

Fontenay-aux-Roses, le 19 février 2019

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2019-00030

Objet : Transport - Extension - Emballage TN 9/4 chargé d'assemblages combustibles irradiés.

Réf. 1. Lettre ASN CODEP-DTS-2018-048538 du 5 octobre 2018.
2. Règlement de transport de l'AIEA SSR-6 édition de 2012.

Par la 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 d'extension d'agrément présentée par la société TN International du groupe ORANO (ORANO TN) pour le modèle de colis TN 9/4, en tant que colis de type B(U) pour matière fissile. L'emballage TN 9/4 est essentiellement utilisé en Suisse, pour le transport d'assemblages combustibles à base d'oxyde d'uranium, irradiés dans des réacteurs à eau bouillante (REB), entre les centrales de production d'électricité et le site d'entreposage de Zwilag.

Ce modèle de colis fait actuellement l'objet d'un certificat d'agrément français qui expirera le 20 janvier 2022 ; cet agrément porte sur un chargement complet ou une configuration de chargement incomplet (avec le logement central vide) et exclut le transport de chemises d'assemblages seules. La présente demande d'extension d'agrément concerne le transport de l'emballage TN 9/4 chargé d'une quantité quelconque d'assemblages combustibles, chemisés ou non, ou de chemises seules.

Les justifications de sûreté présentées par le requérant en appui à cette demande ont été expertisées par l'IRSN au regard des exigences applicables de la réglementation citée en deuxième référence. De cette expertise, qui tient compte des informations complémentaires transmises au cours de l'expertise, l'IRSN retient les principaux points suivants.

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

1 CONTEXTE

L'emballage TN 9/4, de forme générale cylindrique, est constitué d'un corps et de deux capots amortisseurs. Le corps comporte deux enveloppes de confinement indépendantes l'une de l'autre. Il comprend des épaisseurs d'acier inoxydable, de plomb et de résine neutrophage, et

est fermé par deux couvercles indépendants vissés et équipés de joints d'étanchéité en élastomère.

La cavité interne de l'emballage accueille un panier délimitant sept logements dans lesquels les assemblages combustibles de type REB sont introduits. Certains assemblages REB sont placés dans le réacteur dans des boîtes en zircaloy appelées chemises. Un assemblage peut être transporté avec ou sans chemise.

Dans le cadre de la présente demande d'extension d'agrément, le requérant souhaite agréer une quantité quelconque d'assemblages combustibles, chemisés ou non, ou de chemises seules. Seul le nombre d'assemblages ou de chemises chargés est modifié par rapport au contenu actuellement agréé, les caractéristiques des assemblages et des chemises sont inchangées par rapport à l'agrément en cours de validité.

Cette modification a principalement des conséquences sur la justification du respect des exigences de radioprotection.

2 RADIOPROTECTION

Les justifications de radioprotection sur lesquelles repose l'agrément en cours de validité utilisent la méthode des « inéquations » pour un chargement d'assemblages combustibles ; elles sont déclinées uniquement pour un chargement complet et la configuration de chargement incomplet avec le logement central vide.

2.1 Méthode de définition des inéquations

Pour mémoire, la méthode des inéquations permet de définir un contenu maximal admissible au regard des exigences réglementaires pour les intensités maximales de rayonnement au contact et au voisinage du colis telles que définies dans la réglementation citée en deuxième référence. Le requérant n'a pas modifié sa méthode dans le cadre de la présente demande extension. Cependant, il a complété son dossier pour y introduire des justifications de robustesse de la méthode et de qualification des codes de calcul utilisés (cf. paragraphes 2.3 et 2.4 ci-après).

