

Fontenay-aux-Roses, le 26 octobre 2021

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2021-00169

Objet : Transport – Renouvellement d'agrément du modèle de colis EB3-A400/300

Réf. :

- [1] Lettre ASN CODEP-DTS-2021-009124 du 4 mars 2021 : « Transport de substances radioactives – Modèle de colis EB3-A400/300 – Prorogation d'agrément ».
- [2] Lettre ASN CODEP-DTS-2015-018392 du 22 mai 2015 : « Transport de substances radioactives – Société DAHER NCS - Emballage EB3-A400/300 ».
- [3] Règlement AIEA, n°SSR-6, édition de 2018 : « Règlement de transport des matières radioactives ».

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 renouvellement d'agrément présentée par la société Daher Nuclear Technologies dénommée ci-après le requérant, en se limitant à l'examen des réponses apportées aux demandes de l'ASN formulées dans la lettre de suite citée en deuxième référence et à l'examen de l'impact de la nouvelle édition du règlement cité en troisième référence sur le modèle de colis pour ce qui concerne le vieillissement.

Cette demande concerne le modèle de colis EB3-A400/300, destiné au transport par voie routière, maritime et ferroviaire, de cendres d'incinération contenant de l'uranium enrichi non irradié sous forme de sesquioxyde d'uranium (U_3O_8) et de résidus métalliques non incinérables. La matière transportée est classée comme matière radioactive de faible activité spécifique (LSA-II) et le modèle de colis comme colis industriel de type 2 (IP-2) chargé de matières fissiles.

Dans sa précédente demande d'agrément, le requérant avait indiqué que ce modèle de colis ne serait utilisé que pour une seule campagne de transports de produits d'incinération actuellement entreposés sur le site de Pierrelatte vers le Kazakhstan en vue de leur retraitement. À ce jour, aucun emballage n'a été fabriqué, ni aucun transport réalisé.

De l'évaluation des documents transmis par la société Daher Nuclear Technologies, tenant compte des informations apportées au cours de l'expertise, l'IRSN retient les éléments suivants.

1. PRÉSENTATION DU MODÈLE DE COLIS

1.1. DESCRIPTION DE L'EMBALLAGE

Le modèle de colis EB3-A400/300, de forme cylindrique, est constitué d'un conteneur externe EB3-A400/300, d'une capacité de 400 litres, assurant la protection mécanique et thermique, dans lequel s'insère, à l'aide d'un système de calage en acier, un conteneur interne EB1-A200, d'une capacité de 200 litres, qui assure le confinement de la matière radioactive. La masse maximale du colis chargé est de 300 kg.

En réponse à une demande de l'ASN relative au caractère discontinu des cordons de soudure du couvercle, les plans du couvercle ont été mis à jour, en cohérence avec la procédure de soudage retenue en fabrication et la maquette d'essai. **Ceci est satisfaisant et permet de répondre à la demande de l'ASN.**

En réponse à une demande de l'ASN, les plans de l'emballage ont été mis à jour afin de préciser des dimensions et les tolérances associées. Toutefois, les informations fournies dans les plans ne permettent pas de garantir une épaisseur de laine de roche cohérente avec les démonstrations de tenue en température. **L'IRSN estime que les éléments apportés ne répondent pas totalement à la demande de l'ASN.**

En réponse à des demandes de l'ASN concernant la nuance de peinture externe et interne utilisée, le requérant a fourni les fiches techniques de cette peinture. **Ceci permet de répondre aux demandes de l'ASN. Toutefois, les éléments apportés ne permettent pas d'exclure le risque de thermolyse (cf. paragraphe 2.5) à l'origine de ces demandes.**

En outre, l'IRSN propose de modifier le projet de certificat d'agrément afin d'indiquer la liste des plans applicables au modèle de colis EB3-A400/300.

1.2. DESCRIPTION DU CONTENU

La matière radioactive est placée dans un aménagement interne composé d'un fût métallique de type DOT 7A (110 litres) qui s'insère dans le conteneur interne EB1-A200.

