



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

Liberté  
Égalité  
Fraternité

**IRSN**  
INSTITUT DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 22 février 2023

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2023-00026

**Objet :** Transport - Renouvellement d'agrément du modèle de colis TN 112

**Réf. :** [1] Lettre ASN CODEP-DTS-2022-025883 du 22 juin 2022.  
[2] Lettre ASN CODEP-DTS-2023-003579 du 19 janvier 2023.  
[3] Règlement des transports de l'AIEA - SSR-6 - Édition de 2012.

Par lettres citées en première et deuxième références, 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 de renouvellement d'agrément du modèle de colis TN 112, ainsi que sur la demande d'autorisation de transport de ce dernier en milieu confiné sous bâche ou canopée, présentées par la société Orano Nuclear Packages and Services (Orano NPS), dénommée ci-après « le requérant ».

Le modèle de colis TN 112 est actuellement utilisé pour le transport d'assemblages combustibles à base d'oxyde d'uranium (UO<sub>2</sub>) ou d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium (MOX), irradiés dans les réacteurs à eau pressurisée d'EDF et à destination de l'usine de retraitement d'Orano Recyclage de la Hague. Les transports sont effectués par voies routière, fluviale, maritime et ferroviaire. Ce modèle de colis fait actuellement l'objet de certificats d'agrément de type B(M) pour matières fissiles dont la validité arrive à échéance le 30 juin 2023.

Dans le cadre de la présente demande de renouvellement d'agrément, le requérant apporte des modifications à la description de l'emballage et des contenus transportés. Les démonstrations de sûreté, ainsi que les instructions liées à l'utilisation et à la maintenance du modèle de colis TN 112, sont également modifiées afin de prendre en compte ces évolutions.

De l'évaluation des documents transmis, tenant compte des compléments apportés par le requérant au cours de l'expertise, l'IRSN retient les principaux points suivants.

### 1. CONTEXTE ET CONTOUR DE L'EXPERTISE

Le parc d'emballages TN 112 est composé de quatre exemplaires mis en service entre 2008 et 2020. Entre 2019 et 2022, l'ensemble des exemplaires a fait l'objet d'événements intéressants les transports (EIT) à la suite de la découverte de discontinuités de matière présentes sur les soudures de l'enveloppe externe en cuivre. Ces zones de défaut entraînent une dégradation de la fonction de sûreté d'étanchéité à l'eau de cette enveloppe, qui, pour rappel, vise à prévenir des risques de contamination induite par l'entrée d'eau contaminée lors des opérations de chargement et déchargement des colis en piscine. Dans l'attente d'une solution définitive, le requérant a mis en place un dispositif de maintien d'étanchéité dans les zones de défaut et a renforcé les opérations de maintenance de l'enveloppe externe. En parallèle, il poursuit ses investigations afin de connaître l'origine et la

MEMBRE DE  
**ETSON**

cinétique d'évolution des défauts pour en réaliser une réparation durable. **Ces investigations étant en cours de réalisation, elles ne font pas parties de la présente expertise, qui porte uniquement sur la conformité du modèle de colis TN 112 à l'édition 2012 du règlement cité en troisième référence.**

