

Fontenay-aux-Roses, le 28 janvier 2025

Monsieur le Directeur du transport et des sources

AVIS D'EXPERTISE N° 2025-00007

Objet : Transport – Renouvellement d'agrément du modèle de colis TN GEMINI

Réf. : [1] Lettre ASN CODEP-DTS-2024-020776 du 26 avril 2024.
[2] Règlement de transport de l'AIEA - SSR-6 - Édition de 2018.

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a sollicité 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 GEMINI en tant que colis de type B(M), tel que décrit dans le dossier de sûreté joint à la demande de renouvellement d'agrément présentée par la société ORANO NPS (dénommée ci-après « le requérant »).

Au 1^{er} janvier 2025, l'ASN et l'IRSN sont devenus l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR). Le présent avis de la Direction de l'expertise en sûreté de l'ASNR vient en réponse à la lettre citée en première référence.

Le modèle de colis TN GEMINI chargé de rebuts technologiques, de déchets solides ou de sources neutroniques, conditionnés dans des fûts métalliques ou bétonnés, répartis sous différents contenus, est actuellement agréé pour le transport par voie routière, fluviale, maritime et ferroviaire. La validité des agréments en vigueur expire le 20 juillet 2025. Dans le cadre de la présente demande de renouvellement d'agrément, le requérant présente quelques modifications de concept et de définition de l'emballage et de ses contenus, un retour d'expérience sur la maintenance et l'exploitation de l'emballage TN GEMINI, ainsi que des réponses aux demandes de l'ASN formulées à la suite de l'instruction du précédent renouvellement d'agrément.

De l'évaluation des documents transmis, en tenant compte des éléments complémentaires apportés par le requérant au cours de l'expertise, la Direction de l'expertise en sûreté retient les points importants suivants.

1. DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS

Pour rappel, le modèle de colis TN GEMINI est constitué d'un caisson de forme générale parallélépipédique et de fûts de déchets placés dans des aménagements internes. L'emballage est constitué d'un corps, d'un couvercle et d'un capot amortisseur de tête.

Le corps et le couvercle de l'emballage sont constitués de plusieurs couches de matériaux amortisseurs, la couche interne étant protégée par une tôle anti-poinçonnement. Le couvercle est muni d'un orifice de remise en atmosphère de la cavité et de prise d'échantillon, qui est obturé par une tape. Le couvercle et la tape sont munis de gorges accueillant des joints de confinement. Dans la cadre de la présente demande, le requérant a modifié

les dimensions d'une des versions des gorges de joints du couvercle. En outre, il demande à ajouter deux nouvelles nuances de joints à celles déjà autorisées dans le dossier de sûreté. Ces points sont discutés aux § 3 et 7 du présent avis.

Le capot amortisseur de tête est constitué d'une partie centrale de forme octogonale, composée d'une couche de mousse phénolique et en partie extérieure, d'une épaisseur de séquoia et d'une tôle anti-poinçonnement en acier inoxydable. Il est fixé au corps au moyen de vis en acier inoxydable.

Le modèle de colis TN GEMINI est décliné en trois versions (VA, VB et VC) qui diffèrent de par les propriétés mécaniques de leurs matériaux amortisseurs et la masse maximale autorisée de leurs contenus respectifs.

En réponse à une demande de l'ASN, le requérant a ajouté le contrôle radiographique à 100 % de l'ensemble des soudures de l'enveloppe de confinement dans le chapitre décrivant l'emballage du dossier de sûreté. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que ceci permet de répondre de manière acceptable à la demande de l'ASN.** En cours d'expertise, le requérant a indiqué qu'il a rencontré des difficultés pour réaliser ce contrôle sur deux des soudures d'un exemplaire appartenant à la variante VC et que cet exemplaire ne sera plus utilisé après expiration des certificats d'agrément en vigueur.

Dans le cadre de la présente demande, le requérant souhaite agréer l'ensemble des contenus existants. Pour rappel, il s'agit de déchets technologiques, de sources neutroniques ou de concentrats conditionnés en fûts étanches ou non étanches. Ces fûts sont placés dans des aménagements internes (palettes, clayettes...). En outre, le requérant souhaite augmenter les puissances thermiques maximales de certains types de fûts pour deux contenus. Enfin, il prévoit d'ajouter une nouvelle composition isotopique pour trois contenus, afin d'augmenter la quantité de matière fissile par colis. Ces points sont discutés ci-après.

2. COMPORTEMENT MÉCANIQUE

Dans le cadre de la présente demande, le requérant a mis à jour la démonstration permettant de s'affranchir de l'épreuve de poussée d'immersion en tenant compte de la nouvelle composition isotopique des contenus concernés. **Ceci n'appelle pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

En réponse à une demande de l'ASN relative au potentiel talonnement du sequoia présent dans le corps de l'emballage lors d'une chute du modèle de colis sur cible indéformable, le requérant a indiqué qu'en prenant en compte, en sus du sequoia présent dans le corps de l'emballage, le sequoia présent dans le capot ainsi qu'en fond d'emballage, la marge à l'égard du talonnement du sequoia devient significative. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que les éléments présentés répondent de manière acceptable à la demande de l'ASN.**

3. COMPORTEMENT THERMIQUE ET CONFINEMENT

Comme indiqué au § 1, le requérant demande une augmentation de la puissance dans certains types de fût pour deux contenus. Néanmoins, la puissance interne de l'ensemble des fûts retenue pour ces deux contenus dans l'étude thermique du dossier de sûreté du modèle de colis reste enveloppe des nouvelles puissances demandées. Aussi, le requérant n'a pas modifié l'étude thermique pour la présente demande de renouvellement d'agrément. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de la Direction de l'expertise en sûreté.**

En réponse à une demande de l'ASN portant sur le risque de poursuite de combustion du bois du capot en conditions accidentelles de transport (CAT), le requérant évalue, sans tenir compte de ce phénomène, que les températures maximales atteintes en CAT au niveau des joints sont très inférieures aux températures qu'il faudrait atteindre pour remplir à 100 % les gorges des joints. Il estime que cette marge est suffisante pour couvrir l'augmentation de température occasionnée par une éventuelle poursuite de combustion du bois des capots. L'ordre de grandeur retenu par le requérant s'appuie sur un essai mené sur une maquette de capot non représentative du capot du modèle de colis TN GEMINI. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que le requérant pourrait justifier le caractère suffisant de l'élévation de température retenue pour prendre en compte le phénomène de post-combustion du bois du capot. Aussi, la Direction de l'expertise en sûreté**

estime que les éléments présentés ne sont pas suffisants pour répondre complètement à la question de sûreté portée par la demande de l'ASN. Dans la mesure où la quantité de bois présente dans le capot du modèle de colis TN GEMINI est relativement limitée par rapport à celle présente sur la maquette d'essai précitée, **la Direction de l'expertise en sûreté estime que l'augmentation de la température ne devrait toutefois pas conduire à une perte de l'étanchéité du joint.**

Par ailleurs, le requérant a mis à jour les calculs de taux de compression minimal à basse température afin de tenir compte notamment des nouvelles dimensions des gorges de joints du couvercle. **Les valeurs obtenues n'appellent pas de remarque de la Direction d'expertise en sûreté.**

Enfin, les nouvelles compositions isotopiques des contenus concernés sont couvertes par celle retenue dans l'étude de relâchement d'activité. Aussi, le requérant n'a pas révisé l'étude de relâchement d'activité pour la présente demande. **Ceci n'appelle pas de remarque de la Direction d'expertise en sûreté.**

4. RADIOPROTECTION

Le requérant présente une nouvelle analyse de radioprotection pour plusieurs contenus, afin de tenir compte d'une demande de l'ASN d'ajouter un calcul de débit d'équivalent de dose (DED) à 2 m du colis en CTR et de prendre en compte l'endommagement maximal de l'emballage en CAT. À cet égard, il retient dorénavant les endommagements maximaux des grandes faces de l'emballage issus des CAT. En outre, il considère de manière pénalisante que toutes les matières radioactives peuvent se concentrer en un point dans la cavité de l'emballage. Le requérant obtient comme résultat que la marge la plus faible des DED calculés à l'égard des critères réglementaires est celle au contact du colis en CTR. Une mesure avant expédition étant requise, elle devrait permettre de détecter tout éventuel écart à la réglementation. En CAT, il conclut que les marges sont significatives.

La Direction de l'expertise en sûreté estime que les éléments présentés, tenant compte des nouvelles compositions isotopiques, répondent de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.

5. PRÉVENTION DES RISQUES DE CRITICITÉ

Dans le cadre de la présente demande, le requérant a mis à jour l'étude de l'évaluation des risques de sûreté-criticité du modèle de colis afin de tenir compte des nouvelles compositions isotopiques de trois contenus.

Pour les deux contenus pour lesquels il demande en outre une augmentation de la puissance thermique maximale de certains types de fûts, le requérant ne modifie pas les limites déjà autorisées et enveloppes des nouvelles compositions isotopiques. S'agissant de la limite par colis, il retient une modélisation que l'IRSN avait estimé acceptable. Le requérant conclut que le critère d'admissibilité en colis isolé est respecté et que le résultat du réseau de colis est similaire à la configuration en colis isolé. **Ceci n'appelle pas de remarque de la Direction d'expertise en sûreté.**

Concernant le troisième contenu, le requérant retient une modélisation en négligeant les matériaux de structure de l'emballage, à l'exception notamment des tôles en acier inoxydable de la paroi interne de l'emballage délimitant sa cavité. Il modélise la matière fissile de chacun des deux fûts par une sphère de plutonium métallique ou d'un mélange d'uranium et de plutonium, modéré de façon quelconque par de l'eau. Le requérant conclut que le critère admissible en colis isolé et en réseau de colis est respecté. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que la démonstration présentée est satisfaisante.**

6. RADIOLYSE

Dans le cadre de la présente demande de renouvellement d'agrément, le requérant n'a pas modifié la justification de l'absence de création d'une atmosphère explosive par production de gaz inflammable par radiolyse ou thermolyse pour les contenus non modifiés. Aussi, seules les évolutions relatives aux trois contenus comportant de nouvelles compositions isotopiques sont présentées ci-après.

