



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

Liberté  
Égalité  
Fraternité

**IRSN**  
INSTITUT DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 15 janvier 2024

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2024-00002

**Objet :** Transport – Renouvellement d'agrément du modèle de colis TN-BGC 1

**Réf. :** [1] Saisine CODEP-DTS-2023-017432 du 30 mars 2023.  
[2] Règlement de transport de l'AIEA - SSR-6 - Édition de 2018.

Par la lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la conformité à la réglementation, citée en seconde référence, du modèle de colis TN-BGC 1, tel que décrit dans le dossier de sûreté joint à la demande de renouvellement d'agrément présentée par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) dénommé ci-après « le requérant ».

Le modèle de colis TN-BGC 1 est utilisé pour l'entreposage et le transport par voie routière ou aérienne de divers contenus de type « uranifère » ou « plutonifère ». Dans le cadre de la présente demande, le requérant a mis à jour le dossier de sûreté du modèle de colis, afin notamment de prendre en compte des évolutions de contenus, les nouvelles exigences issues de la réglementation citée en seconde référence et les réponses aux demandes formulées par l'ASN à l'issue des précédentes demandes de renouvellement et d'extension d'agrément.

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

### 1. DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS

#### 1.1. Description de l'emballage

Pour rappel, l'emballage est composé d'une cage parallélépipédique à l'intérieur de laquelle est fixé un corps de forme générale cylindrique, équipé d'un système de fermeture et d'un capot amortisseur de chocs amovible. Il existe deux options de cage suivant qu'elles comportent ou pas des renforts en partie haute. Le système de fermeture est composé d'un bouchon équipé d'un orifice qui permet la mise en dépression de la cavité avant expédition et sa remise à la pression atmosphérique avant déchargement. Le bouchon et le capuchon de cet orifice sont chacun équipés de deux gorges circulaires accueillant des joints toriques en élastomère. Les joints internes sont doublés par des joints externes pour permettre de contrôler le taux de fuite du colis avant transport.

Le colis peut être manutentionné et arrimé en position horizontale ou verticale. Le transport en position horizontale n'est autorisé que lorsqu'il est chargé de matières dégageant une puissance thermique négligeable. En position verticale, il peut être transporté dans un caisson par lot d'un à six colis.

MEMBRE DE  
**ETSON**

Pour la présente demande, le requérant n'a pas modifié le concept de l'emballage, à l'exception de la classe des vis de fixation de la cage sur le corps de l'emballage et de la généralisation de l'utilisation d'une nuance de joint d'étanchéité pour le joint interne du bouchon et du capuchon. Il a vérifié que ceci n'avait pas de conséquence sur la sûreté, **ce qui est satisfaisant. En outre, il appartient au requérant de préciser la position des vis sur le plan de concept.**

Par ailleurs, l'emballage est muni dans sa partie supérieure d'un capot amortisseur amovible. Celui-ci est composé de deux caissons constitués de tôles en acier inoxydable, qui délimitent un espace rempli d'une protection neutronique et thermique en résine et un espace rempli de blocs de bois. À cet égard, le dossier de sûreté ne spécifie aucun taux d'humidité minimal de ces blocs. **Il appartient au requérant de confirmer que les taux d'humidité des bois présents dans les capots ne sont pas inférieurs à ceux étudiés dans son étude générique relative au comportement mécanique des bois.** Enfin, en réponse à une demande de l'ASN de justifier la conformité des blocs de bois, le requérant indique que, d'une part la conformité de la densité des blocs de bois aux spécifications du dossier de sûreté a été vérifiée lors de la fabrication des capots, d'autre part la conformité du taux d'humidité par rapport à la valeur maximale autorisée a été vérifiée lors de leur réparation réalisée de 2009 à 2010. **L'IRSN estime que ces éléments permettent de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

## 1.2. Description des contenus et des aménagements internes

Dans le cadre de la présente demande, le requérant a modifié, supprimé et ajouté des contenus par rapport à ceux définis dans les certificats d'agrément en vigueur.

Pour rappel, les contenus sont constitués de matières uranifères et/ou plutonifères sous diverses formes et éventuellement divisés en sous-contenus. Ils peuvent être conditionnés dans des housses, enveloppes ou flacons en matière polymère, puis être conditionnés dans un conteneur secondaire métallique. Chaque contenu est ensuite conditionné dans un ou plusieurs aménagements internes en acier inoxydable calés dans la cavité de l'emballage par un système d'entretoises en aluminium servant notamment à limiter l'impact différé du contenu sur le système de fermeture du modèle de colis.

## 2. DEMONSTRATIONS DE SURETE

### 2.1. Comportement mécanique

En réponse à une demande de l'ASN portant sur la tension maximale des sangles d'arrimage, le requérant présente une nouvelle démonstration de la tenue mécanique de la cage et de ses fixations pour le transport routier avec des tensions maximales des sangles d'arrimage respectant les valeurs de force de tension transmises aux sangles définies par les constructeurs et en prenant en compte les accélérations préconisées par l'AIEA. **L'IRSN estime que le requérant a répondu de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

En réponse à une demande de l'ASN relative à la tenue en fatigue de la cage, le requérant a évalué, d'une part les contraintes en statique dans les vis de fixation de la cage sur les platines soudées sur le corps de l'emballage, dans les platines et dans la cage, d'autre part la durée de vie de ces composants. Il conclut au caractère acceptable de l'ensemble des configurations d'arrimage hormis une configuration, dont l'interdiction n'est cependant pas mentionnée au chapitre d'exploitation du dossier de sûreté. **Dans l'attente de la mise à jour du chapitre d'exploitation concernant l'interdiction de la configuration d'arrimage identifiée, l'IRSN propose de spécifier celle-ci dans les projets de certificat.** Enfin, le requérant conclut que la tenue à la fatigue des composants (vis, platine et cage) pour un colis est garantie pour un nombre important d'occurrences d'accélérations longitudinales maximales, représentatives des situations de freinage ou de virage avec une vitesse importante. Cependant, il n'indique pas le nombre d'occurrences correspondant à un cycle de transport. L'IRSN convient que, sur un cycle de transport, le nombre d'occurrences devrait rester limité. En outre, le retour d'expérience en utilisation et en maintenance n'a pas mis en exergue d'endommagement de la cage et des

composants du colis. Aussi, **l'IRSN estime que l'étude de la tenue à la fatigue de la cage pour le transport routier est acceptable. En tout état de cause, il appartient au requérant de définir le nombre de transports routiers pour garantir la tenue à la fatigue des vis, des platines et de la cage.** S'agissant du transport par voie aérienne, la démonstration n'a pas été modifiée. En effet, la mise à jour de la démonstration pour le transport routier montre que les contraintes calculées en statique pour le transport aérien sont inférieures aux contraintes maximales évaluées pour le transport routier. À cet égard, l'IRSN relève que le chapitre d'exploitation du dossier de sûreté ne rend pas obligatoire la présence d'un cadre de bois pris en compte dans l'étude du transport aérien pour l'arrimage en position verticale des colis. **Il appartient au requérant de mettre à jour ce chapitre sur ce point. Dans l'attente, l'IRSN propose de modifier les projets de certificat afin de spécifier l'utilisation d'un cadre en bois en transport aérien pour l'arrimage en position verticale des colis.**

En réponse à une demande de l'ASN d'évaluer l'influence de différents paramètres sur la pression maximale admissible avant explosion, le requérant justifie que les calculs de tenue mécanique, lors d'une explosion, de la cavité de l'emballage TN-BGC 1 et de l'aménagement interne sont très conservatifs. En outre, les contrôles du taux d'hydrogène n'ont jamais mis en évidence de teneur significative en hydrogène. **L'IRSN estime que ces éléments permettent de répondre de manière acceptable à la question de sûreté portée par la demande de l'ASN.**

## 2.2. Comportement thermique

En réponse à une demande de l'ASN d'examiner l'ensemble des configurations de transport possibles, le requérant a réalisé une nouvelle étude du comportement thermique du modèle de colis TN-BGC 1 pour le transport par voie routière. **Au regard des hypothèses de modélisation retenues et des résultats obtenus, l'IRSN estime que le requérant a répondu de manière satisfaisante à l'ensemble des points de la demande de l'ASN.**

En outre, en réponse à une demande de l'ASN de justifier, pour le trafic aérien, l'intégrité du confinement à la température ambiante réglementaire en l'absence d'ensoleillement, le requérant indique que ce transport ne concerne que des colis chargés de contenus dont la puissance thermique est très faible. Aussi, la température des joints est couverte par celle évaluée pour le colis chargé de contenus avec une puissance thermique plus élevée. **L'IRSN estime que ces éléments répondent de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

## 2.3. Confinement

Conformément à une demande de l'ASN, le dossier de sûreté mentionne dorénavant les informations relatives à la qualification de la nouvelle nuance de joint en élastomère. **Ceci est satisfaisant.** La représentativité de la mesure de la déformation rémanente après compression (DRC) des joints n'est toutefois pas justifiée au regard des conditions d'utilisation de ces joints en transport. Pour rappel, des essais présentés dans la littérature montrent que la DRC de joints testés pourrait être supérieure. Aussi, **il appartient au requérant de vérifier que le maintien des performances d'étanchéité du modèle de colis TN-BGC 1 tient compte d'une déformation rémanente après compression des joints de confinement en élastomère représentative de leurs conditions d'utilisation.**

En réponse à une demande de l'ASN de justifier la valeur de DRC à très basse température, le requérant souligne que la valeur considérée dans les démonstrations de sûreté est communément admise. En outre, il s'appuie, pour la nouvelle nuance de joint en élastomère, sur des résultats d'essais favorables. L'IRSN estime que les éléments présentés permettent de garantir l'étanchéité du colis uniquement en conditions normales de transport (CNT), mais pas en conditions accidentelles de transport (CAT) pour lesquelles un risque d'ouverture du bouchon ne peut être exclu. **Aussi, l'IRSN estime que le requérant n'a pas complètement répondu à la demande de l'ASN.**

En réponse à une demande de l'ASN de redimensionner les systèmes gorge/joint interne et externe du capuchon de l'orifice du bouchon, le requérant présente de nouveaux calculs de taux de remplissage en CNT et en CAT. À la suite d'une erreur qu'il a identifiée au cours de l'expertise, le requérant a modifié le diamètre interne et le

diamètre du tore du joint interne du capuchon, ce qui conduit à un taux de remplissage maximal acceptable. **Ces nouveaux éléments sont satisfaisants. Il appartient au requérant de mettre à jour le chapitre du dossier de sûreté en cohérence. Dans l'attente, l'IRSN propose de modifier les projets de certificat d'agrément du modèle de colis afin de préciser les nouvelles dimensions du joint interne du capuchon.** Pour ce qui concerne les gorges des joints externes du bouchon et du capuchon, le requérant n'a en revanche pas réévalué leur taux de remplissage au motif que la valeur de ce taux n'a pas d'impact sur le confinement du modèle de colis. **Ceci n'est pas satisfaisant.** Pour rappel, une extrusion du joint externe peut conduire à une dégradation du contact métal-métal entre le composant et sa zone d'appui et par conséquent à une perte d'étanchéité de l'enveloppe de confinement. **En l'état, l'IRSN estime que le requérant n'a pas répondu complètement à la demande de l'ASN.**

En réponse à une demande de l'ASN de tenir compte des gaz produits par radiolyse des matières polymères présentes dans les contenus uranifères, le requérant a mis à jour les calculs de relâchement d'activité du modèle de colis. Les résultats obtenus respectent les critères réglementaires, **ce qui permet de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

## 2.4. Radioprotection

Le requérant a mis à jour l'étude de radioprotection afin de corriger certaines incohérences et de supprimer le référencement d'études obsolètes. Il précise que les nouveaux contenus et contenus modifiés restent couverts par cette étude. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

## 2.5. Risques subsidiaires

Le requérant a vérifié que les risques liés aux dégagements pour les nouveaux contenus gazeux sont maîtrisés par la limitation de la durée de transport afin de ne pas dépasser la pression maximale admissible dans la cavité de l'emballage.

En réponse à une demande de l'ASN de confirmer, pour les contenus uranifères, l'absence de risque associé à la production de gaz par radiolyse, le requérant montre, notamment sur la base des études de thermolyse et de radiolyse des matières polymères considérant les modifications apportées aux contenus uranifères, que les risques liés aux dégagements gazeux sont maîtrisés. **Du fait que l'uranium n'est pas irradié et pas issu du retraitement, l'IRSN convient que le risque de radiolyse de l'eau pour ces contenus peut être négligé. Ainsi, les éléments présentés par le requérant permettent de répondre de manière acceptable à la demande de l'ASN.**

## 2.6. Prévention des risques de criticité

Le requérant n'a pas modifié les démonstrations, hormis pour les nouveaux contenus. **Les résultats des études pour ces nouveaux contenus n'appellent pas de remarque particulière de la part de l'IRSN.**

Conformément à une demande de l'ASN, le requérant a intégré les études de prévention des risques de criticité dans le dossier de sûreté. **Ceci est satisfaisant.**

En réponse à une demande de l'ASN de justifier les biais de calcul pour un des contenus, **le requérant a réalisé de nouveaux calculs qui permettent de répondre de manière acceptable à la demande de l'ASN.** Enfin, conformément à une demande de l'ASN, le requérant considère dorénavant le bouchon et le capot dans les modélisations en CAT pour certains contenus. **Ceci est satisfaisant.**

## 2.7. Vieillesse

Conformément à la réglementation citée en seconde référence, le dossier de sûreté comporte dorénavant une analyse du vieillissement. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** Cependant, le vieillissement thermique de l'ensemble des matériaux n'est pas examiné. **Il appartient au requérant de compléter cette analyse sur ce point.** Par ailleurs, le requérant indique que les joints sont changés lors des opérations de maintenance, ce qui lui permet de s'affranchir d'une analyse de leur vieillissement. Or il ne justifie pas la fréquence de remplacement

des joints. Aussi, **il appartient au requérant de justifier la fréquence de remplacement des joints spécifiée dans le dossier de sûreté**. En outre, le requérant n'analyse pas de façon exhaustive le vieillissement mécanique des composants du modèle de colis. Ainsi, seule la tenue à la fatigue des vis de fixation de la cage sur le corps de l'emballage, des platines et de la cage est étudiée.

**Dans ces conditions, il appartient au requérant de compléter l'analyse du vieillissement présentée dans le dossier de sûreté par l'étude du vieillissement mécanique, hygrométrique et thermique pour l'ensemble des matériaux composant le modèle de colis.**

## 2.8. Utilisation, maintenance et management de la qualité

Le requérant a modifié le chapitre du dossier de sûreté relatif aux consignes d'exploitation de l'emballage afin de préciser l'ensemble des conditions d'arrimage. Tel que discuté précédemment, **il appartient au requérant de mettre à jour ce chapitre pour spécifier uniquement les configurations autorisées.**

En réponse à une demande de l'ASN de réduire le nombre de défauts sur les cages, le requérant a mis en place en 2020 un plan d'actions et prévoit d'en établir un retour d'expérience fin 2024. **Dans l'attente, l'IRSN estime que le requérant a répondu partiellement à la demande de l'ASN.**

En réponse à une demande de l'ASN de spécifier dans le dossier de sûreté un contrôle par ressuage de toutes les soudures accessibles de la cage, le requérant souligne que seules les soudures en partie haute et basse sont sollicitées en arrimage et en manutention et qu'elles sont les plus sollicitées en chute. Aussi, seul le contrôle de ces soudures est dorénavant mentionné dans le dossier de sûreté. **Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN. Les éléments présentés par le requérant permettent de répondre de manière acceptable à la demande de l'ASN.**

Enfin, conformément à une demande de l'ASN, le dossier de sûreté a été corrigé sur un certain nombre d'incohérences détectées précédemment. **Ceci est satisfaisant. En tout état de cause, il appartient au requérant de veiller, lors des prochaines révisions du dossier de sûreté du modèle de colis TN-BGC 1, à y inclure les justifications complémentaires apportées en réponse aux demandes de l'ASN ou dans le cadre des instructions.**

## 3. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés et en tenant compte des éléments transmis par le requérant au cours de l'expertise, l'IRSN estime que le modèle de colis TN-BGC 1, tel que défini dans les projets de certificat d'agrément tenant compte des modifications proposées par l'IRSN, est conforme aux prescriptions de l'édition 2018 du règlement de transport de l'AIEA, citée en seconde référence, applicable aux modèles de colis de type B.

Enfin, l'IRSN estime que le requérant a répondu de manière satisfaisante aux demandes de l'ASN, à l'exception des demandes relatives au redimensionnement de la gorge du joint externe du capuchon, à la justification de la valeur de la déformation rémanente à la compression à basse température et à l'efficacité du plan d'action maintenance des cages.

**IRSN**

Le Directeur général

Par délégation

**Anne-Cécile JOUVE**

*Adjointe au Directeur de l'expertise de sûreté*