



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

IRSN
INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Fontenay-aux-Roses, le 19 septembre 2024

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2024-00135

Objet : Transport - Renouvellement d'agrément du modèle de colis AGNES

Réf. : [1] Lettre ASN CODEP-DTS-2023-065306 du 27 février 2024.
[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 de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la conformité à la réglementation, citée en seconde référence, du modèle de colis AGNES, tel que décrit dans le dossier de sûreté joint à la demande de renouvellement d'agrément présentée par la société Getinge - La Calhène (dénommée ci-après « le requérant »).

Le modèle de colis AGNES est utilisé pour le transport, par voie routière, de cibles irradiées considérées comme matières « fissiles exceptées » selon la réglementation citée en seconde référence. Il fait actuellement l'objet d'un certificat d'agrément de type B(U), dont la validité arrive à échéance le 31 mars 2025. Dans le cadre de la présente demande de renouvellement d'agrément, le requérant présente un nouveau dossier de sûreté du modèle de colis AGNES et des éléments de réponse à des demandes de l'ASN.

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

1. DESCRIPTION DU MODÈLE DE COLIS

1.1. DESCRIPTION DE L'EMBALLAGE

Pour la présente demande de renouvellement d'agrément, le requérant a modifié le concept des gorges des joints internes de la bride avant du modèle de colis AGNES pour tenir compte de leurs dimensions réelles.

Le modèle de colis AGNES est constitué d'un corps cylindrique vertical, dont les extrémités supérieure et inférieure sont munies d'un capot amortisseur. Les deux capots amortisseurs sont constitués d'une enveloppe en acier équipée de bouchons fusibles, de blocs de bois, d'une tôle anti-poinçonnement en acier, d'une protection thermique et de plaques de calage en silicone. Ils sont reliés par une virole perforée soudée au capot supérieur et vissée au capot inférieur. Le corps cylindrique est constitué de l'intérieur vers l'extérieur d'un fourreau, d'une protection radiologique en plomb, d'une virole en acier inoxydable, d'un isolant thermique et d'une virole extérieure en acier inoxydable. Le corps est fermé en parties supérieure et inférieure par des couvercles en acier inoxydable, appelés respectivement « bride de sécurité avant » et « bride de sécurité arrière », chacune d'entre elles étant équipée de deux joints toriques concentriques en éthylène propylène-diène monomère (EPDM) permettant d'assurer l'étanchéité du modèle de colis AGNES.

MEMBRE DE
ETSON

1.2. DESCRIPTION DES CONTENUS

Le requérant n'a pas fait évoluer la définition des contenus du modèle de colis AGNES depuis la précédente demande de renouvellement. Trois contenus peuvent être transportés dans l'emballage AGNES : le contenu n° 1 constitué de trois cibles fortement enrichies en ^{235}U (cibles « HEU ») et les contenus n°s 2 et 3 constitués chacun de trois cibles faiblement enrichies en ^{235}U (cibles « LEU »).

Au cours de l'expertise, le requérant a indiqué que, son client lui ayant spécifié l'arrêt définitif de production des cibles HEU depuis 2023, les besoins de transports actuels concernent désormais uniquement des cibles LEU. Aussi, afin d'être conforme à la réglementation de l'AIEA, où seuls les contenus radioactifs prévus d'être transportés sont à détailler dans la demande d'agrément, **il appartient au requérant de mettre à jour le dossier de sûreté du modèle de colis AGNES en cohérence. En outre, l'IRSN propose que le transport des cibles HEU soit retiré du projet de certificat d'agrément du modèle de colis AGNES.**

1.3. DESCRIPTION DES AMÉNAGEMENTS INTERNES

Les aménagements internes du modèle de colis AGNES sont constitués d'un conteneur interne, formant trois logements dans lesquels sont placées les cibles, et d'un bouchon en plomb et en tungstène. Le bouchon de plomb est placé au-dessus du conteneur interne pour compléter la protection radiologique de l'emballage AGNES. En outre, l'étanchéité du conteneur interne est assurée par des dispositifs équipés de joints. Le conteneur interne est placé à l'intérieur du fourreau de l'emballage AGNES.

2. COMPORTEMENT MÉCANIQUE

2.1. CONDITION DE TRANSPORT DE ROUTINE (CTR)

En réponse à une demande de l'ASN d'évaluer la tenue à la fatigue des soudures des organes d'arrimage et de manutention à partir d'une méthode justifiée et applicable à celles-ci, le requérant s'appuie dorénavant sur l'Eurocode 3. **L'IRSN estime que ceci permet de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

Néanmoins, les contrôles montrent la présence de quelques fissures sans préciser leur origine (choc ou fatigue). Même si ces défauts ont fait l'objet de réparation, le requérant pourrait justifier la suffisance et la fréquence des contrôles des soudures des organes d'arrimage et de manutention du modèle de colis AGNES. En outre, à l'égard des résultats obtenus par l'Eurocode 3, montrant que le nombre de cycles théorique obtenu n'est pas infini pour les soudures des organes d'arrimage, et afin de s'assurer de leur tenue en fatigue, **l'IRSN estime que le requérant pourrait vérifier que le nombre théorique de cycles avant ruine est cohérent avec le nombre de cycles de transport prévu sur la durée de vie de ces soudures.**

