

Fontenay-aux-Roses, le 14 novembre 2016

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

**Avis IRSN n° 2016-00352**

**Objet :** Transport - Autorisation de transport sous caisson de transport - Emballage MX8 chargé d'assemblages MOX REP 17x17

**Réf.**

1. **Lettre ASN CODEP-DTS-2016-032937 du 12 août 2016**
2. Règlement de transport de l'AIEA - SSR-6 - édition 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 la demande d'autorisation de transport présentée par la société TN International pour l'emballage MX8.

Cette demande concerne le transport confiné sous caisson de transport du modèle de colis MX8 chargé d'assemblages combustibles non irradiés, à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium (MOX), destinés aux réacteurs à eau sous pression du parc électronucléaire français. Le contenu visé par la présente demande d'autorisation de transport du modèle de colis, uniquement par voie routière, correspond à celui qui a été considéré dans les démonstrations de sûreté et le projet de certificat d'agrément transmis par le requérant en appui de sa demande de prorogation d'agrément pour le modèle de colis MX8 qui est en cours d'expertise par l'IRSN. Il n'existe qu'un seul contenu pouvant être transporté dans le modèle de colis MX8.

Les justifications de sûreté présentées par le requérant ont été expertisées par l'IRSN par rapport au règlement cité en deuxième référence. De cette expertise, il ressort les points importants ci-après.

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

### Description des modèles de colis et de caisson

#### Colis MX8

L'emballage MX8, de forme générale cylindrique, se compose d'un corps, constitué de deux viroles concentriques, délimitant un espace rempli de résine neutrophage. La cavité de l'emballage est destinée à accueillir un panier de type AA-440 dans lequel sont chargés huit assemblages combustibles à base d'oxyde mixte (MOX) de type 17x17. La puissance thermique maximale de chaque assemblage est de 1,02 kW, telle que retenue dans les démonstrations de sûreté, soit une puissance thermique totale maximale du chargement dans la cavité du colis de 8,16 kW (contenu n° 1).

**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

### Caisson de transport

Le caisson, objet de la présente demande, correspond à un conteneur parallélépipédique dont les parois latérales présentent chacune en parties haute et basse deux ouïes d'aération équipées de persiennes. Ces ouvertures permettent de limiter l'augmentation de la température du colis, dans la configuration de transport confiné, en assurant des échanges par convection naturelle entre les surfaces externes du colis et l'ambiance du caisson.

Les parois externe et interne du caisson sont revêtues d'une peinture dont les coefficients d'émissivité et d'absorptivité thermique sont supérieurs ou égaux à respectivement 0,85 et 0,3.

L'IRSN estime que l'ensemble des caractéristiques dimensionnelles et les propriétés thermiques des parois du caisson, qui ont été spécifiées dans la description du moyen de transport confiné et prises en compte dans les démonstrations de sûreté, devraient être mentionnés dans l'autorisation du transport du modèle de colis MX8.

### Comportement thermique du modèle de colis MX8 transporté sous caisson de transport

Dans le cadre de la présente demande d'autorisation de transport du modèle de colis MX8 sous caisson de transport, le requérant a transmis des démonstrations afin de justifier que les températures du colis confiné ne sont pas supérieures à celles déterminées dans les conditions d'ambiance thermiques en milieu libre simulant les conditions normales de transport.

La démarche du requérant reprend celle présentée dans le cadre de la précédente demande d'autorisation de transport du colis MX8 confiné sous un modèle de caisson identique.

Le requérant vérifie ainsi, par calculs numériques, que le transport confiné du colis chargé du nouveau contenu n° 1 ne sera pas de nature à engendrer des températures au niveau :

- de la surface externe de la virole de l'emballage en partie courante supérieure à 128°C afin de ne pas remettre en cause les hypothèses retenues dans les démonstrations de sûreté transmises dans le cadre de la demande de prorogation d'agrément du modèle de colis MX8;
- des surfaces accessibles du caisson, pendant le transport, supérieure à 85°C, afin de satisfaire aux exigences de la réglementation citée en deuxième référence.

