



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 14 janvier 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2022-00004

Objet : Transport - Extension d'agrément du modèle de colis R73

Réf. : [1] Lettre ASN CODEP-DTS-2021-008190 du 9 mars 2021.
[2] Règlement de transport de l'AIEA - SSR-6 - Édition de 2018.
[3] 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 et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la demande d'extension d'agrément présentée en décembre 2020 par la société ROBATEL Industries, dénommée ci-après « le requérant », concernant le modèle de colis R73. Le requérant demande l'agrément du transport d'aiguilles absorbantes irradiées, provenant d'assemblages de commande issus de la centrale EDF de Creys-Malville (Superphénix), dans une version longue de l'emballage R73 par rapport au règlement cité en seconde référence.

La version « standard » du modèle de colis R73 est actuellement agréée pour le transport par voies routière, ferroviaire et maritime selon le règlement cité en troisième référence, en tant que modèle de colis du type B(U) contenant des déchets activés ou contaminés issus du démantèlement des cuves des centrales nucléaires de Chooz A et de Creys-Malville. Ce modèle de colis fait l'objet d'un certificat d'agrément valide jusqu'en juin 2025.

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

1. DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS

La version standard du modèle de colis R73 est constituée d'un corps cylindrique fermé par un bouchon rempli de plomb et un couvercle en acier. 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 protégeant les joints d'étanchéité de l'enveloppe de confinement. L'emballage est transporté en position verticale arrimé sur un châssis de transport.

De conception similaire, la version longue de l'emballage R73 diffère de la version standard par sa hauteur augmentée d'environ 550 mm. L'épaisseur de plomb en partie courante est diminuée pour prendre en compte les propriétés radiologiques du nouveau contenu et l'épaisseur de la protection thermique est augmentée pour

MEMBRE DE
ETSON

maintenir un diamètre externe du colis identique à celui de la version standard. La masse maximale en charge de la version longue de l'emballage R73 est légèrement inférieure à celle de la version standard.

Le contenu transporté dans la version longue du modèle de colis R73, désigné comme le contenu n° 3 et défini comme non fissile ou fissile excepté, est constitué d'étuis contenant des aiguilles absorbantes irradiées provenant d'assemblages de commande issus de la centrale de Creys-Malville. Ces aiguilles sont composées d'une gaine métallique contenant un empilement de pastilles de carbure de bore (B_4C), fermée par des embouts métalliques à chacune des extrémités. Elles ont été conditionnées dans des étuis après leur extraction des assemblages de commande. Les étuis sont ensuite insérés dans un panier en acier, lui-même préalablement inséré dans la cavité. Le contenu n° 3 peut en outre contenir des résidus de sodium.

2. DEMONSTRATION DE SURETE

La démonstration de sûreté de la version longue du modèle de colis R73, transmise en support à la demande d'extension d'agrément, s'appuie, par analogie, sur la démonstration de sûreté de la version standard du modèle de colis R73, ainsi que sur des calculs complémentaires. Le requérant a modifié le dossier de sûreté de la version standard pour prendre en compte les demandes formulées par l'ASN à la suite de l'expertise du dernier renouvellement d'agrément du modèle de colis R73. L'IRSN a examiné la prise en compte de ces demandes qui s'appliquent également à la démonstration de sûreté de la version longue du modèle de colis R73.

2.1. TENUE MECANIQUE

2.1.1. Conditions de transport de routine et conditions normales de transport

Le requérant indique que les modifications apportées au concept de l'emballage ne mettent pas en cause les conclusions des démonstrations relatives au comportement de la version standard du modèle de colis R73 aux épreuves représentatives des conditions de transport de routine (CTR) et des conditions normales de transport (CNT). De plus, l'enveloppe de confinement de la version longue du modèle de colis R73, constituée par la virole interne et le système de fermeture, est identique à celle de la version standard, à l'exception de sa hauteur. Les démonstrations de résistance à la pression interne de la version standard couvrent alors celles de la version longue. Les conclusions de la démonstration de résistance à la pression interne relatives à la version standard ne sont pas mises en cause par les modifications apportées au concept pour définir la version longue du modèle de colis R73. **Ces points n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.**