Pour les deux contenus pour lesquels il demande également une augmentation de la puissance thermique maximale de certains types de fûts, le requérant a mis à jour l'étude afin de tenir compte de cette augmentation et de la mise à jour des différents rendements radiolytiques. La Direction de l'expertise en sûreté relève que la marge entre la nouvelle valeur de concentration maximale d'hydrogène et le critère admissible reste suffisante, **ce qui est satisfaisant.**

Pour le troisième contenu, la démonstration du risque de production d'hydrogène par radiolyse se fonde sur l'évaluation d'un rapport, désigné sous le terme χ , entre la vitesse de consommation d'oxygène et celle de la production d'hydrogène par radiolyse pour chaque matériau radiolysable potentiellement présent dans les fûts de déchets. Ce rapport est ensuite comparé à des critères prédéfinis.

En réponse à une demande de l'ASN sur les conséquences d'une éventuelle explosion dans un fût, le requérant a déterminé, sur la base de nouveaux essais, une nouvelle valeur du rapport χ pour le polymère appelé EVA (copolymère d'éthylène et d'acétate de vinyle). Cette valeur étant supérieure aux critères définis pour deux contraintes de conditionnement, le requérant considère qu'une explosion dans un conditionnement en regard de ces deux critères n'est pas possible en présence de ce polymère. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que ces éléments permettent de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

En réponse à une demande de l'ASN portant sur la proportion des différents polymères présents dans les déchets transportés dans ce contenu, le requérant présente la proportion de déchets plastiques (tous polymères autorisés confondus) par rapport aux autres types de déchets ; il indique ne pas disposer de la distribution entre les différents polymères. Toutefois, dans la mesure où le projet de certificat n'autorise que des polymères dont le rapport χ est supérieur au critère admissible, **cela revient à répondre de manière satisfaisante à la question de sûreté portée par la demande de l'ASN.**

7. RETOUR D'EXPERIENCE ET VIEILLISSEMENT

Le requérant présente le retour d'expérience acquis entre 2019 et 2023 lors des opérations de maintenance et d'exploitation réalisés sur les différents exemplaires du modèle de colis TN GEMINI. **Ces éléments n'appellent pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

Par ailleurs, le requérant a intégré dans le dossier de sûreté du modèle de colis une analyse des mécanismes de vieillissement du modèle de colis afin de répondre aux exigences de la réglementation citée en seconde référence. Les effets pouvant affecter le vieillissement des composants du colis sont l'humidité, la température et l'irradiation.

Concernant l'humidité et de l'irradiation, le requérant indique que le colis, du fait de sa conception et son utilisation prévue, ainsi que des faibles intensités de rayonnement pouvant être présentes dans les contenus, ne peut pas subir de modification de son état susceptible de modifier les conclusions des chapitres d'analyses du dossier de sûreté. **Ceci n'appelle pas de remarque de la Direction d'expertise en sûreté.**

Concernant la température, le requérant indique que la puissance thermique dégagée par les contenus est très limitée et les températures atteintes par les contenus en CNT sont faibles ; pour lui, il n'y a donc pas d'effet de vieillissement thermique des composants du colis. Le requérant présente également une analyse du risque de vieillissement des joints d'étanchéité en vigueur et des deux nouvelles nuances de joints. Les endommagements évalués étant inférieurs au critère avec des marges significatives, il conclut que la tenue au vieillissement des joints en fonction des températures atteintes dans toutes les conditions de transport est assurée. Enfin, compte tenu de l'absence d'endommagement significatif sur une durée de huit ans et de l'absence de défaut constaté en maintenance, le requérant demande à modifier la périodicité de remplacement des joints, de quatre ans actuellement, à huit ans. **Compte tenu des éléments présentés par le requérant, la Direction de l'expertise en sûreté estime que la modification de la périodicité de changement des joints à huit ans est acceptable.**

8. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés et en tenant compte des informations transmises par le requérant au cours de l'expertise, la Direction de l'expertise en sûreté estime que le modèle de colis TN GEMINI, tel que défini dans le projet de certificat d'agrément, est conforme aux prescriptions de l'édition 2018 du règlement de transport des matières radioactives de l'AIEA applicable aux modèles de colis de type B(M).

Par ailleurs, la Direction de l'expertise en sûreté estime que le requérant a répondu de manière satisfaisante aux demandes formulées par l'ASN à l'issue des précédentes instructions concernant le modèle de colis TN GEMINI, sauf pour ce qui concerne la demande relative à la post combustion du bois des capots pour laquelle des compléments restent à apporter afin de confirmer l'absence de perte d'étanchéité à l'issue de l'épreuve de feu.

Pour le Directeur de l'expertise en sûreté

Anne-Cécile JOUVE

Adjointe du Directeur de l'expertise en sûreté