

Fontenay-aux-Roses, le 5 août 2019

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n°2019-00193

Objet : Transport - Prorogation d'agrément du modèle de colis IR 100

Réf. **1. Lettre ASN CODEP-DTS-2018-034742 du 10 juillet 2018.**  
**2. Règlement de transport de l'AIEA n° SSR-6, édition 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 de prorogation relative au modèle de colis IR 100, présentée par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA).

Cette demande concerne le transport sur la voie publique (voies routière, maritime et fluviale) du modèle de colis IR 100 en tant que colis de types B unilatéral fissile, multilatéral fissile et unilatéral non fissile (types B(U)F, B(M)F et B(U)) pour le transport de divers types de matières radioactives (combustibles irradiés ou non, sources radioactives, matières activées et/ou contaminées, etc.). Les certificats en cours de validité du modèle de colis IR 100 ont expiré le 30 juin 2019.

Les justifications de sûreté présentées par le requérant ont été expertisées par l'IRSN par rapport au règlement cité en seconde référence. De cette expertise, l'IRSN retient les points importants ci-après.

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

## **1 DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS**

### **1.1 Description de l'emballage**

L'emballage IR 100, de forme générale cylindrique, est composé d'un corps, d'un système de barillet, d'un ringard et d'un système de fermeture composé de plusieurs tapes et bouchons.

Le corps est constitué de deux viroles en acier inoxydable délimitant une cavité cylindrique et enfermant une épaisseur de résine neutrophage pour la protection radiologique (blindage neutron).

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 cavité est fermée par plusieurs tapes et bouchons en acier inoxydable, équipés de joints d'étanchéité en élastomère, vissés sur le corps de l'emballage. L'ensemble composé du corps, des tapes et des bouchons de fermeture des orifices délimite l'enveloppe de confinement du modèle de colis.

L'emballage est équipé, à chacune de ses extrémités, de capots amortisseurs amovibles, composés de blocs de bois protégés par une enveloppe en acier inoxydable et un dispositif anti-poinçonnement. Les capots sont vissés sur le corps de l'emballage.

L'emballage IR 100 est manutentionné et arrimé à l'aide de deux oreilles, de deux tourillons et d'une semelle de dépose en acier inoxydable soudées au corps de l'emballage.

## 1.2 Définition des contenus et description des aménagements internes

La présente demande de prorogation d'agrément du modèle de colis IR 100 porte sur 20 contenus qui concernent trois types de certificat :

- type B(U)F-96 pour les contenus A1 à A4, A7 et A22 ;
- type B(M)F-96 T pour les contenus A8 à A12 et A21 ;
- type B(U)-96 pour les contenus A5, A13, A15 à A18, A20 et A23.

Les contenus A6, A14 et A19 ne font pas l'objet de la présente demande de prorogation.

Ces contenus, de natures diverses, peuvent être constitués de combustibles irradiés (ou non-irradiés), de matières hors-combustibles (sources radioactives, matières activées et/ou contaminées) ou d'un mélange de ces matières.

Les contenus transportés sous couvert du certificat de type B(M)F-96 T peuvent contenir de l'eau résiduelle. La présence de matière plus hydrogénée que l'eau dans l'emballage n'est pas autorisée.

Pour les contenus transportés sous couvert du certificat de type B(U)-96, la masse de matière fissile présente doit respecter les limites applicables aux matières fissiles exceptées définies par le règlement cité en seconde référence.

Les aménagements internes utilisés pour le transport des contenus du modèle de colis IR 100 présentés dans le dossier de sûreté sont fournis à titre indicatif (leur utilisation est optionnelle et leurs dimensions peuvent être différentes). Leurs caractéristiques maximales (volume, masse...) sont prises en compte dans les définitions des contenus.

## 2 MODIFICATIONS APPORTÉES DANS LE CADRE DE LA PRÉSENTE DEMANDE DE PROROGATION

Dans le cadre de la présente demande de prorogation d'agrément du modèle de colis IR 100, les principales modifications apportées par le requérant sont :

- l'ajout des nouveaux contenus (A21 à A23) constitués de combustible irradié ;
- la modification des études thermiques afin de prendre en compte des puissances thermiques des contenus plus adaptées aux besoins de transport (cf. paragraphe 3.2) ;
- la modification du contenu A15 (fissile excepté) pour intégrer du combustible ayant un enrichissement en <sup>235</sup>U inférieur à la plage d'enrichissement actuellement autorisée sous réserve de limiter la masse du combustible à une très faible quantité (cf. paragraphe 3.3) ;

- la modification de la pression de fermeture de la cavité du colis (cf. paragraphes 3.4 et 4).

Par ailleurs, le dossier de sûreté a été également mis à jour pour intégrer les modifications issues des précédentes demandes d'extension d'agrément.

## **3 DÉMONSTRATION DE SÛRETÉ**

### **3.1 Comportement mécanique**

Le concept d'emballage n'a pas été modifié depuis la précédente demande de prorogation d'agrément. Le requérant analyse le comportement mécanique du modèle de colis dans toutes les conditions de transport, afin de définir les hypothèses à considérer dans les analyses du comportement thermique du colis, du confinement, de la radioprotection et la prévention des risques de criticité.

L'IRSN considère que la tenue mécanique des organes de manutention et d'arrimage du colis (oreilles et tourillons), en conditions de transport de routine (CTR) est globalement acceptable. D'un point de vue formel, pour la prochaine prorogation du modèle de colis, l'IRSN estime que le requérant devrait mettre à jour, d'une part la description du modèle de colis afin de spécifier les compléments relatifs aux soudures des oreilles et des tourillons, d'autre part les études de la tenue mécanique des tourillons en conditions de transport de routine. Ceci fait l'objet des observations 1 et 2 formulées en annexe au présent avis.

Le comportement mécanique du modèle de colis IR 100 en conditions normales et accidentelles de transport est justifié principalement sur la base d'essais de chute réalisés en 2004 sur une maquette à échelle réduite. Les résultats des essais montrent un bon comportement global du modèle de colis aux épreuves réglementaires. Les démonstrations présentées par le requérant ont été estimées satisfaisantes lors des précédentes expertises. L'IRSN considère acceptable de reconduire cette conclusion dans le cadre de la présente demande de prorogation.

### **3.2 Comportement thermique**

Les études du comportement thermique présentées dans le dossier de sûreté ont été révisées afin de prendre en compte de nouvelles puissances thermiques des contenus plus adaptées aux besoins de transport (une diminution de l'ordre de moitié). Plusieurs configurations de chargement thermique représentant les différentes valeurs de puissances thermiques ont été étudiées. Pour les CTR et pour les conditions normales de transport (CNT), la présence d'un caisson de transport autour du colis a été considérée dans les calculs.

En cours d'expertise, le requérant a complété la démonstration par une analyse thermique visant à comparer le comportement thermique, dans toutes les conditions de transport, du modèle de colis IR 100 en présence ou non du caisson de transport. Il en ressort que les températures des composants du colis sont plus élevées lorsque le colis est transporté sans caisson de transport. Toutefois, les résultats présentés dans le dossier de sûreté restent enveloppes, du fait d'hypothèses plus pénalisantes (le flux solaire est surestimé et certaines surfaces du caisson sont considérées adiabatiques). Par conséquent, le comportement thermique du modèle de colis IR 100 n'est pas remis en cause.

Par ailleurs, le requérant considère que les marges de sûreté obtenues permettent de couvrir l'accroissement éventuel de température lié à la poursuite de combustion du bois des capots à l'issue de l'épreuve réglementaire de l'incendie.

### 3.3 Radioprotection

Dans le cadre de la présente demande, le requérant a complété les analyses de radioprotection par de nouvelles évaluations de débit de dose autour du colis chargé des nouveaux contenus constitués de combustible irradiés (cf. paragraphe 2 du présent avis) ou d'une source de neutrons (de type américium-béryllium).

En CTR, la quantité maximale des contenus a été déterminée afin de respecter les critères réglementaires de débit de dose autour du colis. En particulier, pour le modèle de colis IR 100, le critère le plus limitant est le critère de  $2 \text{ mSv.h}^{-1}$  en tout point de la surface externe du colis.

Pour les CNT, les justifications de l'absence de l'augmentation de débit de dose de plus de 20 % au contact du colis reposent principalement sur les faibles déformations du colis relevées à l'issue des essais de chute libre du colis d'une hauteur de 0,9 mètre.

Pour les conditions accidentelles de transport (CAT), les évaluations de débit de dose sont réalisées en prenant en compte les hypothèses suivantes : les capots amortisseurs sont entièrement détruits et la résine neutrophage, entièrement brûlée à l'issue de l'incendie, est remplacée par de l'air. Les résultats obtenus sur la base de ces hypothèses pénalisantes montrent que le critère réglementaire, de débit de dose maximal inférieur à  $10 \text{ mSv/h}$  à 1 mètre du colis, est respecté avec un coefficient de sûreté supérieur à 10.

L'IRSN estime que les démonstrations relatives à la radioprotection sont globalement satisfaisantes. Toutefois, l'IRSN a modifié, avec l'accord du requérant, les projets de certificat transmis par ce dernier afin de mettre en cohérence les conditions de chargement de certains contenus avec les démonstrations présentées dans le dossier de sûreté.

Enfin, compte tenu de la faible masse de combustible retenue pour cette configuration, l'IRSN estime que l'intégration au contenu A15 de combustible ayant un enrichissement en  $^{235}\text{U}$  inférieur à la plage d'enrichissement actuellement autorisé n'est pas de nature à induire des débits de dose supérieurs aux critères réglementaires.

### 3.4 Confinement

Concernant le dimensionnement des joints en élastomère équipant les tapes et les bouchons du système de fermeture, le taux de remplissage maximal de certaines gorges de joint en CAT peut légèrement dépasser la limite de 100 % dans la configuration de calcul la plus pénalisante (en considérant les tolérances maximales pour les joints et minimales pour la gorge) ; la valeur nominale du taux de remplissage de ces gorges est de l'ordre de 95 %. L'IRSN estime que, dans le cadre de la prochaine prorogation du modèle de colis, le requérant devrait prendre des dispositions permettant de garantir un taux de remplissage maximal des gorges de joint ne dépassant pas 100 % dans toutes les conditions de transport. Ceci fait l'objet de l'observation 3 formulée en annexe au présent avis.

Les masses des contenus ont été déterminées afin de vérifier les critères réglementaires de relâchement d'activité en conditions normales et accidentelles de transport. Il est à noter que la pression de fermeture de la cavité de l'emballage a été modifiée pour prendre en compte une pression de fermeture de la cavité égale à la pression atmosphérique (1,04 bar), valeur cohérente avec la modification réalisée dans les instructions d'utilisation (cf. paragraphe 4). Les hypothèses de calculs et les résultats présentés par le requérant n'appellent pas de remarque de l'IRSN.

### 3.5 Prévention des risques de criticité

Les démonstrations de maintien de la sous-criticité présentées par le requérant n'ont pas été modifiées depuis la dernière demande de prorogation. Pour rappel, les calculs de criticité ont été réalisés en considérant trois milieux combustibles de référence : oxyde d'uranium (UOX), oxydes mixtes d'uranium et de plutonium (MOX) et oxydes mixtes d'uranium et de plutonium pour le réacteur à neutron rapide (RNR). Les justifications sont apportées par le requérant pour démontrer que ces calculs permettent de couvrir l'ensemble des contenus (y compris les nouveaux contenus ajoutés dans le cadre de la présente demande). L'IRSN estime que les justifications présentées sont globalement satisfaisantes.

Néanmoins, pour les contenus constitués d'un mélange de combustible et matière hors-combustible, le requérant devrait, dans le cadre de la prochaine demande de prorogation, confirmer que la présence de matériaux réflecteurs autres que ceux considérés dans les calculs ne remettrait pas en cause les conclusions des études présentées dans le dossier de sûreté. Ceci fait l'objet de l'observation 4 formulée en annexe au présent avis.

### 3.6 Radiolyse

Les contenus du modèle de colis IR 100 concernés par le phénomène de radiolyse sont ceux transportés sous couvert du certificat de type B(M)F-96 T du fait de la présence d'eau résiduelle. Les risques liés à la radiolyse de l'eau sont la production et l'accumulation de dihydrogène ( $H_2$ ) pouvant induire une explosion dans la cavité du colis IR 100 qui pourrait remettre en cause l'intégrité des composants (en particulier, l'enveloppe de confinement).

Le principal objectif de cette analyse est de déterminer la puissance thermique maximale admissible des contenus pour des durées de transport fixées. Les hypothèses retenues dans l'étude de radiolyse n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN. S'agissant des résultats obtenus, les puissances thermiques maximales admissibles des contenus sont très faibles et leurs contrôles avant l'expédition nécessiteront une attention particulière de la part des opérateurs.

## 4 FABRICATION, UTILISATION, MAINTENANCE

Les consignes, prescriptions ainsi qu'un retour d'expérience relatif à l'utilisation et la maintenance du modèle de colis IR 100 sont présentés par le requérant dans le dossier de sûreté.

Les instructions d'utilisation ont été mises à jour afin de spécifier un chargement exclusivement à sec et une pression de fermeture de la cavité à la pression atmosphérique. Le requérant considère que ces modifications permettent de répondre aux demandes de l'ASN, formulées dans le cadre de la précédente prorogation, relatives à la qualification de la méthode de séchage de la cavité du colis, à la pression de fermeture de la cavité interne du colis et au risque de présence de corps étranger dans la cavité du colis. Les démonstrations de confinement (cf. paragraphe 3.4) ont été révisées pour prendre en compte cette modification, cela n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.

Le programme de maintenance et le retour d'expérience d'utilisation et maintenance du modèle de colis IR 100 sont globalement satisfaisants selon l'IRSN. Concernant les joints en élastomère équipant les tapes et les bouchons du système de fermeture du colis, le requérant précise que leurs performances sont vérifiées à chaque transport et lors des petites maintenances du colis. Les joints sont remplacés à chaque grande maintenance et font l'objet d'un examen de leur état. Compte tenu de la faible puissance thermique du modèle de colis, l'IRSN considère que le

risque de d'endommagement des joints par vieillissement thermique est faible et que la fréquence de remplacement des joints retenue est acceptable. En tout état de cause, le retour d'expérience formalisé à l'occasion des remplacements permettra d'enrichir les connaissances sur le vieillissement des joints.

## **5 SYSTEME DE MANAGEMENT**

Le chapitre dédié au système de management a été mis à jour par le requérant afin de présenter une liste des composants importants pour la sûreté du modèle de colis IR 100 ainsi que leur niveau de classement. Ceci est satisfaisant. Toutefois, tel que formulé dans l'observation 1 du présent avis, les compléments de justification relatifs aux soudures présentes dans les capots amortisseurs et les organes d'arrimage du colis, transmis en cours d'expertise, devraient être intégrés dans le dossier de sûreté.

## **6 CONCLUSION**

En conclusion, compte tenu des justifications de sûreté présentées par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, l'IRSN considère que le modèle de colis IR 100 est conforme aux prescriptions réglementaires qui lui sont applicables. En outre, comme mentionné dans le présent avis, l'IRSN propose d'introduire dans les certificats d'agrément des modifications pour mettre en cohérence les conditions de chargement de certains contenus au regard des démonstrations de sûreté.

Enfin, l'IRSN estime que le requérant devrait, dans le cadre de la prochaine demande de prorogation d'agrément du modèle de colis IR 100, tenir compte des observations formulées en annexe au présent avis.

Pour le directeur général, par délégation

Anne-Cécile JOUVE

Adjointe au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe à l'Avis IRSN n° 2019-00193 du 5 août 2019

Observations pour la prochaine demande de prorogation d'agrément du modèle de colis

1 Description du modèle de colis

Spécifier dans le dossier de sûreté de l'emballage IR 100 les compléments de justification relatifs aux soudures des capots amortisseurs, des oreilles et des tourillons (types de soudure, longueur minimale des soudures, apothème, etc.).

2 Comportement mécanique

Retenir un critère admissible fondé sur la limite d'élasticité dans les études de la tenue mécanique des tourillons en conditions de transport de routine de l'emballage IR 100.

3 Confinement

Prendre des dispositions permettant de garantir un taux de remplissage maximal ne dépassant pas 100 % dans toutes les conditions de transport pour les gorges des joints externes des systèmes de triple joint qui équipent le bouchon tape avant et la tape arrière.

4 Prévention des risques de criticité

Pour les contenus constitués d'un mélange de combustible et de matière hors-combustible (source radioactive, matière activée et/ou contaminée, etc.), confirmer que la présence de matériaux réflecteurs autres que ceux considérés dans les calculs ne remettrait pas en cause les conclusions des études présentées dans le dossier de sûreté.