

Fontenay-aux-Roses, le 24 janvier 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2017-00030

Objet : Transport - Prorogation d'agrément - Emballage FS 65 chargé de combustible MOX neuf

Réf.

1. Lettre ASN CODEP-DTS-2016-004152 du 1^{er} février 2016
2. Règlement de transport de l'AIEA - édition de 1985 (revue 1990)

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 la demande de prorogation d'agrément présentée par la société AREVA TN International pour l'emballage FS 65 chargé d'un assemblage combustible de type REP MOX 17x17 neuf.

Cette demande, qui s'appuie sur le règlement cité en seconde référence, vise à un agrément du modèle de colis FS 65 de type B(M) soumis à des modalités d'expédition spécifiques. En effet, les démonstrations de sûreté ont été réalisées en considérant une température minimale lors du transport de -10°C, supérieure à celle spécifiée dans ce règlement (-40°C).

De l'expertise des analyses présentées par le requérant, l'IRSN retient les points suivants.

Description du modèle de colis

L'emballage FS 65 est constitué d'un corps cylindrique équipé de capots amortisseurs, placé dans une cage de manutention de forme parallélépipédique. Le corps de l'emballage est constitué de deux viroles en acier inoxydable, délimitant un volume rempli par une résine neutrophage.

La fermeture de la cavité délimitée par la virole interne est assurée par un couvercle, équipé de joints d'étanchéité, maintenu par un système de bagues sur la bride du corps.

A l'occasion de la demande objet du présent avis, le requérant a notamment modifié la nuance des joints d'étanchéité de l'emballage. La nouvelle nuance présente un meilleur comportement en température, ce qui est satisfaisant.

L'assemblage combustible transporté est placé dans un panier, bloqué longitudinalement dans la cavité de l'emballage par un système de retenue. Ce système a été amélioré par l'ajout d'une cale minimisant le jeu longitudinal entre le chargement et le système de retenue.

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

Comportement mécanique du colis

Le comportement mécanique du modèle de colis FS 65 lors des épreuves réglementaires est étudié sur la base d'essais de chute et de calculs numériques. Ces calculs ont été mis à jour dans le dossier examiné pour notamment tenir compte des demandes formulées par l'ASN à l'occasion de la précédente prorogation d'agrément.

Comportement de l'emballage à la température minimale

Le requérant évalue, en tenant compte du durcissement du bois des capots à -10°C , l'endommagement maximal de l'enveloppe de confinement du colis, incluant son système de fermeture, pour les épreuves de chutes réglementaires. Ainsi, il étudie, par calculs numériques, les configurations de chute du colis en positions horizontale, quasi-horizontale avec fouettement et verticale, en tenant compte du cumul des épreuves de chute représentatives des conditions normales et accidentelles de transport.

Il ressort de l'étude que des éléments de l'enveloppe de confinement subissent des déformations plastiques. Elles restent toutefois très localisées et ne mettent pas en cause le confinement de la matière radioactive. Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.

Comportement de l'emballage à la température maximale

Le requérant étudie, par calcul numérique, le comportement du colis en chute libre en position oblique avec impact coté tête à la température maximale de transport. Cette étude montre un écrasement important du bois des capots amortisseurs.

À cet égard, la loi de comportement utilisée par le requérant pour le bois modélise le phénomène de talonnement de manière non conservative. Cette modélisation conduit à majorer l'énergie absorbée par le bois et à sous-estimer son niveau d'écrasement ainsi que les efforts sur le système de fermeture. A cet égard, dans le cadre de l'étude générique relative au comportement du bois des capots, la société AREVA TN International a présenté des compléments sur la prise en compte notamment du phénomène de talonnement, qui n'ont pas été pris en compte dans l'étude examinée.

Par conséquent, l'IRSN recommande que le requérant révise son étude en considérant les résultats de l'étude générique précitée. Ceci fait l'objet de la recommandation 1.1 présentée en annexe 1 de l'avis.

Système de retenue du chargement

Le requérant prend en compte le système de retenue du chargement pour évaluer le comportement du système de fermeture du colis lors des épreuves réglementaires. L'étude est réalisée pour une chute du colis en position axiale du colis coté couvercle, à une température ambiante de -10°C . Compte tenu des contraintes atteintes dans le système de retenue, l'impact du chargement sur le système de fermeture ne peut être exclu. En conséquence, le requérant prend cet impact en compte dans ses études, ce qui est satisfaisant.

