

Fontenay-aux-Roses, le 21 mai 2021

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2021-00085

---

**Objet :** Transport – Extension d'agrément – Emballage TN G3 chargé d'assemblages combustibles irradiés

---

**Réf. :** [1] Lettre ASN CODEP-DTS-2021-014023 du 19 mars 2021.  
[2] Règlement de transports de l'AIEA n°SSR-6, édition 2012.  
[3] Avis IRSN n°2020-00151 du 8 octobre 2020.

---

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'extension d'agrément du modèle de colis TN G3, présentée par la société Orano NPS, dénommée ci-après le requérant.

Le modèle de colis TN G3 fait l'objet d'un agrément multilatéral du type B pour matières fissiles selon le règlement cité en deuxième référence, pour le transport par voies routière, ferroviaire, maritime ou fluviale, d'au plus douze assemblages combustibles à base d'oxyde d'uranium, irradiés dans les réacteurs à eau sous pression du parc électronucléaire français.

La demande d'extension concerne l'ajout de nouvelles limites relatives aux caractéristiques mécaniques des blocs de mousse de carbone du capot de fond, la modification de la procédure de caractérisation des plaques de mousse de carbone lors de leur fabrication, la modification d'un critère d'acceptabilité associé et de la géométrie des échantillons utilisés pour les tests, ainsi que l'ajout d'un nouveau concept de couronne en aluminium composant le support de jupe de tête.

De l'expertise des documents transmis, tenant compte des informations apportées au cours de l'expertise, l'IRSN retient les éléments suivants.

### 1. DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS

L'emballage TN G3, de forme générale cylindrique, est constitué d'un corps équipé de deux capots amortisseurs à ses extrémités. Le corps de l'emballage est principalement constitué, de l'intérieur vers l'extérieur, d'une virole et d'un fond en acier au carbone de fortes épaisseurs, de conducteurs thermiques en cuivre délimitant des espaces remplis d'une protection radiologique et d'ailettes de refroidissement.

Les capots amortisseurs de chocs de tête et de fond sont constitués par une structure en acier remplie de blocs de mousse de carbone. Ces capots comportent deux compartiments, l'un contenant le bloc de mousse de carbone principal, l'autre un bloc additionnel.

## 2. FABRICATION DE LA MOUSSE DE CARBONE

### 2.1. CARACTERISTIQUES MECANIQUES MINIMALES

Dans la présente demande d'extension, le requérant retient la possibilité d'approvisionner le bloc principal des capots de fond avec des blocs de mousse de carbone dont les caractéristiques mécaniques minimales diffèrent de celles actuellement autorisées. Ces nouvelles caractéristiques mécaniques sont définies de manière à ce que les blocs de mousse présentant ces nouvelles caractéristiques possèdent la même capacité d'absorption énergétique que ceux présentant les caractéristiques en vigueur. Aussi, le requérant conclut que la modification n'a pas d'incidence sur les conclusions des études du comportement mécanique du colis en chute axiale sur fond des emballages. **L'ajout de ces nouvelles caractéristiques minimales pour le bloc de mousse de carbone principal du capot de fond n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

### 2.2. MODIFICATION D'UN CRITERE D'ACCEPTABILITE EN FABRICATION

Pour mémoire, le requérant a réalisé plusieurs campagnes d'essais afin de caractériser le comportement mécanique des blocs de mousse de carbone présents dans la structure des capots amortisseurs qui équipent l'emballage TN G3 (courbe d'écrasement présentant la déformation de l'échantillon en fonction de la contrainte appliquée). Certains de ces essais ont donné des résultats inattendus (courbe d'écrasement présentant un pic ou un plateau), qui ont été attribués au protocole d'essai. Aussi, pour la caractérisation des plaques de mousse utilisées lors de la fabrication des capots, le requérant a défini un protocole particulier visant à exclure ces phénomènes. Toutefois, il a de nouveau été obtenu, lors des tests réalisés en fabrication, des courbes d'écrasement présentant un tel phénomène.

Par conséquent, en s'appuyant sur un essai de chute sur une maquette de capot avec des blocs de mousse dont les tests de caractérisation ont présenté des pics-plateaux, le requérant a montré que ce phénomène, observé lors des essais de caractérisation, est bien lié au dispositif de test et non au comportement intrinsèque du matériau. Le requérant a mis en place un second protocole d'essais (le précédent pouvant toujours être mis en œuvre), visant à diminuer les cas de test inexploitable. Dans son avis cité en troisième référence, l'IRSN conclut que cette modification du protocole d'essais n'appelle pas de commentaire. Le dernier certificat d'agrément en vigueur intègre cette modification.

Selon le protocole de caractérisation des plaques de mousse de carbone, le requérant analyse la courbe d'écrasement des échantillons de mousse en éliminant, en deçà d'un certain seuil, le début de la courbe d'écrasement susceptible de fausser l'interprétation. Dans le cas où la courbe présente un plateau au-delà de ce seuil, la plaque de mousse est écartée. La présente demande d'extension concerne la modification de ce seuil. Le requérant présente la méthode retenue pour exploiter les courbes d'écrasements en considérant ce nouveau seuil et étudie l'influence de cette nouvelle méthode sur la caractérisation de la mousse de carbone. Il conclut que la méthode retenue pour exploiter les courbes d'écrasement est applicable. Afin de justifier la validité des caractéristiques mécaniques obtenues avec cette nouvelle méthode, le requérant a également réalisé un modèle numérique représentant l'essai susmentionné. Cependant, l'IRSN relève que certaines hypothèses retenues pour recalculer le modèle numérique ne sont pas justifiées.

Néanmoins, l'essai de chute complémentaire susmentionné a été réalisé avec une maquette de capot rempli de blocs de mousse dont les tests de caractérisation ont présenté des pics-plateaux au-delà du seuil, objet de la présente demande d'extension. Cet essai montre que le phénomène observé lors des essais de caractérisation n'est pas lié au comportement intrinsèque du matériau. **Aussi, cette modification n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

## 2.3. MODIFICATIONS DE LA PROCEDURE DE CARACTERISATION EN FABRICATION

La procédure de caractérisation des plaques de mousse de carbone lors de leur fabrication prévoit que plusieurs échantillons soient prélevés sur chaque plaque. Si le test réalisé sur l'un des échantillons n'est pas exploitable du fait de la présence d'un pic-plateau, un nouvel échantillon doit être prélevé pour obtenir le nombre de tests requis. Dans la présente demande d'extension, le requérant modifie cette procédure afin de considérer uniquement les échantillons qui ont permis de réaliser des tests exploitables, tout en exigeant un nombre minimal de tests exploitables.

Le requérant s'appuie sur une étude statistique liée à la dispersion des mesures réalisées lors des campagnes de caractérisation de la mousse de carbone. Il a calculé les incertitudes associées aux mesures pour les cas où certains échantillons ne sont pas exploitables en s'appuyant sur l'analyse statistique précitée. Ainsi, les résultats des essais seront comparés aux valeurs autorisées dans le dossier de sûreté en tenant compte des incertitudes issues de l'étude statistique. **Cette modification n'appelle pas de remarque.**

## 2.4. NOUVELLES GEOMETRIES D'ECHANTILLONS

Comme indiqué précédemment, afin de limiter le phénomène de pic-plateau, le requérant a introduit un nouveau protocole d'essai qui a fait l'objet de l'avis de l'IRSN cité en troisième référence. La présente demande d'extension concerne l'ajout de deux nouvelles géométries d'échantillon. Ces nouvelles géométries ont pour but de limiter l'apparition du phénomène de pic-plateau et de réduire le taux de rejet des plaques. **L'ajout de ces géométries n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

## 3. NOUVEAU CONCEPT DE SUPPORT DE JUPE DE TETE

Afin de faciliter les opérations de soudage des conducteurs en cuivre sur le support de jupe de tête, le requérant a ajouté dans le dossier de sûreté un nouveau concept de couronne de support de jupe de tête en aluminium constitué par un assemblage de deux demi-couronnes intérieures de faible épaisseur en appui sur la virole et d'une grande couronne extérieure. Cette évolution ne modifie pas les conclusions des études de sûreté réalisées par le requérant. **Aussi, ce nouveau concept n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

## 4. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés et des éléments complémentaires transmis par le requérant au cours de l'expertise, l'IRSN considère que le modèle de colis TN G3 chargé d'assemblages combustibles irradiés, tel que présenté dans la demande d'extension d'agrément, est conforme aux prescriptions réglementaires applicables au modèle de colis de type B(M) chargé de matières fissiles selon le règlement cité en deuxième référence.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Florence GAUTHIER

Chef du service de sûreté des transports et du cycle du combustible