

Fontenay-aux-Roses, le 15 avril 2016

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

**Avis IRSN n°** 2016-116

**Objet :** Transport - Modalités de transport sous bâches et canopies - Emballage 17/2  
Version C chargé de conteneurs d'aiguilles PHENIX irradiées

**Réf.**

1. **Lettre ASN CODEP-DTS-2016-006783 du 17 février 2016**
2. Règlement de transport de l'AIEA SSR-6 édition de 2012
3. W. H. Mc ADAMS, Transmission de la chaleur, 2<sup>e</sup> édition, DUNOD, Paris, 1964
4. Lettre ASN CODEP-DTS-2015-045802 du 18 novembre 2015

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 en milieu confiné, sous bâches et canopies, de l'emballage TN 17/2 version C, présentée par la société AREVA TN.

Cette demande concerne le transport du modèle de colis constitué de l'emballage TN 17/2 version C, chargé de conteneurs d'aiguilles PHENIX, en provenance de l'installation ISAI du CEA situé à Marcoule vers l'usine de retraitement de la Hague. Dans le cadre, la puissance thermique du contenu transporté est limitée à 9,6 kW. Les modèles de bâches et canopies concernés par cette demandes sont les suivants :

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

- bâches « SR9 modifiée » et « 9L » pour les transports du colis par voie routière ;
- canopies de type A acier, B alu, C alu, C acier, D et F version 2 pour les transports du colis par voie ferroviaire.

**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

Ces configurations de transport ont précédemment fait l'objet d'une autorisation délivrée par l'ASN le 26 janvier 2011 qui a expiré avec les certificats d'agrément du modèle de colis en objet le 31 janvier 2016. À cet égard, le requérant demande la reconduction de cette autorisation. Pour mémoire, la demande de prorogation de l'agrément du modèle de colis chargé des contenus de type PHENIX est actuellement en cours d'instruction par l'IRSN.

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.

### Comportement thermique du modèle de colis

La société AREVA TN a étudié le comportement thermique du colis dans les différents milieux confinés afin d'évaluer notamment la puissance thermique maximale admissible des contenus transportés. Les justifications transmises par le requérant sont similaires à celles qui ont été expertisées par l'IRSN dans le cadre de la précédente demande d'autorisation de transport en milieu confiné, sous bâches et canopies, de l'emballage TN 17/2 version C.

Pour rappel, les justifications du requérant reposent sur une démarche qui comporte les étapes suivantes :

- une étude comparative des différents modèles de bâches et canopies utilisés afin de déterminer le moyen de transport le plus pénalisant au regard des températures maximales atteintes par les composants de l'emballage ;
- une analyse du comportement thermique du modèle de colis TN 17/2 confiné dans le moyen de transport le plus pénalisant, au regard de sa dissipation thermique, qui a été déterminé dans le cadre de l'étude précitée. À cet égard, le requérant a déterminé la puissance thermique du contenu, conduisant à l'atteinte des températures du colis présentées dans le dossier de sûreté transmis en appui de la demande de prorogation d'agrément, qui ont été évaluées en tenant compte d'une ambiance thermique en milieu libre représentative des conditions normales de transport.

Ces justifications sont discutées ci-après.

### Études comparatives des différents modèles de bâches et de canopies

Le requérant a réalisé plusieurs études afin de démontrer le caractère pénalisant, au regard de la dissipation thermique du colis dans le canopy de type B en aluminium équipé de sa lècheferite O par rapport aux bâches « SR9 modifiée » et « 9L » et aux canopies A, C en alu, C acier, D et F version 2 équipés de leur lècheferite respective.

Au regard des résultats obtenus, le requérant considère que l'étude du comportement thermique du modèle de colis TN 17/2 sous les canopies de type B alu équipé de la lècheferite O permet de couvrir l'ensemble des moyens de transport confiné présentés dans sa lettre de demande d'autorisation de transport.

À cet égard, l'IRSN rappelle que l'ASN avait demandé au requérant, dans la lettre citée en quatrième référence, comme convenu lors de la réunion qui s'est déroulée le 12 mars 2013 concernant les transports sous bâches ou canopies des emballages de la famille MARK II, de présenter des compléments sur les essais de caractérisation réalisés spécifiquement pour déterminer les caractéristiques des filtres équipant les bâches utilisées avec le transport de ces emballages.