À la suite du précédent renouvellement d'agrément du modèle de colis R73, l'ASN a demandé au requérant de mettre à jour ses études mécaniques en tenant compte des nouvelles valeurs des couples de serrage des vis du couvercle. Dans le cadre de la présente demande d'extension, le requérant a mis à jour son dossier en ce sens. **L'IRSN considère que ceci répond de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

2.1.2. Conditions accidentelles de transport

Pour rappel, la version longue du modèle de colis R73 diffère de la version standard essentiellement par la hauteur du corps et les épaisseurs des protections thermique et radiologique. Les capots, le système de fermeture et les diamètres externes de la version longue du modèle de colis R73 sont identiques à ceux de la version standard.

Afin de justifier du comportement mécanique de la version longue du modèle de colis R73 en conditions accidentelles de transport (CAT), le requérant présente des calculs numériques modélisant le colis dans les différentes épreuves de chute. Il compare les résultats de ces simulations à ceux des simulations ou des essais de chutes de la version standard du modèle de colis R73.

Toutefois, la masse utilisée pour les calculs de comportement de la version longue du modèle de colis R73 au cours des chutes représentatives des CAT correspond à l'emballage rempli du contenu, mais non muni de son châssis de transport comme cela avait été retenu pour la version standard. Aussi, l'IRSN estime que le requérant

devrait démontrer, comme il l'avait fait pour la version standard, que la prise en compte du châssis ne met pas en cause l'intégrité de la version longue du modèle de colis R73 en CAT. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 1 en annexe au présent avis.**

S'agissant des épreuves réglementaires, le requérant justifie que, par sa conception similaire à la version standard, la version longue du modèle de colis R73 n'est pas sensible aux épreuves d'immersion, de poinçonnement, et de chutes axiales et latérales. Concernant les chutes obliques et inclinées, le requérant présente de nouvelles études numériques et conclut que l'allongement du corps de l'emballage n'entraîne pas de modification significative de son comportement mécanique. **La démarche retenue par le requérant n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Pour ces études, le requérant a réalisé des calculs numériques avec le code SimCap. Ce code de calcul a fait l'objet, pour d'autres modèles de colis de la société ROBATEL Industries, de précédentes demandes de l'ASN relatives à sa qualification et aux caractéristiques enveloppes des essences de bois utilisées. Au regard des marges de sûreté présentées par les résultats de calcul du requérant, l'IRSN considère que la sûreté ne devrait pas être mise en cause par les modifications apportées à la version longue du modèle de colis R73. Cependant, au même titre que pour les autres modèles de colis de la société ROBATEL Industries, l'IRSN considère que le requérant devrait prendre en compte les incertitudes liées à la qualification du code de calcul dans les simulations réalisées pour la version longue du modèle de colis R73. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 2 en annexe au présent avis.**

Enfin, l'IRSN relève que le requérant n'a pas analysé la résistance mécanique du contenu en CAT. Or, l'étude de confinement s'appuie sur les similarités entre les versions standard et longue du modèle de colis R73, alors que les contenus transportés sont différents. L'étude de radioprotection se fonde sur un contenu intègre alors que le requérant n'a pas présenté d'éléments justifiant que l'irradiation du carbure de bore contenu dans les aiguilles absorbantes ne conduit pas à sa fragilisation et à un risque de dispersion de matière ou de dégagement de gaz dans la cavité de l'emballage. Aussi, l'IRSN estime que le requérant devrait justifier les hypothèses retenues quant au comportement du contenu n° 3 à l'issue des épreuves représentatives des CAT dans les études de relâchement d'activité et radioprotection. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 3 en annexe au présent avis.**

2.2. COMPORTEMENT THERMIQUE

2.2.1. Conditions normales de transport

Pour l'analyse thermique de la version longue du modèle de colis R73, le requérant apporte des éléments visant à justifier que les modifications de l'épaisseur de la couche de plomb du fond et de la couche de protection thermique en partie radiale ne sont pas susceptibles d'influer sur les phénomènes thermiques dans le colis. Il conclut qu'en conditions normales de transport les températures atteintes par la version longue du modèle de colis R73 sont couvertes par celles atteintes par la version standard. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Par ailleurs, à l'issue de l'expertise de la précédente demande de renouvellement d'agrément du modèle de colis R73, l'ASN a demandé au requérant de réviser son étude pour prendre en compte l'ensoleillement réglementaire pendant 12 heures sur 24 heures, sans le moyenniser sur 24 heures. Le dossier de sûreté inclut désormais une étude considérant un ensoleillement pénalisant 24h/24, **ce qui permet de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

