

Monsieur le Directeur de la Direction du transport et des sources

Fontenay-aux-Roses, le 15 mai 2025

AVIS D'EXPERTISE N° 2025-00043 DU 15 MAI 2025

Objet : Transport – Renouvellement d'agrément du modèle de colis R73/R73L.

Références : [1] Lettre ASN CODEP-DTS-2024-035979 du 4 juillet 2024.
[2] Règlement de transport de l'AIEA - SSR-6 - Édition de 2018.
[3] Article de B. Eckert et al., PATRAM 2013 : « New Outcome from Combustion of Wood inside Package Shock Absorber after Fire Test ».

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 au règlement cité en deuxième référence du modèle de colis R73/R73L tel que décrit dans le dossier de sûreté joint à la demande de renouvellement d'agrément présentée par la société ROBATEL Industries (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 d'expertise 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 R73/R73L, chargé soit de déchets métalliques activés ou contaminés, soit d'aiguilles absorbantes irradiés, est actuellement agréé en tant que type B(U) pour le transport par voie routière ou ferroviaire selon l'édition 2012 du règlement AIEA n° SSR-6. Cet agrément expire le 19 juin 2025.

Dans le cadre de la présente demande de renouvellement d'agrément, le requérant a modifié le dossier de sûreté afin de répondre aux demandes de l'ASN transmises à l'issue des précédentes expertises et prendre en compte les nouvelles exigences de l'édition 2018 du règlement précité, notamment celle concernant l'analyse des mécanismes de vieillissement des composants de l'emballage. Aucune modification n'a été apportée au concept d'emballage et à la définition des contenus.

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 MODÈLE DE COLIS

L'emballage R73 a été initialement conçu pour le transport de déchets métalliques activés ou contaminés. Une version longue de l'emballage R73, dénommée R73L, a ensuite été développée par le requérant pour le transport d'aiguilles absorbantes irradiés, ce contenu étant plus long que la hauteur de cavité du concept initial. Ces contenus sont placés dans un panier qui est inséré dans la cavité de l'emballage.

Pour rappel, l'emballage R73 est composé d'un corps cylindrique fermé par un bouchon rempli de plomb et un couvercle en acier inoxydable. Le corps est constitué, de l'intérieur vers l'extérieur, d'une virole en acier inoxydable, d'une protection radiologique en plomb, d'une protection thermique et d'une enveloppe en acier inoxydable. L'emballage est muni de deux capots amortisseurs, chacun composé d'une enveloppe en acier inoxydable remplie de bois. Le capot supérieur renferme une tôle anti-poinçonnement renfermant un caisson en bois qui protège les joints de l'enveloppe de confinement. L'emballage est transporté en position verticale arrimé sur un châssis de transport.

En plus de sa hauteur augmentée, l'emballage R73L diffère principalement de la version standard par :

- une diminution de l'épaisseur de plomb en partie courante, pour prendre en compte les propriétés radiologiques du nouveau contenu et ajuster la masse maximale du modèle de colis pour qu'elle corresponde à celle du R73 ;
- une augmentation de l'épaisseur de la protection thermique pour maintenir un diamètre externe du colis identique à celui du R73.

Les contenus n^{os} 1 et 2 sont constitués de déchets métalliques activés ou contaminés issus des opérations de démantèlement des centrales nucléaires d'EDF, principalement constitués d'acier inoxydable.

Le contenu n^o 3 est constitué d'étuis contenant des d'aiguilles absorbantes irradiées issues du démantèlement d'assemblages de barres de commande de centrales nucléaires d'EDF ; elles sont composées d'une gaine métallique contenant un empilement de pastilles de carbure de bore, fermée par des embouts métalliques à chacune des extrémités. Ce contenu n^o 3 peut en outre contenir des résidus de sodium.

2. DÉMONSTRATIONS DE SÛRETÉ

Compte tenu de l'absence de modification du modèle de colis R73/R73L, le requérant n'a pas modifié les démonstrations de sûreté concernant son comportement mécanique, l'analyse du confinement et de la radioprotection. Il a toutefois mis à jour le dossier de sûreté pour inclure certaines réponses aux demandes de l'ASN et l'analyse des mécanismes de vieillissement exigée par le règlement en cité en deuxième référence.