2.2. CONDITIONS NORMALES DE TRANSPORT (CNT) ET CONDITIONS ACCIDENTELLES DE TRANSPORT (CAT)

À la conception, le requérant avait évalué le comportement mécanique du modèle de colis AGNES à la suite des chutes représentatives des CNT et des CAT à partir d'essais réalisés sur un prototype en 1997 et de simulations numériques. Lors de la demande de renouvellement d'agrément déposée en 2015, il a modifié le concept des capots amortisseurs, entraînant notamment une augmentation de leur masse totale. En cohérence, le requérant a équipé les emballages en circulation avec de nouveaux capots fabriqués entre 2015 et 2017, puis en 2020. Au cours d'une inspection portant sur la fabrication du premier lot de capots, l'ASN avait constaté des écarts entre les propriétés mécaniques spécifiées dans le dossier de sûreté et celles mesurées en fabrication. Le requérant avait alors mis à jour l'évaluation du comportement mécanique du modèle de colis AGNES en considérant notamment des lois de comportement des bois des capots représentatives, selon lui, des valeurs de contraintes de résistance à la compression obtenues lors des essais en fabrication et établies à partir d'une méthode statistique. À cet égard, à l'issue de la précédente demande de renouvellement d'agrément, l'ASN a demandé au

requérant de préciser les intervalles de tolérance des caractéristiques du bois des capots.

En réponse à cette demande, le requérant réaffirme utiliser une méthode statistique prenant en compte une plage de tolérance lors de l'approvisionnement en bois du premier lot de capots. S'agissant du second lot de capots, il précise que des essais ont été réalisés en fabrication afin de caractériser le bois des capots et que les lois de comportement sont établies à partir de la même méthode statistique que celle utilisée pour le premier lot. Néanmoins, les essais montrent que ces deux capots ne respectent pas l'ensemble des dispositions mentionnées dans le dossier de sûreté. Dans le cadre de la présente demande de renouvellement d'agrément, au regard des nouvelles lois de comportement établies pour ces deux capots, le requérant justifie la tenue du modèle de colis AGNES et le respect des critères de dimensionnement imposés par le dossier de sûreté. Pour l'IRSN, la méthode statistique utilisée par le requérant le conduit à déterminer une contrainte de compression, dite « plateau », non représentative des échantillons considérés et même significativement sous-estimée par rapport aux valeurs obtenues lors des différents essais. Ceci est également valable pour le premier lot de capots. **Aussi, en l'état, l'IRSN estime que les éléments présentés par le requérant ne permettent pas de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

Par ailleurs, en réponse à une demande de l'ASN de justifier l'écart maximal de masses des capots entre le spécimen utilisé lors des essais de chute et celui modélisé dans les simulations numériques, le requérant souligne que le modèle numérique a été validé à partir d'une modélisation géométrique cohérente avec le spécimen d'essai. Il a ensuite adapté ce modèle numérique aux colis AGNES en circulation. L'IRSN relève toutefois des écarts de masses, bien que relativement faibles, entre les capots en circulation et ceux du modèle numérique. Le requérant n'ayant pas justifié l'absence d'influence de ces écarts sur les conclusions des études mécaniques, **l'IRSN estime que le requérant n'a pas répondu de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

3. COMPORTEMENT THERMIQUE EN CNT ET EN CAT

Lors de la précédente demande de renouvellement d'agrément du modèle de colis AGNES, le requérant n'avait pas étudié la poursuite de la combustion du bois des capots à l'issue de l'épreuve d'incendie, alors que l'essai de feu réalisé en 1997 montrait qu'une combustion du capot était apparue après la fin de l'incendie. Le requérant s'était alors engagé, au travers d'un plan d'action, à démontrer qu'une poursuite de la combustion du bois des capots après la fin de l'épreuve de feu n'était pas de nature à mettre en cause la tenue des joints de l'emballage AGNES en température. À la suite de l'examen de l'état d'avancement de ce plan d'action, l'IRSN avait estimé que les éléments présentés n'étaient toujours pas suffisants. Le requérant avait alors indiqué envisager de remplacer les joints par des joints résistant à une température plus élevée ou alors de qualifier les joints actuels à une température supérieure à la température maximale garantie actuellement par le fournisseur.

Dans le cadre de la présente demande de renouvellement d'agrément, le requérant n'a pas apporté d'élément nouveau à ceux présentés lors de l'expertise de l'état d'avancement du plan d'action. Il n'a pas révisé le modèle numérique ni retenu de modification de la nuance des joints de confinement de l'emballage AGNES. Il détaille seulement de manière plus approfondie la justification du recalage des modèles numériques thermiques. Ainsi, il a mis en cohérence le modèle pour les CNT et les CAT et a justifié la densité du plâtre à retenir dans les études, ce qui répond de manière satisfaisante à deux demandes de l'ASN sur ces aspects. **En tout état de cause, l'objectif de l'étude thermique en CAT, visant à s'assurer que la température des joints de confinement reste à un niveau inférieur à leur température d'utilisation, n'est pas atteint en cas de phénomène de post-combustion du bois des capots du modèle de colis AGNES.**

