

Fontenay-aux-Roses, le 19 janvier 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2018-00012

Objet : Transport - Autorisation de transport en cale de navire - Emballage TN-MTR chargé de combustible irradié ou de sources radioactives

Réf. 1. Lettre ASN CODEP-DTS-2017-043028 du 23 octobre 2017.
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 AREVA TN International pour le modèle de colis TN-MTR.

Cette demande concerne le transport en cale de navire, dans un caisson ISO 20 pieds modifié, de l'emballage TN-MTR chargé d'éléments combustibles irradiés ou de sources radioactives, dont la puissance thermique ne dépasse pas 5 kW.

Actuellement, ce transport est autorisé par voie terrestre (routière ou ferroviaire) dans des conditions similaires (colis confiné en caisson, puissance thermique maximale admise dans l'emballage identique).

De l'expertise réalisée, il ressort les points importants ci-après.

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

1 DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS

Le modèle de colis TN-MTR est conçu pour le transport, par voies routière, ferroviaire et maritime, d'éléments combustibles irradiés en provenance de différents réacteurs de recherche et de sources.

L'emballage TN-MTR est un emballage cylindrique d'axe vertical, équipé d'un couvercle et d'un capot amortisseur de tête. Une partie de sa surface extérieure présente des ailettes favorisant les échanges thermiques par convection.

2 DESCRIPTION DU CAISSON ISO 20 PIEDS MODIFIE

Ce caisson est un caisson ISO 20 pieds standard qui a été modifié notamment afin de disposer une couche d'isolant thermique au plafond et d'ajouter des ouvertures en parties haute et basse de ses parois latérales. Ces ouvertures ont pour rôle l'évacuation de la chaleur interne du caisson chargé du modèle de colis TN-MTR ; elles sont munies de persiennes et de grilles qui ont pour rôle d'éviter la pénétration d'eau dans le caisson.

Le requérant n'a pas apporté de modification au concept de caisson dans le cadre de cette demande.

3 COMPORTEMENT THERMIQUE DU COLIS DANS LE CAISSON

Dans le cadre de la présente demande, le requérant a révisé son étude afin de modéliser le comportement thermique du modèle de colis dans une configuration conforme au transport en cale de navire. Dans cette configuration de transport, le colis est disposé à l'intérieur d'une cale dont l'air est régulé à une température maximale de 38°C. L'objet de cette étude est de déterminer, dans ces conditions de transport, les températures maximales des différents composants de l'emballage et des parois du caisson et de montrer :

- qu'elles ne sont pas supérieures à celles déterminées dans les conditions d'ambiance thermique en milieu libre simulant les conditions normales de transport ;
- que les surfaces accessibles du caisson pendant le transport restent inférieures à 85°C, conformément au § 655 de la réglementation citée en deuxième référence.

3.1 Modélisation du comportement thermique

L'approche retenue par le requérant consiste à simuler le comportement thermique du colis dans le caisson en considérant :

- la régulation de la température de l'air ambiant à une valeur maximale de 38°C ;
- l'absence d'ensoleillement, compte tenu du transport réalisé en cale de navire ;
- l'absence d'échange radiatif entre le caisson et l'environnement afin de tenir compte de la présence potentielle dans la cale d'autres colis, de puissance thermique limitée à 5 000 W ;
- les échanges par convection à l'intérieur du caisson, calculés par écoulement fluide par le code de calcul ;
- les échanges par convection libre entre le caisson et l'environnement.

Le paramètre principal des échanges par rayonnement étant la puissance échangée par unité de surface, la présence dans la cale de colis de forte puissance mais de petite taille pourrait ne pas être couverte par la modélisation du requérant. Aussi, au cours de l'instruction, le requérant a précisé que la présence dans la cale de navire d'autres colis est restreinte aux modèles de colis TN-MTR. Ceci est satisfaisant. En tout état de cause, l'IRSN estime que la présence dans la cale de colis dont le flux surfacique moyen n'engendrerait pas d'obligation de précaution particulière d'arrimage suivant le paragraphe 565 de la réglementation en deuxième référence ne remettrait pas en cause les conclusions du requérant.