2.1. COMPORTEMENT MÉCANIQUE

2.1.1. Influence du châssis de transport

En réponse à une demande de l'ASN portant sur l'influence du châssis de transport de la version longue du modèle de colis R73 sur son comportement mécanique en conditions accidentelles de transport (CAT), le requérant a présenté une étude comparative des masses des châssis dédiés et des emballages R73 et R73L. L'écart sur la masse totale de l'ensemble constitué du modèle de colis et de son châssis est très faible. Étant donné que les masses des maquettes R73 ayant subi les essais de chute réglementaires des CAT tenaient compte de la masse du châssis de transport, le requérant conclut que la prise en compte du châssis de transport du modèle de colis R73L n'est pas de nature à mettre en cause sa tenue mécanique en CAT. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que ceci permet de répondre de façon satisfaisante à la demande de l'ASN. Il appartient au requérant d'inclure cette justification dans le dossier de sûreté.**

2.1.2. Qualification du code de calcul SimCap

En réponse à une demande de l'ASN portant sur le code de calcul SimCap, utilisé pour simuler le comportement mécanique du modèle de colis lors des épreuves chutes représentatives des CAT, le requérant indique que sa qualification s'appuie sur une importante base de données directement issue de mesures physiques réalisées lors de campagnes d'essais et qu'il n'y a donc pas de dispersions à prendre en compte concernant les données utilisées pour la qualification du code. **Or la qualification transmise concerne la version 3 du code de calcul SimCap alors que le requérant utilise la version 2.1 pour évaluer le comportement mécanique du modèle de colis R73. Aussi, la Direction de l'expertise en sûreté estime que les éléments transmis par le requérant ne permettent pas de répondre de façon entièrement satisfaisante à la demande de l'ASN.**

Cependant, la qualification de la version 3 de ce code de calcul a été examinée dans le cadre de l'expertise du modèle de colis R76 dont les démonstrations de tenue mécanique reposent sur les essais de chute des maquettes R73 étant donné que leurs conceptions sont similaires et leurs capots identiques. L'IRSN avait conclu que, compte tenu des marges existantes, la sûreté des transports des modèles de colis R76 ne devrait pas être mise en cause. **Aussi, en se fondant sur les mêmes éléments d'analyse, la Direction de l'expertise en sûreté estime que la sûreté des transports des modèles de colis R73 ne devrait pas être affectée par l'utilisation de la version 2.1 du code de calcul SimCap.**

En tout état de cause, il appartient au requérant de présenter dans les futures demandes d'agrément de ce modèle de colis une démonstration qui s'appuie sur une version validée du logiciel utilisé.

2.1.3. Résistance mécanique du contenu n° 3

En réponse à une demande de l'ASN portant sur la tenue mécanique du contenu n° 3, le requérant a présenté une analyse démontrant la tenue mécanique de ce contenu dans toutes les conditions de transport avec des marges importantes. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que ceci permet de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN. Il appartient au requérant d'inclure cette justification dans le dossier de sûreté.**

3. COMPORTEMENT THERMIQUE

Dans le cadre de la présente demande de renouvellement d'agrément, le requérant n'a pas modifié la démonstration du comportement thermique du modèle de colis R73. Pour le modèle de colis R73L, il a présenté une nouvelle étude en réponse à une demande de l'ASN.

Dans cette nouvelle étude, il détermine dans un premier temps, par calcul analytique, la température maximale atteinte par les surfaces extérieures du modèle de colis R73L en conditions normales de transport (CNT), puis il évalue le comportement thermique en CAT à l'aide d'un modèle numérique bidimensionnel axisymétrique aux éléments finis. La Direction de l'expertise en sûreté relève que le requérant ne présente pas d'éléments relatifs à la validation et à la qualification du code de calcul utilisé. **Considérant que la démonstration de sûreté des modèles de colis doit s'appuyer sur des outils de calcul et de modélisation qualifiés pour les domaines dans lesquels ils sont utilisés, la direction de l'expertise en sûreté estime qu'il appartient au requérant de présenter ces éléments. Le modèle numérique et les hypothèses de calculs présentés par le requérant n'appellent toutefois pas de remarque de la part de la Direction de l'expertise en sûreté.** Les températures ainsi obtenues sur les éléments sensibles du modèle de colis R73L restent en deçà des critères avec des marges significatives. **Ceci est satisfaisant pour la Direction de l'expertise en sûreté.**

Le requérant n'a cependant pas évalué l'influence d'une éventuelle poursuite de la combustion du bois des capots à la suite de l'épreuve d'incendie. Au cours de l'expertise, en se fondant sur la publication citée en troisième référence, il a indiqué que les marges sur les critères de température permettent de couvrir les conséquences de ce phénomène. Compte tenu des marges de sûreté importantes (78 °C minimum), **la Direction de l'expertise en sûreté convient que ce phénomène ne devrait pas être de nature à affecter la sûreté du modèle de colis.**

4. CONFINEMENT

Le contenu n° 3 est constitué d'aiguille en B₄C pouvant contenir des résidus de sodium. Le sodium, au contact de l'eau peut dégager des gaz susceptibles de former des mélanges inflammables voire explosifs avec l'air. Pour cette raison, la cavité du modèle de colis R73L doit être inertée avec un gaz neutre. En réponse à une demande de l'ASN portant sur l'inertage de la cavité pour un transport après entreposage, le requérant a réévalué la perte maximale de gaz neutre ayant fui par perméation et capillarité. Il indique que la quantité de gaz restante permet d'écarter les risques liés à la présence de sodium, sans toutefois définir de critère permettant d'appuyer ses conclusions. **La Direction de l'expertise en sûreté a vérifié que la quantité de gaz restante évaluée par le requérant permet d'écarter le risque d'inflammation du sodium qui pourrait entraîner des conséquences sur la sûreté du modèle de colis R73L. En tout état de cause, il appartient au requérant de compléter sa démonstration dans le dossier de sûreté.**