4. CONFINEMENT

Conformément à une demande de l'ASN visant à justifier la valeur de déformation rémanente à la compression (DRC) utilisée dans les calculs du taux de remplissage des joints à haute température et du taux de compression minimal à basse température, le requérant a complété son étude du confinement du modèle de colis AGNES. Il

retient dorénavant une valeur usuelle pour le coefficient linéique thermique des joints et démontre que le taux de remplissage reste inférieur à 100 %. En outre, il a réévalué le taux de compression minimal à basse température, pour tenir compte de l'étirement des joints lié au montage dans leur gorge. Il obtient une valeur proche du critère. Toutefois, les joints lors du transport étant proches du contenu, il souligne que cela va contribuer à les maintenir à des températures supérieures à -40 °C et dégager des marges. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Ainsi, l'IRSN estime que les éléments présentés par le requérant permettent de répondre de manière acceptable à la demande de l'ASN pour des situations ne conduisant pas à un phénomène de post combustion du bois des capots du modèle de colis AGNES.

5. RADIOLYSE

En réponse à des demandes de l'ASN portant sur le risque de radiolyse, le requérant a apporté des compléments en appui de sa demande de renouvellement d'agrément et a révisé, au cours de l'expertise, l'étude de ce risque.

L'IRSN relève que la limite supérieure d'explosivité utilisée dorénavant dans la démonstration du requérant est cohérente avec les données issues de la littérature. En outre, la quantité de dihydrogène formée par radiolyse des joints est dorénavant déterminée en tenant compte d'une part de l'énergie déposée sur les joints en électronvolts, d'autre part de la décroissance radioactive des cibles LEU. Enfin, l'évaluation tient compte des températures atteintes en CAT. **Ceci est satisfaisant.** En revanche, l'IRSN estime que la valeur de quantité d'eau retenue dans l'étude n'est pas suffisamment justifiée. Pour rappel, des mesures de dihydrogène, réalisées sur des colis AGNES après chargement sous eau et après chargement à sec, montrent une quantité de dihydrogène plus importante lors d'un chargement sous eau. **Étant donné que l'apport d'eau contribue significativement à augmenter la production de dihydrogène, il appartient au requérant de justifier la quantité d'eau retenue dans l'étude de radiolyse du modèle de colis AGNES.**

En tout état de cause, les résultats présentant des marges significatives, **l'IRSN estime que les éléments présentés par le requérant permettent de répondre de manière satisfaisante aux demandes de l'ASN, hormis celle relative à la quantité d'eau retenue dans l'étude de radiolyse du modèle de colis AGNES.**

6. RETOUR D'EXPÉRIENCE

En réponse à deux demandes de l'ASN relatives au retour d'expérience en utilisation des emballages AGNES, le requérant a d'une part justifié que le « ré-usinage » des portées de joints n'était qu'un surfaçage pour éliminer les rayures sur des zones très localisées, d'autre part mis à jour la notice d'utilisation pour tenir compte de l'ouverture de la bride avant à l'aide d'une clé faisant office de bras de levier. À cet égard, le point d'appui étant éloigné des joints et des portées de joints, il précise que cette action n'entraîne aucune conséquence sur la sûreté du colis. **L'IRSN estime que ces éléments permettent de répondre de manière satisfaisante aux demandes de l'ASN.**

En outre, le requérant a présenté, au cours de l'expertise, le retour d'expérience en utilisation et en maintenance des emballages AGNES entre 2020 et 2023. En particulier, il mentionne différents événements survenus lors de leur utilisation avant et après transport, notamment quatre occurrences de grippage des brides ou de la queue de la nacelle à l'instar du précédent retour d'expérience. Toutefois, il ne présente ni les causes ni les actions préventives mises en place pour éviter leur renouvellement. Les brides de sécurité, ainsi que leurs joints d'étanchéité, faisant partie des éléments importants pour la sûreté du modèle de colis AGNES, **il appartient au requérant de déterminer les causes qui ont conduit à la répétition de ces événements et de mettre en place des mesures adaptées pour limiter l'occurrence de tels événements.**

7. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés, en tenant compte des informations transmises par la société Getinge - La Calhène au cours de l'expertise, l'IRSN estime que le modèle de colis AGNES chargé de cibles irradiées, tel que défini dans le projet de certificat d'agrément tenant compte des modifications proposées de l'IRSN, est conforme aux prescriptions de l'édition 2012 du règlement de transport de l'AIEA applicables aux modèles de colis de type B(U) chargés de matières fissiles.

S'agissant des conditions accidentelles de transport, l'IRSN considère que les éléments apportés par le requérant relatifs à la prise en compte du phénomène de post combustion du bois des capots du modèle de colis AGNES à l'issue de l'épreuve de feu nécessitent encore des compléments.

Enfin, l'IRSN estime que le requérant a répondu de manière satisfaisante à l'ensemble des demandes de l'ASN, à l'exception de demandes relatives au comportement mécanique du modèle de colis AGNES en CAT et au phénomène de radiolyse.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Eric LETANG

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté