

Fontenay-aux-Roses, le 21 août 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2017-00270

Objet : Transport - Demande d'autorisation de transport sous bâches et canopées - colis TN 112

Réf. 1. Lettre ASN CODEP-DTS-2017-020780 du 30 mai 2017  
2. Règlement de transport de l'AIEA, n° 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 112 sous bâches et canopées présentée par la société AREVA TN en mai 2017 ; cette demande concerne le transport confiné du colis constitué de l'emballage TN 112 chargé du panier 112A destiné à accueillir des assemblages combustibles, à base d'oxyde d'uranium ou d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium, irradiés dans les réacteurs du parc électronucléaire français.

## 1 CONTEXTE

Le transport de ce modèle de colis sur la voie publique est autorisé sous couvert de l'agrément en vigueur. Dans le cadre de cette demande, le requérant a démontré l'intégrité des fonctions de sûreté du colis dans toutes les conditions de transport, en tenant compte de la puissance thermique maximale du chargement et de la puissance thermique maximale de chaque assemblage combustible transporté, et en considérant une répartition homogène de la puissance.

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

Cependant, le transport sous bâches et canopées du colis est de nature à entraver le refroidissement du colis par convection naturelle au voisinage de ses surfaces externes et, par conséquent, à augmenter la température de certains composants du colis. Aussi, dans le cadre de la demande d'autorisation de transport du colis TN 112 sous bâches et canopées, le requérant a déterminé la puissance thermique totale maximale du chargement et la puissance thermique maximale par assemblage combustible transporté en considérant également une répartition homogène de la puissance, qui permettent, compte tenu du type de bâche ou de canopée utilisée, de garantir que les températures calculées dans les démonstrations de sûreté

transmises en appui de la demande d'agrément du colis ne sont pas dépassées. Sur la base de ces justifications, l'ASN a autorisé le transport confiné du modèle de colis TN 112.

Toutefois, la puissance thermique de certains assemblages à transporter se révèle légèrement supérieure à celle autorisée pour le transport sous bâches et canopées du colis. Le requérant demande ainsi une autorisation pour le transport confiné du colis chargé d'assemblages combustibles dont la puissance thermique maximale correspond à celle retenue dans les démonstrations de sûreté transmises en appui de la demande d'agrément du colis, la puissance thermique totale du chargement restant elle autorisée pour le transport confiné du colis. Ceci implique que la répartition de la puissance thermique du contenu dans les logements du panier ne sera plus homogène : les assemblages combustibles dont la puissance thermique est la plus élevée seront chargés, soit dans les logements périphériques du panier, soit dans les logements centraux, les autres logements du panier étant chargés d'assemblages combustibles dont la puissance thermique respecte celle autorisée pour le chargement complet du colis. La présente demande concerne les modèles de bâches et canopées qui ont été précédemment autorisés par l'ASN pour le transport du colis.

Conformément aux exigences du paragraphe 612 de la réglementation citée en seconde référence, le requérant a transmis des justifications complémentaires visant à démontrer que le transport confiné du modèle de colis n'est pas de nature à remettre en cause son niveau de sûreté. À cet égard, le certificat d'agrément autorisant le transport sur la voie publique du colis indique que, dans le cas d'un transport du colis dans un moyen de transport fermé, la puissance thermique du contenu ne doit pas conduire à un dépassement de la température maximale de sa protection radiologique, des crayons constituant les assemblages combustibles et des joints d'étanchéité, déterminées en conditions normales de transport dans le dossier de sûreté.

Les justifications de sûreté présentées par le requérant 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 DEMONSTRATION

Le requérant a réalisé plusieurs calculs numériques en considérant les configurations de chargement du colis transporté sous bâches et canopées (en termes de puissances thermiques unitaires maximales des assemblages combustibles chargés dans le panier et de plans de chargement de ce dernier) objets de la présente demande, afin de démontrer que ces configurations ne sont pas de nature à engendrer un dépassement :

- de la température maximale admissible des surfaces accessibles des moyens de transport confinés (85°C selon les exigences réglementaires) ;
- des températures maximales de la protection radiologique présente dans le corps de l'emballage, des crayons combustibles et des joints en élastomère qui équipent les composants de fermeture de la cavité du colis, déterminées en considérant le colis dans un environnement libre simulant les conditions normales de transport.

Au moyen de la méthode utilisée dans le cadre de la précédente demande d'autorisation de transport sous bâches et canopées, le requérant a effectué des calculs visant à simuler l'écoulement d'air dans la cavité des bâches et canopées étudiées, autour de l'emballage, en s'appuyant sur une distribution circonférentielle des coefficients d'échanges convectifs au voisinage du colis déduits de mesures de températures relevées lors d'un essai. Il ressort de cette étude que les configurations de chargement du colis transporté sous bâches et canopées objets de la présente demande ne sont pas de nature à engendrer un dépassement des critères précités.