### Démarche retenue

Le requérant a modélisé en 3 dimensions le modèle de colis ainsi que le caisson de transport afin d'évaluer par calculs la température des différents composants. La démarche ainsi retenue par le requérant pour évaluer le comportement thermique du colis repose sur les étapes suivantes :

- étape 1 : le modèle numérique simulant en 3D le comportement thermique du colis MX8 sous caisson a été recalé par rapport à un essai thermique. Dans le cadre de cet essai, l'emballage était chargé de résistance électrique simulant le chargement de huit assemblages de type MOX 17x17 d'une puissance thermique unitaire de 1,1 kW, soit une puissance totale de 8,8 kW. Ce recalage a permis de déterminer un coefficient d'échange convectif, à appliquer sur toutes les surfaces externes du colis pour reproduire par voie numérique les mesures relevées lors de l'essai, égal à  $1,4 \cdot \Delta T^{0,33}$ ;
- étape 2 : le modèle numérique, recalé à partir de l'essai réalisé (étape 1), a par la suite été extrapolé à la configuration de transport confiné du colis chargé du contenu n° 1.

Pour ce qui concerne le recalage du modèle numérique à partir des mesures relevées lors de l'essai, l'IRSN note que les écoulements d'air dans la cavité du caisson n'ont pas été simulés. Les pertes de charges associées aux persiennes des orifices d'aération du caisson de transport ont été prises en compte par l'intermédiaire d'un coefficient de recalage appliqué aux échanges convectifs sur la surface externe du colis.

Bien que la démarche du requérant soit acceptable sur le principe, l'IRSN estime que ce recalage du coefficient d'échange convectif appliqué sur la surface externe du colis dans un milieu confiné dépend intimement des caractéristiques du système d'aération du caisson utilisé lors de l'essai thermique. Or, la société AREVA TN n'a transmis qu'une description succincte de ce dernier.

À cet égard, le requérant a indiqué au cours de l'instruction que le caisson de transport utilisé lors de cet essai était l'un des trois exemplaires de caisson en cours d'exploitation et que ses caractéristiques géométriques et thermiques telles que construites étaient représentatives d'une part des autres caissons de transport utilisés et d'autre part du modèle de caisson.

### Résultats

Au regard des résultats obtenus, le requérant en conclut que le transport confiné du modèle de colis chargé du contenu n°1, objet de la présente demande d'autorisation, n'est pas de nature à remettre en cause les hypothèses retenues dans les démonstrations de sûreté transmises en appui de la demande de prorogation d'agrément du modèle de colis en cours d'expertise par l'IRSN.

La température maximale de la virole externe du modèle de colis MX8, chargé du contenu n°1, ainsi déterminée sous caisson est égale à 128°C. De plus, la température maximale calculée aux niveaux des surfaces externes accessibles du caisson est inférieure de 5 % au critère défini dans la réglementation citée en deuxième référence.

### Conclusion

En conclusion, compte tenu des justifications de sûreté présentées par la société AREVA TN, l'IRSN considère que la justification du niveau de sûreté des transports du modèle de colis MX8 chargé du contenu n°1 sous caisson est satisfaisante.

Néanmoins, l'IRSN estime qu'il conviendrait de spécifier dans l'autorisation de transport, au regard des hypothèses retenues dans les démonstrations de sûreté, les éléments listés en annexe 1.

Pour le Directeur général et par délégation,  
Marie-Thérèse LIZOT,  
Chef du Service de sûreté des transports  
et des installations du cycle du combustible

**Annexe 1 à l'avis IRSN n° 2016-00352 du 14 novembre 2016**

**Conditions de transport confiné sous caisson**

Les points suivants devraient être spécifiés dans l'autorisation de transport :

- les caractéristiques thermiques du contenu n°1 sont conformes à celles spécifiées dans le projet de certificat d'agrément du modèle de colis (*en cours d'expertise*) ;
- le caisson de transport, ainsi que ses persiennes, sont conformes aux dimensions et caractéristiques thermiques spécifiées dans la note de description du caisson en annexe 2 de l'analyse thermique transmise dans le cadre de cette demande d'autorisation de transport ;
- les contrôles, d'une part de la conformité du caisson avec la note de description du caisson en annexe 2 de l'analyse thermique transmise dans le cadre de la demande d'autorisation de transport, d'autre part de la propreté des parois du caisson et de l'emballage ainsi que de la non obturation des orifices d'aération du caisson, sont réalisés avant chaque transport.