité thermique considérée dans les calculs pour la protection neutronique présente autour du corps de l'emballage. Toutefois, une sous-estimation de cette conductivité thermique aurait une influence limitée compte tenu des marges disponibles par rapport à la température maximale admissible des joints d'étanchéité en élastomère. En outre, une sous-estimation de la température du gaz dans la cavité ne mettrait pas en cause le respect des critères réglementaires de relâchement d'activité compte tenu des marges disponibles. Le requérant devrait néanmoins étudier l'influence d'une variation des propriétés thermiques de la résine endommagée. **Ceci fait l'objet de l'observation n°4 de l'annexe 1 au présent avis.**

Par ailleurs, suite à un engagement pris dans le cadre de la réunion du GPT du 29 septembre 2011, le requérant a justifié, sur la base d'essais, que les caractéristiques thermiques des surfaces externes de l'emballage recouvertes de peinture, telles que retenues dans les calculs, étaient conservatives. **Ceci n'appelle pas de remarque à ce stade, le suivi dans le temps de ces caractéristiques pouvant être confirmé au travers du retour d'expérience des opérations de maintenance.**

Enfin, le requérant démontre que l'hypothèse retenue dans les calculs concernant la conductivité thermique des déchets compactés couvre la variabilité des galettes en termes de composition. **Ceci est satisfaisant.**

## 2.3 Confinement de la matière radioactive

### 2.3.1 Relâchement d'activité

Le requérant vérifie le respect des critères réglementaires de relâchement d'activité du colis à l'issue des épreuves réglementaires simulant les conditions normale et accidentelles de transport en tenant compte du relâchement de la matière radioactive transportée sous formes d'aérosols et de gaz au travers des joints d'étanchéité. À cet égard, conformément à un engagement pris dans le cadre de la réunion du GPT du 29 septembre 2011, le requérant a révisé les calculs afin de tenir compte de la pression de vapeur saturante de l'eau résiduelle présente dans les galettes de déchets compactés, d'une température de déchets compactés enveloppe de celle atteinte lors de leur phase d'entreposage, des températures maximales des joints de l'enveloppe de confinement et du gaz de remplissage de la cavité issues de la révision des études thermiques du colis en conditions accidentelles de transport. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

### 2.3.2 Radiolyse

Le requérant n'a pas révisé l'analyse des risques liés aux phénomènes de radiolyse des matières hydrogénées présentes dans la cavité du colis. Pour mémoire, l'IRSN a estimé en 2013 que la quantité de dihydrogène produite par les CSD-C évaluée par le requérant pourrait être sous-estimée. Toutefois, la prise en compte d'hypothèses conservatives ne conduit pas à dépasser la limite inférieure d'inflammabilité du H<sub>2</sub> dans l'air. Par ailleurs, le revêtement de la cavité du colis et des composants du panier étant réalisé avec un rechargement d'acier inoxydable, le risque de production additionnelle de dihydrogène due à l'oxydation des surfaces internes de la cavité et du panier est exclu.

## 2.4 Radioprotection

Le requérant vérifie le respect des critères réglementaires d'intensité maximale de rayonnement au contact et au voisinage du colis en conditions de transport de routine et à l'issue des épreuves simulant les conditions accidentelles de transport. En outre, il démontre que les endommagements du colis à l'issue des épreuves simulant les conditions normales de transport ne conduisent pas à une augmentation de l'intensité maximale de rayonnement au contact du colis supérieure à 20 %. **Ceci est satisfaisant.**

Toutefois, l'IRSN estime qu'il doit être précisé que la vérification de la conformité des CSD-C en termes de caractéristiques radiologiques, réalisée sur la base de mesures de débit de dose, doit intégrer les incertitudes des appareils de mesure et de la méthode d'interprétation utilisés. **L'IRSN propose que ce point soit précisé dans le certificat d'agrément, tel que présenté en annexe 2 du présent avis.**

## 2.5 Risques de criticité

Dans le cadre de la présente demande de prorogation d'agrément, le requérant a mis à jour les études de criticité en s'appuyant sur un taux de compactage maximal et une teneur en eau maximale des déchets technologiques issus du retour d'expérience acquis en 2015. Ces études concluent à la sous-criticité du modèle de colis pour toutes les conditions de transport. En outre, suite aux engagements pris dans le cadre de la réunion du GPT du 29 septembre 2011, le requérant a justifié la qualification du schéma de calcul utilisé pour les configurations étudiées. Il a également démontré que les différences entre la modélisation des CSD-C et leurs spécifications de fabrication ainsi que la présence d'embouts et de débris dans les galettes de déchets compactés ne mettent pas en cause les conclusions de l'analyse. **Ces points n'appellent pas de remarque de l'IRSN.**

## 2.6 Fabrication, utilisation et maintenance

Les opérations liées à la vérification de la conformité du colis à l'issue des opérations de fabrication, de maintenance et d'utilisation ont été complétées dans le cadre de la présente demande de prorogation d'agrément en tenant compte des engagements pris dans le cadre de la réunion du GPT du 29 septembre 2011. **Ces points n'appellent pas de remarque de l'IRSN.**

## 3 CONCLUSION

Sur la base des démonstrations de sûreté et des compléments apportés par le requérant au cours de l'expertise, l'IRSN considère que le modèle de colis TN 843 chargé de conteneurs standards de déchets compactés est conforme aux prescriptions de l'édition 2012 de la réglementation des transports de l'AIEA applicables aux colis de type B(U) pour matières fissiles. L'IRSN propose néanmoins de préciser dans le certificat d'agrément que les incertitudes associées aux caractéristiques radiologiques des contenus doivent être intégrées dans la vérification des valeurs spécifiées dans celui-ci, comme détaillé en annexe 2 au présent avis.

Par ailleurs, les évolutions apportées aux démonstrations de sûreté transmises répondent à plusieurs engagements pris dans le cadre de la réunion du GPT du 29 septembre 2011, ce qui est satisfaisant.

Le requérant devrait cependant consolider les démonstrations de sûreté, dans le cadre de la prochaine demande de prorogation d'agrément du modèle de colis, en tenant compte des observations de l'annexe 1 au présent 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° 2018-00224 du 3 août 2018**

**Observations pour la prochaine demande de prorogation d'agrément du modèle de colis**

Comportement mécanique du modèle de colis

- 1 Analyser le risque de matage sous tête des vis de fixation des composants du panier en conditions de transport de routine.
- 2 Spécifier dans les instructions d'utilisation du modèle de colis, constituant le chapitre 6A du dossier de sûreté, la vitesse maximale autorisée lors des opérations de dépose du colis.
- 3 Réviser l'analyse de la tenue mécanique du modèle de colis lors des chutes simulant les conditions accidentelles de transport en tenant compte des conditions de serrage des vis du couvercle les plus défavorables vis-à-vis de leur intégrité.

Comportement thermique du modèle de colis

- 4 Etudier l'influence d'une variation des propriétés thermiques de la protection neutronique endommagée sur la température des composants importants pour la sûreté du modèle de colis en conditions accidentelles de transport.

**Annexe 2 à l'Avis IRSN n° 2018-00224 du 3 août 2018**

**Modification apportée par l'IRSN au projet de certificat transmis par le requérant**

Annexe 1, § 1, section « Activité maximale par canister »

Ajout de la phrase : « Les débits de dose gamma au contact des CSD-C et l'activité neutronique doivent être estimés en tenant compte des incertitudes associées aux instruments de mesure et à la méthode utilisée. »