2.2.2. Conditions accidentelles de transport

Le requérant indique que les protections thermiques de la version longue du modèle de colis R73 sont identiques ou plus performantes que celles de la version standard. Il conclut que l'étude du comportement thermique de la version standard permet de couvrir celui de la version longue, et que cette dernière satisfait aux exigences réglementaires au regard du maintien de ses fonctions de sûreté à la suite de l'épreuve thermique des CAT.

L'IRSN estime que les arguments du requérant sont recevables pour ce qui concerne le comportement thermique de la version longue du modèle de colis R73 pendant l'épreuve d'incendie. Par contre, l'étude du comportement thermique de la version standard en CAT est effectuée en considérant une température d'équilibre avant le feu inférieure à la température maximale atteinte en CNT.

D'autre part, l'IRSN considère que l'analogie faite par le requérant entre les deux versions n'est pas suffisante pour la phase de refroidissement à l'issue de l'épreuve d'incendie. Même si les températures atteintes par la version longue du modèle de colis R73 ne devraient pas mettre en cause sa sûreté, il conviendrait que le requérant complète sa démonstration pour ce qui concerne la phase de refroidissement à l'issue de l'épreuve d'incendie. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 4 en annexe au présent avis.**

2.3. CONFINEMENT

L'enveloppe de confinement de la version longue du modèle de colis R73 est constituée de la virole interne, du fond, de la bride supérieure, du couvercle de fermeture et de son joint de confinement en élastomère, du bouchon de dépressurisation et de son joint de confinement en élastomère. Par rapport à la version standard, le système de fermeture de la version longue du modèle de colis R73 est identique et le volume libre de la cavité est augmenté.

2.3.1. Relâchement d'activité

Le requérant présente une étude du relâchement de l'activité du contenu n° 3. Les aiguilles absorbantes contiennent du tritium d'activation produit par l'irradiation des matériaux et pouvant être libéré dans la cavité de la version longue du modèle de colis R73 par désorption. Le requérant évalue l'activité maximale de tritium dans la cavité en considérant une fraction de relâchement du tritium hors des aiguilles pendant un an. Celle-ci étant inférieure à celle déterminée pour les contenus associés à la version standard du modèle de colis R73, le requérant conclut que, pour la version longue du modèle de colis R73, les relâchements maximaux d'activité sont couverts par ceux de la version standard et respectent ainsi les critères réglementaires de relâchement dans toutes les conditions de transport. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

2.3.2. Inertage de la cavité

La cavité de la version longue du modèle de colis R73 est inertée par un gaz neutre. Le requérant évalue la perte de gaz inertant dans la cavité de l'emballage en considérant une durée enveloppe d'un an de transport et conclut que le niveau d'inertage est suffisant pendant toute cette durée. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Cependant, le requérant indique dans son dossier de sûreté que le colis chargé peut être entreposé pendant une période pouvant être étendue jusqu'à cinq ans. Il indique que l'inertage devra être contrôlé ou refait dans les quatre ans précédant le transport. Dans tous les cas, la période d'un an envisagée pour l'étude de l'évolution de l'inertage ne couvre pas l'intervalle de temps maximal entre le dernier contrôle de l'inertage et un transport à l'issue de l'entreposage. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 5 en annexe au présent avis.**

2.4. RADIOPROTECTION

Le requérant a évalué, dans son dossier de sûreté, les débits d'équivalent de dose associés à la version longue du modèle de colis R73 en CTR, CNT et CAT et conclut que ceux-ci respectent les critères réglementaires. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN concernant les CTR et CNT.**

S'agissant des épreuves réglementaires représentatives des CAT, pour représenter l'endommagement du colis, le requérant modélise un trou sur toute l'épaisseur du blindage consécutif à une chute sur poinçon, un tassement du plomb en partie supérieure du colis, et considère une couche externe de protection thermique déshydratée sur une partie de son épaisseur. Le débit d'équivalent de dose maximal calculé pour cette configuration est inférieur au critère réglementaire. Néanmoins, comme indiqué au paragraphe 2.1, l'hypothèse relative à l'intégrité du contenu à l'issue des chutes représentatives des CAT n'a pas été justifiée. **Toutefois, en raison des**

hypothèses conservatives retenues par le requérant, notamment la disparition intégrale du plomb et de la résine au droit du poinçon, l'IRSN estime que la dispersion d'une partie du contenu au droit du dommage créé par le poinçon ne devrait pas conduire à dépasser le critère réglementaire.

