



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 28 septembre 2023

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2023-00141

Objet : Transport - Extension d'agrément du modèle de colis TN 12/2

Réf. : [1] Lettre ASN CODEP-DTS-2023-033761 du 26 juin 2023.
[2] Règlement de transport de l'AIEA - SSR-6 - Édition de 2012.

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la conformité à la réglementation citée en seconde référence du modèle de colis TN 12/2, tel que décrit dans le dossier de sûreté joint à la demande d'extension d'agrément présentée par la société Orano Nuclear Packages and Services (Orano NPS), dénommée ci-après « le requérant ».

Le modèle de colis TN 12/2, initialement conçu pour le transport d'assemblages combustibles usés, est agréé en tant que colis de type B(M) pour le transport d'assemblages combustibles neufs ou irradiés, de carquois de crayons de sources secondaires et d'étuis de déchets activés d'exploitation (DAE) de type 2 et de type 3 (les deux types de DAE diffèrent par le nombre d'étuis, la puissance thermique et l'activité autorisés). Les certificats d'agrément en vigueur pour les différents contenus expirent le 30 septembre 2025, le 6 octobre 2027 et le 31 octobre 2027.

La présente demande d'extension d'agrément concerne les dispositions suivantes relatives au transport de DAE de type 3 :

- la modification du critère maximal d'activité massique de contamination ;
- la justification de la fraction de gaz mobilisables dans les crayons poisons ;
- le chargement partiel de DAE dans le panier avec des logements vides d'étui, qui n'est actuellement pas autorisé ;
- l'ajout de la possibilité de transporter une grappe bouchon ou une partie de grappe bouchon bloquée dans un squelette d'assemblage combustible ;
- l'inertage de la cavité à l'hélium qui n'est actuellement pas autorisé.

De l'évaluation des documents transmis, tenant compte des compléments apportés par le requérant au cours de l'expertise, l'IRSN retient les principaux éléments suivants.

1. PRÉSENTATION DU MODÈLE DE COLIS

L'emballage TN 12/2 ne fait pas l'objet de modification dans le cadre de la présente demande d'extension d'agrément. Il est constitué d'une enveloppe de confinement de forme cylindrique en acier forgé épais équipée d'un système de fermeture, protégée à chaque extrémité par un capot amortisseur de choc rempli de bois ou

MEMBRE DE
ETSON

d'aluminium. Le corps de l'emballage est recouvert d'une couche de résine neutrophage coulée entre les ailettes de refroidissement assurant la dissipation de la chaleur produite par les contenus transportés. Des tourillons, fixés sur le corps de l'emballage, servent à la dépose et à l'arrimage, ainsi qu'à la manutention horizontale et verticale du modèle de colis TN 12/2. Différents types de panier, insérés dans la cavité de l'emballage, permettent le chargement des différents contenus.

Le contenu, objet de la présente demande d'extension d'agrément, est composé d'au maximum douze étuis en acier inoxydable chargés de DAE de type 3. Les DAE de type 3 peuvent être des crayons de grappe (crayons absorbants, crayons poisons, crayons inox ou crayons bouchons), des grappes bouchons, des squelettes d'assemblage, des doigts de gants du système de réseau d'instrumentation du cœur, des têtes de grappe, des embouts inférieurs d'assemblage, des carottages, des vis ou des rebuts activés. Dans le cadre de la présente demande d'extension d'agrément, le requérant a augmenté l'activité massique maximale de contamination de l'ensemble des étuis. Néanmoins, le relâchement d'activité en conditions accidentelles de transport (CAT) est toujours inférieur au critère réglementaire. Par ailleurs, le relâchement d'activité en conditions normales de transport (CNT) ne dépend pas de l'activité de contamination. **Aussi, l'augmentation du critère maximal d'activité massique de contamination n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

2. DÉMONSTRATION DE SÛRETÉ

2.1. CONFINEMENT

Le requérant évalue le relâchement d'activité en CNT et en CAT en considérant le relâchement des gaz mobilisables issus de l'activation des DAE et le relâchement des aérosols issus de la remise en suspension de la contamination. Pour les gaz mobilisables, il considère que 100 % de ces gaz participent au relâchement d'activité, excepté dans le cas des crayons poisons en verre boraté où seule une fraction est considérée.

En réponse à une demande de l'ASN de justifier la fraction de gaz mobilisables dans le cas des crayons poisons en verre boraté, le requérant a introduit dans le dossier de sûreté du modèle de colis TN 12/2 des éléments issus d'une étude portant sur la diffusion du tritium dans des crayons constitués de pastilles de carbure de bore (B_4C). Il estime que les conclusions de cette étude sont applicables à la diffusion des gaz mobilisables dans les tubes en verre boraté des crayons poisons, sachant que le tritium a une taille comparable ou inférieure aux autres radionucléides. Bien que le verre boraté puisse avoir un comportement différent par rapport au B_4C , **l'IRSN estime que les éléments présentés par le requérant sont acceptables.**

Pour estimer la fraction de gaz à retenir, un coefficient de diffusion des gaz mobilisables doit être déterminé. À cet égard, le requérant s'appuie sur un modèle de diffusion basé sur la loi de Fick en utilisant des coefficients de diffusion expérimentaux issus de la littérature. Les valeurs expérimentales utilisées sont les valeurs les plus pénalisantes, obtenues dans les conditions d'irradiation proches des réacteurs à eau pressurisée (REP), disponibles dans la littérature. Les coefficients de diffusion expérimentaux sont ensuite corrigés pour prendre en compte, de manière pénalisante, d'une part les températures atteintes en CAT et en CNT en appliquant une loi d'Arrhenius, d'autre part l'effet de la densité du verre boraté par rapport à la densité théorique du B_4C . **L'IRSN estime que ceci est satisfaisant.** Le requérant calcule ainsi la fraction de gaz émise dans l'interface gaine/pastille et considère que les gaz sont directement diffusés dans la cavité. Puis, il s'assure que les critères réglementaires de relâchement d'activité sont respectés pour un chargement de l'emballage composé de douze étuis, dont cinq sont chargés de crayons poisons.

Aussi, l'IRSN estime que les compléments apportés par le requérant au dossier de sûreté du modèle de colis TN 12/2, relatifs à la fraction retenue de gaz mobilisables pour les crayons poisons en verre boraté, permettent de répondre de manière satisfaisante à la question de sûreté portée par la demande de l'ASN.

2.2. RADIOPROTECTION

Afin de démontrer la conformité du modèle de colis TN 12/2 aux exigences réglementaires relatives au respect des débits de dose en conditions de transport de routine (CTR) au contact et en CAT à 1 m du colis, le requérant utilise la méthode dite des « inéquations ». Cette méthode vise à établir un système d'inéquations comparant les activités du chargement avec des termes sources dits de référence correspondant aux activités théoriques qui conduisent aux débits d'équivalent de dose (DED) réglementaires.

Jusqu'à présent, la méthode retenait la présence d'un étui dans les douze logements de l'emballage y compris pour les logements vides d'étui, ce qui introduisait un biais d'atténuation supplémentaire des rayonnements. Aussi, en réponse à une demande de l'ASN de compléter la méthode pour qu'elle puisse couvrir les cas de chargements dits « incomplets » (c'est-à-dire avec des logements vides de DAE et d'étui), le requérant considère dorénavant deux cas de chargement partiel dans une configuration pour lesquels des logements sont imposés vides d'étui et de DAE. Pour les cas de chargements incomplets, les inéquations sont modifiées par des facteurs de passage entre le cas de chargement complet et les deux cas de chargements incomplets, prenant en compte l'absence d'étui dans les logements imposés vides. **L'IRSN estime que les éléments présentés par le requérant sont satisfaisants.**

En outre, le requérant introduit dans l'utilisation de la méthode des inéquations la possibilité de transporter des étuis avec des logements vides ne correspondant pas aux logements imposés vides dans les cas des chargements partiels. À cet égard, il précise que l'activité à considérer dans les inéquations est l'activité de l'étui le plus pénalisant du chargement. Par ailleurs, le requérant prend en compte, dans les inéquations, la présence d'un étui dans ces logements vides, ce qui induit un biais d'atténuation des rayonnements. Il justifie l'acceptabilité de ces chargements en considérant que la prise en compte de l'activité de l'étui le plus pénalisant du chargement dans le logement vide compense la présence de l'étui. **L'IRSN estime que les éléments présentés par le requérant permettent de répondre à la demande de l'ASN relative au chargement partiel de DAE dans le panier avec des logements vides d'étui.**

Enfin, le requérant prévoit de transporter une grappe bouchon ou une partie de grappe bouchon bloquée dans un squelette d'assemblage combustible. Ces squelettes, transportés sans étui, sont considérés comme des DAE avec étuis dans la méthode des inéquations. Le requérant indique que le blindage apporté par les pièces en acier du squelette compense l'absence d'étui. Il estime en outre que la présence de la grappe bouchon ajoute de la matière en acier inoxydable ce qui participe à l'atténuation des rayonnements. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

2.3. RADIOLYSE

Les étuis de DAE étant entreposés sous eau, leur chargement dans l'emballage TN 12/2 conduit à un remplissage de la cavité de l'emballage en eau. À cet égard, compte tenu de la géométrie, la présence d'eau résiduelle, même après drainage et séchage, ne peut pas être exclue et peut s'accompagner d'un risque de production de dihydrogène par radiolyse sous l'effet des rayonnements ionisants. Aussi, le requérant propose, à l'issue des opérations de séchage, de remplir à l'air ou d'inertage à l'hélium la cavité de l'emballage. Dans le cas du remplissage à l'air, une mesure de taux de dihydrogène est réalisée avant transport et permet, après extrapolation, de vérifier que ce taux est inférieur à la limite inférieure d'inflammabilité de l'hydrogène. Dans le cas de l'inertage à l'hélium, la mesure du taux de dihydrogène n'est pas effectuée. Le requérant calcule alors les activités maximales admissibles liées à l'activation des DAE pour que le taux de dihydrogène ne dépasse pas la limite inférieure d'inflammabilité de l'hydrogène. Ces activités maximales dépendent du volume d'eau résiduelle, du nombre d'étuis de DAE chargés dans l'emballage et du temps de transport.

À l'issue de la précédente instruction, l'ASN n'avait pas autorisé l'inertage à l'hélium, le requérant n'ayant pas présenté dans son dossier de méthode de détermination du volume d'eau résiduelle. Dans l'objectif de pouvoir utiliser l'inertage à l'hélium, il propose, en réponse à une demande de l'ASN sur ce point, une méthode basée

sur les caractéristiques géométriques des DAE. Les zones de rétention, déterminées d'après les plans du DAE en prenant en compte les tolérances de fabrication, sont prises intégralement remplies d'eau indépendamment de leur orientation dans l'étui. **L'IRSN estime que la méthode retenue par le requérant pour évaluer la quantité d'eau résiduelle dans la cavité de l'emballage en cas d'inertage à l'hélium est adaptée.** En outre, le requérant précise que l'obstruction de tous les trous d'évacuation en fond d'étui n'est pas possible pour la majorité des déchets en raison de leur géométrie. Lorsque la géométrie d'un des DAE chargés n'est pas connue ou que ce DAE peut entraîner l'obstruction de tous les trous d'évacuation, le requérant prévoit d'utiliser la méthode de remplissage à l'air. **L'IRSN estime que l'ensemble de ces éléments permet de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

3. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés et en tenant compte des informations transmises par la société Orano NPS au cours de l'expertise, l'IRSN estime que le modèle de colis TN 12/2 chargé de DAE de type 3, tel que défini dans le projet de certificat d'agrément, est conforme aux prescriptions de l'édition 2012 du règlement de transport des matières radioactives de l'AIEA applicable aux modèles de colis de type B(M) pour matières non fissiles ou fissiles exceptées.

L'IRSN estime plus particulièrement que le requérant a répondu de manière satisfaisante aux demandes de l'ASN concernant le transport de chargements incomplets de DAE et la méthode d'inertage à l'hélium.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Eric LETANG

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté