



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 15 octobre 2020

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2020-00155

Objet : **Transport - Prorogation d'agrément du modèle de colis R72**

Réf. : [1] Lettre ASN CODEP-DTS-2019-042674 du 8 octobre 2019.
[2] Règlement de transport de l'AIEA - SSR6 - Edition 2018.

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 de prorogation d'agrément présentée par la société ROBATEL Industries pour le modèle de colis R72.

Cette demande concerne le transport par voie terrestre du modèle de colis R72 chargé de crayons combustibles entiers, de portions de crayons, de capsules chargées de tronçons ou de déchets de crayons (crayons reconstitués) irradiés. La limitation de la température ambiante lors des transports, qui doit être supérieure à - 25°C afin de garantir le maintien des performances d'étanchéité des joints qui équipent les éléments de fermeture de l'enveloppe de confinement du colis, impose une classification du modèle en tant que colis du type B(M).

De l'évaluation des documents transmis par la société ROBATEL Industries, tenant compte des informations apportées au cours de l'expertise, l'IRSN retient les éléments suivants.

1. PRESENTATION DU MODELE DE COLIS

1.1. DESCRIPTION DE L'EMBALLAGE

Le requérant n'a pas modifié le concept de l'emballage R72 depuis sa dernière demande d'agrément. Pour mémoire, l'emballage R72 est constitué d'un corps cylindrique et de deux capots amortisseurs, composés d'une enveloppe en acier inoxydable remplie de bois, permettant l'amortissement des chocs mécaniques et protégeant les joints d'étanchéité en élastomère de l'enveloppe de confinement en cas d'incendie. Le corps de l'emballage est constitué d'une couche de plomb et d'une protection neutronique en compound permettant d'atténuer l'intensité des rayonnements autour du colis.

L'emballage est transporté sur un châssis de transport.

MEMBRE DE
ETSON

1.2. DESCRIPTION DES CONTENUS

Deux types de contenus, composés d'oxyde d'uranium ou d'oxyde mixte (U+Pu), peuvent être transportés dans deux types d'étuis, selon les matières à transporter et les besoins en exploitation. Les éléments combustibles sont disposés dans les dix tubes-fourreaux d'un carquois ou dans un sur-gainage non étanche, lui-même chargé dans un étui qui est introduit dans la cavité de l'emballage. Le premier contenu est constitué d'éléments combustibles irradiés dans les réacteurs du parc électronucléaire français de type REP 900 MWe, 1300 MWe, 1450 MWe ou EPR. Le second contenu est quant à lui constitué d'éléments combustibles irradiés dans d'autres types de réacteurs.

2. DEMONSTRATION DE SURETE

L'expertise de l'IRSN porte sur la mise à jour du dossier de sûreté depuis la précédente prorogation d'agrément et sur les réponses apportées par la société ROBATEL Industries aux demandes de l'ASN formulées en 2015 à cette occasion, par rapport aux exigences réglementaires citées en seconde référence.

2.1. COMPORTEMENT MECANIQUE

L'étude du comportement mécanique du modèle de colis R72 a été complétée par rapport à la précédente demande d'agrément. Il convient de rappeler que la tenue mécanique du modèle de colis en conditions normales et accidentelles de transport est justifiée par des calculs analytiques et numériques, ainsi que des essais de chute d'une maquette.

2.1.1. Epreuves de chutes

En réponse à une demande de l'ASN de justifier le conservatisme de la fréquence de filtrage des accélérations retenues dans les calculs numériques, la société ROBATEL Industries indique que la fréquence de 300 Hz est la plus adaptée pour réduire le bruit haute fréquence sans modifier l'allure de la courbe d'accélération. Si une analyse modale aurait permis de justifier formellement le conservatisme de la fréquence de filtrage, l'IRSN convient que cette fréquence est suffisamment élevée pour ne pas modifier l'allure globale des courbes d'accélération au regard des marges dégagées (facteur 2 entre l'accélération admissible et l'accélération maximale mesurée). **Ceci permet de répondre à la question de sûreté à l'origine de cette demande.**

