

Fontenay-aux-Roses, le 11 juin 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2018-00156

Objet : Transport - Prorogation - Emballage TN 112 chargé de combustibles irradiés

Réf. 1. Lettre ASN CODEP-DTS-2017-035199 du 04 septembre 2017
2. Règlement de transport de matières radioactives de l'AIEA N° SSR-6, Edition 2012

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 le dossier de sûreté joint à la demande de prorogation d'agrément présentée par la société ORANO TN (appelé requérant dans la suite de l'avis) pour le modèle de colis TN112.

Ce modèle de colis est constitué par l'emballage TN 112 chargé d'assemblages combustibles irradiés de type REP 17 x 17 à base d'oxyde d'uranium (UOx) ou d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium (MOx).

De l'expertise des justifications de sûreté présentées par le requérant par rapport au règlement cité en seconde référence, il ressort les points suivants.

1 DESCRIPTION DE L'EMBALLAGE TN 112

L'emballage TN 112, de forme générale cylindrique, présente deux enveloppes de confinement indépendantes. Le système de fermeture de la cavité de l'emballage est composé, d'une part d'un couvercle primaire, constitué d'un bouchon en acier inoxydable et d'une protection radiologique en résine, ainsi que d'une couronne de fixation en acier inoxydable vissée sur la bride supérieure de l'enveloppe de confinement interne, d'autre part d'un couvercle secondaire en acier inoxydable vissé sur la bride supérieure de la virole de l'emballage. Chaque couvercle est équipé de joints d'étanchéité en élastomère.

Dans sa configuration de transport, l'emballage est équipé, à chacune de ses extrémités, d'un raidisseur en acier et d'un capot amortisseur de chocs en bois et en aluminium.

Dans le cadre de la demande objet du présent avis, le requérant a introduit des modifications mineures au concept d'emballage TN 112 (en particulier des variations d'épaisseurs des protections radiologiques et des corrections sur les caractéristiques de certains matériaux).

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

2 DESCRIPTION DU CONTENU

Le modèle de colis TN 112 est conçu pour le transport d'au plus douze assemblages REP 17 x 17 irradiés à base d'oxyde d'uranium ou d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium. Par rapport au certificat actuellement en vigueur, le requérant augmente le taux de combustion maximal des assemblages combustibles, UOX et MOX, et diminue le temps minimal de refroidissement des assemblages UOX. En outre, il introduit des crayons à basse teneur en plutonium, des assemblages neufs (ou des crayons neufs insérés dans les assemblages irradiés), des assemblages endommagés (présentant des grilles arrachées et des corps migrants métalliques non mobiles) et des crayons inétanches.

3 COMPORTEMENT MECANIQUE DE L'EMBALLAGE

3.1 Conditions de transport de routine

3.1.1 Arrimage et manutention

Au cours de l'instruction, le requérant a transmis des nouvelles évaluations de la tenue des organes d'arrimage et de manutention de l'emballage, tenant compte des accélérations recommandées par le groupe de travail organisé par l'AIEA. Il conclut au bon dimensionnement de ces éléments de l'emballage. **Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

En outre, il a évalué la tenue à la fatigue des tourillons en se fondant sur des mesures d'accélération effectuées lors de transports par voies routière et ferroviaire. Le cumul des dommages des tourillons, pendant toute la durée d'utilisation prévue pour l'emballage TN 112, reste inférieur à 1. Ainsi, il exclut l'endommagement de ces organes en fatigue. Par rapport aux expertises précédentes, le requérant a modifié le spectre d'accélérations pris en compte, mais n'a pas détaillé les mesures précitées. **Ceci fait l'objet de l'observation n°1.1 présentée en annexe 3 au présent avis.**

3.1.2 Dilatation différentielle

Les justifications concernant la tenue des composants renfermant de la résine aux contraintes dues à la dilation de celle-ci n'appellent globalement pas de remarque.

Par ailleurs, la surface externe en partie courante de l'emballage dispose de conducteurs en cuivre assurant la dissipation de la chaleur résiduelle du contenu. Pour l'IRSN, la contrainte dans ces conducteurs pourrait dépasser de manière cyclique la limite élastique du matériau. Aussi, un risque de dommage en fatigue du matériau n'est pas exclu, ce qui pourrait avoir des conséquences sur la dissipation thermique du colis. **A cet égard, l'IRSN considère qu'un contrôle en maintenance devrait être réalisé dans le but de s'assurer de l'absence de déformation de ces conducteurs. Pour rappel, ce point a déjà fait l'objet d'une demande de l'ASN formulée lors de la dernière prorogation d'agrément.**

3.2 Conditions normales et accidentelles de transport

L'étude du comportement mécanique du modèle de colis TN 112 à l'issue des épreuves réglementaires de chute simulant les conditions accidentelles de transport repose sur des essais de chute et des calculs complémentaires visant à évaluer l'influence de l'évolution des propriétés mécaniques du bois des capots amortisseurs sur la plage de températures comprises entre -40°C et la température maximale atteinte en conditions normales de transport. Au cours de l'instruction, le requérant a révisé l'évaluation des contraintes dans les vis des couvercles et de la couronne de fixation, pour le cas de la chute oblique. Il conclut globalement des études que ces contraintes restent inférieures à la limite d'élasticité minimale des vis en température. **Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

Concernant le phénomène de l'impact différé du contenu, il apparaît que la conception minimise les jeux longitudinaux (entre le couvercle primaire et le panier ou les assemblages), qui sont inférieurs à quelques dizaines de millimètre.

Enfin, le requérant a mis à jour l'étude du comportement mécanique du panier en tenant compte des évolutions des températures maximales du colis (cf. §4 de l'avis). Au cours de l'instruction, il l'a complété en intégrant les conditions accidentelles de transport, initialement absentes. Cette étude conclut que les contraintes équivalentes maximales dépassent la limite élastique du matériau des renforts en acier en température, tout en restant inférieures à la limite à la rupture minimale en température. Aussi, le risque de ruine de panier en conditions accidentelles de transport est écarté. **Cependant, formellement, le requérant ne montre pas l'absence de déformation du panier en conditions accidentelles de transport, hypothèse prise en compte dans les analyses de sûreté. Ceci fait l'objet de l'observation n° 1.2 présentée en annexe 3 au présent avis.**

4 COMPORTEMENT THERMIQUE DE L'EMBALLAGE

Dans le cadre de la présente demande de prorogation d'agrément du modèle de colis, le requérant a révisé l'analyse du comportement thermique du modèle de colis afin de prendre en compte l'influence du décentrage radial du contenu sur les températures du colis et l'influence des variations d'épaisseur des protections radiologiques et des nuances du matériau du panier.

De plus, le requérant a apporté des compléments afin de répondre aux demandes formulées par l'ASN lors de la dernière prorogation d'agrément concernant l'influence sur les températures maximales des joints de confinement de la dispersion de combustible dans la cavité de l'emballage induite par l'endommagement de crayons combustibles en conditions accidentelles de transport. A ce sujet, les températures de joints atteignent le critère admissible en conditions accidentelles de transport en considérant la portion usuellement admise de matière radioactive dispersée, ce qui est satisfaisant pour le transport d'assemblages sains. En revanche, l'IRSN estime que des assemblages endommagés (présence de grilles arrachées) sont susceptibles d'être plus sévèrement endommagés en conditions accidentelles de transport. Aussi, à défaut d'une analyse du comportement mécanique des assemblages endommagés en conditions accidentelles de transport, l'IRSN estime que le transport de ces assemblages doit conduire à une diminution de leur puissance thermique. **Ceci fait l'objet de la recommandation n° 2 présentée en annexe 1 au présent avis.**

5 CONFINEMENT

L'étude de relâchement d'activité a été mise à jour afin de prendre en compte l'augmentation du taux moyen maximal de combustion, la diminution du temps de refroidissement des assemblages UOX et l'introduction de crayons inétanches. Pour limiter la pression interne, la durée maximale de transport est fixée à 60 jours pour les contenus comprenant au moins un crayon inétanche au chargement. L'exploitant conclut que les critères réglementaires de relâchement sont respectés. **Ceci n'appelle pas globalement de remarque de l'IRSN.**

Le requérant a, au cours de l'instruction, étudié l'influence des caractéristiques isotopiques des assemblages MOX et UOX sur le relâchement d'activité du colis TN 112. Il conclut que ces caractéristiques ont une influence significative uniquement sur l'activité en A_2 des aérosols (de l'ordre de 20 %). A cet égard, l'activité des aérosols a peu d'influence sur les résultats des études de relâchement d'activité. Les conclusions de l'étude sont satisfaisantes.

Enfin, concernant le comportement des joints d'étanchéité des composants de fermeture de la cavité du colis, les gorges de joint ne présentent pas de risque de sur-remplissage aux températures maximales en conditions accidentelles de transport. Par ailleurs, le taux de compression minimal des joints d'étanchéité du colis assure l'étanchéité des composants de fermeture. Ces points n'appellent pas de commentaire de l'IRSN.

6 RADIOLYSE

Le requérant prévoit le transport de crayons inétanches, susceptibles de contenir de l'eau. En fonction de la puissance thermique des assemblages du chargement, il présente deux configurations d'exploitation de l'emballage (avec ou sans mesure d'hydrogène avant transport).

6.1 Sans mesure de d'hydrogène

La radiolyse de l'eau susceptible d'être présente dans les crayons inétanches produit du dioxygène et du dihydrogène. Par ailleurs, l'emballage étant transporté en dépression, une certaine quantité d'air, donc de dioxygène, rentre dans la cavité au cours du transport. Pour justifier l'absence de risque d'inflammation du dihydrogène produit, la démonstration du requérant est fondée sur le diagramme d'inflammabilité du mélange formé entre le gaz d'inertage de la cavité (hélium), le dioxygène et l'hydrogène (diagramme de Shapiro). En fonction de la température des gaz de la cavité, ce diagramme définit des domaines dans lesquels l'inflammation du mélange est exclue.

Ainsi, le requérant évalue la quantité des différents gaz présents dans la cavité de l'emballage à l'issue du transport. En conclusion, il spécifie une puissance maximale du chargement, variable en fonction du nombre de crayons inétanches transportés, et une durée de transport maximale.

Sur le principe, la méthode utilisée par le requérant est satisfaisante. Toutefois, l'IRSN estime qu'il ne justifie pas le conservatisme de l'hypothèse relative à la production d'oxygène. **Aussi, dans l'attente notamment d'un retour d'expérience validant ces hypothèses, l'IRSN estime que les transports contenant des crayons inétanches devraient être effectués avec un nombre restreint de ces crayons et une puissance thermique diminuée. Ce point fait l'objet de la recommandation n° 1 présentée en annexe 1 au présent avis.**

A cet égard, afin de constituer un retour d'expérience en vue de valider ces hypothèses, des mesures des gaz présents dans la cavité du colis TN 112 contenant des crayons inétanches devraient être réalisées avant déchargement.

Les justifications du requérant reposent sur une pression minimale de gaz d'inertage dans la cavité, qui n'est pas spécifiée dans le dossier de sûreté. **Aussi, l'IRSN propose de rajouter ce paramètre dans le projet de certificat d'agrément.**

6.2 Avec mesure d'hydrogène

Le requérant spécifie la réalisation, avant chaque transport de l'emballage contenant au moins un crayon inétanche au chargement, d'une mesure du taux de dihydrogène présent dans le ciel gazeux de la cavité de l'emballage. Cette mesure permet de déterminer un taux de production de dihydrogène dans la cavité et la durée de transport admissible afin de ne pas dépasser la limite d'inflammabilité du mélange de gaz à la température maximale atteinte dans la cavité pour la puissance du chargement concerné. Ceci n'appelle pas de commentaire de l'IRSN.

7 RADIOPROTECTION

L'étude de la radioprotection a été révisée afin de prendre en compte les modifications des caractéristiques des assemblages (augmentation du taux de combustion et diminution du temps de refroidissement). Le requérant a également réalisé des études de sensibilité relatives au vieillissement de la résine au niveau des tourillons, l'isotopie des assemblages et la dispersion de la matière radioactive dans la cavité en conditions accidentelles de transport.

7.1 Étude de sensibilité de l'isotopie des assemblages

En considérant une configuration enveloppe, le requérant montre que les débits d'équivalent de dose maximaux en condition de transport de routine et en conditions accidentelles de transport au voisinage du colis restent inférieurs aux critères réglementaires.

A cet égard, le règlement de transport cité en deuxième référence spécifie que le débit de dose autour du colis doit être évalué en prenant en compte le « contenu radioactif maximal ». Or seules les caractéristiques pénalisantes du point de vue de la criticité sont spécifiées.

En tout état de cause, l'IRSN estime qu'il devra être conservé la mention suivante du certificat d'agrément actuellement du modèle de colis TN 112 : « Au préalable du chargement, vérifier que les débits d'équivalent de dose, en tenant compte des caractéristiques réelles des assemblages à charger dans l'emballage sont inférieurs aux critères réglementaires. »

7.2 Débits de dose autour du colis en conditions de transport de routine (CTR) et conditions accidentelles de transport (CAT)

Le requérant a révisé l'étude d'évaluation des débits de dose au voisinage d'un colis TN 112 en condition de transport de routine et en conditions accidentelles de transport. Notamment, l'épaisseur de résine est notamment diminuée afin de prendre en compte le phénomène du vieillissement. Les assemblages sont modélisés intègres. Les valeurs maximales des débits d'équivalent de dose, en condition de transport de routine et en conditions accidentelles de transport, respectent les critères réglementaires.

Suite à une demande de l'ASN formulée lors de la dernière prorogation d'agrément, le requérant a évalué l'influence d'une dispersion de combustible sur les débits d'équivalent de dose en conditions accidentelles de transport. Les débits d'équivalent de dose évalués en conditions accidentelles de transport restent inférieurs aux critères réglementaires. Ceci est satisfaisant.

7.3 Conditions normales de transport

Le requérant conclut qu'à la suite des épreuves représentatives des conditions normales de transport, une augmentation des débits de dose de plus de 20 % (critère de la réglementation) est exclue, y compris en tenant compte d'endommagements significatifs des crayons inétanches. Ceci est satisfaisant.

8 SURETE-CRITICITE

L'analyse de sûreté-criticité a été modifiée pour intégrer des crayons à basse teneur en plutonium, dont le vecteur isotopique du plutonium est plus pénalisant. **L'étude réalisée n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

Enfin, le requérant présente une analyse de la qualification du schéma de calcul utilisé pour les configurations de transport étudiées en détaillant notamment des expériences critiques qu'il juge représentatives. Il indique notamment l'absence d'expérience pouvant servir pour la qualification de la configuration de la ruine totale du colis avec pénétration d'eau limitée. Toutefois, du fait des marges de sûreté apportées par la modélisation de la matière fissile, il ne considère pas de biais de calcul. Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.

9 FABRICATION, UTILISATION ET MAINTENANCE DE L'EMBALLAGE

Dans le cadre de la présente demande d'agrément, les instructions d'utilisation et de maintenance du modèle de colis ont été mises à jour afin d'intégrer les modifications précitées. Ceci est satisfaisant.

10 ASSURANCE DE LA QUALITE

Le chapitre relatif à l'assurance de la qualité n'a pas évolué depuis la dernière expertise. Toutefois, afin de répondre à la demande de l'ASN formulée lors de la dernière prorogation d'agrément relative aux dispositions prises pour informer les opérateurs industriels des exigences de sûreté décrites dans le dossier de sûreté, le requérant a précisé les dispositions d'information des parties prenantes lors des renouvellements d'agrément. Ceci est satisfaisant.

11 CONCLUSION

En conclusion, compte tenu des justifications de sûreté présentées, l'IRSN considère que le modèle de colis TN 112 chargé d'assemblages REP 17x17 irradiés comportant des crayons inétanches, tel que défini dans le projet de certificat modifié selon les propositions de l'IRSN détaillées à l'annexe 2, est conforme aux prescriptions réglementaires applicables aux modèles de colis de type B(M) chargés de matière fissile, sous réserve de la prise en compte des recommandations figurant en annexe 1 de l'avis.

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

Pour le directeur général, par délégation

Igor LE BARS

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe 1 à l'Avis IRSN n° 2018-00156 du 11 juin 2018
Recommandations

1 Radiolyse

Dans l'attente d'un retour d'expérience permettant de valider les hypothèses considérées dans l'analyse des risques liés à la production d'hydrogène de radiolyse, l'IRSN recommande que les transports contenant des crayons inétanches soient effectués avec un nombre restreint de ces crayons et une puissance thermique limitée.

2 Comportement thermique

L'IRSN recommande que le requérant analyse le comportement mécanique des assemblages endommagés (présence de grilles arrachées) en conditions accidentelles de transport. Dans l'attente, la puissance thermique admissible de ces assemblages devra être diminuée.

Annexe 2 à l'Avis IRSN n° 2018-00156 du 11 juin 2018

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

1 Annexe t

1.1 Mentionner que la pression minimale de remplissage en hélium est de 0,35 bar absolu.

2 Annexe 0 - paragraphe 2

2.1 Le respect des critères réglementaires de débit d'équivalent de dose en conditions de transport de routine devra être vérifié, préalablement au chargement, en tenant compte des caractéristiques réelles des assemblages combustibles à charger dans l'emballage.

Annexe 3 à l'Avis IRSN n° 2018-00156 du 11 juin 2018

Observations

1 Comportement mécanique du colis

- 1.1 Justifier la représentativité des accélérations qui ont été considérées dans l'étude de la tenue à la fatigue des organes d'arrimage en détaillant les mesures d'accélérations qui ont été effectuées (signaux, filtrage, position des accéléromètres...).
- 1.2 Démontrer l'absence de déformation du panier en conditions accidentelles de transport.