

Fontenay-aux-Roses, le 29 janvier 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2018-00023

Objet : Transport - Compléments au dossier de sûreté relatif à la justification de la conformité du bois des capots de l'emballage AGNES

Réf.

1. Lettre ASN - CODEP-DTS-2017-044072 du 30 octobre 2017.
2. Norme AFNOR - NF EN 14358 d'avril 2007.
3. Wood handbook, David E. Kretschmann, ingénieur généraliste chercheur - chapitre 5 « Mechanical Properties of wood ».

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les compléments à l'analyse de sûreté du modèle de colis AGNES transmis en octobre 2017 par la société GETINGE. Ces compléments concernent le comportement en chute du modèle de colis équipé de nouveaux capots amortisseurs.

De l'expertise de ces compléments par l'IRSN, il ressort les points suivants.

1 CONTEXTE

Le modèle de colis AGNES est utilisé pour le transport de cibles entre leur réacteur d'irradiation et l'installation où elles sont traitées (production de sources de radioisotopes).

Le modèle de colis AGNES est constitué d'un corps cylindrique équipé de deux capots amortisseurs, constitués d'un ensemble de blocs de deux essences de bois recouvert de tôles. Ces deux capots sont reliés par une virole perforée. Le capot supérieur est fixé par des vis et le capot inférieur est soudé à cette virole.

Lors de la dernière prorogation d'agrément, objet d'un avis de l'IRSN en juin 2015, le requérant a modifié le concept de ces capots. La fabrication de capots suivant ce nouveau concept a débuté à la suite de la prorogation de l'agrément. Fin 2015, des écarts ont été détectés entre les caractéristiques mécaniques des blocs de bois spécifiées dans le dossier de sûreté du modèle de colis AGNES et celles des blocs de bois des capots en cours de fabrication. Aussi, en 2016, le requérant a transmis une analyse comparant les comportements en chute du colis équipé, d'une part des nouveaux capots tels que fabriqués, d'autre part de ceux définis dans le dossier de

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 8 440 546 018

sûreté. Ces éléments ont fait l'objet d'une expertise de l'IRSN en juin 2016, qui a conclu notamment que les lois de comportement des essences de bois utilisées dans les études en support de cette analyse devaient être améliorées. Ceci a fait l'objet de demandes de l'ASN, formulées dans une lettre de décembre 2016.

En réponse, le requérant a transmis en octobre 2017 une révision de son analyse s'appuyant sur des études considérant de nouvelles lois de comportement des essences de bois.

2 EXPERTISE DE L'ANALYSE MISE A JOUR

2.1 Séquence de chute retenue

Pour comparer le comportement du colis avec les capots fabriqués et avec ceux du dossier de sûreté, le requérant détermine tout d'abord la séquence de chutes pour laquelle les écarts de caractéristiques des essences de bois des capots sont susceptibles d'avoir le plus d'influence. Les écarts portant essentiellement sur la contrainte en compression des bois, la séquence de chute maximisant le risque de talonnement des capots est retenue. Ceci n'appelle pas de commentaire.

2.2 Détermination des lois de comportement des bois en compression

Dans les analyses précédentes, le requérant a modélisé le comportement du bois en compression par une loi ne prenant pas en compte la « contrainte plateau », correspondant au premier domaine de plastification du bois en compression. Ce domaine s'étant du maximum de compression purement élastique à la déformation maximale avant talonnement.

Pour revoir les lois de comportement, des essais de compression dans la direction des fibres ont été réalisés sur des échantillons provenant des approvisionnements des essences de bois des capots fabriqués. Les lois de comportement définies à partir de ces essais présentent un nombre important de points expérimentaux reliés par extrapolation linéaire. Pour chaque point, la contrainte correspondante au fractile à 5 % d'exclusion inférieure, selon la norme citée en deuxième référence, est retenue. De plus, le requérant prend en compte la température maximale atteinte par les bois en conditions de transport de routine. **L'IRSN considère cette démarche satisfaisante.**