Le contenu, classé en tant que matière radioactive LSA-II, est constitué de produits d'incinération (cendres) contenant de l'uranium non irradié sous forme de sesquioxyde (U_3O_8) dont l'enrichissement maximal initial en isotope ^{235}U est inférieur ou égal à 3,6 %. La masse maximale d'uranium transportée est de 13,7 kg. En outre, ces cendres peuvent contenir des résidus métalliques non incinérables.

2. DEMONSTRATION DE SÛRETÉ

En réponse à une demande de l'ASN, le requérant a mis à jour le dossier de sûreté du modèle de colis EB3-A400/300 afin, d'une part de se conformer au guide du requérant, d'autre part d'y inclure les justifications transmises lors de la précédente expertise. **Ceci est satisfaisant et permet de répondre à la demande de l'ASN.**

2.1. COMPORTEMENT MÉCANIQUE DU COLIS EN CONDITIONS DE TRANSPORT DE ROUTINE (CTR)

En réponse à une demande de l'ASN relative à la variation du coefficient de frottement des vis, le requérant a mis à jour les calculs de tenue des vis. Ces calculs tiennent compte d'un coefficient de frottement minimal (0,08) afin de maximiser les contraintes dans les vis. Dans ces conditions, les contraintes dans les vis restent inférieures à la limite élastique des vis, ce qui permet d'éviter leur plastification. **Ceci est satisfaisant.** En outre, le requérant s'assure que l'effort de serrage minimal est suffisant pour garantir une compression minimale du joint qui assure l'étanchéité. **Bien que ces calculs ne tiennent pas compte des incertitudes liées à la méthode et aux moyens de serrage, l'IRSN estime que ceci est acceptable au regard des marges dégagées.**

Concernant l'absence de risque de desserrage, le requérant a indiqué au cours de l'expertise que les vis étaient enduites de « frein filet », qui selon lui empêche tout risque de desserrage causé par des vibrations lors du transport, sans apporter de justification technique ou de précision sur sa mise en œuvre. L'IRSN souligne que la solution retenue par le requérant diffère des solutions traditionnellement mises en œuvre pour les emballages de transport de matières radioactives. Toutefois, le niveau de contraintes dans les vis devrait permettre d'éviter un desserrage intempestif des vis causé par les vibrations **En tout état de cause, l'IRSN estime que le requérant devrait compléter sa réponse à la demande de l'ASN en précisant les conditions d'application du « frein filet », les contrôles réalisés ainsi que le retour d'expérience de son utilisation.**

2.2. COMPORTEMENT THERMIQUE

En réponse à une demande de l'ASN concernant la caractérisation du coefficient d'absorption du rayonnement solaire correspondant à la nuance de peinture jaune utilisée, le requérant a réalisé une étude afin d'évaluer l'influence de la variation du coefficient d'absorption thermique sur la température. Il estime que son influence est limitée puisqu'une augmentation de 20 % de ce dernier correspond à une augmentation de 3,3°C de la température. **L'IRSN estime que les arguments apportés par le requérant sont acceptables au regard des marges dégagées et permettent de répondre à la demande de l'ASN.**

En réponse à une demande de l'ASN, le requérant a mis à jour ses calculs du comportement thermique du colis en considérant dans ses modélisations les éléments de centrage afin de prendre en compte les éventuels ponts thermiques. La température maximale en conditions accidentelles de transport (CAT) au niveau du joint du conteneur interne EB1-A200 est de 204°C : elle reste inférieure à la température maximale admissible des joints de 220°C. **Ceci est satisfaisant et permet de répondre à la demande de l'ASN.**

Toutefois, l'IRSN relève que la température du conteneur EB1-A200 est supérieure à la température maximale de stabilité thermique de la peinture de ce conteneur. La dégradation thermique de la peinture fait l'objet du paragraphe 2.5.

2.3. PRÉVENTION DES RISQUES DE CRITICITÉ

En réponse à une demande de l'ASN, le requérant a diminué le nombre N de colis de 252 à 86 et effectué des calculs avec un réseau de 732 colis en CNT et de 444 en CAT. Ces deux réseaux sont enveloppes des configurations requises par la réglementation. **Ceci est satisfaisant et permet de répondre à la demande de l'ASN.**

En réponse à une demande de l'ASN, le requérant a mis à jour son étude de criticité afin d'évaluer l'impact, sur la réactivité des colis, de la forme géométrique occupée par la matière fissile et de la prise en compte d'un milieu fissile hétérogène. Il a considéré la matière fissile comme hétérogène et sous forme de cylindres décentrés dans la cavité. Dans ces conditions, le critère d'amissibilité $keff + 3\sigma \leq 0,95$ est respecté. **Ceci est satisfaisant et permet de répondre à la demande de l'ASN.**

Enfin, en réponse à une demande de l'ASN relative, d'une part à la prise en compte des résidus métalliques non incinérables présents dans la cavité des colis en tant que réflecteurs, d'autre part à la garantie de l'absence de béryllium dans les colis, le requérant a tenu compte dans sa démonstration de la présence de carbone. De plus, en cours d'expertise, le requérant a transmis une étude montrant que les réflecteurs métalliques conduisent à une réactivité plus faible que le carbone. En outre, l'interdiction du plomb, du béryllium et des matériaux plus hydrogénés que l'eau a été ajoutée au projet de certificat. **Ceci est satisfaisant et permet de répondre à la demande de l'ASN.**

2.4. CONFINEMENT

L'étanchéité du modèle de colis EB3-A400/300 est assurée par le conteneur interne EB1-A200, en particulier grâce à son joint d'étanchéité en silicone. Aussi, en réponse à une demande de l'ASN relative à la prise en compte de la déformation rémanente de compression du joint en silicone à -40°C, le requérant a calculé que le taux de compression des joints est de 19 % à -40°C en considérant une déformation rémanente de 15 % et la dilatation

du joint. Il estime que ce taux de compression est suffisant pour garantir l'étanchéité du conteneur. Bien que l'IRSN préconise une valeur de déformation rémanente de l'ordre de 20 % pour les joints en silicone, **ceci est acceptable au regard des exigences réglementaires pour un colis IP-2 et permet de répondre à la demande de l'ASN.**

En réponse à une demande de l'ASN relative à la tenue à la pression interne du conteneur, le requérant s'est assuré, d'une part que les contraintes dans le couvercle et le fond du conteneur étaient inférieures à la limite élastique du matériau, d'autre part que l'épaisseur du fût était suffisante pour garantir l'absence de déformation. Il tient compte dans son évaluation des effets de la température et d'une pression extérieure pénalisante pour le transport par voie terrestre. **Ceci est satisfaisant et permet de répondre à la demande de l'ASN.**

Cependant, l'étude de tenue à la pression interne et l'évaluation du taux de compression du joint ne prennent pas en compte le phénomène de production de gaz par dégradation thermique de la peinture (thermolyse) qui est située sur les surfaces internes du conteneur interne. Ceci est examiné au paragraphe 2.5 du présent avis.

2.5. THERMOLYSE

La peinture présente sur les surfaces internes du conteneur interne EB1-A200 possède une stabilité thermique jusqu'à 120°C et une tenue à court terme jusqu'à 150°C. Or les calculs thermiques montrent que la température interne du colis peut atteindre 204°C. Aussi, le risque de production de gaz, éventuellement inflammable, par dégradation thermique de cette peinture (thermolyse) ne peut pas être exclu. Une telle production de gaz est susceptible d'augmenter la pression à l'intérieur du conteneur et d'induire un risque d'explosion. **Ceci fait l'objet de la recommandation n° 1 du présent avis.**

2.6. FABRICATION

En l'absence d'emballages fabriqués, le requérant n'a pas pu apporter d'éléments concernant le retour d'expérience des contrôles par radiographie des soudures du conteneur interne EB1-A200. **La demande de l'ASN correspondante reste donc d'actualité.**

Le conteneur EB1-A200 est fabriqué à partir de tôles de faible épaisseur, ce qui limite la taille des défauts pouvant conduire à un risque de rupture brutale. En outre, des contrôles sont réalisés afin de vérifier l'absence de défauts, et des essais de Charpy sont menés pour s'assurer du caractère ductile du matériau. **Ceci est satisfaisant et permet de répondre à la demande de l'ASN.**

2.7. VIEILLISSEMENT

Bien que le dossier de sûreté ne traite pas des phénomènes de vieillissement, le requérant a indiqué que le modèle de colis EB3-A400/300 était majoritairement constitué d'acier peint, qui n'est pas sujet au vieillissement. En outre, de la laine de roche, habituellement utilisée pour ses propriétés acoustiques et thermiques dans le domaine du bâtiment, est placée entre les deux conteneurs. Le requérant a décidé, en l'absence de données chiffrées concernant le vieillissement de la laine de roche, de procéder à son remplacement tous les 6 ans, c'est-à-dire toutes les deux inspections périodiques. **L'IRSN estime que ceci est acceptable sur le principe. Ceci fait l'objet de l'observation n° 1 du présent avis.**

L'IRSN souligne que l'effet du tassement ou l'humidité ambiante peuvent influencer sur les caractéristiques de la laine de roche, notamment la conductivité thermique. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 2 du présent avis.**

2.8. MANAGEMENT PAR LA QUALITÉ

Le requérant a classé les éléments qui composent l'emballage en trois catégories en fonction de leur importance pour la sûreté. Il a également précisé les critères de détection des non-conformités pour chaque élément important pour la sûreté ainsi que la marche à suivre lors de la détection de ces non-conformités. **Ceci est satisfaisant et permet de répondre aux demandes de l'ASN.**

En outre, le requérant indique qu'il procède à la vérification de la cohérence des documents de fabrication avec le dossier de sûreté. Un procès-verbal de réception correspondant à l'emballage fabriqué sera ensuite délivré. L'ensemble de cette documentation est transmis au propriétaire de l'emballage. En outre, le projet de certificat d'agrément indique les références des instructions d'utilisation garantissant à l'utilisateur la connaissance de celles-ci en adéquation avec le certificat d'agrément en vigueur. **Ceci est satisfaisant et permet de répondre aux demandes de l'ASN.**

3. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés et en tenant compte des informations transmises par la société Daher Nuclear Technologies au cours de l'expertise, l'IRSN considère que l'examen de l'impact de la nouvelle édition de la réglementation à l'égard du vieillissement et les réponses apportées aux demandes de l'ASN concernant la démonstration de sûreté du modèle de colis EB3-A400/300 chargé de produits d'incinérations, tel que défini dans le projet de certificat tenant compte des modifications proposées par l'IRSN, sont globalement satisfaisants. Néanmoins, le requérant devra prendre en compte la recommandation présentée en annexe 1 et compléter les demandes partiellement soldées de l'ASN. Enfin, afin d'améliorer la démonstration de sûreté, il devrait tenir compte des observations présentées en annexe 2.

IRSN
Le Directeur général
Par délégation
Anne-Cécile JOUVE
Adjointe au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE 1 À L'AVIS IRSN N° 2021-00169 DU 26 OCTOBRE 2021

Recommandation de l'IRSN

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande que le requérant prenne en compte, dans la démonstration de sûreté du modèle de colis EB3-A400/300, le risque de production par thermolyse de gaz, potentiellement inflammable, liée à la dégradation de la peinture revêtant les surfaces internes du conteneur EB1-A200 en conditions accidentelles de transport.

ANNEXE 2 À L'AVIS IRSN N° 2021-00169 DU 26 OCTOBRE 2021

Observations de l'IRSN

Observation n° 1

L'IRSN estime que le requérant devrait indiquer dans le programme de maintenance du dossier de sûreté du modèle de colis EB3-A400/300, le remplacement de la laine de roche toutes les deux inspections périodiques ou tous les 6 ans.

Observation n° 2

L'IRSN estime que le requérant devrait justifier que la conductivité thermique de la laine de roche et sa répartition au sein du modèle de colis EB3-A400/300 n'évoluent pas de manière significative au cours de son utilisation.