

Fontenay-aux-Roses, le 24 juin 2015

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2015-206

Objet : Transport - Prorogation et extension - Modèle de colis AGNES chargé de cibles HEU et LEU

Réf.

1. **Lettre ASN CODEP-DTS-2015-002310 du 28 janvier 2015**
2. Règlement de transport de l'AIEA, N° TS-R-1, édition de 2009

Par lettre citée en première référence, les services de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) ont demandé l'avis et les observations de l'IRSN sur la demande de prorogation et d'extension du certificat d'agrément du modèle de colis AGNES, présentée par la société GETINGE, ci-après dénommée « le requérant ».

Cette demande concerne le transport routier de cibles irradiées faiblement ou hautement enrichies en uranium 235 (respectivement cibles dites « LEU » ou « HEU »).

Les justifications de sûreté présentées par le requérant ont été expertisées par l'IRSN par rapport au règlement cité en deuxième référence. De cette expertise, il ressort les points importants ci-après.

Description du modèle de colis

Le modèle de colis est constitué d'un corps cylindrique vertical, dont les extrémités supérieure et inférieure sont munies d'un capot amortisseur. Ces deux capots sont reliés par une virole perforée. Le corps 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 en plâtre et d'une virole extérieure en acier inoxydable. Les cibles irradiées sont insérées dans un conteneur interne placé à l'intérieur du fourreau. Un bouchon de plomb est placé au-dessus du conteneur interne pour compléter la protection radiologique. Le corps est fermé en partie supérieure et inférieure par des couvercles en acier inoxydable appelés respectivement « bride de sécurité avant » et « bride de sécurité arrière ».

Afin de répondre aux incertitudes concernant la sûreté du modèle de colis identifiées dans le cadre de la précédente expertise, le requérant a modifié certains éléments de l'enveloppe de confinement (brides de sécurité et obturateur) ainsi que les capots amortisseurs du modèle de colis.

Adresse courrier
BP 17
92262 Fontenay-aux-Roses
Cedex France

Siège social
31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre B 440 546 018

Ces éléments sont en cours de fabrication. Le requérant a indiqué en fin d'expertise que le premier jeu de nouveaux capots fabriqué avait été pesé et qu'il avait une masse de 1 540 kg, ce qui représente une augmentation de masse de 370 kg par colis. Les implications de cette augmentation ont été examinées par l'IRSN et font le cas échéant l'objet de remarques dans la suite du présent avis. Par ailleurs, selon les plans présents dans le dossier de sûreté, les masses peintes sur les nouveaux capots sont erronées. L'IRSN considère que le requérant devrait les corriger.

En outre, le bouchon en plomb placé sous la bride de sécurité avant est bloqué au niveau du fourreau par des verrous. Ce système de blocage n'est pas décrit dans le dossier de sûreté alors qu'il constitue un élément important pour la sûreté. L'IRSN considère que le requérant devrait compléter son dossier sur ce point.

Fabrication

Le requérant indique dans la note de fabrication des nouveaux capots que les caractéristiques mécaniques de certaines pièces doivent être garanties en amont de la fabrication des capots et qu'elles doivent être soumises aux contraintes d'assurance qualité. L'IRSN considère que cette formulation est imprécise et estime que le requérant devrait indiquer quelles caractéristiques du bois sont mesurées et quels critères sont retenus. L'IRSN recommande que les contrôles, par mesure, requis pour les échantillons de balsa et de peuplier, de la densité, du taux d'humidité, de la contrainte d'écrasement et du taux d'écrasement maximal avant talonnement soient spécifiés dans le dossier de sûreté pour chaque lot de bois utilisé pour la fabrication des capots et soient réalisés systématiquement pour chaque fabrication. L'IRSN considère également que le nombre d'échantillons à prélever devrait être précisé dans le dossier de sûreté.

Mécanique

Conditions normales et accidentelles de transport

Le requérant a réalisé de nouveaux calculs avec le logiciel LS-DYNA pour démontrer la tenue du modèle de colis à l'issue des épreuves de chutes réglementaires, en prenant en compte les températures ambiantes réglementaires. Pour valider le modèle numérique développé, le requérant a vérifié que les déformations et les accélérations obtenues à l'issue de la simulation numérique à température ambiante de 20°C sont supérieures à celles relevées lors des essais réalisés en 1997. Cependant, les accélérations maximales calculées au cours de la chute de 9 m sur génératrice sont nettement inférieures à celles mesurées en 1997 pour les accéléromètres fixés sur les couronnes des capots. Le requérant n'a pas analysé ce point. Il n'a pas non plus comparé l'allure des accélérogrammes calculés et mesurés afin de vérifier la cohérence des phénomènes modélisés. L'IRSN note que les accélérogrammes sont peu lisibles ce qui pourrait rendre leur analyse difficile. L'IRSN considère que le requérant devrait compléter son analyse sur ces points.

Par ailleurs, le requérant devrait fournir le détail des écarts entre les masses des composants du modèle numérique et les masses maximales des composants du modèle de colis (brides, bouchon de plomb, protection en plomb, capot inférieur, capot supérieur, ...) afin de confirmer la représentativité du modèle numérique.

À l'issue des chutes de 9 m et des chutes sur poinçon, la limite à la rupture de la tôle des capots est atteinte au niveau des points d'impact, ce qui peut se traduire par une déchirure de cette tôle. À

l'issue des épreuves représentatives des conditions accidentelles de transport, la tôle du capot inférieur ou du capot supérieur pourrait donc être déchirée en deux points différents. Dans ces conditions, l'IRSN considère que le requérant aurait dû analyser le risque et les conséquences de la combustion du bois des capots lors de l'épreuve thermique. Néanmoins, la protection en plâtre n'étant pas endommagée à l'issue des chutes représentatives des conditions accidentelles de transport, l'IRSN considère que cela ne devrait pas remettre en cause la sûreté du modèle de colis.

Les calculs de tenue mécanique du modèle de colis en conditions normales et accidentelles de transport ont été réalisés pour une masse des capots de 1 170 kg, valeur inférieure à la masse mesurée pour le premier jeu de nouveaux capots. Le requérant a réalisé des calculs complémentaires afin de prendre en compte une masse enveloppe pour les nouveaux capots et le colis, dans le cas de la configuration de chute la plus pénalisante. Ils conduisent principalement à une augmentation de l'écrasement du balsa, ce qui n'a pas de conséquence sur les conclusions des études thermique et de radioprotection.

Rupture brutale

Dans le cadre de la précédente expertise, l'IRSN avait recommandé que le requérant complète la spécification d'approvisionnement des vis des capots qui sont en acier au carbone, pour définir un critère de résilience à froid qui est nécessaire pour garantir les performances requises pour le colis dans les conditions d'un accident survenant à basse température. Le requérant n'a pas prévu de nouvelle spécification pour le matériau des vis de capot des emballages en service. L'IRSN maintient cette recommandation.

Thermique

Pendant l'épreuve de feu, le requérant prend en compte une température ambiante de 800°C autour des capots et une température ambiante de 464°C autour de la virole externe du château (entre la virole perforée et la virole externe du château). Cette température est calculée à partir de la température de 800°C pondérée par le ratio entre la surface réellement exposée au feu compte tenu du taux de perforation de la tôle perforée et la surface d'exposition au feu modélisée (totalité de la surface de la virole du corps du château). L'IRSN considère que cette méthode de calcul de la température n'est pas valable. Les résultats de l'essai de feu réalisé en 1997 sur un colis ont montré que pour une température maximale de flamme de 1 100°C, la température maximale sur la virole externe du château atteignait 1 000°C. L'IRSN considère donc que la température de la virole externe du château prise en compte pendant l'épreuve de feu (464°C) est sous-estimée. Cependant, l'IRSN note que les températures calculées par le requérant au niveau des brides de sécurité sont supérieures de près de 30°C à celles déduites des mesures effectuées au cours de l'essai de feu et corrigées de l'écart de température ambiante initiale. Compte tenu de ces éléments, l'IRSN considère que la tenue des joints de confinement en EPDM en conditions accidentelles de transport ne devrait pas être remise en cause.

