



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 28 novembre 2024

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2024-00169

Objet : Transport - Modèle de colis FCC4 - Extension d'agrément

Réf. : [1] Lettre ASN CODEP-DTS-2024-0035682 du 15 juillet 2024.
[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, à l'égard de la prévention des risques de criticité, du modèle de colis FCC4 chargé de deux nouveaux contenus de crayons combustibles neufs gadoliniés, tels que décrits dans le dossier de sûreté joint à la demande d'extension d'agrément présentée par la société Framatome, dénommée ci-après « le requérant ».

Le modèle de colis FCC4 est utilisé pour le transport sur la voie publique (par voies routière, ferroviaire, maritime et fluviale) d'assemblages combustibles neufs ou de crayons non assemblés neufs à base d'uranium naturel enrichi (UNE) ou d'uranium de retraitement enrichi (URE), avec un enrichissement maximal de 5 % en uranium 235 (^{235}U). Actuellement, il est agréé en tant que modèle de colis de type A et industriel de type 2 (IP-2) pour matières fissiles.

La présente demande d'extension d'agrément concerne l'ajout de deux nouveaux contenus classés LSA-II au sens de la réglementation citée en seconde référence. Aussi, le requérant demande un certificat d'agrément pour un modèle de colis industriel de type 2 (IP-2) pour matières fissiles.

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

1. DESCRIPTION DU MODÈLE DE COLIS

Dans le cadre de la présente demande, le requérant n'a pas modifié le concept du modèle de colis FCC4.

Pour rappel, de forme générale cylindrique, le modèle de colis FCC4 est constitué de deux demi-coquilles en acier au carbone, liées par des boulons, d'un berceau métallique et d'un aménagement interne. L'aménagement interne, constitué d'un châssis et de deux portes, délimite deux cavités pouvant accueillir chacune un assemblage combustible neuf ou une boîte à crayons combustibles neufs. Deux dispositifs d'amortisseur de chocs en blocs de bois sont fixés aux extrémités des deux demi-coquilles.

MEMBRE DE
ETSON

L'emballage FCC4 se décline en deux versions, avec des cavités de section différente, permettant d'adapter la géométrie à celle des contenus à transporter. Seule la version 1 est concernée par la présente demande d'extension d'agrément pour le transport de crayons non assemblés en boîte à crayons des deux nouveaux contenus. Ces crayons sont maintenus en place à l'intérieur de la boîte à l'aide d'un système de calage ajusté aux deux nouveaux contenus. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Les crayons combustibles de ces deux nouveaux contenus sont constitués de gaines en alliage de zirconium et remplies avec des pastilles frittées d'oxyde d'uranium (UO_2) enrichies en ^{235}U et d'oxyde de gadolinium (Gd_2O_3).

En outre, un des deux contenus comporte des couvertures axiales, contenant de l'uranium naturel non enrichi, aux extrémités des crayons combustibles. Comme le chapitre du dossier de sûreté relatif à la description des contenus du modèle de colis ainsi que les études de sûreté-criticité spécifient de manière enveloppe que ces couvertures sont constituées d'uranium naturel enrichi, **l'IRSN propose de modifier le projet de certificat afin de spécifier que le matériau des couvertures axiales de ce contenu est de l'uranium naturel non enrichi.**

Enfin, pour la démonstration de sûreté-criticité, le requérant considère de manière enveloppe une ruine du contenu (milieu fissile non gainé). À cet égard, il a présenté au cours de l'expertise les caractéristiques mécaniques des gaines en alliage de zirconium des deux nouveaux contenus qui assurent le confinement des matières fissiles et les études de tenue mécanique associées. **Ces points sont examinés aux paragraphes 2 et 3.**

2. COMPORTEMENT MÉCANIQUE

Pour la présente demande, le requérant n'a pas apporté de modification majeure à la démonstration de sûreté hormis pour la tenue mécanique des équipements des boîtes à crayons en conditions accidentelles de transport (CAT). À cet égard, en s'appuyant sur la même méthode que celle mise en œuvre lors des précédentes demandes d'agrément, il montre que les pressions exercées sur les cales des deux nouveaux contenus sont couvertes par celles des cales des autres contenus déjà agréés. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

En outre, afin de justifier l'absence de dispersion des matières radioactives hors de la cavité du modèle de colis FCC4 chargé de ces deux nouveaux contenus en conditions normales de transport (CNT) et en CAT, le requérant montre que les caractéristiques mécaniques des gaines des nouveaux contenus sont similaires à celles des crayons des contenus déjà agréés, sans couvrir le risque de rupture de ces gaines. Aussi, il montre, à l'égard de ce risque, la présence de marges importantes sur les gaines déjà agréées couvrant le risque de rupture des gaines des deux nouveaux contenus. En outre, il justifie que la résilience de l'alliage de zirconium des crayons est dans le domaine d'acceptation des crayons des contenus déjà agréés. **Ceci est satisfaisant.**

Par ailleurs, afin de justifier l'absence de déformation de la cavité interne de l'emballage en CNT et CAT lors des épreuves réglementaires, le requérant rappelle qu'à l'issue des essais de chutes réglementaires, la section de cette cavité n'a pas fait l'objet de changement dimensionnel significatif. **L'IRSN convient qu'au regard de la justification de la tenue mécanique des cales en CAT et des marges disponibles à l'égard du risque de rupture des gaines, le comportement mécanique en CAT du modèle de colis FCC4 chargé de boîtes à crayons des deux nouveaux contenus devrait être similaire aux essais de chute déjà réalisés.** En outre, le requérant prévoit des contrôles des gaines des nouveaux contenus lors des opérations de fabrication. **Ceci est satisfaisant.**

En tout état de cause, **l'IRSN estime que le comportement mécanique en CNT et CAT du modèle de colis FCC4 chargé des deux nouveaux contenus est démontré.** Le requérant pourrait intégrer les justifications de la démonstration de tenue mécanique en CNT et CAT, apportées au cours de l'expertise, dans le dossier de sûreté.

3. PRÉVENTION DES RISQUES DE CRITICITÉ

Pour démontrer la sous-criticité du modèle de colis FCC4 chargé des deux nouveaux contenus, le requérant a réalisé de nouveaux calculs visant à démontrer que les justifications de la sous-criticité de certains contenus de type réacteurs à eau pressurisée (REP) déjà agréés, couvrent ces nouveaux contenus en CNT et CAT.

Ainsi, pour les CNT, il démontre que les deux nouveaux contenus sont couverts par des contenus déjà agréés, en particulier pour le transport de crayons en boîte en milieu infini en CNT et CAT (colis isolé et en réseau de colis). **Ceci est satisfaisant.** Pour les CAT, il définit trois milieux fissiles de référence couvrant les deux nouveaux contenus en milieu infini par des sphérules ou des pastilles de rayon interne et externe variable, non gainées, modérées de façon quelconque par de l'eau. À cet égard, il s'appuie sur la justification de l'absence de dispersion de matières radioactives et de déformation de la cavité du milieu fissile (cf. paragraphe 2) pour justifier l'absence de prise en compte d'interactions neutroniques dans les calculs de criticité :

- entre les matières des couvertures et les matières fissiles enrichies des crayons dans un même colis ;
- entre ces matières et celles des autres colis dans le cas du réseau de colis.

Par ailleurs, les couvertures sont constituées uniquement d'uranium naturel non enrichi, milieu sous-critique dans l'eau en milieu infini. **Aussi, l'IRSN considère qu'elles n'interviendraient donc principalement que comme réflecteur vis-à-vis de la criticité.**

En outre, le requérant a effectué les calculs de criticité pour certains contenus REP avec un enrichissement en ^{235}U plus élevé que celui des couvertures, en considérant une longueur fissile supérieure ou égale à la longueur des crayons des deux nouveaux contenus. Aussi, ils couvrent la présence de l'uranium des couvertures axiales. **Ceci est acceptable.**

Les résultats en CAT montrent que parmi les trois milieux fissiles considérés, un seul est surcritique en milieu infini pour des valeurs faibles de modération. À cet égard, le requérant s'appuie sur des calculs de norme afin de montrer que les diamètres maximaux admissibles de sphère et de cylindre d' ^{235}U enrichi, modéré et réfléchi par de l'eau, ne peuvent pas être physiquement contenus dans les cavités du modèle de colis FCC4. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Ainsi, le requérant conclut que la prévention des risques de criticité est assurée pour l'emballage FCC4 chargé des deux nouveaux contenus et que le nombre maximal de colis par transport est quelconque (Indice de Sûreté Criticité = 0).

L'IRSN estime que ces éléments sont satisfaisants.

4. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés, en tenant compte des informations apportées par le requérant au cours de l'expertise, l'IRSN estime que le modèle de colis FCC4 chargé des deux nouveaux contenus, tels que définis dans le projet 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 matières radioactives de l'AIEA cité en seconde référence, relatives à la prévention des risques de criticité, applicables aux modèles de colis de type IP-2 pour matières fissiles.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Anne Cécile JOUVE

Adjointe au Directeur de l'expertise de sûreté