

Fontenay-aux-Roses, le 15 novembre 2019

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n°2019-00251

Objet : Transport - Prorogation et extension d'agrément du modèle de colis IR 200

Réf. [1] Lettre ASN CODEP-DTS-2018-048042 du 3 octobre 2018.
[2] Lettre ASN CODEP-DTS-2017-035831 du 5 septembre 2017. Règlement de transport de l'AIEA, SSR-6, édition de 2018.
[3] Règlement de transport des matières radioactives de l'AIEA - SSR-6.

Par lettres citées en première et deuxième références, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les dossiers de sûreté joints aux demandes de prorogation et d'extension des agréments de transport du modèle de colis IR 200, chargé de combustibles ou d'autres matières radioactives, transmises par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA).

Pour mémoire, les premiers agréments du modèle de colis IR 200 datent de 2014 et une extension de ces agréments a été réalisée en 2017. La demande de prorogation reprend globalement les contenus des précédents agréments. La demande d'extension porte sur la modification d'un contenu (n°5.2), pour intégrer la présence de 3 kg de matières plus hydrogénées que l'eau, et sur l'ajout d'un contenu (n°9), visant à réaliser des opérations d'évacuation de combustibles de l'installation nucléaire de base (INB) n°72.

De l'expertise des dossiers précités par rapport au règlement cité en troisième référence, tenant compte des compléments transmis par le requérant, l'IRSN retient les points suivants.

Adresse Courrier
BP 17
92262 Fontenay-aux-Roses
Cedex France

1 DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS

1.1 Emballage

L'emballage IR 200 est constitué d'un corps cylindrique équipé à chaque extrémité d'un capot amortisseur de chocs (blocs de bois disposés dans un caisson métallique). Le corps cylindrique est formé de viroles métalliques délimitant une cavité interne et un espace intervirole rempli de plomb et d'une résine neutrophage.

Siège social
31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre 8 440 546 018

La fermeture de la cavité interne est assurée notamment :

- côté tête, par un système à barillet et un couvercle équipé de joints d'étanchéité en élastomère ;
- côté fond, par un couvercle équipé de joints d'étanchéité en élastomère.

1.2 Contenus

Les contenus transportés, qui sont divisés en sous-contenus, sont des matières, irradiées ou non, de réacteurs de type REP, REB, à neutrons rapides, MTR, de la propulsion navale ainsi que de la filière UNGG ou Eau Lourde. Ils sont avant irradiation constitués d'uranium ou d'uranium et de plutonium. Ils peuvent être sous diverses formes (crayons, aiguilles, plaques, tronçons, pastilles, poudres...). Les gaines des combustibles peuvent être devenues inétanches lors de leur irradiation.

La composition isotopique des matières irradiées utilisée dans les démonstrations de sûreté est déterminée à l'aide de différents codes d'évolution, qui ne sont pas systématiquement précisés dans le dossier du requérant. Par ailleurs, il ne précise pas le domaine de validité de ces codes, ni les incertitudes associées aux résultats. **Ces points font l'objet de l'observation Erreur ! Source du renvoi introuvable. de l'annexe 2 de l'avis.**

Par ailleurs, le requérant détermine les termes sources utilisés pour les calculs de radioprotection et de relâchement d'activité de certains combustibles à base d'oxyde d'uranium (UOX), en prenant en compte l'enrichissement maximal en ^{235}U de l'uranium et le taux de combustion maximal. Cependant, la prise en compte de l'enrichissement minimal en ^{235}U de l'uranium peut être plus pénalisante. Aussi, l'IRSN estime que le requérant devrait, pour la prochaine demande de prorogation, évaluer l'influence de ce paramètre. **Ceci fait l'objet de l'observation 1.2 de l'annexe 2 de l'avis**

Enfin, le requérant n'a pas indiqué les réacteurs expérimentaux (MTR) dans lesquels certains combustibles ont été irradiés. L'IRSN estime qu'il devrait justifier que l'inventaire radiologique considéré pour ces combustibles dans les démonstrations de sûreté est enveloppe compte tenu des paramètres d'irradiation spécifiés. **Ceci fait l'objet de l'observation 1.3 de l'annexe 2 de l'avis.**

1.3 Aménagements internes

Les aménagements internes sont, soit des étuis métalliques, dont le diamètre est pris en compte dans l'analyse des risques de criticité, soit des outils de chargement comme des pelles. Au cours de l'expertise, le requérant a modifié la définition des étuis précités afin de prendre en compte les plans tels que construits (TQC). Ceci n'appelle pas de remarque. Le requérant devra introduire la révision des plans des étuis dans le dossier de sûreté.