## 2. DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS

### 2.1. DESCRIPTION DE L'EMBALLAGE

L'emballage TN 112, de forme générale cylindrique, comporte deux enveloppes de confinement indépendantes, imbriquées l'une dans l'autre. L'enveloppe interne est composée d'une virole dite primaire en acier inoxydable, fermée par un système composé d'un bouchon en acier inoxydable maintenu en place par une couronne de fixation. L'enveloppe externe est composée d'une virole dite secondaire en acier inoxydable, fermée par un système composé d'un couvercle en acier inoxydable vissé sur la bride supérieure de la virole. Le bouchon et le couvercle, ainsi que les différents orifices présents sur ces deux enveloppes, sont équipés de joints d'étanchéité en élastomère (EPDM<sup>1</sup> ou FKM<sup>2</sup>). L'espace entre les viroles primaire et secondaire du corps de l'emballage est constitué d'une protection radiologique composée de profilés en aluminium remplis de plomb. L'extérieur de la virole secondaire dispose d'une protection neutronique en résine traversée par des conducteurs en cuivre soudés entre eux par-dessus la résine et formant ainsi l'enveloppe externe en cuivre de l'emballage. Des ailettes en cuivre sont soudées sur cette enveloppe. Chacune des extrémités du corps de l'emballage dispose d'un raidisseur en acier et d'un capot amortisseur de chocs en bois et en aluminium. Pour les opérations de manutention et d'arrimage, l'emballage dispose de deux paires de tourillons (à l'avant et à l'arrière du corps de l'emballage).

En outre, le requérant a détecté deux types de discontinuités de matière en 2019 et 2022 au niveau de l'enveloppe externe :

- une discontinuité de matière (fissure) longitudinale caractérisée par une absence de liaison entre le conducteur radial en cuivre et l'enveloppe externe. La présence de ce type de défaut (une seule fissure sur l'enveloppe externe) a fait l'objet d'une extension d'agrément du modèle de colis TN 112 ;
- des discontinuités de matière ponctuelles ou des porosités ponctuelles. Ce type de défaut affecte les différentes soudures de l'enveloppe externe (soudures longitudinales entre deux conducteurs en cuivre, soudures circulaires entre les conducteurs en cuivre et les supports de jupe, et soudures entre les ailettes et les conducteurs en cuivre).

Pour les zones présentant des discontinuités de matière, le requérant a mis en place un dispositif provisoire de maintien de l'étanchéité de l'enveloppe externe. À cet égard, il spécifie, dans le dossier de sûreté du modèle de colis TN 112, une limite maximale admissible de la surface cumulée de ces dispositifs. Ce point est analysé par l'IRSN dans le paragraphe relatif au comportement thermique du modèle de colis TN 112.

### 2.2. DESCRIPTION DU CONTENU ET DES AMENAGEMENTS INTERNES

Le modèle de colis TN 112 est conçu pour transporter des assemblages combustibles à base d'UO<sub>2</sub> ou de MOX irradiés chargés dans un panier. Ce panier est constitué de profilés (en acier inoxydable et en alliages d'aluminium boré ou non) entrecroisés et emboîtés les uns dans les autres. Il comporte plusieurs logements de section carrée recevant chacun un assemblage combustible.

Dans le cadre de la présente demande de renouvellement d'agrément, le requérant regroupe les deux anciens contenus, identifiés dans les certificats d'agrément en cours, en un seul contenu. En outre, il apporte plusieurs

---

<sup>1</sup> EPDM : éthylène-propylène-diène monomère.

<sup>2</sup> FKM : matériaux fluoroélastomères à base de fluorocarbone.

modifications à la description des assemblages MOX, telles que l'ajout des nouvelles caractéristiques liées à l'irradiation et à la composition isotopique des crayons. La puissance thermique maximale du contenu transporté est également diminuée. Enfin, le nombre de crayons inétanches pouvant être transportés, ainsi que les puissances thermiques maximales admissibles associées au transport avec des crayons inétanches, sont mis à jour en cohérence avec les certificats en vigueur.

En ce qui concerne les conditions de chargement de contenu du modèle de colis TN 112, l'IRSN relève une incohérence entre le dossier de sûreté et le projet de certificat d'agrément transmis par le requérant. La description du contenu spécifie que le transport de crayon inétanche n'est pas autorisé pour l'emballage dont l'enveloppe externe présente une discontinuité longitudinale. Or, le projet de certificat d'agrément concernant le transport des crayons inétanches autorise cette possibilité. **En conséquence, l'IRSN propose de modifier le projet de certificat d'agrément du modèle de colis TN 112 pour le mettre en cohérence avec le dossier de sûreté.**

### 3. DEMONSTRATIONS DE SURETE

#### 3.1. COMPORTEMENT MECANIQUE

Le requérant a mis à jour les analyses de la tenue mécanique des tourillons de l'emballage en conditions de transport de routine (CTR) pour prendre en compte l'édition 2021 de la norme ISO 10276. Il a également mis à jour l'analyse de la tenue à la fatigue des tourillons pour tenir compte des nouvelles évaluations de contrainte et des sollicitations rencontrées par ces derniers en transport et lors des opérations de manutention. **L'IRSN estime que les démonstrations du requérant sont globalement satisfaisantes et permettent de répondre à une demande de l'ASN sur la justification des accélérations retenues dans les études.**

#### 3.2. COMPORTEMENT THERMIQUE

Les analyses du comportement thermique du modèle de colis TN 112 reposent sur des calculs numériques réalisés à l'aide de modèles d'éléments finis tridimensionnel (3D) et bidimensionnel (2D). Les températures atteintes par les composants du colis sont évaluées en tenant compte de deux positions axiales du contenu (calé côté tête et côté fond) et de différents paramètres, comme le décentrage radial des composants internes (panier, milieu inter-viroles et contenu). À partir d'études de sensibilité, le requérant détermine des correctifs de température pour majorer les températures calculées.

Dans le cadre de la présente demande de renouvellement d'agrément, le requérant a mis à jour l'étude de sensibilité du décentrage radial des composants internes. De l'analyse de cette étude, il retient de nouveaux champs de température atteints par les composants du colis en conditions normales et accidentelles de transport (CNT et CAT) et limite dorénavant la puissance thermique du contenu transporté. **L'IRSN estime que ceci est acceptable.**

Par ailleurs, il a étudié l'impact des discontinuités de matière ponctuelles et de porosités ponctuelles en considérant une perte de conduction thermique tout le long d'une soudure longitudinale de l'enveloppe externe. Il conclut que leur présence ne met pas en cause le comportement thermique du modèle de colis TN 112. Cette étude porte uniquement sur une seule soudure longitudinale et ne prend pas en compte le cumul des deux types de défauts de l'enveloppe externe. Par conséquent, l'IRSN estime que celle-ci ne permet pas de justifier formellement la limite admissible des zones de défauts de l'enveloppe externe spécifiée dans le dossier de sûreté. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 1 en annexe au présent avis.**

Enfin, le requérant évalue les températures maximales atteintes par les joints de confinement du modèle de colis TN 112 en CAT en tenant compte du cumul d'une dispersion de matières radioactives dans la cavité de l'emballage et d'une poursuite de combustion du bois des capots. Pour certains joints élastomères de type EPDM, la température maximale obtenue dépasse leur température maximale d'utilisation. Aussi, pour ces joints, le

requérant indique son intention d'utiliser uniquement des joints de type FKM sur l'ensemble des emballages TN 112 à partir du 31 décembre 2023. **L'IRSN estime que cette disposition est satisfaisante.**

### 3.3. CONFINEMENT

Le requérant a mis à jour ses évaluations du taux de remplissage maximal des gorges des joints des systèmes de fermeture de l'emballage. Il en déduit que les taux de remplissage maximal des certaines gorges peuvent dépasser 100 % en CAT, tout en restant inférieurs aux valeurs maximales admissibles issues d'une étude générique qu'il a réalisée. À cet égard, le requérant indique son intention d'utiliser uniquement des nuances de joint retenues dans son étude générique pour les gorges concernées par le dépassement du taux de remplissage maximal. **L'IRSN estime que ceci est acceptable.**

Par ailleurs, les évaluations de relâchement d'activité du modèle de colis TN 112 sont mises à jour pour prendre en compte les modifications des caractéristiques du contenu transporté. Les critères réglementaires de relâchement d'activité de  $10^{-6}$  A<sub>2</sub>/h en CNT et de 1 A<sub>2</sub>/semaine en CAT sont respectés. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN. Néanmoins, la demande de l'ASN relative au coefficient de perméation du tritium considéré dans les calculs de relâchement reste à prendre en compte par le requérant.**

### 3.4. RADIOPROTECTION

Le requérant a mis à jour ses démonstrations de radioprotection du modèle de colis TN 112 pour prendre notamment en compte les modifications des caractéristiques du contenu transporté. En ce qui concerne les nouvelles caractéristiques liées à l'irradiation du combustible, le requérant compare les termes sources de ce dernier à ceux des combustibles MOX retenus précédemment pour les calculs de débit d'équivalent de dose (DED) et estime que le nouveau terme source ne met pas en cause les valeurs de DED maximaux du colis TN 112. **L'IRSN estime que les justifications présentées par le requérant sont acceptables.**

### 3.5. PREVENTION DES RISQUES DE CRITICITE

Pour rappel, les analyses de sûreté-criticité du modèle de colis TN 112 reposent sur l'étude d'un colis en CAT en considérant la ruine totale de la matière fissile et une pénétration limitée d'eau.

Dans le cadre de la présente demande de renouvellement d'agrément, ces analyses ont été mises à jour pour prendre en compte les modifications des caractéristiques du contenu transporté. Il en ressort que la réactivité maximale obtenue respecte le critère usuel pour un colis isolé. En outre, afin de répondre à une demande de l'ASN, le requérant évalue l'influence, en termes de réactivité, des déformations du panier. Il étudie en particulier l'effet d'une diminution de la distance entre les logements du panier et conclut que cette distance n'a pas d'incidence notable sur la réactivité du colis. **L'IRSN considère que les analyses présentées par le requérant sont globalement satisfaisantes et permettent de répondre à la demande de l'ASN.**

## 4. UTILISATION ET MAINTENANCE

### 4.1. UTILISATION

Les instructions d'utilisation spécifient dorénavant que, sur la voie publique, le colis TN 112 est transporté sous moyen de transport confiné (sous bâche ou canopée) et sous utilisation exclusive. L'IRSN estime que cette mesure permet de limiter le risque de dispersion de contamination induite par l'apparition des défauts d'étanchéité de l'enveloppe externe de l'emballage. **Ceci est acceptable.**

Conformément à une demande de l'ASN, les instructions d'utilisation spécifient que, préalablement au chargement de combustibles irradiés, le respect des critères réglementaires de DED en CTR doit être vérifié par calcul en tenant compte des caractéristiques réelles du contenu. De plus, en réponse à une demande de l'ASN portant sur les points de mesure de DED, le requérant indique que les zones sensibles sont définies dans les

dossiers de transport et que les DED maximaux sont recherchés dans ces zones. **L'IRSN estime que ceci permet de répondre de manière satisfaisante aux demandes de l'ASN.**

## 4.2. MAINTENANCE

Afin de limiter les conséquences et de rétablir un niveau suffisant de la fonction de sûreté d'étanchéité à l'eau de l'enveloppe externe de l'emballage affectée par les discontinuités de matière, le requérant a renforcé la maintenance par plusieurs opérations de contrôle et de maintenance réalisées à différentes périodicités.

Sur le principe, l'IRSN estime que les contrôles mis en œuvre par le requérant sont acceptables. Toutefois, ils augmentent de manière significative le temps de présence des opérateurs autour d'un emballage potentiellement contaminé, ce qui pourrait augmenter leur dose reçue. **Aussi, il appartient au requérant de s'assurer, auprès des entités en charge des opérations de maintenance, qu'un suivi dosimétrique renforcé des opérateurs est bien réalisé.**

S'agissant du retour d'expérience d'utilisation et de maintenance du parc d'emballages TN 112, le requérant mentionne plusieurs événements intéressants les transports concernant la présence de corps étrangers dans la cavité de l'emballage. **Il appartient au requérant de renforcer les opérations de contrôles et de sensibiliser les opérateurs pour limiter l'occurrence de ce type d'évènement.**

## 5. TRANSPORT EN MILIEU CONFINE

Le transport en milieu confiné (sous bâche ou canopée) est de nature à modifier les échanges thermiques du modèle de colis TN 112 et, par conséquent, à entraver la dissipation de la chaleur du colis et augmenter la température de certains composants du colis.

Dans le cadre de la présente demande de renouvellement d'agrément, le requérant sollicite auprès de l'ASN l'autorisation de transport en milieu confiné du modèle de colis TN 112. À cet égard, il définit différentes limites de puissance thermique du contenu, en fonction du moyen de transport utilisé et de l'état de surface de l'enveloppe externe en cuivre de l'emballage (présence ou non de discontinuité de matière longitudinale). **L'IRSN estime que les conditions présentées par le requérant sont globalement satisfaisantes**

## 6. SYSTÈME DE GESTION

À l'occasion de la présente demande, le requérant a réalisé une refonte du chapitre du dossier de sûreté du modèle de colis TN 112 relatif au système de gestion de la qualité. Celui-ci spécifie dorénavant l'édition 2015 de la norme ISO 9001 et comporte des prérequis en termes de formation pour les opérateurs réalisant le contrôle du respect des critères réglementaires de DED autour du colis. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Par ailleurs, l'IRSN relève que, pour de nombreux enjeux de sûreté et en réponse à des demandes de l'ASN ou des questions soulevées par l'IRSN, le requérant apporte des justifications ou des compléments sous forme de courriers ou de notes, mais sans inclure les conclusions dans le dossier de sûreté du modèle de colis TN 112. Au regard du principe d'amélioration continue décrit dans la norme ISO 9001, le requérant devrait veiller, lors des prochaines révisions du dossier de sûreté, à y inclure les justifications complémentaires apportées, en particulier si celles-ci concernent des éléments importants pour la sûreté. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 2 en annexe au présent avis.**

## 7. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés et en tenant compte des informations transmises par la société Orano NPS au cours de l'expertise, l'IRSN estime que le modèle de colis TN 112 chargé d'assemblages combustibles, tel que défini dans le projet de certificat d'agrément tenant compte des modifications proposées par l'IRSN, est conforme aux prescriptions du règlement de transport des matières radioactives de l'AIEA cité en troisième référence pour les modèles de colis de type B(M) chargé de matières fissiles.

Par ailleurs, l'IRSN considère acceptable, du point de vue de la sûreté, le transport en milieu confiné (sous bâche ou canopée) du modèle de colis TN 112 chargé d'assemblages combustibles, dans les conditions définies dans la demande d'autorisation de transport adossée à la demande de renouvellement d'agrément.

Enfin, afin d'améliorer les démonstrations de sûreté du modèle de colis TN 112, la société Orano NPS devrait tenir compte des observations formulées en annexe au présent avis.

**IRSN**

Le Directeur général

Par délégation

Eric LETANG

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

## **ANNEXE A L'AVIS IRSN N°2023-00026 DU 22 FÉVRIER 2023**

### **Observations de l'IRSN**

#### **Observation N° 1**

L'IRSN estime que le requérant devrait tenir compte, dans son analyse du comportement thermique du modèle de colis TN 112, d'une part du cumul de deux types de défauts de l'enveloppe externe (discontinuité de matière longitudinale et discontinuités de matière ponctuelles ou porosités ponctuelles), d'autre part de la limite admissible des zones de défauts de l'enveloppe externe spécifiée dans le dossier de sûreté.

#### **Observation N° 2**

L'IRSN estime que le requérant devrait intégrer dans le dossier de sûreté les compléments apportés lors des demandes d'agrément du modèle de colis TN 112, en particulier ceux qui revêtent une importance pour la sûreté (hypothèses, démonstrations complémentaires, marges de sûreté, etc.).