Par ailleurs, le requérant a réduit les jeux entre le chargement et son système de retenue en ajoutant une cale. L'IRSN estime cette évolution satisfaisante.

Analyse thermique

Le requérant a mis à jour les études thermiques du colis en supposant notamment une dispersion quelconque des matières radioactives dans la cavité en conditions accidentelles de transport. Cette hypothèse, enveloppe, permet de s'affranchir de l'analyse du comportement des assemblages combustibles.

Conditions normales de transport

Le comportement thermique du modèle de colis FS 65 est étudié sur la base d'une simulation numérique en trois dimensions, considérant l'ensoleillement réglementaire appliqué de manière permanente et la température ambiante réglementaire. **Cette étude n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

Conditions accidentelles de transport

L'étude du comportement thermique du modèle de colis en conditions accidentelles de transport tient compte des épaisseurs de bois écrasées du capot de tête, suite aux chutes en conditions normales et accidentelles de transport, et de l'endommagement lié à la chute sur poinçon. Cette étude conclut que la température maximale des joints est très significativement inférieure à celle maximale d'utilisation des nouveaux joints d'étanchéité. **Ceci n'appelle pas de commentaire.**

Confinement

Le requérant vérifie que les relâchements d'activité potentiels, dans toutes les conditions de transport, respectent les critères réglementaires.

De plus, il exclut le phénomène d'extrusion des joints (qui apparaît lorsque leur volume devient supérieur à celui de leur gorge), en conditions normales et accidentelles de transport pour la nouvelle nuance de joints utilisée.

Enfin, le taux de compression minimal des joints, obtenu à une température de -10°C , est supérieur à celui minimal assurant l'étanchéité du système de confinement. **Cependant, le requérant ne tient pas compte, pour le calcul de ce taux, des dilatations différentielles des éléments du système de fermeture. Ceci fait l'objet de l'observation 2.1 de l'annexe 2 de l'avis.**

Radioprotection

Le transport s'effectue sous utilisation exclusive. Les critères réglementaires de débit d'équivalent de dose au contact et à 1 m sont respectés respectivement en conditions de transport de routine et en conditions accidentelles de transport. A l'issue des épreuves mécaniques représentatives des conditions normales de transport, l'intensité de rayonnement du colis augmente de moins de 20 %, comme spécifié dans la réglementation.

Par ailleurs, au cours de l'expertise, le requérant a précisé la démarche utilisée pour définir le contenu retenu pour les calculs de débits d'équivalent de dose. Elle n'appelle pas de remarque. **Cette démarche devrait toutefois être intégrée dans le dossier de sûreté. Ceci fait l'objet de l'observation 3.1 de l'annexe 2 de l'avis.**

Sûreté-criticité

Configuration sous eau

Le requérant justifie la sous-criticité de la configuration considérant le contenu intègre et la présence d'une quantité d'eau quelconque dans la cavité du colis. Cette configuration couvre celle du colis ayant subi les épreuves mécaniques représentatives des conditions normales de transport suivies d'une immersion sous 15 m d'eau pendant 1 semaine. **Les résultats obtenus n'appellent pas de remarque de l'IRSN.**

Configuration ruinée

Sur la base de l'étude de la configuration considérant le contenu et les aménagements internes ruinés en présence d'une quantité d'eau limitée dans la cavité du colis, le requérant justifie la sous-criticité du colis suite aux épreuves associées aux conditions normales et accidentelles de transport (incluant celles d'immersion). **Les résultats obtenus n'appellent pas de remarque de l'IRSN.**

Toutefois, les calculs de réseaux de colis considèrent une distance axiale entre les colis qui n'est pas explicitée dans l'étude. L'IRSN estime cette hypothèse acceptable compte tenu de la présence d'une épaisseur résiduelle de bois des capots à l'issue des épreuves de chutes. **Toutefois, le requérant devrait introduire cette justification dans l'étude de criticité. Ceci fait l'objet de l'observation 5.1 de l'annexe 2 de l'avis.**

Par ailleurs, pour les calculs considérant la résine partiellement ou totalement déshydrogénée, le requérant ne tient pas compte de la diminution de la densité de la résine due à sa déshydrogénation. Toutefois, cela n'a pas d'influence notable sur les résultats. **L'IRSN estime que le requérant devrait toutefois prendre en compte ce point dans les futures études. Ceci fait l'objet de l'observation 5.2 de l'annexe 2 de l'avis.**

Enfin, la qualification des schémas de calcul de criticité est peu développée pour les milieux fissiles de type oxyde faiblement modéré, du fait du nombre limité de benchmarks disponibles. A cet égard, l'IRSN estime que les hypothèses considérées par le requérant dans ses modèles de calcul apportent des marges de sûreté significatives, qui compenseraient le cas échéant une sous-estimation de la réactivité par les schémas de calcul. **A cet égard, l'IRSN estime que le requérant devrait expliciter ces marges, a minima de manière qualitative. Ceci fait l'objet de l'observation 5.4 de l'annexe 2 de l'avis.**

Utilisation et maintenance

Le requérant a introduit au cours de l'instruction de nouveaux contrôles visant à garantir le bon serrage du système de fermeture. **L'IRSN estime ces contrôles satisfaisants.**

Le dossier de sûreté spécifie que certains contrôles avant expédition font l'objet d'un second contrôle par un opérateur différent de celui ayant fait le premier contrôle. Cela concerne en particulier la présence et l'état des joints, l'état des portées des joints ainsi que la date de validité de l'étalonnage des manomètres et pressostats utilisés lors des contrôles d'étanchéité. Enfin, le serrage du système de fermeture et son contrôle d'étanchéité avant expédition sont réalisés par un opérateur, sous la surveillance d'un second. **L'IRSN estime ces opérations devraient faire l'objet d'un contrôle indépendant. Ceci fait l'objet des observations 5.1 et 6.2 de l'annexe 2 de la fiche.**

Conclusion

Compte tenu des justifications de sûreté présentées par le requérant, l'IRSN considère que le modèle de colis en objet est conforme aux prescriptions réglementaires applicables aux modèles de colis de type B(M) chargés de matière fissile. Toutefois, le requérant devrait prendre en compte la recommandation figurant en annexe 1 à l'avis pour confirmer les résultats des études.

Par ailleurs, l'IRSN considère que, pour améliorer les démonstrations de sûreté, le requérant devrait tenir compte des observations identifiées en annexe 2 à l'avis.

Pour le Directeur général et par délégation,
Igor LE BARS,
Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe 1 à l'avis IRSN n° 2017-00030 du 24 janvier 2017

Recommandations de l'IRSN

1 Mécanique

1.1 Évaluer le comportement du colis, lors d'une chute en position oblique à la température maximale en condition normale de transport, en tenant compte des études réalisées dans le cadre du sujet générique sur le comportement du bois des capots en retenant une modélisation :

- du comportement en compression du bois ne maximisant pas les contraintes d'écrasement dans la phase de talonnement et recalée sur des résultats d'essais de chute de maquettes dans cette configuration,
- justifiée au-delà de la phase de talonnement, c'est-à-dire la partie compaction de la courbe, en tenant compte de données expérimentales sur le comportement du bois ; ces données devront notamment permettre de déterminer si les risques de décohésion des fibres sont à considérer, notamment autour de l'empreinte du poinçon.

Annexe 2 à l'avis IRSN n° 2017-00030 du 24 janvier 2017

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

1 Généralités

1.1 Intégrer les caractéristiques thermiques de la bague fileté au dossier de sûreté.

2 Confinement

2.1 Prendre en compte dans le calcul du taux de compression minimal des joints à froid la dilatation thermique différentielle des éléments du système de fermeture.

3 Radioprotection

3.1 Intégrer au dossier de sûreté la démarche employée pour déterminer le contenu enveloppe.

4 Sûreté-criticité

4.1 Dans la prochaine révision de l'étude de criticité, expliciter pour la configuration considérant une quantité d'eau limitée, l'espacement axial entre les colis de 40 mm considéré dans les calculs pour la configuration 3.

4.2 Dans les futures études, prendre en compte la diminution de la densité de la résine due à sa déshydrogénation.

4.3 Dans la prochaine révision de l'étude de criticité, expliciter, a minima de manière qualitative, les marges au regard d'une possible sous-estimation de la réactivité, du fait de l'état de qualification des schémas de calcul de criticité pour les milieux étudiés dans la configuration considérant une quantité limitée d'eau.

5 Utilisation et maintenance

5.1 Indiquer que l'opération de serrage du système de fermeture est suivie par un second opérateur. Étudier la possibilité de mise en place d'un contrôle indépendant de la fermeture (par exemple, marquage des positions des différentes pièces en position fermée).

5.2 Spécifier que l'étanchéité du système de fermeture est contrôlée de manière indépendante par deux opérateurs différents.