Le requérant a modélisé l'épreuve de feu après 2 cycles d'alternance nuit/jour. Les températures atteintes par les brides de sécurité à l'issue du deuxième cycle nuit/jour, juste avant l'épreuve de feu, sont supérieures d'environ 5°C à celles calculées à l'issue du premier cycle, ce qui ne permet pas de garantir que l'équilibre est atteint avant l'épreuve de feu. L'IRSN considère que le requérant devrait démontrer que les températures des brides de sécurité atteintes à l'issue d'un

nombre plus important de cycles nuit/jour ne sont pas supérieures à celles atteintes à l'issue du 2^{ème} cycle ou à défaut prendre en compte un nombre plus important de cycles nuit/jour avant l'épreuve de feu. Compte tenu de marges disponibles en conditions accidentelles de transport sur les températures des joints (24°C) ainsi que des hypothèses pénalisantes prises en compte par le requérant (800 W/m² appliqué sur toutes les surfaces extérieures du colis, durée de jour de 14h), l'IRSN considère que ce point ne devrait pas remettre en cause la tenue des joints de confinement en conditions accidentelles de transport.

Confinement

La démonstration du respect des critères de relâchement réglementaires repose sur la mise en dépression de l'enveloppe de confinement à une pression de 10 mbar avant remise au transport. Cette opération est réalisée par un opérateur sans contrôle par un autre opérateur. L'IRSN estime qu'un double contrôle de l'opération de mise en dépression de l'enveloppe de confinement avant remise au transport devrait être réalisé par le requérant. L'IRSN estime que le requérant devrait compléter son dossier de sûreté sur ce point.

Séchage et radiolyse

En cas de chargement du colis sous eau, un égouttage des espaces libres du conteneur interne et du bouchon de plomb est réalisé. À l'issue de cet égouttage, le requérant procède au séchage de ces espaces libres par une mise en dépression de ces espaces à une pression inférieure à 10 mbar mais supérieure à 6 mbar. Après cette opération de séchage, la pression doit rester stable et inférieure à 10 mbar pendant 3 minutes. Les résultats des mesures de taux d'hydrogène effectués à l'issue de précédents transports montrent que les teneurs en hydrogène sont augmentées en moyenne en cas de chargement en piscine. Cela indique que l'efficacité de la procédure de séchage n'est pas parfaite. Pour d'autres modèles de colis de transport de combustibles irradiés, les critères d'efficacité du séchage sont réduits. Dans ce contexte, l'IRSN considère que le requérant devrait étudier la faisabilité d'une réduction du critère à, par exemple, 1 mbar en 10 minutes. Par ailleurs, il devrait préciser une durée minimale pour l'égouttage.

Assurance de la qualité

Le requérant présente dans le dossier de sûreté une liste d'éléments importants pour la sûreté avec les paramètres à garantir. Certains paramètres à garantir comme les caractéristiques mécaniques du balsa et du peuplier n'ont pas été identifiés par le requérant. Par ailleurs, le requérant ne présente pas les critères à contrôler en fabrication et ceux à contrôler en maintenance. L'IRSN estime que le requérant devrait compléter son dossier de sûreté sur ces points.

Les documents constituant le dossier de sûreté sont bien vérifiés par une personne distincte du rédacteur en suivant les procédures internes du système d'assurance qualité. Cependant, le requérant n'a pas défini les actions de vérification de la conformité entre le dossier de sûreté (définition du modèle de colis et démonstrations de sûreté) et les documents d'application concernés (spécifications et gammes de fabrication, « dossiers constructeur », notice d'utilisation, programme de maintenance, procédures et gammes opératoires des utilisateurs, ...), y compris pour les documents émis par des sociétés distinctes de celle du concepteur. Il n'a pas non plus défini les responsabilités pour ce qui concerne les vérifications à effectuer, notamment celle de la conformité des documents émis par des

sociétés distinctes de celles du concepteur. L'IRSN considère que le requérant devrait compléter son dossier de sûreté sur ces points.