5. FABRICATION, UTILISATION ET MAINTENANCE

5.1. FABRICATION

Dans le cadre de la présente demande de renouvellement d'agrément, le requérant a mis à jour le chapitre relatif à la fabrication des emballages R73 et R73L pour indiquer l'exigence de réaliser, en cas de futures fabrications, des essais de compression sur des échantillons de bois des capots prélevés lors de son approvisionnement visant à s'assurer que les propriétés mécaniques sont conformes à celles considérées dans les analyses de sûreté, **ce qui est satisfaisant pour les futures fabrications. En revanche, ceci ne permet pas de s'assurer de la conformité des caractéristiques du bois pour les capots déjà fabriqués. Par conséquent, la Direction de l'expertise en sûreté estime que ceci ne suffit pas pour répondre de façon entièrement satisfaisante à la demande de l'ASN.**

Par ailleurs, le requérant présente les campagnes de fabrications réalisées ainsi que les ajustements de concept et de méthodes de contrôle. **La Direction de l'expertise en sûreté note que le retour d'expérience sur la fabrication des emballages a permis au requérant d'améliorer les actions visant à contrôler la conformité du modèle de colis, ce qui constitue une bonne pratique.**

5.2. UTILISATION ET MAINTENANCE

Les chapitres relatifs à l'utilisation et à la maintenance des modèles de colis R73 et R73L n'ont pas été mis à jour depuis la dernière demande. Le requérant a cependant transmis une synthèse du retour d'expérience acquis lors des opérations d'utilisation et de maintenance des emballages dans lequel il présente notamment le nombre et le type de pièces remplacées ainsi que les actions entreprises pour corriger les défauts constatés. **La Direction de l'expertise en sûreté considère que le retour d'expérience du requérant et les actions entreprises sont satisfaisants.**

6. VIEILLISSEMENT

Le règlement de l'AIEA cité en deuxième référence introduit des exigences concernant le vieillissement des modèles de colis. À cet égard, et en réponse à une demande de l'ASN portant sur ce sujet, le requérant indique que la conception du modèle de colis R73/R73L permet de répondre à ces exigences par un choix de matériaux peu sensibles au vieillissement et sans incompatibilité physico-chimique entre eux ou avec le contenu. Pour les matériaux potentiellement sensibles, tels que le bois et la protection thermique, ceux-ci sont disposés dans des enceintes étanches en acier inoxydable qui permettent de limiter leur dégradation dans le temps. Concernant le vieillissement des joints, qui sont les matériaux les plus sensibles au phénomène de vieillissement, le requérant définit dans le dossier de sûreté des exigences relatives à leur contrôle et remplacement au cours de l'exploitation des emballages. **La Direction de l'expertise en sûreté estime que, compte tenu des opérations de maintenance retenues, l'étude du vieillissement permet de couvrir les phénomènes et matériaux principaux de manière acceptable.**

Toutefois, l'analyse présentée ne considère notamment pas les effets des rayonnements, en particulier sur les joints comprimés et maintenus en température, et l'influence des cycles de serrage et desserrage sur la précharge des vis. En outre, des effets *a priori* mineurs, comme le fluage du plomb en fatigue ou la présence d'une atmosphère ambiante particulière en transport ou entreposage ne sont pas mentionnés. **Il appartient au requérant de prendre en considération ces effets dans l'étude des mécanismes de vieillissement en s'appuyant notamment sur le projet de guide AIEA en cours d'élaboration sur ce sujet.**

Enfin, le requérant a intégré au dossier de sûreté un programme d'analyse des écarts visant à décrire les principes d'une procédure systématique d'évaluation périodique des changements au niveau de la réglementation, des connaissances techniques et de l'état général du colis R73L pendant une période d'entreposage après laquelle il devrait être expédié. **Ce programme n'appelle pas de commentaire de la part de la Direction de l'expertise en sûreté.**

De manière générale, la Direction de l'expertise en sûreté estime que les justifications présentées par le requérant relatives au vieillissement du modèle de colis R73 permettent de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN et aux exigences du règlement cité en deuxième référence.

7. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés, en tenant compte des éléments transmis par le requérant au cours de l'expertise, la Direction de l'expertise en sûreté estime que le niveau de sûreté du modèle de colis R73/R73L, tel que défini dans le projet de certificat d'agrément, est acceptable au regard des prescriptions de l'édition 2018 du règlement de transport des matières radioactives de l'AIEA applicable aux modèles de colis du type B(U).

Pour le Directeur de l'expertise en sûreté

Anne-Cécile JOUVE

Adjointe au Directeur de l'expertise en sûreté