L'IRSN estime que l'autorisation de transport devrait spécifier les points principaux suivants :

- la température maximale dans la cale de navire ne doit pas dépasser 38 °C ;
- si d'autres colis de classe 7 sont chargés dans la cale, ils doivent obéir à une des deux conditions suivantes :
 - il s'agit d'un exemplaire du modèle de colis TN-MTR, dont la puissance thermique du contenu ne dépasse pas 5 kW,
 - ou il s'agit d'un colis dont le flux thermique surfacique moyen ne dépasse pas 15 W/m².

Les ailettes présentes à la surface de l'emballage ne sont pas modélisées dans l'étude transmise. Aussi, les échanges convectifs entre l'emballage et l'air du caisson en zone ailetée de l'emballage, calculés par le code de calcul, sont multipliés par un facteur correctif. Or, la détermination de ce facteur correctif a fait l'objet d'une observation dans le cadre de l'expertise de la précédente demande d'autorisation de transport. De ce fait, l'ASN a demandé au requérant de réaliser, avant la prochaine demande de prorogation d'agrément du modèle de colis, un essai thermique afin de démontrer que les hypothèses de calcul en milieu confiné n'engendraient pas une sous-estimation de la température des composants de l'emballage. A ce jour, la réalisation de l'essai thermique n'a pas été portée à la connaissance de l'IRSN.

L'hypothèse de convection libre autour du caisson ne peut être vérifiée que si l'espace libre autour du caisson est suffisant pour permettre le développement des échanges convectifs. Aussi, le requérant a modifié sa demande d'autorisation de transport en spécifiant que le caisson dispose d'un espace libre suffisant autour de ses parois pour assurer un régime de convection libre.

L'IRSN estime que l'autorisation de transport devrait spécifier que les conditions de transport du modèle de colis TN-MTR en cale de navire garantissent un espace libre suffisant (de l'ordre du mètre) tout autour et au-dessus du caisson pour assurer un régime de convection libre autour du caisson.

Par ailleurs, certaines hypothèses retenues par le requérant tendent à surestimer les températures calculées, à savoir :

- la puissance thermique interne du colis retenue dans les calculs est supérieure à la puissance maximale des contenus autorisés ;
- le caractère adiabatique du fond de l'emballage et du plancher du caisson sous-estime les échanges à ce niveau ;
- le coefficient de perte de charge totale appliqué dans le modèle au niveau des entrées et sorties d'air du caisson comprend une marge de sûreté par rapport à la valeur calculée par le requérant.

3.2 Résultats

Les résultats obtenus par le requérant montrent que les critères sont respectés pour l'ensemble des éléments étudiés.

4 CONCLUSION

En conclusion, sur la base des justifications de sûreté transmises, l'IRSN estime que le transport en cale de navire du modèle de colis TN-MTR chargé d'un contenu dont la puissance thermique maximale est égale à 5 kW, dans un caisson ISO 20 pieds modifié, n'est pas de nature à remettre en cause le niveau de sûreté du colis.

En outre, l'IRSN considère que les caractéristiques du caisson ISO 20 pieds modifié et certaines modalités de transport retenues dans les démonstrations de sûreté, listées en annexe 1 du présent avis, devraient être spécifiées dans l'autorisation de transport.

Pour le directeur général, par délégation

Anne-Cécile JOUVE

Chef du Service de sûreté des transports et des installations
du cycle du combustible

Annexe 1 à l'Avis IRSN n° 2018-00012 du 19 janvier 2018

Points à préciser dans l'autorisation de transport

1. Caractéristiques du caisson

- Intégrer le schéma de principe du caisson ISO 20 pieds modifié dans l'autorisation de transport

2. Contrôle avant expédition

- Vérifier la non obturation des orifices d'aération avant chaque expédition.

3. Modalités de transport

- La puissance thermique maximale du contenu chargé dans la cavité de chaque emballage TN-MTR est égale à 5 kW ;
- La température maximale dans la cale de navire ne doit pas dépasser 38°C ;
- La disposition du caisson en cale de navire garantit un espace libre suffisant (de l'ordre du mètre) tout autour et au-dessus du caisson pour assurer un régime de convection libre ;
- Si d'autres colis de classe 7 sont chargés dans la cale, ils doivent obéir à une des deux conditions suivantes :
 - il s'agit d'un exemplaire du modèle de colis TN-MTR, dont la puissance thermique du contenu ne dépasse pas 5 kW,
 - ou il s'agit d'un colis dont le flux thermique surfacique moyen ne dépasse pas 15 W/m².