

Fontenay aux Roses, le 29 avril 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2022-00089

Objet : Transport - Renouvellement d'agrément du modèle de colis COG-OP-30B

Réf. : [1] Lettre ASN CODEP-DTS-2021-023712 du 17 mai 2021.
[2] 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 conformité à la réglementation citée en seconde référence du modèle de colis COG-OP-30B, dont la société Orano Nuclear Packages and Services, dite « Orano NPS » et dénommée ci-après le requérant, a demandé le renouvellement d'agrément.

Cette demande de renouvellement d'agrément du modèle de colis COG-OP-30B concerne le transport par voies routière, fluviale, maritime et ferroviaire d'un cylindre 30B contenant de l'hexafluorure d'uranium (UF₆) à base d'uranium naturel enrichi (UNE) ou d'uranium issu du traitement de combustibles irradiés enrichi (URE), dont la teneur maximale en ²³⁵U est de 5 %. Le transport de ce modèle de colis sur la voie publique, en tant que colis de type IP-2, de type A ou de type B(U) pour matières fissiles, est actuellement autorisé jusqu'au 31 mai 2022.

Conformément à la demande de l'ASN, l'expertise de l'IRSN porte sur les modifications apportées au dossier de sûreté, sur le retour d'expérience de la maintenance et de l'utilisation des colis, ainsi que sur l'étude de l'impact, sur le colis, du châssis utilisé pour l'arrimage du colis sur son moyen de transport.

De l'évaluation des documents transmis, tenant compte des réponses apportées aux demandes de l'ASN et des justifications transmises au cours de l'expertise par le requérant, l'IRSN retient les principaux éléments suivants.

1. DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS

Dans le cadre de la présente demande de renouvellement d'agrément, le requérant n'a pas modifié le concept de l'emballage COG-OP-30B. Pour rappel, cet emballage est composé d'un cylindre 30B placé dans une coque de protection constituée de deux demi-coques fixées l'une à l'autre par des grenouillères. Chaque demi-coque est composée de tôles en acier inoxydable qui délimitent des espaces remplis de blocs de mousse et de bois. Les grenouillères sont soudées sur des zones renforcées de la surface externe des demi-coques. Le cylindre 30B s'appuie sur la surface interne des demi-coques par l'intermédiaire de bandes en élastomère. Ce cylindre en acier est équipé d'une vanne de remplissage ou de vidange et d'un bouchon utilisés lors des opérations de maintenance. Les exigences liées à la conception, l'utilisation et la maintenance des cylindres 30B sont définies par la norme ISO 7195, qui définit deux types de bouchon pouvant être utilisés (bouchon à tête hexagonale ou bouchon à 6 pans creux). Dans le cadre de la présente demande de renouvellement d'agrément, le requérant réintroduit la possibilité d'utiliser les bouchons à tête hexagonale.

Les contenus, visés par la présente demande de renouvellement d'agrément du modèle de colis COG-OP-30B, concernent des cylindres 30B qui peuvent être « pleins » d'UF₆ (masse d'UF₆ comprise entre 455 kg et 2 277 kg) ou bien « vides » (avec au plus 11,34 kg de résidus dénommés « pied de cuve¹ »). Dans le cadre de la présente demande de renouvellement d'agrément, le requérant définit, en plus des sept contenus existants, cinq nouveaux contenus. Quatre sont constitués d'une nouvelle composition de l'UF₆ à base d'URE, avec notamment une nouvelle teneur en uranium 232, et le cinquième est constitué d'un nouveau « pied de cuve » provenant d'URE dont l'activité est supérieure à celle du « pied de cuve » déjà transporté.

Enfin, l'arrimage de la coque sur son moyen de transport est réalisé par l'intermédiaire d'un châssis. Le châssis est un ensemble mécano-soudé composé d'un cadre métallique, de deux berceaux et de deux sangles textiles d'arrimage de la coque.

2. COMPORTEMENT MECANIQUE DU MODÈLE DE COLIS

2.1. CONDITIONS DE TRANSPORT DE ROUTINE

Dans le cadre de la présente demande de renouvellement d'agrément, le requérant a mis à jour l'étude relative à l'arrimage du modèle de colis, en conditions de transport de routine (CTR), en considérant les efforts de serrage des sangles sur la coque afin de répondre à une demande de l'ASN. En outre, en réponse à la demande de l'ASN concernant la tenue à la fatigue des soudures des ceintures, destinées à accueillir le système de fermeture de l'emballage sur la surface externe de la coque, le requérant a précisé qu'elles n'ont pour unique fonction que le maintien en position de la ceinture afin de faciliter les opérations de fermeture des deux demi-coques. Le requérant a néanmoins ajouté un contrôle de ces soudures par ressuage tous les 5 ans ou tous les 50 transports. **L'IRSN estime que ces éléments permettent de répondre de manière satisfaisante aux demandes de l'ASN.**

2.2. CONDITIONS NORMALES ET ACCIDENTELLES DE TRANSPORT

L'étude du comportement du modèle de colis à l'issue des épreuves réglementaires simulant les conditions normales (CNT) et accidentelles (CAT) de transport repose, d'une part sur des essais réalisés avec deux prototypes représentatifs du modèle de colis COG-OP-30B à l'échelle réelle, d'autre part sur des calculs analytiques visant entre autres à évaluer le comportement du colis sur la plage de température réglementaire.

2.2.1. Gerbage

Le requérant a mis à jour l'étude de compression du modèle de colis afin de répondre à une demande de l'ASN concernant l'intégrité des soudures de liaison entre les tôles utilisées pour réaliser le gerbage des colis et la surface externe de la coque. Il indique notamment que ces soudures n'ont pas fonction à reprendre les contraintes mécaniques des sollicitations liées au gerbage des colis. En effet, la tôle de support est soudée sur l'enceinte interne d'une part et sur le pied du passage de fourche d'autre part. **L'IRSN estime que ceci permet de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN**

Néanmoins, l'IRSN relève que le requérant n'a pas justifié la tenue mécanique des autres soudures, situées sur les tôles de support du modèle de colis COG-OP-30B, et qui pourraient reprendre des efforts lors du gerbage de plusieurs colis. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 1 en annexe au présent avis.**

2.2.2. Représentativité des prototypes utilisés lors des essais

Le lest utilisé par le requérant lors des essais de chutes pour simuler le comportement de l'UF₆ est un mélange de grenaille de fer et de paraffine. En réponse à une demande de l'ASN, le requérant a réalisé des essais de

¹ Le « pied de cuve » est constitué d'UF₆ non extrait lors de la vidange du cylindre et d'un « fond solide » (formé de composés non volatiles ou partiellement volatiles non extraits du cylindre lors de la vidange et d'une croûte formée au fond du cylindre, issue de la réaction de l'UF₆ avec l'acier du cylindre).

projection de paraffine à une vitesse représentative d'une chute de 9 m sur une surface métallique afin d'en vérifier l'adhérence. Il indique que ces essais ont montré une adhérence limitée de la paraffine et ainsi l'absence de masquage d'un éventuel chemin de fuite à l'issue de la chute au niveau de la vanne. Toutefois, l'IRSN rappelle que les débris, pouvant résulter de la fracturation de l'UF₆ présent dans la cavité du cylindre, peuvent atteindre plusieurs dizaines voire centaines de kilos, et qu'un impact d'un de ces blocs sur la vanne ou à son voisinage pourrait mettre en cause son étanchéité. À cet égard, le lest composé de grenaille de fer et de paraffine ne permet pas de simuler parfaitement le comportement réel de l'UF₆. **Ainsi, l'IRSN estime que l'ensemble des éléments présentés par le requérant ne permet pas de répondre de manière totalement satisfaisante à la demande de l'ASN.**

Concernant les dispositifs de fermeture, le requérant a mis à jour le dossier de sûreté, en réponse à une demande de l'ASN, pour intégrer les caractéristiques mécaniques des prototypes et du modèle de colis, ainsi que des justifications complémentaires. L'IRSN note que le requérant a retenu dans ces justifications un critère correspondant à la limite à la rupture et que les marges dégagées pour certains éléments sont très faibles. Aussi, l'IRSN considère que le requérant devrait consolider sa démonstration en tenant compte des incertitudes associées à la mesure de ces caractéristiques. **En conséquence, l'IRSN estime que les éléments apportés par le requérant ne permettent pas de répondre de manière totalement satisfaisante à la demande de l'ASN.**

Enfin, s'agissant de la représentativité des blocs de mousse, le requérant indique, en réponse à une demande de l'ASN, que la mousse participe très peu à l'écrasement, et donc à l'absorption d'énergie, lors des chutes. Il estime ainsi que les éventuelles variations des caractéristiques mécaniques des blocs de mousses ne sont pas de nature à mettre en cause les résultats de chutes obtenus. **Ceci permet de répondre à la demande de l'ASN.**

2.2.3. Influence de la température sur le comportement mécanique du modèle de colis en chute

En complément des essais de chute effectués à température ambiante, le requérant a évalué le comportement du colis par des calculs analytiques pour les épreuves de chutes représentatives des CAT à la température maximale atteinte en CNT. Dans le cadre de la présente demande de renouvellement d'agrément, le requérant a mis à jour ces études afin de répondre à deux demandes de l'ASN.

Ainsi, le requérant a vérifié l'absence d'impact de la vanne du cylindre 30B avec la cavité de la coque en cas de chute sur poinçon au droit de la vanne. Dans son évaluation, il considère notamment, de façon pénalisante, uniquement les éléments métalliques internes de la coque (mousse, bois et enveloppe externe non modélisés). En outre, le poinçon est considéré comme rigide, ce qui est pénalisant. Les résultats de cette étude montrent l'absence de contact entre la vanne et la cavité de l'emballage. **L'IRSN estime que cette étude permet de répondre de manière satisfaisante à l'une des deux demandes de l'ASN.**

En complément, le requérant a vérifié le maintien de l'étanchéité des bouchons hexagonaux réintroduits dans la présente demande de renouvellement. **Ceci est satisfaisant.**

Enfin, le requérant a mis à jour l'évaluation de l'écrasement du bois lors des chutes axiales, latérales et obliques, qui intègre dorénavant le cumul des chutes de 1,2 m, sur poinçon et de 9 m. Il conclut à l'absence de talonnement des blocs de bois présents dans la coque, permettant de garantir un bon amortissement du colis sans contrainte supplémentaire. **Ceci permet de répondre de manière satisfaisante à la seconde demande de l'ASN.**

2.3. ÉTUDE DE L'IMPACT DU CHÂSSIS

En réponse à trois demandes de l'ASN, le requérant a apporté de nouveaux éléments permettant de compléter l'évaluation de l'impact du châssis de transport sur le modèle de colis COG-OP-30B lors des chutes réglementaires. Ces éléments concernent l'effet de l'alignement du châssis avec le colis, l'évaluation des taux d'écrasement des blocs de bois et des blocs de mousse déterminés par calcul et le contrôle des caractéristiques mécaniques des composants des châssis. **Concernant les deux premiers points, les éléments apportés par le requérant n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN et permettent de répondre à la demande l'ASN.**

En revanche, s'agissant du contrôle des caractéristiques mécaniques de l'acier constituant les châssis, le requérant a réalisé un programme de caractérisation sur l'ensemble des châssis en circulation. Le requérant a indiqué que, sur le premier lot testé (60 châssis), les contrôles de dureté comportaient deux points de mesures sur chacun des quatre supports, et que seuls deux points de mesures sur un seul des quatre supports du châssis ont été effectués sur les lots 2 (53 coques) et 3 (26 coques). Il conclut que seuls deux châssis, mis temporairement à l'arrêt, sont constitués d'acier ayant une limite à la rupture supérieure à la valeur maximale retenue dans l'étude de l'impact du châssis sur le colis. L'IRSN relève que de nombreux châssis sont constitués d'acier ayant une limite à la rupture égale à la valeur maximale retenue dans cette étude. Compte tenu de la disparité des résultats de mesures du lot 1, ainsi que des valeurs maximales obtenues sur les lots 2 et 3, l'IRSN estime qu'il n'est pas exclu que la limite à la rupture de l'acier de certains châssis de ces lots dépasse le critère. Le requérant devrait, pour les lots 2 et 3, compléter son programme de contrôle des duretés en utilisant la même méthode que pour le lot 1. **Aussi, l'IRSN estime que le requérant ne répond pas de manière totalement satisfaisante à la demande de l'ASN.**

2.4. RUPTURE FRAGILE

L'étude du risque de rupture fragile des cylindres 30B à basse température n'a pas été révisée par le requérant dans le cadre de la présente demande de renouvellement d'agrément. **Ainsi, l'IRSN estime que la demande de l'ASN concernant cette étude ne peut être soldée.**

3. COMPORTEMENT THERMIQUE DU MODELE DE COLIS

Concernant le colis COG-OP-30B chargé d'un pied de cuve, le requérant a révisé son analyse thermique en cas d'incendie en CAT afin de répondre à trois demandes de l'ASN concernant la prise en compte respectivement, d'un décentrage radiale du cylindre à l'intérieur de la coque et du transfert thermique *via* les bandes élastomères présentes sur la paroi interne de la coque, des échanges par convection forcée dans la zone poinçonnée de la coque, et de la poursuite de la combustion du bois présent dans la coque à l'issue de l'incendie. Les nouveaux calculs réalisés montrent que les températures de la vanne et du bouchon sont inférieures à la température de fusion de l'étamage du filetage de la vanne et du bouchon permettant d'assurer l'étanchéité. En outre, le requérant indique que les amortisseurs en bois sont éloignés de la vanne du cylindre et que la quantité de bois est suffisamment faible pour ne pas avoir d'influence sur les températures maximales après la fin de l'incendie. Le requérant conclut alors que l'étanchéité du cylindre 30B est assurée à l'issue de l'épreuve réglementaire d'incendie. **L'IRSN estime que cette étude permet de répondre de manière satisfaisante aux trois demandes de l'ASN.**

4. CONFINEMENT

L'enceinte de confinement est composée du cylindre 30B muni de sa vanne et de son bouchon. L'analyse relative au confinement a été révisée dans le cadre de la présente demande de renouvellement d'agrément afin de prendre en compte les nouveaux contenus et les températures présentées dans le dossier de sûreté mis à jour. Le requérant conclut au respect des critères réglementaires. **L'étude de confinement relative au modèle de colis COG-OP-30B révisée par le requérant n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

5. RADIOPROTECTION

Le requérant a révisé l'étude de radioprotection du modèle de colis afin d'y intégrer les nouveaux contenus, ainsi que des mesures alternatives de débits d'équivalent de dose (DED) au contact du cylindre en remplacement des mesures de DED au contact, à 1 m ou à 2 m de la surface du colis. Le requérant indique que ces mesures alternatives permettent de limiter les doses reçues par les opérateurs dans le cas du transport d'uranium de

retraitement dans la mesure où ce contrôle au contact du cylindre est déjà réalisé dans les installations expéditrices.

Pour l'uranium de retraitement, les résultats obtenus montrent que le critère de 0,1 mSv/h pour un cylindre chargé d'un pied de cuve provenant d'URE est dépassé. Toutefois, le requérant précise qu'il appartient à l'expéditeur de vérifier avant transport que les DED réglementaires autour du colis sont respectés. Si ceux-ci sont trop élevés, l'expéditeur peut laisser décroître l'activité du contenu avant d'expédier le colis. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Concernant les mesures alternatives de DED, des facteurs d'atténuation géométrique sont déterminés en comparant les DED calculés au contact du cylindre et les DED calculés au contact externe de la coque. Ces facteurs permettent ensuite de déterminer la dose limite admissible au contact du cylindre pour respecter les critères réglementaires au niveau du modèle de colis COG-OP-30B.

Les hypothèses considérées par le requérant, notamment l'épaisseur minimale des cylindres 30B, et la méthode employée pour déterminer ces facteurs d'atténuation, n'appellent pas de remarque. **Aussi, l'IRSN considère que les mesures alternatives prévues par le requérant sont acceptables.**

6. PRÉVENTION DES RISQUES DE SÛRETÉ CRITICITÉ

En réponse à une demande de l'ASN, le requérant a présenté, dans le rapport de sûreté, des éléments concernant la qualification des schémas de calcul utilisés visant à justifier qu'il n'est pas nécessaire de retenir un biais de calcul.

L'IRSN note que le requérant a sélectionné des « benchmarks » mettant en œuvre des milieux constitués d'uranium présentant des enrichissements et des densités de ralentissement similaires à ceux des configurations traitées dans ses études, ce qui constitue une démarche cohérente. **L'IRSN estime que les éléments présentés par le requérant permettent de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

7. UTILISATION ET RETOUR D'EXPÉRIENCE

7.1. UTILISATION

En réponse à une demande de l'ASN relative au contrôle avant expédition du système de fermeture de la coque à l'aide des grenouillères, le requérant indique qu'un contrôle supplémentaire par un deuxième opérateur du bon verrouillage des dix fermetures du colis a été ajouté dans le chapitre « utilisation » du dossier de sûreté. **L'IRSN estime que ceci permet de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

En réponse à une demande de l'ASN concernant les dispositions opérationnelles garantissant l'alignement entre les goussets de séparation des coques et les surfaces d'appui du berceau, le requérant a ajouté dans le chapitre « utilisation » du dossier de sûreté une vérification avant transport de l'alignement de la soudure de la tôle de séparation avec le plan de dépose des berceaux supports du châssis. **Ces dispositions sont satisfaisantes.**

7.2. RETOUR D'EXPÉRIENCE

Le requérant a transmis le retour d'expérience de maintenance et d'exploitation du modèle de colis COG-OP-30B. En réponse à une demande de l'ASN, le requérant présente une analyse des enfoncements constatés sur des coques de protection. À cet égard, il indique qu'une sensibilisation des clients et des différents prestataires intervenants sur le transport aura lieu afin qu'une plus grande attention soit apportée, lors des prochains transports, aux risques de chocs. **Ceci permet de répondre à la demande de l'ASN.**

Par ailleurs, en réponse à une demande de l'ASN relative aux écarts de masse relevés sur plusieurs coques, le requérant indique que la principale cause identifiée est une prise d'humidité par les bouchons fusibles. L'entrée d'humidité serait favorisée par un nettoyage des coques au jet d'eau sous pression et par un entreposage non-

couvert. Afin de réduire l'occurrence de cet évènement, le requérant a mis en place un entreposage progressif des coques sous bâtiment couvert, a interdit les procédés humides pour le nettoyage des coques et a remplacé une partie des bouchons fusibles vissés par des bouchons collés. **L'IRSN estime que ces dispositions permettent de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

Enfin, en réponse à une demande de l'ASN concernant la recherche des causes des défauts relevés sur les composants de fermeture de la coque de protection et sur les bouchons fusibles, le requérant indique que les broches, qui avaient été déposées pour être lubrifiées, ont été tracées comme « remplacées », impliquant un grand nombre de broches considérées comme défectueuses. Ainsi, le requérant considère que les broches à billes des systèmes de fermetures ne présentent pas d'anomalies. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.** Concernant les bouchons fusibles, leurs remplacements sont liés à la problématique de prise de masse des colis décrites ci-dessus. Tous les bouchons seront remplacés en maintenance après vérification de l'efficacité des nouveaux bouchons. Dans l'attente de ces résultats, l'IRSN estime qu'une vigilance renforcée devrait être mise en œuvre sur l'intégrité de ces bouchons. **Les éléments apportés par le requérant permettent toutefois de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

8. SYSTÈME DE MANAGEMENT PAR LA QUALITÉ

En réponse à une demande de l'ASN, le requérant a révisé le chapitre relatif au système de management par la qualité du modèle de colis COG-OP-30B afin d'y intégrer les dispositions prises pour informer les clients ou les partenaires concernés par l'utilisation ou la maintenance des emballages, ainsi que des exigences de sûreté relatives à ces activités décrites dans le dossier de sûreté. Il indique notamment que la société Orano Chime-Environnement est l'unique propriétaire des emballages COG-OP-30B fabriqués à ce jour et que, à chaque nouvelle révision du dossier de sûreté, l'ensemble des chapitres prescriptifs, ainsi que les certificats d'agrément associés, lui sont transmis. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN et permet de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

9. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés et en tenant compte tenu des informations transmises par la société Orano NPS au cours de l'expertise, l'IRSN considère que le modèle de colis COG-OP-30B, chargé d'un cylindre 30B plein ou contenant un pied de cuve, tel que défini dans les projets de certificat d'agrément, est conforme à l'édition 2012 du règlement de l'AIEA applicable aux modèles de colis de type IP-2, de type A ou de type B(U) pour matières fissiles.

De plus, l'IRSN estime que le requérant a répondu de manière satisfaisante à un grand nombre de demandes de l'ASN, à l'exception de celles portant sur la représentativité des dispositifs de fermeture du prototype utilisé et du lest, ainsi que sur les contrôles des caractéristiques mécaniques des châssis.

Enfin, l'IRSN considère que, pour améliorer la démonstration de sûreté, la société Orano NPS devrait tenir compte de l'observation n° 1 formulée en annexe au présent avis.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Eric LETANG

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE À L'AVIS IRSN N° 2022-00089 DU 29 AVRIL 2022

Observation de l'IRSN

Observation N° 1

L'IRSN estime que le requérant devrait justifier la résistance mécanique de l'ensemble des soudures des tôles de support du modèle de colis COG-OP-30B dans le cas d'un gerbage de six colis.