

Monsieur le Directeur de la Direction du transport et des sources

Fontenay-aux-Roses, le 10 février 2026

AVIS D'EXPERTISE N° 2026-00018 DU 10 FEVRIER 2026

Objet : Transport - Demande d'extension d'agrément du modèle de colis Surcoque MANON

Références : [1] Lettre ASNR CODEP-DTS-2025-062590 du 15 octobre 2025
[2] Règlement des transports de l'AIEA - SSR-6 - Édition de 2018
[3] Règlement des transports de l'AIEA - SSR-6 - Édition de 2012

Par lettre citée en première référence, la Direction du transport et des sources de l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR) sollicite l'avis de la Direction de l'expertise en sûreté de l'ASNR sur la conformité à la réglementation citée en deuxième référence du modèle de colis Surcoque MANON, tel que décrit dans le dossier de sûreté joint à la demande d'extension d'agrément présentée par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), dénommée ci-après « le requérant ».

La Surcoque MANON est un emballage conçu pour le transport par voies routière et maritime de déchets, de sources radioactives et d'appareils indémontables de type générateurs isotopiques, chargés soit dans des conteneurs soit dans une enceinte de confinement externe (EDCE). Ce modèle de colis est agréé en tant que modèle de colis de type B(U) pour matières fissiles ou non, selon le contenu considéré. Les certificats d'agrément en vigueur, délivrés selon le règlement de transport de l'AIEA cité en troisième référence, expirent le 30 novembre 2027.

La présente demande d'extension d'agrément concerne l'utilisation d'une EDCE de volume utile plus important, nommée « EDCE XL », qui servira à transporter une coque CF1.1M chargée de déchets.

De l'évaluation des documents transmis, tenant compte des informations apportées par le requérant au cours de l'expertise, la Direction de l'expertise en sûreté retient les principaux éléments suivants.

1. DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS

Le modèle de colis, objet de la présente demande d'extension d'agrément, est constitué de la Surcoque MANON contenant une EDCE XL chargée d'une coque CF1.1M. Le requérant n'a pas modifié la conception de la Surcoque MANON déjà agréée.

Pour mémoire, la surcoque est constituée de deux demi-coquilles cylindriques en acier inoxydable, chacune soudée à un fond en acier découpé, afin de permettre le passage de l'air, et à une bride permettant de les maintenir vissées. Chaque demi-coquille est munie d'un amortisseur en mousse phénolique habillée de tôles d'acier inoxydable soudées sur la demi-coquille, ainsi que de tôles anti-poinçonnement. La demi-coquille supérieure dispose de trois plots soudés sur lesquels sont vissés des anneaux pour la manutention de la Surcoque MANON et de quatre oreilles soudées permettant son arrimage.

L'EDCE XL, de forme cylindrique, est constituée de deux demi-coquilles assemblées *via* leur bride de fixation au moyen de 45 vis. La bride de la demi-coquille inférieure possède deux gorges permettant d'accueillir des joints obliques en élastomère assurant l'étanchéité du modèle de colis. La demi-coquille supérieure est équipée d'une tape

d'étanchéité également équipée d'un système de double joint torique et fixée au corps au moyen de vis. L'EDCE XL est de conception similaire à l'EDCE déjà agréée, mais avec un diamètre et une hauteur utiles plus importants et un système amortisseur en bois.

Le contenu à transporter dans l'EDCE XL est constitué de déchets magnésiens U-Mg-Zr, conditionnés dans une coque CF1.1M. La coque CF1.1M, de forme générale cylindrique, est entourée d'une jupe de protection radiologique en plomb. Elle contient des poubelles métalliques en acier inoxydable, équipées d'un filtre métallique qui empêche la dissémination des matières contenues dans la coque en fonte. Les déchets magnésiens contenus dans ces poubelles sont constitués de morceaux de gaines de magnésium et de combustible issus des réacteurs à uranium naturel graphite-gaz (UNGG) ou des réacteurs à eau lourde. Ce nouveau contenu ne comporte pas de graphite, de béryllium, de matériaux à forte teneur en hydrogène et d'eau en quantité significative.

2. COMPORTEMENT MECANIQUE

La masse maximale du modèle de colis Surcoque MANON est significativement plus élevée que celle actuellement agréée. Aussi, dans le cadre de la présente demande d'extension d'agrément, le requérant a mis à jour le dossier de sûreté afin de vérifier la résistance structurelle de la nouvelle configuration de transport avec l'EDCE XL. Cette vérification concerne en particulier d'une part les organes d'arrimage et de manutention en conditions de transport de routine (CTR), d'autre part la tenue aux épreuves réglementaires des conditions normales de transport (CNT) et des conditions accidentelles de transport (CAT).