2.1.2. Arrimage et manutention

Pour les phases de transport, l'emballage repose horizontalement sur un châssis composé principalement de deux berceaux reliés au châssis par l'intermédiaire de goupilles fusibles. Le colis est fixé sur ce châssis par deux sangles et un pion d'arrimage. La tenue du pion d'arrimage est évaluée pour une charge de 2 g, en considérant que ce pion reprend uniquement les accélérations longitudinales. L'IRSN estime que ce dimensionnement permet de couvrir le chargement préconisé par l'AIEA dans son projet de mise à jour de l'annexe IV du guide AIEA SSG26. **Ceci est satisfaisant.**

Les configurations d'arrimage qui permettent de supporter les accélérations pour lesquelles l'emballage est dimensionné doivent être étudiées, les efforts transmis à l'emballage pouvant être différents. Or, celles-ci ne sont pas décrites dans le dossier de sûreté, mais uniquement suggérées à l'utilisateur à l'aide d'un exemple de configuration dans la notice d'utilisation. S'il est bien spécifié à l'utilisateur que l'arrimage doit être réalisé en cohérence avec la démonstration du dossier de sûreté, les instructions d'arrimage devraient être complétées pour spécifier qu'en cas d'un choix différent de l'exemple donné, l'utilisateur doit s'assurer de la tenue mécanique de la solution retenue. **Ceci fait l'objet de l'observation n°1 du présent avis.**

La démonstration de la tenue mécanique du modèle de colis en conditions accidentelles de transport a été réalisée sur la base des résultats des essais de chute. La masse des maquettes de chutes a été ajustée pour inclure

la masse des bearceaux du châssis ce qui permet de couvrir l'influence de la masse de ces éléments sur l'énergie cinétique et notamment sur l'écrasement des capots. **Ceci est satisfaisant.**

2.1.3. Tenue des vis du système de fermeture

Le dossier de sûreté du modèle de colis R72 a évolué afin de prendre en compte, d'une part les incertitudes des moyens de serrage, d'autre part un graissage sous tête de vis et des filets en considérant un coefficient de frottement associé à un couple de serrage nominal.

La mise à jour par la société ROBATEL Industries des calculs d'accélération limite acceptable par les vis en prenant en compte l'incertitude liée à la plage de tolérance des instruments de serrage au couple permet de garantir l'absence de décollement de la tôle. **Ceci est satisfaisant.**

Concernant le graissage sous tête de vis et des filets, la démonstration a été complétée par la société ROBATEL Industries en considérant un coefficient de frottement plus faible. Néanmoins, l'IRSN relève que ce coefficient reste supérieur à la valeur usuellement retenue pour ce type de graisse. Par ailleurs, afin d'éviter un phénomène d'auto-desserrage des vis, provoqué par la dilatation différentielle de ces éléments, il est d'usage d'attendre que ces éléments soient à la même température avant de procéder au serrage. Aussi, pour le présent emballage, la société ROBATEL Industries devrait argumenter par le calcul sa position relative à la non prise en compte d'un délai d'équilibre thermique des éléments vissés.

L'ensemble des éléments présentés ci-dessus conduisent l'IRSN à formuler l'observation n°2 du présent avis.

2.1.4. Tenue des aménagements internes

Dans le cadre de la présente demande de prorogation d'agrément, la société ROBATEL Industries s'est assurée de la tenue à la pression interne des étuis. **Ceci n'appelle pas de commentaire de l'IRSN.**

En réponse à une demande de l'ASN relative à la tenue des aménagements internes en conditions accidentelles de chute, la société ROBATEL Industries précise que les aménagements internes ne sont pas sensibles aux accélérations radiales et que leur tenue est démontrée pour le cas des accélérations axiales retenues lors des chutes. Toutefois, ni la densité du bois des capots de la maquette, ni leur température, ne permettent de maximiser les accélérations des aménagements internes. La démonstration de tenue des étuis ne peut donc s'appuyer uniquement sur les essais de chutes réalisés. La société ROBATEL Industries devrait s'assurer que la prise en compte de l'accélération des chutes axiales et latérales obtenue dans les conditions les plus pénalisantes en CAT (densité du bois, température des capots...) ne met pas en cause les conclusions de la démonstration de tenue des aménagements internes. **En l'état, l'IRSN estime que la demande de l'ASN ne peut être soldée.**

2.1.5. Dilatations différentielles

L'étude des dilatations différentielles a été complétée par la société ROBATEL Industries. Le modèle de colis R72 est conçu afin de ne pas induire de contraintes trop importantes dans sa structure en autorisant le déplacement relatif des pièces les unes par rapport aux autres. L'évaluation des jeux axiaux n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN. Toutefois, le jeu radial entre l'étui et la cavité n'étant pas considéré, l'absence de risque d'endommagement par frettage n'est pas évalué. **Ceci fait l'objet de l'observation n°3 du présent avis.**

Les réponses aux autres demandes de l'ASN portant sur la tenue mécanique du colis n'appellent pas de remarque particulière de la part de l'IRSN.

2.2. COMPORTEMENT THERMIQUE

En réponse à des demandes de l'ASN, la société ROBATEL Industries a apporté des informations relatives, d'une part aux caractéristiques thermiques de la bâche sous laquelle est transportée le modèle de colis, d'autre part à l'influence des jeux sur les phénomènes de conduction. **Ces réponses n'appellent pas de remarque particulière de la part de l'IRSN.**

De plus, l'étude du comportement thermique en CAT du modèle de colis R72 a été mise à jour afin de prendre en compte l'effet d'une réduction des jeux sur les simulations. L'IRSN estime que les hypothèses retenues lors de cette étude, relatives à la prise en compte de l'état du colis à l'issue des chutes, au phénomène de post-combustion du bois des capots et à la prise en compte du flux solaire, devraient être justifiées. Bien que les marges au niveau des joints assurant l'étanchéité du couvercle soient importantes, l'IRSN estime que l'ensemble de ces éléments devraient être pris en compte. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n°4 du présent avis.**

2.3. CONFINEMENT

L'étude de confinement du modèle de colis R72 a été modifiée, depuis la précédente demande de prorogation d'agrément, afin de prendre en compte les demandes de l'ASN relatives au relâchement d'activité et aux quantités maximales admissibles, et à la justification des coefficients de perméation retenus dans la démonstration. **L'IRSN estime que les réponses apportées par la société ROBATEL Industries sont acceptables et permettent de répondre aux demandes de l'ASN.**

2.3.1. Taux de compression des joints

En réponse à une demande de l'ASN relative au coefficient de dilatation, la société ROBATEL Industries a mis à jour, d'une part ses calculs de dilatation des joints, d'autre part ses calculs de taux de compression des joints. Sur la base des nouveaux résultats, la société ROBATEL Industries estime que le phénomène d'extrusion peut être écarté et que l'étanchéité est garantie. **Ceci permet de répondre à la demande de l'ASN.**

2.3.2. Radiolyse

L'étude du risque de radiolyse du modèle de colis R72 a été complétée, depuis la précédente demande de prorogation d'agrément, afin d'évaluer la quantité d'hydrogène produit par radiolyse de l'eau dans la cavité. L'IRSN estime que cette évaluation présente certaines approximations concernant l'utilisation de coefficients fluence-Kerma, ce qui conduit à sous-évaluer l'énergie déposée. De plus, les émissions des rayonnements bêtas n'ont pas été prises en compte. Si l'IRSN a vérifié que les marges au niveau de l'énergie déposée sont suffisantes pour écarter le risque d'accumuler de l'hydrogène au-delà de la limite inférieure d'inflammabilité, l'IRSN estime que la société ROBATEL Industries devrait mettre à jour l'évaluation de l'énergie déposée en tenant compte de ces éléments. **Ceci fait l'objet de l'observation n°5 du présent avis.**

2.4. RADIOPROTECTION

En réponse à une demande de l'ASN relative à l'évaluation du débit d'équivalent de dose avec le contenu radioactif maximal autorisé, la société ROBATEL Industries a vérifié le caractère pénalisant des sources considérées dans sa démonstration de sûreté, en se fondant sur le fait que les termes sources neutrons et gamma augmentent fortement lorsque le taux de combustion augmente, mais sont moins sensibles au taux d'enrichissement en ^{235}U et à la teneur en plutonium. Les valeurs d'enrichissement et de taux de combustion utilisés dans les évaluations sont supérieures à celles spécifiées dans le certificat d'agrément. **Ceci permet de répondre à la demande de l'ASN.**

2.5. PREVENTION DU RISQUE DE CRITICITE

La démonstration d'absence de risque de criticité a été révisée afin de répondre aux demandes de l'ASN.

La mise à jour de la description des hypothèses de calcul de l'étude de sûreté-criticité et la description de l'emballage et des aménagements internes figurant dans le dossier de sûreté sont cohérents. Les calculs de la société ROBATEL Industries réalisés en CAT permettent de couvrir les contenus MOX transportés grâce à une règle des mélanges faisant intervenir le rapport entre les masses maximales réellement transportées et les masses retenues dans les modélisations. Même si l'évaluation du biais de qualification utilise des benchmarks sélectionnés de façon qualitative sans faire une analyse précise de leur représentativité par rapport aux configurations de transport étudiées, l'IRSN estime que les cas sélectionnés couvrent une large gamme du

spectre neutronique pour des milieux fissiles représentatifs. De plus, le requérant retient le biais maximal associé à ces différents cas. **Ceci est satisfaisant et permet de répondre aux demandes de l'ASN.**

2.6. UTILISATION ET MAINTENANCE

2.6.1. Utilisation

En réponse à une demande de l'ASN relative aux instructions d'utilisation des éléments vissés, la société ROBATEL Industries a complété ses instructions visant à contrôler la présence des joints, la mise en œuvre et le serrage des vis. **Ceci permet de répondre à la demande de l'ASN.**

2.6.2. Maintenance et retour d'expérience

En réponse à la demande de l'ASN relative au retour d'expérience sur l'utilisation de ce modèle de colis, la société ROBATEL Industries a précisé qu'aucun vieillissement des joints et de déformation rémanente n'ont été identifiés. De plus, les contrôles, visant à s'assurer de la présence et de l'état des joints d'étanchéité avant chaque transport, ont été renforcés. **Ceci permet de répondre à la demande de l'ASN.**

3. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés et en tenant compte des informations transmises par la société ROBATEL Industries au cours de l'expertise, l'IRSN considère que le modèle de colis R72, tel que défini dans le projet de certificat d'agrément, est conforme aux prescriptions réglementaires applicables aux modèles de colis du type B(M) chargé de matières fissiles.

En outre, afin d'améliorer la démonstration de sûreté, la société ROBATEL Industries devrait tenir compte des observations présentées dans le présent avis et rappelées en annexe 1.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Eric LETANG

Adjoint au directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE 1 A L'AVIS IRSN N° 2020-00155 DU 15 OCTOBRE 2020

Observations de l'IRSN

Observation n° 1

L'IRSN estime que le requérant devrait compléter les instructions d'arrimage du modèle de colis R72 dans la notice d'utilisation, en spécifiant qu'en cas d'un choix de configuration d'arrimage différent de l'exemple donné, l'utilisateur doit s'assurer de la tenue mécanique de la solution retenue.

Observation n° 2

L'IRSN estime que le requérant devrait s'assurer de la tenue des vis du système de fermeture du modèle de colis R72 en considérant des paramètres en cohérence avec les instructions d'utilisation, les caractéristiques de la graisse employée et le temps d'atteinte de l'équilibre thermique.

Observation n° 3

L'IRSN estime que le requérant devrait s'assurer de l'absence de risque de fretage de l'étui en conditions normales et accidentelles de transport en tenant compte des jeux radiaux entre l'étui et la cavité du modèle de colis R72.

Observation n° 4

L'IRSN estime que le requérant devrait justifier la valeur d'énergie libérée prise en compte pour représenter le phénomène de post-combustion du bois des capots et s'assurer que la prise en compte d'un endommagement mécanique des capots et des composants internes, et d'une température en CNT enveloppe, ne sont pas de nature à remettre en cause les températures admissibles des joints du couvercle du modèle de colis.

Observation n° 5

Afin d'améliorer la démonstration relative au risque de radiolyse du modèle de colis R72, l'IRSN estime que le requérant devrait, d'une part réévaluer directement l'énergie déposée dans les milieux considérés avec un estimateur adéquat, d'autre part tenir compte des rayonnements bêtas dans ses évaluations en plus des rayonnements photoniques.