

Fontenay-aux-Roses, le 11 juillet 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2018-00191

Objet : Transport - Autorisation de transport sous bâches et canopées - Emballage TN 17 MAX chargé d'assemblages combustibles irradiés

Réf. 1. Lettre ASN CODEP-DTS-2017-006071 du 17 février 2017.
2. Règlement de transport des matières radioactives de l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique - 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 la demande d'autorisation de transport du modèle de colis TN 17 MAX sous bâches et canopées présentée par la société ORANO TN, dénommée ci-après le requérant.

Cette demande concerne le transport du nouveau modèle de colis constitué de l'emballage TN 17 MAX, chargé d'au maximum neuf assemblages combustibles, à base d'oxyde d'uranium ou d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium, irradiés dans des réacteurs à eau pressurisée ; ces assemblages combustibles sont chargés dans un panier, préalablement introduit dans la cavité de l'emballage TN 17 MAX.

1 CONTEXTE

Le modèle de colis TN 17 MAX, dont l'agrément n'est pas encore délivré, est destiné à remplacer, à l'horizon 2025, le modèle de colis TN 17/2, actuellement utilisé pour réaliser le transport d'assemblages combustibles irradiés. Les justifications de sûreté transmises en appui de la demande d'agrément de ce nouveau modèle de colis font l'objet d'un avis séparé de l'IRSN.

Le transport de ce modèle de colis sera réalisé sous différents modèles de bâches et canopées, se différenciant notamment par leur géométrie, leur matière et leur peinture extérieure. Ces adjonctions au colis pouvant réduire la dissipation thermique du colis et, par conséquent, engendrer une augmentation de la température des composants de l'emballage, des aménagements internes et de son contenu par rapport à celles déterminées dans le dossier de sûreté du modèle de colis, le requérant a réalisé des analyses complémentaires visant à

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

démontrer que le transport confiné du modèle de colis TN 17 MAX ne réduit pas son niveau de sûreté.

Ces analyses ont été expertisées par l'IRSN par rapport au règlement cité en seconde référence. De cette expertise, il ressort les principaux points suivants.

2 COMPOTEMENT THERMIQUE DU COLIS SOUS BACHES ET CANOPEES

2.1 Méthode de justification

La démarche retenue par le requérant est identique à celle considérée dans le cadre de la demande d'autorisation de transport confiné du modèle de colis TN 17/2. Ainsi, le requérant a étudié le comportement thermique du modèle de colis TN 17 MAX placé dans les différents modèles de bâches et canopées afin de déterminer la puissance thermique maximale des assemblages combustibles transportés garantissant que les démonstrations de sûreté transmises en appui de la demande d'agrément ne sont pas mises en cause.

L'analyse transmise par le requérant repose sur les deux étapes suivantes :

- une étude comparative des différents modèles de bâches et canopées utilisés afin de déterminer le moyen de transport le plus pénalisant en termes de réduction de la dissipation thermique du colis ;
- une analyse, par calculs numériques, du comportement thermique du modèle de colis TN 17 MAX confiné dans le moyen de transport présélectionné visant à déterminer la puissance thermique maximale admissible des assemblages combustibles.

La démarche retenue par le requérant n'appelle pas de remarque de l'IRSN.

2.2 Étude comparative des modèles de bâches et de canopées

Afin de déterminer le modèle de bâche ou de canopée le plus pénalisant, le requérant s'appuie sur les résultats de deux études comparatives réalisées pour le modèle de colis TN 12/2 et pour le modèle de colis TN 17/2. Celles-ci permettent de conclure, à partir des températures évaluées pour la virole interne de l'emballage et sa protection neutronique, que l'adjonction la plus pénalisante est la canopée dite « de type F version 2 » équipée d'une lèchefrite « de type N ». Étant donné que les dimensions externes et le chargement du modèles de colis TN 17 MAX sont du même ordre de grandeur que ceux des modèles de colis TN 12/2 et TN 17/2, le requérant considère que cette conclusion peut être transposée au modèle de colis TN 17 MAX. Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.

2.3 Modélisation du comportement thermique du colis

Le requérant analyse le comportement thermique du modèle de colis TN 17 MAX disposé dans une canopée de type F version 2 équipée d'une lèchefrite de type N :

- dans un premier temps, il étudie le comportement thermique du corps de l'emballage TN 17 MAX ; pour cela, il simule les échanges thermo-fluidiques entre la surface externe de l'emballage et la cavité de l'adjonction (canopée de type F version 2 équipée d'une lèchefrite de type N) ce qui permet de déterminer la température atteinte en tout point de la surface externe de l'emballage ; les calculs sont réalisés en considérant la section du colis située au milieu de la zone active des assemblages combustibles. La puissance thermique du chargement est appliquée directement sur la surface interne de la virole de l'emballage ;

- dans un second temps, il simule les échanges thermiques dans le colis, afin de déterminer la température atteinte dans les principaux composants de l'emballage et de son contenu ; cette étude modélise la géométrie interne du colis, notamment le panier et ses logements. Elle tient compte des températures de la surface externe de l'emballage déterminées précédemment.