2.5. UTILISATION ET MAINTENANCE

2.5.1. Risque lié à la présence de sodium

Pour rappel, les aiguilles du contenu n° 3 peuvent contenir des résidus de sodium. Le contact du sodium métallique avec de l'eau conduit à une réaction exothermique qui produit du dihydrogène, gaz inflammable. À cet égard, le requérant prévoit des mesures opérationnelles pour limiter les risques de présence d'eau dans la cavité de l'emballage. Il indique en particulier que celle-ci doit impérativement être sèche lors du chargement du contenu et que le chargement s'effectue à sec. **Sur le principe, ces mesures n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.**

2.5.2. Maintenances périodiques et après entreposage

Afin de faciliter la planification des maintenances, le requérant définit des échéances en fonction de plages temporelles. Il indique que la maintenance périodique intermédiaire (tous les 20 cycles ou 4 ans) et la maintenance périodique complète (80 cycles ou 8 ans) peuvent être effectuées sur un intervalle d'un an après ces périodes. **L'IRSN considère que le retour d'expérience permettra de consolider le bien-fondé de ces plages.**

En outre, le colis chargé du contenu n° 3 peut être entreposé. S'il devait être transporté par la suite, l'expéditeur ou le site d'entreposage devra s'assurer de l'entretien de certains éléments, notamment les capots et les joints de confinement, et contrôler l'inertage de la cavité et son étanchéité. L'IRSN relève que le transport du colis n'est autorisé que si le colis est à jour de ses maintenances. Toutefois, les délais entre deux maintenances (quatre ans avec une extension possible d'un an) doivent comprendre la durée du transport, que le requérant considère de manière enveloppe égale à un an dans son analyse du confinement. **En l'absence de justification sur le vieillissement des joints en entreposage, une attention particulière devrait être portée sur les planifications des maintenances afin que la date de fin de la validité de la maintenance ne survienne pas lors du transport après entreposage.**

Concernant l'inertage de la cavité, les instructions de maintenance spécifient que celui-ci doit avoir été contrôlé ou refait sur une période de cinq ans. Le requérant ne définit pas de critère permettant d'assurer que l'inertage de la cavité est suffisant. Aussi, compte tenu de l'état actuel des démonstrations de sûreté, le requérant devrait refaire l'inertage dès lors que la perte de gaz inertant dépasse la valeur évaluée après un an de transport.

2.6. VIEILLISSEMENT

Concernant les exigences applicables à la version longue du modèle de colis R73, par rapport à l'édition 2012, l'édition 2018 du règlement AIEA a introduit des exigences relatives à la prise en compte du vieillissement des composants des modèles de colis, notamment pour ceux pouvant être transportés après une période d'entreposage (paragraphes 503 e), 613A, 809 f) et 809 k)).

Le paragraphe 503 e) indique que, pour les colis destinés à être utilisés pour une expédition après entreposage, il est nécessaire de vérifier que tous les composants de l'emballage et le contenu radioactif sont préservés pendant l'entreposage, de sorte que toutes les prescriptions spécifiées dans les dispositions pertinentes du règlement AIEA et dans les certificats d'agrément applicables sont respectées. À cet égard, le requérant indique dans son dossier que l'expéditeur est responsable de la vérification de la conformité du colis à l'égard de la réglementation, que ce soit avant expédition ou après un entreposage. L'IRSN estime que le requérant devra toutefois, au regard des études de vieillissement des éléments constituant le colis à réaliser lors de la conception du modèle de colis, fournir dans les instructions d'utilisation du dossier de sûreté les informations nécessaires pour que l'expéditeur puisse vérifier la conformité du colis avant expédition et après un entreposage.