2.1. ARRIMAGE ET MANUTENTION

Le requérant n'a pas modifié les procédures d'arrimage et de manutention du modèle de colis Surcoque MANON par rapport à celles définies pour les autres configurations de transport déjà agréées. Les contraintes statiques maximales dans les organes d'arrimage et de manutention pour la nouvelle configuration restent inférieures aux limites d'élasticité définies aux températures maximales des CNT avec des marges de sûreté significatives. **Ceci n'appelle pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

S'agissant de la tenue à la fatigue, le requérant détermine la limite d'endurance en s'appuyant sur une corrélation du centre technique des industries mécaniques (CETIM) sans tenir compte des paramètres d'influence. Ces paramètres avaient pourtant été pris en compte par le requérant, et justifiés dans les études précédentes, pour les mêmes organes d'arrimage et de manutention. Il s'agit en particulier des effets d'échelle, d'état de surface et d'éventuelles concentrations de contraintes qui seraient différents des essais ayant permis de déterminer la corrélation du CETIM. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que, les organes n'ayant pas été modifiés, le requérant devrait retenir, dans une approche conservatrice, les paramètres d'influence précités pour l'étude de la tenue de la Surcoque MANON lors des opérations de levage et d'arrimage.**

La Direction de l'expertise en sûreté rappelle également que la corrélation du CETIM n'est *a priori* pas applicable aux soudures. Ceci avait notamment été souligné par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) lors de la première demande d'agrément du modèle de colis Surcoque MANON. **Aussi, la Direction de l'expertise en sûreté estime que le requérant devrait définir des critères justifiés, notamment au regard de codes de construction comme l'Eurocode 3.**

Toutefois, compte tenu des contraintes évaluées dans les organes d'arrimage et de manutention de la Surcoque Manon, la Direction de l'expertise en sûreté estime que ces points ne mettent pas en cause la sûreté des transports de la Surcoque MANON.

2.2. TENUE AU GERBAGE

L'épreuve de tenue au gerbage consiste à empiler six modèles de colis. Le requérant a mis à jour l'évaluation de la résistance mécanique de la surcoque au gerbage en tenant compte de la masse du modèle de colis Surcoque MANON. Il a évalué d'une part que la contrainte exercée sur les capots est très inférieure à la contrainte de compression de la mousse phénolique, d'autre part que la contrainte dans les deux demi-coquilles est inférieure à la contrainte critique de flambement. Le requérant conclut à la stabilité de la surcoque. **Ces éléments n'appellent pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

2.3. TENUE AUX EPREUVES DE CHUTE

Dans le cadre de la présente demande d'extension d'agrément, le requérant a développé un modèle numérique aux éléments finis dont la validation repose sur une comparaison des calculs de chute avec les essais réalisés à l'occasion de la première demande d'agrément. Des résultats des calculs de recalage du requérant, il ressort que les essais de chute libre présentent des écrasements inférieurs de 10 à 20 %, ce qui est considéré pénalisant par le requérant. Toutefois, la Direction de l'expertise en sûreté relève que les valeurs maximales des accélérations sont atteintes à des temporalités différentes et que les courbes accélérométriques des essais et des calculs ne sont pas en phase. **Aussi, la Direction de l'expertise en sûreté estime que le requérant pourrait justifier que ces écarts ne mettent pas en cause la fiabilité du modèle numérique et l'analyse du comportement mécanique du modèle de colis Surcoque MANON en chute.**

Des calculs réalisés, le requérant conclut que, malgré des déformations proches des critères de rupture, néanmoins situées sur des zones très localisées du modèle numérique, la tenue de la Surcoque MANON chargée d'une EDCE XL contenant une coque CF1.1M est assurée. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que ceci est convenable.**

3. COMPORTEMENT THERMIQUE

Dans le cadre de la présente demande d'extension d'agrément, le requérant a mis à jour son étude du comportement thermique du modèle de colis pour définir la distribution des températures au sein du modèle de colis Surcoque MANON dans toutes les conditions de transport. Les températures ainsi déterminées sont notamment utilisées dans les études de dimensionnement des joints et de relâchement d'activité. **Ceci n'appelle pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

En CTR, le requérant vérifie que la température externe du modèle de colis est inférieure au critère réglementaire de 50 °C sans ensoleillement. En CNT, le comportement du modèle de colis est analysé en positions verticale et horizontale, avec ou sans bâche. **À cet égard, il appartient au requérant de s'assurer que les bâches utilisées pour le transport possèdent des caractéristiques équivalentes à celles considérées dans les calculs, par exemple en complétant les instructions d'utilisation du modèle de colis Surcoque MANON.** Le requérant utilise la configuration la plus pénalisante pour les joints en CNT pour initialiser les calculs en CAT.