L'IRSN considère que le requérant devrait répondre à cette demande afin de confirmer le conservatisme de l'étude sous canopies de type B équipé de la lècheferite de type O. Ceci fait l'objet de l'observation 2.1 présentée en annexe 2.

### Modélisation du comportement thermique du colis

Comme indiqué ci-avant, le requérant a déterminé la puissance thermique du contenu, chargé dans le colis transporté sous bâches et canopies, qui conduit aux températures des composants de l'emballage, déterminées en milieu libre, qui sont présentées dans le dossier de sûreté associé à la demande de prorogation de l'agrément actuellement en cours d'expertise par l'IRSN. Il ressort de cette analyse, qu'à niveaux de températures égales dans les composants de l'emballage, la puissance thermique maximale admissible du contenu est réduite de 450 W à 400 W par conteneur dans les configurations de transport confiné.

Comme indiqué dans le cadre de l'instruction de la précédente demande d'autorisation de transport sous bâche et canopies du modèle de colis en objet, l'IRSN note que les valeurs des coefficients d'échange par convection, appliqués sur les surfaces externes du canopy de type B, proviennent d'études semi-empiriques qui reposent sur des corrélations présentées dans l'ouvrage cité en troisième référence.

Néanmoins, par rapport aux études transmises par le requérant, qui concernent le comportement thermique d'autres modèles de colis de la famille Mark II sous des modèles de bâches et canopies similaires, l'IRSN note que les coefficients d'échanges convectifs appliqués sur les surfaces externes des moyens de transport, dans le cadre de cette demande, sont de 10 % à 15 % plus élevés que ceux utilisés dans les précédentes analyses. À cet égard, l'IRSN estime que le requérant devrait justifier que les conclusions de son analyse ne seraient pas remises en cause par une diminution, de l'ordre de 15 %, des coefficients de convection appliqués sur les surfaces externes du canopy étudié. Ceci fait l'objet de l'observation 3.1 présentée en annexe 2.

Par ailleurs, du fait de la complexité du réseau d'ailettes qui équipe la surface externe du modèle de colis, la société AREVA TN a considéré dans ses calculs une modélisation simplifiée des ailettes pour étudier le comportement thermo-fluidique du modèle de colis TN 17/2 version C en milieu confiné. Ces dernières ont été représentées par un volume homogène présent sur toute la circonférence de l'emballage. Afin de simuler de manière équivalente les pertes de charge induites par le réseau d'ailettes, le requérant a appliqué deux coefficients permettant de corriger les échanges convectifs entre la surface externe du colis et l'ambiance dans le moyen de transport confiné.

Ces coefficients correcteurs ont été déterminés par recalage sur la base d'essais thermiques réalisés avec le modèle de colis TN 13/2 version B sous une bâche de type SR8 et un canopy de type B équipé d'une lèchefrite de type O. À cet égard, l'IRSN note que la géométrie de la zone de circulation de l'air autour des ailettes est très différente entre les modèles de colis TN 13/2 et TN 17/2. En effet, le diamètre externe de l'emballage, le nombre d'ailettes par tranche radiale, ainsi que la longueur des ailettes émergeant de la résine constituent des paramètres qui diffèrent significativement entre les concepts de colis. Par conséquent, l'IRSN estime que la prise en compte des facteurs d'échanges convectifs au voisinage de la zone ailetée du colis, recalée sur la base d'essais réalisés avec le modèle de colis TN 13/2, n'apparaît pas conservatif pour étudier le comportement thermique du modèle de colis TN 17/2.

En considérant que la convection représente le mode prépondérant de dissipation thermique du colis en transport confiné, l'IRSN estime qu'il existe des incertitudes sur les températures du colis qui

pourraient remettre en cause la pertinence des puissances thermiques admissibles des chargements déterminées par la société AREVA TN. Pour mémoire, ce point avait déjà été soulevé dans le cadre de l'expertise des précédentes demandes d'autorisation de transport confiné présentées par le requérant. Cette incertitude avait conduit l'ASN à demander au requérant, dans une lettre du 14 février 2006, de réaliser un essai thermique afin de justifier le conservatisme des coefficients retenus pour modéliser les échanges convectif au droit de la zone ailetée du modèle de colis TN 17/2 sous bâches et canopies. Ceci fait l'objet de l'observation 1.1 présentée en annexe 2.

Dans ce cadre, la société AREVA TN devrait réaliser cette campagne de mesures de températures sur des emballages TN 17/2 version C chargés d'un contenu de puissance thermique minimale égale à 9,6 kW.

### 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 17/2 version C, chargé de conteneurs d'aiguilles PHENIX irradiées, sous bâches « SR9 modifiée » et « 9L » ou sous canopies de type A acier, B alu, C alu, C acier, D et F version 2, n'est pas de nature à remettre en cause la sûreté du modèle de colis sous réserve de respecter les puissances thermiques maximales présentées en annexe 1.

Par ailleurs, il conviendrait que les notes techniques, transmises par le requérant en appui de sa demande, qui définissent les adjonctions, soient référencées dans l'autorisation de transport, afin de garantir la conformité des exemplaires utilisés aux modèles définis.

Aussi, le contrôle, d'une part, de la conformité de l'adjonction avec le modèle, d'autre part, de son état de propreté et de la non obturation des orifices d'aération devrait être réalisé avant chaque expédition.

De plus, pour consolider les démonstrations de sûreté, le requérant devrait tenir compte des observations listées en annexes 2 du présent avis.

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

Annexe 1 à l'avis IRSN n° 2016-116116 du 15 avril 2016

Puissance maximale admissible des chargements du modèle de colis TN 17/2 version C pour le transport sous bâches et canopies

Type de contenus	Puissance thermique maximale par conteneur (milieu confiné)	Puissance thermique maximale par aiguille (milieu confiné)	Puissance thermique maximale par conteneur prise en compte dans les justifications du dossier de sûreté
Conteneurs d'aiguilles fissiles UO <sub>2</sub> -PuO <sub>2</sub> type a	400 W	4,17 W	450 W
Conteneurs d'aiguilles fissiles UO <sub>2</sub>	400 W	4,17 W	450 W
Conteneurs d'aiguilles fertiles radiales UO <sub>2</sub>	400 W	13,64 W	450 W
Conteneurs d'aiguilles fertiles CAS UO <sub>2</sub>	311 W	3,68 W	350 W
Conteneurs d'aiguilles fissiles UO <sub>2</sub> -PuO <sub>2</sub> type b	282 W	4,17 W	318 W

Annexe 2 à l'avis IRSN n° 2016-116116 du 15 avril 2016

Observations de l'IRSN pour l'amélioration des démonstrations de sûreté

- 1 Modélisation des échanges entre la surface ailetée du modèle de colis TN 17/2 et l'atmosphère confiné dans le moyen de transport
  - 1.1 Conformément à la demande formulée par l'ASN dans la lettre du 19 novembre 2015, réaliser des essais pour recaler le coefficient de convection autour des emballages TN 17/2 versions A et B en milieu confiné. Prendre en compte les résultats de cette campagne de mesure pour évaluer, de manière conservatrice, les températures du modèle de colis TN 17/2 versions C transporté en milieu confiné.
- 2 Caractéristiques des filtres équipant les bâches « SR9 modifiée » et « 9L »
  - 2.1 Détailler les essais de caractérisation réalisés en transmettant les compléments discutés lors de la réunion du 12 mars 2013 afin de démontrer le conservatisme des caractéristiques des filtres équipant les bâches utilisées avec les emballages TN 17/2.
- 3 Coefficients de convection appliqués sur les surfaces externes du canopy de type B équipé d'une lèchefrite de type O
  - 3.1 Justifier que les conclusions du calcul thermo-fluidique, réalisé pour évaluer le comportement thermique du colis TN 17/2 sous canopy de type B équipé d'une lèchefrite O, ne seraient pas remises en cause par une diminution, de l'ordre de 15 %, des coefficients d'échange par convection appliqués sur les surfaces externes du canopy. À défaut, justifier la pertinence et le conservatisme des coefficients retenus dans les études.