Selon le paragraphe 613A de l'édition 2018 du règlement AIEA relatif à la prise en compte des mécanismes de vieillissement dans la conception du colis, le requérant indique que les matériaux constituant le modèle de colis

ne sont pas soumis aux mécanismes de vieillissement. L'IRSN considère que, si cet argument est certainement vrai pour la plupart des matériaux de la version longue du modèle de colis R73 comme les aciers, certains matériaux, dont l'état ne peut pas être vérifié aisément comme la protection thermique, peuvent être soumis à des phénomènes de vieillissement susceptibles d'affecter leurs propriétés physiques. Aussi, l'IRSN estime que le requérant devra démontrer que, par conception, les éléments constituant le modèle de colis ne sont pas susceptibles d'être altérés à l'issue d'une période d'entreposage. De plus, l'IRSN souligne que le paragraphe 809 f) indique explicitement qu'une justification de la prise en compte des mécanismes de vieillissement doit être transmise lors de la demande d'agrément pour les emballages transportés après entreposage.

Enfin, le requérant ne présente pas de programme d'analyse des écarts à l'évolution de la réglementation lors de la période d'entreposage, comme demandé par le paragraphe 809 k) de la réglementation AIEA.

Aussi, le requérant n'ayant pas répondu à ce stade aux attentes des paragraphes précités, l'IRSN estime donc que la version longue du modèle de colis R73 ne peut être considérée conforme à l'édition 2018 du règlement AIEA. À l'instar de la version standard, la version longue du modèle de colis R73 peut être considérée conforme à l'édition 2012 du règlement AIEA.

3. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés et en tenant compte des informations transmises par la société ROBATEL Industries, l'IRSN estime que la version longue du modèle de colis R73 chargée d'aiguilles absorbantes irradiées, tel que définie dans le projet de certificat d'agrément tenant compte des modifications proposées l'IRSN, est conforme à l'édition 2012 du règlement de transport de l'AIEA applicable aux modèles de colis de type B(U) pour matières non fissiles ou fissiles exceptées.

Afin de se conformer à l'édition 2018 du règlement de transport de l'AIEA, l'IRSN estime que le requérant devra notamment transmettre des éléments de justification du vieillissement des matériaux du colis en entreposage, ainsi qu'un programme d'analyse des écarts décrivant une procédure systématique d'évaluation périodique des changements au niveau de la réglementation, des connaissances techniques et de l'état de la version longue du modèle de colis R73 pendant l'entreposage.

Enfin, l'IRSN estime que le requérant devrait tenir compte des observations formulées en annexe au présent avis visant à améliorer la démonstration de sûreté.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Eric LETANG

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE 1 A L'AVIS IRSN N° 2022-00004 DU 14 JANVIER 2022

Observations de l'IRSN

Observation N° 1

L'IRSN estime que le requérant devrait démontrer que la prise en compte du châssis de transport de la version longue du modèle de colis R73, et notamment sa masse, ne met pas en cause les résultats des études de son comportement mécanique au cours des épreuves de chute représentatives des conditions accidentelles de transport.

Observation N° 2

L'IRSN estime que le requérant devrait prendre en compte les incertitudes liées au code de calcul SimCap et aux caractéristiques des essences de bois dans les études mécaniques de la version longue du modèle de colis R73.

Observation N° 3

L'IRSN estime que le requérant devrait évaluer la résistance mécanique du contenu n° 3 de la version longue du modèle de colis R73 lors des épreuves représentatives des conditions accidentelles de transport et, le cas échéant, revoir les études de maintien du confinement et de radioprotection.

Observation N° 4

L'IRSN estime que le requérant devrait justifier que l'utilisation d'une température d'équilibre avant le feu inférieure à la température maximale atteinte en conditions normales de transport ne met pas en cause les conclusions de l'étude thermique des conditions accidentelles de transport de la version longue du modèle de colis R73 et compléter sa démonstration pour ce qui concerne la phase de refroidissement à l'issue de l'épreuve d'incendie.

Observation N° 5

L'IRSN estime que le requérant devrait justifier le caractère suffisant du niveau d'inertage de la cavité de la version longue du modèle de colis R73 chargée du contenu n° 3 pour un transport après entreposage.