1.4 Comportement mécanique de l'emballage

1.4.1 Tenue mécanique en conditions de transport de routine

L'IRSN estime globalement satisfaisante la justification du requérant de la tenue mécanique des organes d'arrimage et de manutention, notamment celle de la tenue à la fatigue qui a été introduite dans le dossier de sûreté. Toutefois, la sollicitation maximale de ces éléments est déterminée en traction-compression alors que les tourillons sont essentiellement sollicités en cisaillement. Compte tenu du caractère enveloppe des accélérations considérées dans les études, de l'approche conservatrice retenue pour déterminer la limite d'endurance et du contrôle par ressouage de la soudure lors des maintenances, l'IRSN estime que la tenue en fatigue des organes d'arrimage est assurée.

Lors des précédentes expertises, l'IRSN a estimé que le requérant devrait, d'une part spécifier les caractéristiques mécaniques des rondelles des vis de fixation des capots, d'autre part justifier que le couple de serrage de ces vis n'entraîne pas de risque de déformation pouvant conduire à une relaxation de l'assemblage vissé. Ces éléments n'ont pas été inclus dans le dossier de sûreté. **Ils font l'objet de l'observation 2.1 de l'annexe 2 de l'avis.**

De même, l'IRSN estime que le requérant devrait justifier que les caractéristiques mécaniques du métal d'apport de la soudure des tourillons et des oreilles de manutention à la virole sont au moins égales à celles des matériaux soudés. **Ceci fait l'objet de l'observation 2.2 de l'annexe 2 de l'avis.**

1.4.2 Tenue mécanique en conditions normales et accidentelles de transport

La tenue de l'emballage aux épreuves réglementaires de chutes est notamment justifiée sur la base d'essais de chute, sur poinçon et de 9 mètres. Les démonstrations réalisées n'ont pas été modifiées par le requérant. Elles n'appellent pas de remarque particulière de l'IRSN.

À cet égard, l'IRSN avait estimé satisfaisantes les études présentées lors de la demande d'agrément justifiant le maintien en position, sans plastification, de quatre des six vis des capots amortisseurs à l'issue des chutes de 9 m. Il conviendrait que le requérant intègre ces études dans le dossier de sûreté.

D'autre part, pour la demande de prorogation, le requérant a réalisé une étude vibratoire du modèle de colis confirmant la fréquence de filtrage des accélérogrammes initialement retenue. **Cette étude est satisfaisante.**

1.4.3 Représentativité de la maquette d'essais de chute

Dans ses précédentes expertises, l'IRSN a estimé satisfaisante la représentativité de la maquette utilisée pour les essais. Toutefois, l'IRSN a considéré que le requérant devrait détailler son analyse pour la plaque anti-poinçonnement des capots et le procédé de coulée du plomb. **Ces points, qui n'ont pas été ajoutés au dossier de sûreté, font l'objet de l'observation 2.3 de l'annexe 2 de l'avis.**

1.5 Impact différé du contenu

Les étuis métalliques sont vissés au fond de la cavité, ce qui écarte un impact différé du contenu. Pour les autres configurations, coté tête, le contenu entrerait en contact avec le barillet qui est maintenu par des étriers. De plus, le jeu entre ces éléments est limité, de l'ordre de 3 mm. Coté fond, le contenu entrerait en contact avec le ringard dont les déplacements axiaux possibles sont faibles (5 mm de jeu entre le ringard et le couvercle de fond). Aussi, un éventuel impact différé du contenu ne mettrait pas en cause les conclusions des études mécaniques.

1.6 Comportement mécanique en chute avec le châssis de transport

Le requérant a remplacé le châssis de transport du modèle de colis IR 200. Le nouveau châssis est notamment équipé d'attaches fusibles. Le requérant n'a pas joint à son dossier de description précise du nouveau châssis. En outre, le dossier de sûreté ne spécifie pas de disposition particulière relative à son utilisation. **Ces points font l'objet de la recommandation de l'annexe 1 de l'avis.**

Par ailleurs, le requérant n'a pas répondu aux demandes de l'ASN, formulées à l'occasion de l'agrément du modèle de colis IR 200, d'analyser les conséquences d'une chute, d'une hauteur de 9 m à la température maximale atteinte en conditions normales de transport, du modèle de colis IR 200 équipé de son châssis. Aussi, l'IRSN considère que le requérant devra répondre à ces demandes lors de la prochaine demande de prorogation.