Les évaluations réalisées en CAT par le requérant montrent que les températures atteintes dans les composants sensibles, en particulier le plomb et les joints, sont inférieures aux critères de dimensionnement retenus. Pour ce qui concerne le plomb, sa température locale maximale est inférieure à la température de fusion avec une marge significative. Pour ce qui concerne les joints de confinement, la Direction de l'expertise relève que la limite admissible d'utilisation de 170 °C retenue pour une certaine nuance de joint élastomère n'est pas justifiée par le requérant. Pour cette nuance, la température maximale atteinte au niveau des joints de la bride dépasse la température maximale acceptable mentionnée dans la fiche fabricant. **Toutefois, compte tenu du faible dépassement observé et de son caractère transitoire (environ cinq heures), la Direction de l'expertise en sûreté estime que ceci ne devrait pas mettre pas en cause la sûreté des transports du modèle de colis Surcoque MANON.**

4. CONFINEMENT

Pour ce qui concerne l'étude du relâchement d'activité, en considérant que le contenu relâchable est disponible sous forme d'aérosols, le requérant évalue que, pour atteindre les critères réglementaires de flux de fuite, l'activité massique maximale transportable est plus élevée d'un facteur supérieur à 10 000 que la valeur définie dans le dossier de sûreté du modèle de colis Surcoque MANON. **Ceci n'appelle pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

S'agissant du dimensionnement des joints, le requérant évalue que le taux de compression est généralement supérieur à 15 %, en tenant compte des effets de la température, des tolérances de fabrication et d'une déformation rémanente après compression. Par ailleurs, les taux de remplissage de gorge restent inférieurs à leur limite d'extrusion, cette limite étant néanmoins atteinte pour une température très proche de celle évaluée en CAT pour une nuance de joints. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que ceci reste convenable.**

5. RADIOPROTECTION

Le requérant a réalisé une étude pour le nouveau contenu afin de démontrer que le modèle de colis Surcoque MANON satisfait aux exigences réglementaires de radioprotection imposant la limitation des débits d'équivalent de dose (DED) autour du colis et du véhicule.

Le requérant s'appuie, pour le modèle géométrique de calcul utilisé dans son étude, sur des dimensions et sur des formes simplifiées. À titre d'exemple, les capots amortisseurs de la Surcoque MANON et de l'EDCE XL ne sont pas modélisés, les épaisseurs de leur virole et de certains éléments de la coque CF1.1M sont minorées, et les jeux entre les différentes structures sont considérés nuls. Le requérant a réalisé des calculs de radioprotection en considérant à la fois une source homogène et une source hétérogène. Le calcul en source homogène permet de démontrer que les DED sont les plus élevés en partie supérieure de la coque CF1.1M. Pour l'étude de la source hétérogène, 75 % de l'activité est concentrée dans la moitié supérieure de la cavité de la coque CF1.1M. **Ces éléments n'appellent pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

Le requérant conclut que, dans tous les cas, les critères réglementaires de transport sont respectés pour l'ensemble des configurations étudiées, **ce qui est satisfaisant**. La Direction de l'expertise en sûreté relève que le requérant retient en CTR le critère de 10 mSv/h au contact du modèle de colis, autorisé pour un transport sous utilisation exclusive. Pour rappel, en cas de DED mesuré avant expédition supérieur à 2 mSv/h au contact du colis, il appartient à l'expéditeur de prendre les mesures de protection requises au paragraphe 573 du règlement cité en deuxième référence. **Compte tenu du caractère conservatif des hypothèses retenues par le requérant et du caractère pénalisant de leur cumul, la Direction de l'expertise en sûreté estime que cette situation devrait a priori être écartée.**

6. PREVENTION DES RISQUES DE CRITICITE

Dans le cadre de la présente demande d'extension d'agrément, le requérant a fourni une étude relative à la prévention des risques de criticité pour le nouveau contenu constitué des déchets magnésiens.

Pour l'analyse du contenu de la coque CF1.1M, le requérant s'appuie sur un standard de criticité pour une configuration de milieu fissile correspondant à un réseau de sphérules d'uranium métallique non irradié, de rayon variable et modéré par une quantité quelconque d'eau. Il considère le cas d'un regroupement de la matière de cinq colis entièrement ruinés, couvrant le cas du réseau de 2N colis en CAT et celui du réseau de 5N colis en CNT. Cette configuration est équivalente, selon le standard, au milieu fissile de référence du modèle de colis réfléchi par 25 cm de plomb et 20 cm d'eau, réflexion considérée enveloppe des matériaux présents dans l'emballage.

S'agissant des hypothèses retenues par le requérant, la Direction de l'expertise en sûreté relève que le graphite, présent dans la fonte à graphite lamellaire constituant la coque CF1.1M, est en principe un réflecteur plus efficace que le plomb. Toutefois, sa faible proportion ne devrait, *a priori*, pas avoir de conséquence majeure sur la réactivité du milieu fissile. **Il appartient néanmoins au requérant de compléter le dossier de sûreté du modèle de colis Surcoque MANON afin de démontrer que la fraction massique de graphite contenue dans la fonte n'est pas suffisante pour mettre en cause la sûreté du modèle de colis du point de vue de la criticité.**

Sur la base des résultats de calculs obtenus, le requérant conclut que la sous-criticité du modèle de colis Surcoque MANON est démontrée et que le nombre maximal de colis autorisé par transport est égal à 1. **Ceci n'appelle pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

7. ANALYSE DES MECANISMES DE VIEILLISSEMENT

Pour rappel, le requérant demande un agrément selon l'édition 2018 du règlement de l'AIEA qui requiert maintenant de prendre en compte les mécanismes de vieillissement dès la phase de conception d'un modèle de colis.

Au cours de l'expertise, le requérant a transmis une analyse visant à satisfaire aux exigences associées à cette nouvelle édition. Il a identifié les principaux composants du modèle de colis Surcoque MANON assurant une fonction de sûreté susceptibles d'être affectés par les phénomènes de vieillissement, à savoir les aciers, le bois des amortisseurs, la mousse phénolique des amortisseurs des capots, les joints de confinement et la visserie de la

surcoque MANON et de l'EDCE XL. À cet égard, il exclut une dégradation significative des structures de l'emballage ou de l'EDCE XL, eu égard en particulier à la faible puissance thermique du contenu. En outre, le requérant considère négligeable le vieillissement sous irradiation compte tenu des caractéristiques des composants de l'emballage et des contenus transportés, du temps total de transport cumulé sur la durée de vie de l'emballage et du fait que le modèle de colis Surcoque MANON n'est pas destiné à l'entreposage. Le requérant s'appuie notamment d'une part sur ses programmes de recherche relatifs au vieillissement de la mousse phénolique et à la corrosion des aciers, d'autre part sur ses programmes d'utilisation et de maintenance qui prescrivent notamment des vérifications régulières du bon état des composants, et le remplacement régulier de la visserie et des joints de confinement.

La Direction de l'expertise en sûreté estime que, compte tenu des opérations de maintenance retenues par le requérant, l'analyse du vieillissement relative à la Surcoque MANON chargée de l'EDCE XL permet de couvrir les phénomènes et les matériaux principaux de manière convenable pour la présente demande d'extension d'agrément. En tout état de cause, il appartient au requérant d'intégrer, dans le dossier de sûreté du modèle de colis Surcoque MANON, l'analyse des mécanismes de vieillissement sous forme d'un chapitre dédié, conformément aux exigences réglementaires.

Au-delà des principaux phénomènes précités, le requérant ne mentionne pas les effets des cycles de serrage/desserrage sur la précharge des assemblages vissés. En outre, il n'aborde pas, dans le dossier de sûreté modèle de colis Surcoque MANON, d'autres effets, *a priori* d'importance mineure, comme la présence d'une atmosphère particulière en transport, les effets de l'irradiation en température sur les joints d'étanchéité, la mousse phénolique et le bois ou le vieillissement bactériologique du bois des capots de l'EDCE. **Aussi, il appartiendra au requérant, dans le cadre du prochain renouvellement d'agrément, de poursuivre l'analyse de l'ensemble des mécanismes susceptibles d'avoir un effet sur le vieillissement des composants du modèle de colis Surcoque MANON.**

8. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés, en tenant compte des informations apportées par le CEA au cours de l'expertise, la Direction de l'expertise en sûreté estime que le modèle de colis Surcoque MANON, chargé d'une EDCE XL contenant une coque CF1.1M remplie de déchets magnésiens et 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 applicables aux modèles de colis de type B(U) chargés de matières fissiles.

Pour le Directeur de l'expertise en sûreté

Eric LETANG

Adjoint au Directeur de l'expertise en sûreté