Le requérant a bien prévu que les écarts détectés dans le cadre des activités de conception et de fabrication fassent l'objet d'une analyse permettant de justifier que la fonction de sûreté est toujours assurée. Cette analyse est transmise aux autorités compétentes. En ce qui concerne les activités d'utilisation et de maintenance, le requérant ne présente pas la démarche de traitement des écarts détectés. En particulier, il ne définit pas les critères permettant de classer les écarts comme affectant la sûreté et comme devant être déclarés aux autorités compétentes. L'IRSN considère que le requérant devrait compléter son dossier de sûreté sur ce point.

Conclusion

Compte tenu des justifications de sûreté présentées par le requérant, l'IRSN considère que le modèle de colis en objet tel que défini dans le projet de certificat modifié par l'IRSN, comme indiqué en annexe 1, est conforme aux prescriptions réglementaires applicables aux modèles de colis de type B(U) sous réserve des recommandations indiquées en annexe 2.

Par ailleurs, l'IRSN considère que, pour améliorer les démonstrations de sûreté, le requérant devrait tenir compte des observations indiquées en annexe 3.

Pour le Directeur général, par ordre,

Gilles SERT,

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe [1] à l'avis IRSN N° 2015-206 du 24 juin 2015

Modifications apportées par l'IRSN au projet de certificat transmis par le requérant

Annexe 0

§ 1 Définition de l'emballage

Masses maximales

Capots de transport : 1 620 kg

Total : 6 000 kg

§ 1.1.1.1 Château avec fourreau en trois parties

L'épaisseur d'isolant thermique en plâtre est de 25 mm, au lieu de 24 mm.

Suppression des joints en silicone.

§ 1.1.1.1 Aménagements internes

Suppression des joints en silicone.

§ 2 Mesures que l'expéditeur doit prendre avant l'expédition du colis

Ajout d'un double contrôle indépendant de la pression avant remise au transport lors de la mise en dépression des espaces libres du conteneur interne et du bouchon de plomb

Annexe [2] à l'avis IRSN N° 2015-206 du 24 juin 2015

**Recommandations de l'IRSN à prendre en compte au plus tard avant la prochaine demande de
prorogation**

1 Concept du modèle de colis

- 1.1 Compléter la spécification d'approvisionnement des vis des capots qui sont en acier au carbone pour définir un critère de résilience à froid.
- 1.2 Procéder à la mise en place de vis conformes à ce nouveau critère de résilience à froid sur les emballages en service.
- 1.3 Corriger les masses peintes sur les nouveaux capots fabriqués ainsi que les plans correspondants.

2 Fabrication

- 2.1 Spécifier dans le dossier de sûreté les contrôles, par mesure, requis pour les échantillons de balsa et de peuplier, de la densité, du taux d'humidité, de la contrainte d'écrasement et du taux d'écrasement maximal avant talonnement pour chaque lot de bois utilisé pour la fabrication des capots. Préciser également dans le dossier de sûreté le nombre d'échantillons à prélever.
- 2.2 Réaliser systématiquement pour chaque fabrication les contrôles, par mesure, requis pour les échantillons de balsa et de peuplier, de la densité, du taux d'humidité, de la contrainte d'écrasement et du taux d'écrasement maximal avant talonnement pour chaque lot de bois utilisé.

3 Utilisation et maintenance

- 3.1 Ajouter dans le dossier de sûreté qu'un double contrôle indépendant de l'opération de mise en dépression de la cavité doit être réalisé avant remise du colis au transport.

Annexe [3] à l'avis IRSN N° 2015-206 du 24 juin 2015

Observations de l'IRSN pour l'amélioration des démonstrations de sûreté

1 Description du modèle de colis

- 1.1 Décrire le système de blocage du bouchon en plomb dans le fourreau.
- 1.2 Préciser le type de lubrifiant appliqué sur les filetages et sous les têtes des vis extérieures à l'enveloppe de confinement.
- 1.3 Fournir le nombre de A_2 d'une cible LEU.