2 COMPORTEMENT THERMIQUE DU MODELE DE COLIS IR 200

Le requérant a mis à jour l'étude thermique, en améliorant certains paramètres du modèle (coefficients d'échange thermique). Les résultats obtenus confirment les conclusions de l'étude précédente. L'étude mise à jour n'appelle pas de remarque de l'IRSN.

Pour les conditions accidentelles de transport, le requérant indique que les marges mises en évidence par les études couvrent les conséquences d'une éventuelle poursuite de la combustion du bois des capots. **L'IRSN convient de l'existence de marges.**

3 CONFINEMENT

Le requérant a mis à jour les études de relâchement potentiel d'activité en conditions normales et accidentelles de transport, pour tenir compte du nouveau contenu et de celui modifié. **Compte-tenu des hypothèses pénalisantes retenues, ces études n'appellent pas de remarque de l'IRSN.**

4 RADIOPROTECTION

Le requérant a mis à jour l'étude de radioprotection en conditions de transport de routine, afin de prendre en compte des contenus radioactifs maximaux pour tous les contenus. **Ceci est satisfaisant.**

À cet égard, en conditions accidentelles de transport, l'étude prend en compte, pour certains contenus, un contenu radioactif qui n'est pas enveloppe (masses, taux de combustion...). Néanmoins, les débits de dose obtenus présentent des marges couvrant cette sous-estimation. Toutefois, l'IRSN estime que le requérant devrait corriger ce point. **Ceci fait l'objet de l'observation 3.1 de l'annexe 2 de l'avis.**

Pour chaque contenu, le requérant présente des calculs de débit de dose autour du colis en considérant plusieurs positions de la matière dans la cavité (centrée ou décentrée, axialement et radialement). **Ceci est satisfaisant.**

Le contenu n'est pas systématiquement calé dans la cavité. Aussi, la mesure de débit de dose autour du colis réalisée avant expédition pourrait ne pas être pénalisante, en cas de mouvement du contenu. Toutefois, la protection radiologique du modèle de colis étant homogène sur toute la hauteur de l'emballage, il est vraisemblable que ces déplacements n'entraînent pas d'augmentation significative du débit de dose. Cependant, l'IRSN estime que le requérant devrait étudier ce point. **Ceci fait l'objet de l'observation 3.2 de l'annexe 2 à l'avis.**

Pour le contenu n°3, le requérant indique que les débits de dose au contact du véhicule en conditions de transport de routine présentent moins de marge par rapport au critère réglementaire (pour un transport sous utilisation non exclusive) que ceux obtenus à 2 m du véhicule, sans préciser les valeurs obtenues à 2 m. Aussi, l'IRSN estime qu'il devrait présenter ces valeurs. **Ceci fait l'objet de l'observation 3.3 en annexe 2 de l'avis.**

Pour le contenu n°4, le requérant justifie le respect des critères de débit de dose en considérant des sources de type gamma. Cependant, la définition de ce contenu inclut également la présence de sources neutroniques. **Aussi, l'IRSN propose de retirer des certificats d'agrément la possibilité de transporter des sources neutroniques.**

Enfin, les résultats obtenus pour le sous-contenu n°8.1 ne présentent pas de marge. Or, des compléments devraient être apportés concernant la validation des calculs d'évolution et la prise en compte de l'enrichissement maximal en ²³⁵U de l'uranium dans les calculs (cf. § 1.2 de l'avis). **Aussi, en l'état des études, l'IRSN propose de supprimer ce sous-contenu des certificats. Les résultats des autres contenus présentent des marges couvrant ces points.**

5 PREVENTION DES RISQUES DE CRITICITE

Le requérant a complété les études existantes de prévention des risques de criticité, pour tenir compte du nouveau contenu et de celui modifié. L'ensemble des études réalisées est satisfaisant.

Toutefois, pour les contenus n^{os} 3.1 et 7, l'IRSN avait estimé que le requérant devrait mieux justifier le caractère enveloppe du milieu fissile retenu après irradiation en réacteur RNR. **Ceci fait l'objet de l'observation 4.1 de l'annexe 2 de l'avis.**

Par ailleurs, la démonstration de la sous-criticité du sous-contenu n°3.4 s'appuie sur celle réalisée pour le sous-contenu n°3.2. Toutefois, les masses maximales admissibles de ces deux sous-contenus ne sont pas définies de manière identique (masse et teneur de plutonium pour le sous-contenu n°3.4 et masse d'(U + Pu) pour le sous-contenu n°3.2). Aussi, pour des teneurs en plutonium faibles, la masse d'(U+Pu) du contenu n°3.4 est supérieure à celle maximale du sous-contenu n°3.2. L'IRSN estime que ceci ne met toutefois pas en cause la sous-criticité des configurations associées. Nonobstant, l'IRSN estime que le requérant devrait formellement justifier ce point. **Ceci fait l'objet de l'observation 4.2 de l'annexe 2 de l'avis.**

6 RISQUES SUBSIDIAIRES

Certains contenus du modèle de colis IR 200 incluent des matières métalliques. Lors de l'expertise, de manière à écarter les phénomènes de pyrophoricité, le requérant a indiqué qu'il précisera dans le dossier de sûreté que les matières métalliques sous forme finement divisée sont exclues. **Cette restriction, intégrée dans les projets de certificats, est satisfaisante.**

Par ailleurs, certains combustibles gainés des contenus sont devenus inétanches lors de l'irradiation en réacteur et peuvent contenir de l'eau. Afin d'écarter les risques d'explosion de dihydrogène produit par radiolyse, ceux-ci circuleront sous couvert d'un certificat d'agrément de type B(M)F spécifiant une durée de transport maximale, déterminée sur la base d'une mesure après chargement. **Ceci est satisfaisant.**

7 INSTRUCTIONS D'UTILISATION

7.1 Séchage

Le requérant fixe des critères de siccité à satisfaire lors du séchage de la cavité et des aménagements internes. Il détaille par ailleurs dans le dossier de sûreté une méthode de séchage par tirage au vide et remontée de pression. **Ces points sont satisfaisants.**

Cependant, le requérant indique que toute autre méthode est admise. L'IRSN estime que ces autres méthodes devraient être détaillées ainsi que les critères d'acceptation et la qualification associés. Dans l'attente, l'IRSN estime que seule la méthode détaillée dans le dossier de sûreté doit être retenue. **L'IRSN propose de spécifier ce point dans les certificats d'agrément.**

Enfin, pour les mesures d'hydrogène réalisées après chargement des contenus comprenant des éléments inétanches (agrément B(M)F), le requérant devrait spécifier dans le dossier de sûreté que les boîtes utilisées comme conditionnement primaire ne sont pas étanches aux gaz. **L'IRSN propose d'ajouter ce point aux certificats d'agrément.**

7.2 Contrôle de débits d'équivalent de dose

L'ensemble des dispositions particulières définies pour les transports réalisés sous utilisation exclusive ne figure pas dans le chapitre du dossier de sûreté relatif à l'utilisation. L'IRSN estime que le requérant devrait modifier ce chapitre en ce sens. **Ceci fait l'objet de l'observation 5.1 de l'annexe 2 de l'avis.**

8 PROGRAMME D'ENTRETIEN ET RETOUR D'EXPERIENCE

Le requérant a spécifié dans le dossier de sûreté, pour l'ensemble des composants, la fréquence et les critères d'acceptation retenus pour les contrôles réalisés lors des opérations de maintenance du colis. **Ceci est satisfaisant.**

Toutefois, l'IRSN estime que le requérant devrait justifier la fréquence de changement des joints d'étanchéité de l'emballage. De plus, le requérant devrait prévoir une vérification du bon état des rondelles des vis des capots amortisseurs à chaque cycle ainsi qu'un contrôle de la soudure de chaque tourillon tous les 60 cycles. Enfin, un contrôle de la visserie devrait être ajouté aux ceux figurant dans le programme d'entretien. **Ces points font l'objet des observations 6.1, 6.2 et 6.3 de l'annexe 2 de l'avis.**

Par ailleurs, le dossier de sûreté fait état d'un constat de desserrage de deux vis d'arrimage et de deux vis des chapeaux des tourillons survenus après un nombre limité de transport. L'IRSN estime que le requérant devrait rechercher les causes de ces événements. **Ceci fait l'objet de l'observation 6.4 de l'annexe 2 de l'avis.**

9 SYSTEME DE MANAGEMENT

Les chapitres du dossier de sûreté relatifs à la définition du modèle de colis et à l'étude de confinement ont gagné en lisibilité et cohérence. Néanmoins, les démonstrations de sûreté apparaissent dans diverses notes jointes au dossier de sûreté. L'IRSN estime que le requérant devrait synthétiser les démonstrations dans le dossier de sûreté et faire référence le cas échéant à ces notes. La priorité devrait être donnée aux chapitres relatifs à la tenue mécanique et à l'étude de radioprotection. **Ceci fait l'objet de l'observation 7.1 de l'annexe 2 de l'avis.**

10 CONCLUSION

Compte tenu des justifications de sûreté présentées, l'IRSN considère que le modèle de colis IR 200 est conforme aux prescriptions réglementaires qui lui sont applicables, sous réserve de la prise en compte des propositions de modification des certificats d'agrément de l'IRSN.

Par ailleurs, l'IRSN estime que le requérant devrait compléter la démonstration de sûreté en tenant compte de la recommandation et des observations formulées en annexes au présent avis.

Pour le directeur général, par délégation

Igor LE BARS

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe 1 à l'Avis IRSN n° 2019-00251 du 15 novembre 2019

Recommandation

- 1) Décrire le châssis de transport équipé d'attaches « fusibles » et spécifier les dispositions associées à l'utilisation exclusive de ce châssis.

Annexe 2 à l'Avis IRSN n° 2019-00251 du 15 novembre 2019

Observations

1 Composition des combustibles irradiés

- 1.1 Préciser les codes d'évolution utilisés pour définir les compositions isotopiques des contenus, ainsi que les bibliothèques de données nucléaires associées. Détailler la validation de ces codes pour les contenus considérés et leurs caractéristiques (type de réacteur, taux de combustion, composition isotopique initiale...).
- 1.2 Évaluer l'influence de la prise en compte de l'enrichissement minimal en ^{235}U sur les termes sources gamma et neutron des combustibles UOX des contenus n°s 1, 6 et 8.
- 1.3 Justifier que l'inventaire radiologique et l'activité des radioéléments considérés dans les démonstrations sont enveloppes compte tenu des paramètres d'irradiation des réacteurs expérimentaux concernés par les sous-contenus n°s 5.1 et 9.2.

2 Comportement mécanique

- 2.1 Spécifier les caractéristiques mécaniques des rondelles des vis de fixation des capots et justifier que le couple de serrage de ces vis n'entraîne pas de risque de déformation plastique susceptible d'entraîner une relaxation de l'assemblage vissé.
- 2.2 Justifier que les caractéristiques mécaniques du métal d'apport des soudures des tourillons et des oreilles de manutention à la virole sont au moins égales à celles des matériaux soudés.
- 2.3 Représentativité de la maquette
 - a. Confirmer que le procédé de coulée du plomb est identique entre le modèle de colis et la maquette d'essais de chute.
 - b. Préciser les caractéristiques mécaniques (R_e , R_m et $A\%$) de la plaque anti-poinçonnement des capots amortisseurs de la maquette de chute et vérifier sa représentativité en termes d'énergie absorbée.

3 Radioprotection

- 3.1 Évaluer les débits d'équivalent de dose pour les contenus radioactifs enveloppes en CAT.
- 3.2 Étudier l'influence des déplacements potentiels du contenu en CTR sur les débits d'équivalent de dose.
- 3.3 Présenter pour le contenu n° 3 les débits d'équivalent de dose évalués à 2 m du véhicule en CTR.

4 Prévention des risques de criticité

- 4.1 Justifier pour les contenus n°s 3.1 et 7 le caractère enveloppe du milieu fissile retenu après irradiation en réacteur RNR, notamment la teneur en plutonium et l'isotopie du plutonium.
- 4.2 Justifier que la limite de masse du sous-contenu n° 3.2 est enveloppe de celle du sous-contenu n° 3.4.

5 Instructions d'utilisation

- 5.1 Spécifier dans le dossier de sûreté les dispositions particulières du transport sous utilisation exclusive.

6 Programme d'entretien périodique et retour d'expérience

- 6.1 Démontrer que la fréquence de changement des joints d'étanchéité de l'emballage est adaptée au regard de leur durée de vie et des températures déterminées dans l'analyse du comportement thermique.
- 6.2 Prévoir une vérification du bon état des rondelles des vis des capots amortisseurs à chaque cycle ainsi qu'un contrôle de la soudure de chaque tourillon tous les 60 cycles.
- 6.3 Spécifier et ajouter à l'ensemble des contrôles figurant dans le programme d'entretien un contrôle de la visserie.
- 6.4 Rechercher les causes des desserrages de vis d'arrimage et de de vis de chapeaux de tourillons observés après un nombre limité de transports.

7 Assurance de la qualité

- 7.1 Synthétiser, dans le dossier de sûreté, les démonstrations de sûreté et, le cas échéant, faire référence aux notes annexes.