Les coefficients d'échanges convectifs au voisinage du colis, retenus dans les calculs, ont été déterminés à partir de mesures effectuées sur un spécimen dans lequel la puissance thermique du chargement était uniformément répartie dans tous les logements du panier. L'IRSN estime que les plans de chargement du colis visés par la présente demande d'autorisation, qui conduisent à une répartition hétérogène de la puissance thermique totale du contenu, ne seront pas de nature à engendrer un gradient de température circonférentielle dans la structure de l'emballage, si les puissances thermiques des assemblages chargés, d'une part dans les logements périphériques du panier, d'autre part dans les logements centraux, restent égales entre elles. À contrario, une hétérogénéité des puissances thermiques des assemblages chargés dans la zone périphérique du panier ou des assemblages chargés dans la zone centrale sera de nature à modifier les valeurs des coefficients d'échanges convectifs au voisinage du colis, ainsi que les températures maximales des surfaces accessibles des moyens de transport, de la protection radiologique présente dans le corps de l'emballage, des crayons combustibles et des joints en élastomère qui équipent les composants de fermeture de la cavité du colis. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation 1 en annexe 1.**

S'agissant de la modélisation des écoulements d'air au voisinage du colis, l'IRSN estime que le requérant devrait, dans le cadre de la prochaine demande d'autorisation de transport confiné du colis, justifier le conservatisme des hypothèses retenues pour simuler les phénomènes rencontrés. Ainsi, le requérant devrait montrer que la discrétisation spatiale du modèle numérique considéré, au voisinage des surfaces du colis et des adjonctions, permet de simuler les différents régimes d'écoulement d'air à proximité des parois et notamment les zones d'écoulement laminaire et de transition laminaire/turbulent. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation 2 présentée en annexe 1.**

Concernant les caractéristiques thermiques des adjonctions et les pertes de charge associées aux filtres et ouvertures qui les équipent, les hypothèses retenues, similaires à celles retenues dans les démonstrations transmises en appui des précédentes demandes d'autorisation de transport confiné du modèle de colis TN 112, n'appellent pas de commentaire de l'IRSN. **Toutefois, afin de garantir le conservatisme des hypothèses retenues dans les calculs, l'IRSN estime qu'il devrait être spécifié dans l'autorisation de transport que l'expéditeur devra, avant chaque transport du modèle de colis TN 112 sous bâche ou canopée :**

- **s'assurer de la conformité des bâches et canopées utilisées aux spécifications autorisées ;**
- **garantir la propreté des surfaces des bâches et canopées et la non-obturation de leurs ouvertures.**

### 3 CONCLUSION

Compte tenu des justifications de sûreté présentées par la société AREVA TN, l'IRSN considère que le transport en milieu confiné du modèle de colis TN 112, dans les conditions de puissances thermiques, de distribution de puissance thermique et de modèles de bâches et canopées définies dans la demande examinée, n'est pas de nature à mettre en cause son niveau de sûreté.

Par ailleurs, afin de garantir la conformité du chargement du colis et des adjonctions utilisées, il conviendrait que les plans de chargement du panier et le contrôle de la conformité de la barrière thermique utilisée soient spécifiés dans l'autorisation de transport conformément aux points listés en annexe 2.

Enfin, l'IRSN estime que le requérant devrait tenir compte des observations présentées en annexe 1 du présent avis afin de consolider ses démonstrations de sûreté dans le cadre de toute prochaine demande d'autorisation de transport confiné.

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° 2017-00270 du 21 août 2017

Observations

1 Coefficients de convection

Justifier, dans le cas d'un transport du colis dans un moyen de transport fermé, qu'une hétérogénéité des puissances thermiques des assemblages chargés dans la zone périphérique ou dans la zone centrale du panier ne conduit pas à un dépassement de la température maximale de la protection radiologique, des crayons constituant les assemblages combustibles et des joints d'étanchéité, déterminées en conditions normales de transport dans le dossier de sûreté, en étudiant l'influence de telles hétérogénéités sur les valeurs des coefficients d'échanges convectifs au voisinage du colis.

2 Échanges thermiques convectifs

Démontrer que la discrétisation spatiale du modèle numérique considéré, au voisinage des surfaces du colis et des adjonctions, permet de simuler les différents régimes d'écoulement d'air à proximité des parois et notamment les zones d'écoulement laminaire et de transition laminaire/turbulent.

**Annexe 2 à l'avis IRSN n° 2017-00270 du 21 août 2017**  
**Éléments à indiquer dans l'autorisation de transport**

1 Modèles de barrières thermiques

- 1.1 Spécifier les notes techniques définissant les bâches et canopées.

2 Plans de chargement

- 2.1 Spécifier les plans de chargement du panier et indiquer que les puissances thermiques des assemblages chargés, d'une part dans les logements périphériques du panier, d'autre part dans les logements centraux, doivent être égales entre elles.

3 Utilisation

- 3.1 Spécifier que l'expéditeur devra, avant chaque transport du modèle de colis TN 112 sous bâche et canopée :
- a. s'assurer de la conformité des bâches et canopées utilisés aux spécifications autorisées ;
  - b. garantir la propreté des surfaces des bâches et canopées et la non-obturation de leurs ouvertures.