

Fontenay-aux-Roses, le 14 mars 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2018-00068

Objet : Transport - transport sous bâches et canopées - Emballage TN G3 chargé d'assemblages combustibles irradiés

Réf. 1. Lettre ASN CODEP-DTS-2017-001172 du 12 janvier 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 G3 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 G3, version S ou L, chargé d'au plus 12 assemblages combustibles irradiés, à base d'oxyde d'uranium. Ces assemblages combustibles sont chargés dans un panier, préalablement introduit dans la cavité de l'emballage TN G3.

1 CONTEXTE

Le modèle de colis TN G3, dont l'agrément n'est pas encore délivré, remplacera les emballages de la famille MARK II (notamment les modèles de colis TN 12/2 et TN 13/2), réalisant actuellement les transports d'assemblages combustibles irradiés dans les réacteurs REP sur le territoire français. Les justifications de sûreté transmises en appui de la demande d'agrément de ce modèle de colis ont été expertisées en 2017 par l'IRSN.

Le requérant transportera le modèle de colis TN G3 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 des contenus, par rapport à celles considérées dans le dossier de

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

sûreté du modèle de colis, le requérant a réalisé des analyses complémentaires visant à démontrer que le transport confiné du modèle de colis TN G3 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 points importants ci-après.

2 COMPOTEMENT THERMIQUE DU COLIS SOUS BACHES ET CANOPEES

2.1 Méthode de justification

La démarche retenue par le requérant est identique à celle utilisée pour les demandes d'autorisation de transport des modèles de colis TN 12/2, TN 13/2 et TN 112. Ainsi, il étudie le comportement thermique du modèle de colis TN G3 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.

Il procède en deux étapes :

- une étude comparative des différents modèles de bâches et canopées utilisés afin de déterminer les moyens de transport les plus pénalisants pour ce qui est la réduction de la dissipation thermique du colis ;
- une analyse, par calculs numériques, du comportement thermique du modèle de colis TN G3 confiné dans les moyens de transport présélectionnés visant à déterminer la puissance thermique maximale des assemblages.

Ceci n'appelle pas de remarque.

2.2 Étude comparative des modèles de bâches et de canopées

Pour ce qui concerne l'étude comparative des modèles de bâches et canopées, le requérant s'appuie sur l'étude réalisée pour le modèle de colis TN 12/2. Celle-ci permet de conclure, sur la base des températures évaluées pour la virole interne de l'emballage et sa protection neutronique, que l'adjonction la plus pénalisante est la canopée dit de type B. Compte tenu que les dimensions externes et le chargement des modèles de modèle de colis TN G3 et TN 12/2 sont similaires, le requérant considère que cette conclusion peut être transposée au modèle de colis TN G3. **Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

Par ailleurs, dans son analyse, il définit également la puissance maximale des assemblages pour la canopée dit de type C, moins pénalisante que celle de type B.

2.3 Modélisation du comportement thermique du colis

Le requérant étudie :

- dans un premier temps, le comportement thermique du corps de l'emballage TN G3 ; pour cela, il simule les échanges thermo-fluidiques entre la surface externe de l'emballage et la cavité de l'adjonction (canopée de type B ou C). 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 sur la surface interne de la virole de l'emballage ;

- dans un second temps, la température des aménagements internes et des gaines des crayons des assemblages combustibles ; cette étude, qui modélise le panier et ses logements, s'appuie sur la température maximale de la virole interne déterminée précédemment.

La surface externe de l'emballage TN G3 est équipée d'un réseau d'ailettes favorisant la dissipation thermique. Dans les études thermo-fluidique du colis en milieu confiné, la société ORANO TN utilise 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 définis sur la base 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 différent de ceux établis en milieu libre, de par l'influence de la canopée sur les écoulements d'air autour du colis. Aussi, 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 valider de confirmer la pertinence des températures calculées. Cet essai, à l'image de ceux réalisés pour les modèles de colis TN 12/2, TN 13/2 et TN 112, pourrait consister en des mesures de températures réalisées sur un emballage TN G3 chargé d'assemblages combustibles introduit dans une canopée de type B. Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation présentée en annexe 1 de l'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 G3 en le considérant transporté dans les canopées de types B et C. Ces puissances thermiques sont déterminées de façon à ce que les températures maximales de la virole interne et 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). Par ailleurs, le requérant a vérifié que les puissances thermiques ainsi déterminées ne conduisaient pas à une température des surfaces accessibles des canopées supérieure à 85 °C, telle que spécifiée dans la réglementation citée en seconde référence.

De cette évaluation, il ressort que :

- pour la canopée de type C, la puissance thermique linéique moyenne des assemblages combustibles retenue dans le dossier de sûreté peut être conservée ;
- pour la canopée de type B, cette puissance thermique linéique doit être réduite de 13,4 %. Selon la méthodologie présentée ci-avant, cette réduction de la puissance linéique est retenue pour l'ensemble des bâches et canopées, hors canopée de type C.

À cet égard, le calcul réalisé avec la canopée de type C considère la cavité de l'emballage remplie d'un mélange gazeux constitué de 90 % d'hélium (gaz d'inertage injecté lors des opérations de chargement du colis) et de 10 % d'air. Cette démarche prend en compte une pénétration d'air dans la cavité du colis au cours des transports, du fait

notamment des fuites par capillarité et du phénomène de perméation au travers des joints en élastomère des composants de fermeture de la cavité. La conductivité thermique de l'air étant inférieure à celle de l'hélium, cela maximise, sur le principe, la température des composants internes du colis.

Cette hypothèse n'a pas été reconduite pour l'étude relative à la canopée de type B, qui considère la cavité de l'emballage remplie en hélium. La société ORANO TN estime néanmoins que les marges dégagées par rapport aux critères de températures de la virole et de la protection neutronique couvrent la présence éventuelle d'air dans la cavité. Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN. L'IRSN considère toutefois que la société ORANO TN devrait prendre en compte ce point dans la prochaine révision de l'étude de la canopée de type B. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation présentée en annexe 2 de cet avis.**

3 CONFORMITE DES MODELES DE BACHES ET CANOPEES

La présence de salissures sur les surfaces d'une bâche ou 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 le 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 G3, 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 de la puissance thermique linéique des assemblages combustibles de 13,4 % hors canopée de type C), sous réserve de la réalisation d'un essai visant à valider les études réalisées. Ce point fait l'objet de la recommandation de l'annexe 1 à l'avis.

Enfin, l'IRSN estime que le requérant devrait tenir compte de l'observation de l'annexe 2 de cet avis dans la prochaine mise à jour de l'étude.

Pour le directeur général, par délégation

Igor LE BARS

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe 1 à l'avis IRSN n° 2018-00068 du 14 mars 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 G3 chargé d'assemblages combustibles introduit dans une canopée de type B.

Annexe 2 à l'avis IRSN n° 2018-00068 du 14 mars 2018

Observation de l'IRSN

L'IRSN considère que la société ORANO TN devrait, dans la prochaine mise à jour de l'étude relative à la canopée de type B, tenir compte d'un mélange gazeux dans la cavité du colis intégrant une pénétration d'air lors du transport.