Pour la séquence de chutes étudiée, les blocs d'une des essences de bois travaillent dans la direction longitudinale, correspondant à la configuration des essais. Pour l'autre essence, les blocs sont orientés à 45° par rapport à l'axe de chute. Dès lors, leur contrainte équivalente d'écrasement est une composante des contraintes d'écrasement longitudinale et transversale. Aussi, pour chaque nuance de cette essence, le requérant établit des lois de comportement en sollicitation transversale sur la base des rapports entre les modules longitudinal et transversal proposés dans le guide en troisième référence. **L'IRSN estime cette démarche enveloppe.**

2.3 Calculs numériques

Le requérant réalise une nouvelle simulation de la séquence de chutes sélectionnée en considérant :

- la température maximale atteinte par les composants en conditions de transport de routine ;
- les nouvelles lois de comportement des bois à la température atteinte en condition de transport de routine;
- une masse des capots de 1600 kg.

2.3.1 Hypothèses

Le modèle numérique utilisé est celui présenté dans le cadre de la dernière demande de prorogation.

Le requérant considère une masse des capots de 1600 kg dans les calculs. Cette masse, cohérente avec les relevés de masses des capots fabriqués, est inférieure de 20 kg à la masse maximale spécifiée dans le certificat en vigueur.

Toutefois, cette différence n'est pas de nature à changer les résultats des études.

Afin de valider l'introduction des nouvelles lois de comportement des essences de bois dans le modèle de calcul, le requérant compare les courbes déformations/contraintes de compression obtenues par calcul numérique et de manière expérimentale. **Ceci est satisfaisant.**

2.3.2 Résultats des calculs numériques

Les calculs montrent que les capots ne talonnent pas. Aussi, leur comportement global n'est pas modifié.

Le requérant conclut, de la nouvelle étude, qu'au plus deux vis du corps du colis subissent un effort supérieur à leurs limites d'élasticité, lors de la chute sur poinçon de la séquence étudiée, et qu'une seule vis du capot supérieur subit un effort supérieur à sa limite d'élasticité lors de la chute de 9 m. L'étude réalisée avec les capots du dossier de sûreté concluait à trois vis du capot supérieur dépassant leur limite à la rupture et à deux vis du corps du colis dépassant leurs limites d'élasticité. Aussi, l'exploitant conclut que le comportement en chute du modèle de colis équipé des capots tels que fabriqués ne met pas en cause les conclusions du dossier de sûreté.

En outre, l'IRSN relève que les contraintes dans les vis dépassant leurs limites d'élasticité restent inférieures à la limite à la rupture. **Ceci est satisfaisant. L'IRSN estime que le requérant devrait introduire ce point dans son analyse. Ceci fait l'objet de l'observation n° 1 en annexe de l'avis.**

De plus, les résultats obtenus en modélisant les capots fabriqués sont plus favorables que ceux présentés dans le dossier de sûreté sur les autres points importants (déformations obtenues en particulier). **Ceci est satisfaisant.**

Enfin, l'IRSN considère que le requérant devrait spécifier dans le dossier de sûreté, d'une part les **caractéristiques mécaniques des essences de bois utilisés pour la fabrication des nouveaux capots**, d'autre part intégrer les justifications transmises en octobre 2017. Ceci fait l'objet de l'observation 2 en annexe de l'avis.

3 CONCLUSION

L'IRSN estime que les compléments apportés par la société GETINGE montrent que le comportement du modèle de colis AGNES équipé des capots tels que fabriqués est au moins aussi favorable que celui considéré dans le dossier de sûreté.

Dans la prochaine révision du dossier de sûreté, l'IRSN estime que le requérant devrait prendre en compte les observations présentées en annexe au présent avis.

Pour le directeur général, par délégation

Igor LE BARS

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe à l'Avis IRSN n° 2018-00023 du 29 janvier 2018
Observations

L'IRSN estime que le requérant devrait dans la prochaine révision du dossier de sûreté :

- 1 présenter les coefficients de sécurité par rapport à la limite à la rupture pour les vis dont la contrainte calculée dépasse la limite d'élasticité.

- 2 spécifier les caractéristiques mécaniques des blocs de bois utilisés pour la fabrication des nouveaux capots et intégrer les éléments de justifications transmis en octobre 2017.