La surface externe de l'emballage TN 17 MAX est équipée d'un réseau d'ailettes favorisant la dissipation thermique. Dans les études thermo-fluidiques du colis en milieu confiné, la société ORANO TN retient une modélisation simplifiée de ces ailettes ; la virole externe du corps de l'emballage est discrétisée en plusieurs zones sur lesquelles sont appliquées des facteurs correctifs fondés sur des échanges convectifs mesurés dans un milieu libre. À cet égard, les échanges convectifs au niveau de la surface externe du corps de l'emballage dans un milieu confiné diffèrent de ceux établis en milieu libre en raison de l'influence de la canopée sur les écoulements d'air autour du colis. Aussi, l'IRSN estime que la validité des facteurs correctifs retenus, représentatifs des échanges convectifs mesurés dans un milieu libre, n'est pas assurée pour un milieu confiné.

Par ailleurs, la température du colis est influencée notamment par les écoulements d'air autour du colis, qui passent d'un régime laminaire au contact des surfaces à un régime turbulent. Le requérant ne justifie pas les hypothèses retenues pour simuler ces écoulements, notamment au niveau de la zone de transition entre les écoulements laminaires et turbulents.

En tout état de cause, s'agissant d'un nouveau modèle de colis, l'IRSN recommande que le requérant réalise un essai thermique afin de confirmer la pertinence des températures calculées. Cet essai, à l'image de ceux réalisés pour le modèle de colis TN 17/2, pourrait consister en des mesures de températures réalisées sur un emballage TN 17 MAX chargé d'assemblages combustibles introduit dans une canopée de type F version 2 équipée d'une lèchefrite de type N. Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation présentée en annexe du présent avis.

2.4 Justification de la puissance thermique maximale admissible des contenus

La société ORANO TN évalue la puissance thermique maximale des assemblages combustibles chargés dans l'emballage TN 17 MAX transporté dans une canopée de type F version 2 équipée d'une lèchefrite de type N pour les deux types de chargement considérés dans la demande d'agrément, à savoir un chargement constitué de neuf assemblages combustibles à base d'oxyde d'uranium (UO_2) et un chargement hétérogène composé de six assemblages combustibles à base d'oxyde d'uranium (UO_2) et de trois assemblages combustibles à base d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium (MOX). Ces puissances thermiques sont déterminées de façon à ce que la température maximale de la virole interne et celle de la protection neutronique soient inférieures ou égales à celles déterminées dans le dossier de sûreté en conditions normales de transport, en considérant les conditions d'ambiance thermique en milieu libre définies dans la réglementation citée en seconde référence. Par ailleurs, le requérant a vérifié que les puissances thermiques ainsi déterminées ne conduisaient pas à une température des surfaces accessibles de la canopée supérieure à 85 °C, telle que spécifiée dans la réglementation précitée.

Il ressort de cette évaluation que :

- pour un chargement homogène composé de neuf assemblages combustibles à base d' UO_2 , la puissance thermique linéique moyenne des assemblages combustibles retenue dans le dossier de sûreté doit être réduite de 23 % ;

- pour un chargement hétérogène, la puissance thermique linéique moyenne des assemblages combustibles retenue dans le dossier de sûreté doit être réduite de 33,5 % pour les assembles combustibles à base d'UO₂ et de 1,8 % pour les assemblages combustibles à base de MOX.

Ceci n'appelle pas de remarque.

3 CONFORMITE DES MODELES DE BACHES ET CANOPEES

La présence de salissures sur les surfaces d'une bâche ou d'une canopée peut influencer sur leur coefficient d'émissivité et d'absorptivité thermiques. **Ce point n'étant pas pris en compte dans l'analyse réalisée, l'IRSN suggère que l'autorisation de transport spécifie la réalisation d'un contrôle de l'état de propreté de la bâche ou de la canopée utilisée avant chaque expédition.**

4 CONCLUSION

Compte tenu des justifications présentées, l'IRSN considère que les transports en milieu confiné du modèle de colis TN 17 MAX, sous les modèles de bâches et de canopées objets de la demande, ne mettent pas en cause le niveau de sûreté du colis dans les conditions définies par la société ORANO TN (réduction des puissances linéiques des assemblages combustibles transportés), sous réserve de la réalisation d'un essai visant à valider les études réalisées. Ce point fait l'objet de la recommandation présentée en annexe du présent avis.

Pour le directeur général, par délégation

Anne-Cécile JOUVE

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

Annexe à l'avis IRSN n° 2018-00191 du 11 juillet 2018

Recommandation de l'IRSN

L'IRSN recommande que le requérant réalise un essai thermique afin de confirmer la pertinence des températures calculées. Cet essai pourrait consister en des mesures de températures réalisées sur un emballage TN 17 MAX chargé d'assemblages combustibles introduit dans une canopée de type F version 2 équipée d'une lèchefrite de type N.