2 Mécanique

- 2.1 Conditions de transport de routine
 - a. Justifier le choix d'un critère égal à la moitié de la limite élastique pour la limite d'endurance de l'acier constituant les oreilles de levage et d'arrimage. Le cas échéant, revoir la démonstration de la tenue à la fatigue des oreilles de levage et d'arrimage.
 - b. Justifier l'applicabilité aux soudures de la méthode utilisée pour démontrer la tenue à la fatigue des soudures des oreilles de levage et d'arrimage. Le cas échéant, revoir la démonstration de la tenue à la fatigue des soudures des oreilles de levage et d'arrimage.
- 2.2 Préciser les dimensions du maillage utilisé pour modéliser le poinçon et justifier que le maillage retenu est suffisamment fin.
- 2.3 Corriger le calcul de la contrainte équivalente dans les vis en cas de décollement (dans ce cas, l'effort de traction induit par le serrage ne doit pas être cumulé).
- 2.4 Validation des modèles numériques
 - a. Comparer l'allure des accélérogrammes calculés et mesurés afin de vérifier la cohérence des phénomènes modélisés et justifier les écarts éventuels.
 - b. Analyser la validité du modèle de calcul au regard des écarts observés entre les accélérations maximales calculées au cours de la chute de 9 m sur génératrice et celles mesurées en 1997, pour les accéléromètres fixés sur les couronnes des capots.
- 2.5 Vérifier la représentativité des modèles de calcul numérique en termes de masse des composants par rapport à la masse maximale des composants des emballages existants (brides, bouchon de plomb, protection en plomb, capots, ...).

3 Thermique

- 3.1 Démontrer que les températures des brides de sécurité atteintes à l'issue d'un nombre plus important de cycles nuit/jour ne sont pas supérieures à celles atteintes à l'issue du deuxième cycle ou à défaut prendre en compte un nombre plus important de cycles nuit/jour avant l'épreuve de feu.

4 Confinement

- 4.1 Évaluer le risque de radiolyse dans le volume libre de la queue de conteneur et dans le volume libre entre le fourreau et la queue de conteneur.

- 4.2 Évaluer la teneur en dihydrogène dans l'enveloppe de confinement après une semaine en conditions accidentelles de transport.
- 4.3 Intégrer au dossier de sûreté l'étude du risque lié à la production de dihydrogène dans l'enveloppe de confinement.

5 Radioprotection

- 5.1 Clarifier la position des points de calcul en conditions accidentelles de transport.
- 5.2 Justifier que les critères réglementaires en termes de débit d'équivalent de dose sont respectés dans toutes les conditions de transport dans le cas du chargement de cibles LEU.

6 Utilisation et maintenance

- 6.1 Mettre à jour le dossier de sûreté avec un taux de fuite maximal admissible pour les soupapes de $1,2 \cdot 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \text{ SLR}$.
- 6.2 Mettre à jour le dossier de sûreté avec une périodicité de remplacement du joint J3L et du joint torique de la bride du conteneur interne tous les 10 transports.
- 6.3 Préciser une durée minimale pour l'égouttage prévu préalablement au séchage des espaces libres du conteneur interne et du bouchon statique en cas de chargement sous eau.
- 6.4 Compléter la notice de maintenance de l'emballage en précisant que la présence de graisse à l'intérieur de l'enveloppe de confinement est interdite.
- 6.5 Etudier la faisabilité d'un critère de contrôle d'efficacité du séchage des espaces libres du conteneur interne et du bouchon de plomb réduit à par exemple 1 mbar en 10 minutes.

7 Assurance qualité

- 7.1 Fournir une liste exhaustive des paramètres à garantir pour les éléments importants pour la sûreté ainsi que les critères à contrôler en fabrication et ceux à contrôler en maintenance.
- 7.2 Définir les actions de vérification de la conformité entre le dossier de sûreté (définition du modèle de colis et démonstrations de sûreté) et les documents d'application concernés (spécifications et gammes de fabrication, « dossiers constructeur », notice d'utilisation, programme de maintenance, procédures et gammes opératoires des utilisateurs, ...), y compris pour les documents émis par des sociétés distinctes de celle du concepteur. Définir les responsabilités pour ce qui concerne les vérifications à effectuer, notamment celle de la conformité des documents émis par des sociétés distinctes de celle du concepteur.
- 7.3 Présenter la démarche de traitement des écarts détectés dans le cadre des activités d'utilisation et de maintenance de l'emballage. En particulier, définir les critères permettant de classer les écarts comme affectant la sûreté et comme devant être déclarés aux autorités compétentes.