

Fontenay-aux-Roses, le 30 mars 2023

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2023-00046

Objet : Transport - Nouvel agrément du modèle de colis TN-UO₂

Réf. : [1] Lettre ASN CODEP-DTS-2022-021338 du 27 avril 2022.
[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 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 TN-UO₂, tel que décrit dans le dossier de sûreté joint à la demande de nouvel agrément présentée par la société Orano Nuclear Packages and Services (Orano NPS), dénommée ci-après « le requérant ».

Les emballages de ce modèle de colis, fabriqués entre 2001 et 2006, ont été utilisés jusqu'en 2014. Le requérant envisage de remettre en circulation ces emballages en tant que colis de type industriel (IP) ou de type A pour matières fissiles pour des transports par voies terrestre, ferroviaire, maritime et aérienne. Le nouveau modèle de colis, objet de la présente demande, diffère de celui utilisé jusqu'en 2014 par son contenu à transporter, constitué dorénavant de matière uranifère non irradiée, soit sous forme d'un mélange d'uranium, de thorium, de silicium et de carbone (U-Th-C-Si), soit sous forme d'oxyde UO₂, d'oxyde U₃O₈, de fluorure UF₄ ou sous forme métallique.

En appui à sa demande d'agrément, le requérant a également transmis en juillet 2022 des résultats d'essais de chute complémentaires du modèle de colis TN-UO₂.

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

1. PRESENTATION DU MODELE DE COLIS

1.1. DESCRIPTION DE L'EMBALLAGE

Dans le cadre de la présente demande d'agrément, le requérant n'a pas modifié l'emballage par rapport à ceux utilisés jusqu'en 2014. Pour rappel, l'emballage, de forme générale cylindrique, est constitué, de l'extérieur vers l'intérieur, d'une coque externe en acier inoxydable, d'un couvercle de fermeture venant comprimer un joint en mousse néoprène, d'une protection thermomécanique en mousse phénolique, d'un bouchon supérieur et d'une double virole interne composée de résine neutrophage et deux tôles en acier inoxydables soudées. Les colis peuvent être groupés pour le transport, en vue d'un chargement en conteneur ISO 20 ou 40 pieds, ou être manutentionnés de manière indépendante par une pince de préhension de fût.

1.2. DESCRIPTION DE L'AMENAGEMENT INTERNE ET DES CONTENUS

Dans le cadre de la présente demande d'agrément, le requérant a modifié l'aménagement interne pour permettre le transport des nouveaux contenus. L'aménagement interne, similaire quel que soit le nouveau type de contenu à transporter, est constitué d'un renfort interne, d'un système de calage en mousse polyuréthane et du conteneur interne assurant le confinement de la matière radioactive. Ce conteneur interne est constitué d'une virole en acier inoxydable, d'une bride et d'un système de fermeture (couvercle) muni d'un joint d'étanchéité et d'une bague de serrage venant plaquer le couvercle contre le plan de joint.

Pour rappel, les contenus du modèle de colis TN-UO₂ sont dorénavant constitués soit d'un mélange d'U-Th-C-Si en proportions quelconques, soit d'uranium sous forme d'oxyde UO₂, d'oxyde U₃O₈, de fluorure UF₄ ou sous forme métallique. Le conditionnement des contenus se fait soit dans des boîtes métalliques insérées dans une boîte en acier inoxydable, soit par l'intermédiaire d'un fourreau en aluminium inséré dans le conteneur interne. Un système de calage en aluminium peut également être présent afin de limiter le jeu entre le couvercle du conteneur interne et l'empilement constitué du système de calage en mousse de polyuréthane et du contenu radioactif. Dans l'ensemble de ces conditionnements primaires, la présence de matière plus hydrogénée que l'eau n'est pas autorisée.

2. DEMONSTRATION DE SURETE

2.1. COMPORTEMENT MECANIQUE

S'agissant des conditions de transport de routine (CTR), le requérant a notamment réalisé des études analytiques pour vérifier la résistance des filets de la bague de serrage du conteneur interne, la résistance du couvercle du conteneur à la pression interne maximale, la résistance des aménagements internes aux accélérations rencontrées, ainsi que la résistance des organes de manutention et d'arrimage. Concernant la bride, le requérant a montré que les efforts axiaux sur la bride sont inférieurs à la précharge de 16 kN définie dans les instructions d'utilisation de l'emballage TN-UO₂. Le requérant n'a pas vérifié l'absence de desserrage de ces assemblages vissés en cas de faible température ambiante, car il considère que les essais de chute réalisés à froid sont pénalisants par rapport à ces sollicitations. Cependant, l'IRSN estime que les vibrations caractéristiques des CTR, couplées à la rétractation thermique à -40 °C, pourraient conduire à des phénomènes de desserrage (perte de tension sans mouvement relatif vis/écrou, occasionnée par les phénomènes de tassement, matage ou fluage et relaxation) ou de dévissage (perte de tension causée par un mouvement relatif angulaire vis/écrou) de la bride. **Cela conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 1 en annexe au présent avis.**

S'agissant des conditions normales de transport (CNT), le requérant s'est basé sur les précédentes démonstrations de sûreté du modèle de colis TN-UO₂ chargé d'un bouteillon pour retenir les endommagements de l'emballage à considérer pour évaluer la variation du débit d'équivalent de dose à l'issue des CNT. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

S'agissant des conditions accidentelles de transport (CAT), le requérant a étudié la tenue mécanique du modèle de colis TN-UO₂ en tenant compte de trois campagnes d'essais de chutes (deux campagnes réalisées pour le modèle de colis d'avant 2014 et une nouvelle campagne de chute réalisée en 2022). En outre, le requérant a complété sa démonstration de sûreté par des analyses numériques et analytiques, afin de prendre en compte des configurations de chute complémentaires et afin de couvrir l'ensemble des températures réglementaires d'utilisation du modèle de colis TN-UO₂.

Compte tenu des résultats obtenus à l'issue des campagnes d'essais de chutes et des analyses complémentaires, le requérant conclut à l'absence de dispersion de matière hors du conteneur interne et une légère ovalisation du conteneur interne.

L'IRSN estime que l'étude réalisée par le requérant pour le comportement mécanique en CAT du modèle de colis TN-UO₂ est satisfaisante.

2.2. COMPORTEMENT THERMIQUE

Le requérant prend en compte dans l'ensemble des calculs thermiques du modèle de colis TN-UO₂ les endommagements obtenus à la suite des épreuves de chute.

S'agissant des CNT, l'emballage est modélisé sans endommagement et en position verticale (position lors du transport). Le modèle aux éléments finis considère des échanges par conduction, rayonnement et convection. La température ambiante et l'ensoleillement sont pris en compte comme spécifié par la réglementation citée en seconde référence. Le requérant a par ailleurs mené deux études de sensibilité en doublant la conductivité de la mousse phénolique d'une part et en doublant la conductivité des mousses phénolique et polyuréthane d'autre part, afin de maximiser les échanges depuis l'extérieur vers l'intérieur. **Ces hypothèses n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Le requérant obtient une valeur maximale pour la température externe de l'emballage inférieure à la valeur de 50 °C réglementaire en l'absence d'ensoleillement pour le transport aérien. En cas de transport par d'autres voies de circulation, le requérant a vérifié que les températures maximales obtenues pour les matériaux sensibles du modèle de colis TN-UO₂ (joints, mousses...) restent inférieures à leur température d'utilisation. **L'IRSN estime que ceci est satisfaisant.**

S'agissant des CAT, le requérant retient dans ses calculs, de manière pénalisante, les endommagements issus du cumul des chutes réglementaires en CNT et en CAT. Le requérant conclut que le joint du conteneur interne atteint une température inférieure à sa température limite d'utilisation. Cependant, en CAT, le critère de température est localement dépassé au niveau de la résine neutrophage et de la mousse en polyuréthane dans leurs parties radiale et axiale.

Pour ce qui concerne la mousse en polyuréthane, le dépassement de sa température d'utilisation peut entraîner un phénomène de thermolyse. Le requérant indique que la cavité de l'emballage ne présente pas d'étanchéité au gaz, aussi il n'y a aucun risque d'élévation de pression au sein de la cavité. De plus, le requérant exclut le risque d'augmentation de température de la cavité de l'emballage à la suite de la combustion de la mousse car elle est autoextinguible. **Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

Enfin, s'agissant de la résine neutrophage, des essais ont montré qu'elle se dégrade au maximum sur 10 % de son épaisseur et qu'elle est autoextinguible dès le retrait de la flamme. Le requérant retient alors une diminution de l'épaisseur de résine neutrophage enveloppe des conclusions de l'étude précitée pour les calculs de sûreté-criticité. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

2.3. PREVENTION DES RISQUES DE CRITICITE

Le requérant étudie, dans le cadre de la prévention des risques de criticité pour les modes de transport autres que le transport aérien, le cas d'un réseau infini de colis endommagés répartis de façon hexaédrique pour l'ensemble des contenus. Il retient trois contenus enveloppes en considérant les hypothèses d'endommagement pénalisantes à la suite des épreuves représentatives du cumul des CNT et des CAT.

S'agissant du transport aérien, le requérant a étudié une configuration enveloppe dans laquelle l'emballage et le conteneur interne sont ruinés. Le contenu est modélisé par une sphère considérant le contenu majorant et du méthylène (CH₂). Le requérant conclut que la prévention des risques de criticité est garantie.

L'étude du requérant relative à la prévention des risques de criticité n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.

2.4. RADIOPROTECTION

Le requérant a mis à jour son étude de radioprotection du modèle de colis TN-UO₂ en prenant en compte la définition des nouveaux contenus, les déformations obtenues à la suite des épreuves représentatives des CNT et l'impact du vieillissement de la résine neutrophage. Il considère notamment le contenu le plus pénalisant pouvant être transporté dans l'emballage, **ce qui est satisfaisant.**

En CTR, les débits d'équivalent de dose (DED) obtenus par le requérant au contact du colis et à deux mètres du véhicule sont inférieures aux critères réglementaires. **L'IRSN estime que ceci est satisfaisant.**

S'agissant de l'augmentation du DED en CNT, le requérant l'a calculée au contact en considérant le contenu comme étant une source ponctuelle. Le requérant conclut à une augmentation du DED calculé en CTR inférieure à la limite de 20 % défini dans le règlement cité en seconde référence. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

2.5. VIEILLISSEMENT

Afin de se répondre à la réglementation citée en seconde référence (notamment au paragraphe 613a), le requérant décrit les mécanismes de vieillissement de l'ensemble des matériaux du modèle de colis TN-UO₂.

S'agissant de l'effet de l'irradiation lié à la présence de matière radioactive, le requérant indique que, le niveau de rayonnement étant faible, les variations liées à cet effet des propriétés des matériaux, constitutifs de l'emballage et du contenu, ne sont pas significatives durant toute la durée de vie de l'emballage TN-UO₂.

Pour ce qui concerne la corrosion des composants métalliques, le conteneur interne en acier inoxydable et la bague de serrage sont contrôlés visuellement avant chaque transport et durant la maintenance, notamment pour détecter l'apparition de corrosion. Par ailleurs, pour l'acier inoxydable en contact avec la mousse phénolique (virole interne, externe et bouchon), le requérant a estimé le risque de corrosion dû à la présence de chlore négligeable. Enfin, à la suite de la découpe en 2008 et en 2021 de deux emballages, fabriqués respectivement en 2001 et en 2007, le requérant n'a relevé aucune trace de piqûre de corrosion sur la tôle en acier inoxydable au contact de la mousse phénolique.

S'agissant de la résine, le requérant a fourni une note technique sur son vieillissement qui montre que, sur une durée de 40 ans, la résine présente une perte d'hydrogène sur une épaisseur limitée, sans perte de bore. Le requérant a pris compte ce vieillissement dans ses études de sûreté et de radioprotection.

Concernant la mousse phénolique, le requérant a réalisé une qualification de cette mousse en considérant l'influence conjointe de la température, du vieillissement, de la présence d'eau et de la dispersion des propriétés mécaniques des matériaux en fabrication. Le requérant a notamment montré qu'il y avait une absence de sédimentation de l'eau dans la mousse.

Enfin, s'agissant des joints, le requérant indique qu'ils ne sont pas affectés par le vieillissement thermique. De plus, ils sont changés au maximum en maintenance tous les 5 ans.

L'ensemble de ces éléments n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.

2.6. CONFORMITE DES EMBALLAGES DEJA FABRIQUES

S'agissant de la fabrication « ancienne » d'emballage, il est à noter qu'elle a été réalisée en tenant compte de règles d'assurance de la qualité. Les emballages disposent donc d'un dossier constructeur qui permet au requérant de garantir la conformité au modèle de colis TN-UO₂. Pour ce qui concerne les risques de vieillissement de ces emballages, ce phénomène a été pris en compte dans la démonstration de sûreté et la découpe des deux emballages, réalisée par le requérant, a permis de vérifier leur bon état interne. **Aussi, l'IRSN considère que l'utilisation de ces emballages ne pose pas de problème particulier dans la mesure où ils sont régulièrement contrôlés et entretenus.**

3. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés et en tenant compte des informations transmises par la société Orano NPS au cours de l'expertise, l'IRSN estime que le modèle de colis TN-UO₂, tel que défini dans le projet de certificat d'agrément, est conforme aux prescriptions du règlement de transport des matières radioactives de l'AIEA, cité en seconde référence, pour les modèles de colis de type IP et de type A contenant des matières fissiles.

En outre, afin d'améliorer les démonstrations de sûreté, la société Orano NPS devrait tenir compte de l'observation formulée en annexe au présent avis.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Eric LETANG

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE A L'AVIS IRSN N° 2023-00046 DU 30 MARS 2023

Observation de l'IRSN

Observation N° 1

L'IRSN estime que le requérant devrait justifier l'absence de risque de desserrage ou de dévissage de la bride du conteneur interne du modèle de colis TN-UO₂ au regard des vibrations et des températures représentatives des conditions de transport de routine.