Par ailleurs, l'IRSN a noté des pistes d'amélioration de la méthode des inéquations. En particulier, le requérant modélise les combustibles intègres dans toutes les conditions de transport, alors que cette hypothèse n'est pas justifiée dans le dossier de sûreté du modèle de colis. Le requérant a indiqué son intention de traiter cette question lors de la prochaine demande de prorogation d'agrément du modèle de colis TN 9/4. **Ce point fait l'objet de l'observation 1.1 de l'annexe 1 au présent avis.** De plus, pour la modélisation de combustibles chemisés, le requérant ne prend pas en compte de terme source correspondant à l'activation des chemises. Dans la mesure où ce terme source devrait être négligeable par rapport à celui d'un combustible irradié, ceci n'appelle pas de remarque. Enfin, au cours de l'expertise, le requérant a transmis des éléments de justification de la méthode d'évaluation de l'activation des structures des assemblages combustibles. La proportion de débit de dose autour du colis due à cette activation est faible. Toutefois, l'IRSN estime que les éléments présentés par le requérant ne sont pas suffisamment détaillés pour justifier l'adaptation de cette méthode aux assemblages de type REB et notamment pour estimer de façon pénalisante l'activation des extrémités des assemblages. **Ces points font l'objet de l'observation 1.2 de l'annexe 1 au présent avis.**

2.2 Chargement incomplet

Dans le cadre de la présente demande d'extension d'agrément, le requérant décline la méthode des inéquations à un chargement incomplet d'assemblages combustibles. Pour ce faire, il considère de façon pénalisante que les logements vides contiennent l'assemblage combustible le plus pénalisant du chargement. **Ceci est acceptable sur le principe. Toutefois, l'IRSN estime que le requérant devrait expliciter dans le dossier de sûreté la méthode à retenir pour identifier l'assemblage le plus pénalisant au préalable du chargement (cf. paragraphe 3).**

Par ailleurs, alors que les inéquations de transport ne sont pas applicables au cas d'un chargement de chemises seules, le requérant n'a pas justifié que les débits de doses associés respectent les critères réglementaires. Sur ce point, le requérant considère que les chemises seules sont moins irradiantes que les assemblages combustibles et ne nécessitent aucune justification complémentaire. L'IRSN convient que les débits de dose induits par des chemises sont négligeables en comparaison des débits de dose induits par des assemblages combustibles irradiés. **Nonobstant, l'IRSN estime que le dossier de sûreté devrait comporter la définition du contenu radioactif maximal admissible au regard des exigences réglementaires et qui couvre cette configuration de chargement. Ce point fait l'objet de l'observation 1.6 de l'annexe 1 au présent avis.**

2.3 Robustesse de la méthode

Le requérant a complété le dossier de sûreté en appliquant les inéquations obtenues pour un combustible dit « de référence » à un combustible dit « enveloppe » présentant des caractéristiques différentes (taux de combustion plus élevé et durée de refroidissement minimale), puis a comparé les valeurs des débits d'équivalent de dose ainsi obtenues avec celles obtenues par un calcul à l'aide du code TRIPOLI considérant le même combustible. Cette vérification a montré que les débits d'équivalent de dose évalués à partir des inéquations sont inférieurs à ceux estimés avec le code TRIPOLI, la différence maximale atteignant 3 %. Il convient de souligner qu'une marge de 5 % est considérée dans l'inéquation du colis TN 9/4, ce qui permet de couvrir cet écart. De plus, le requérant propose d'introduire dans le projet de certificat d'agrément un domaine de validité des inéquations en limitant le taux de combustion et le temps de refroidissement à ceux du combustible dit « enveloppe ». Pour l'IRSN, cette proposition est satisfaisante dans la mesure où elle permet de tenir compte des résultats de l'étude de robustesse réalisée. **Toutefois, l'IRSN considère que le requérant devrait apporter des éléments complémentaires de justification de sa méthode en prenant en compte l'observation 1.3 de l'annexe 1 au présent avis.**

Par ailleurs, le requérant n'a pas justifié le profil d'irradiation des assemblages considéré dans sa méthode pour répondre à la demande de l'ASN. Toutefois, il s'est engagé en mars 2018 auprès de l'ASN à traiter ce point dans un cadre plus large prenant en compte les autres modèles de colis pour lesquels il utilise des inéquations. Le requérant a également proposé, dans ce cadre, de retenir une majoration forfaitaire des termes sources des assemblages présentant un taux de combustion élevé. Cependant, il n'a pas justifié le seuil de taux de combustion, ni la valeur de la majoration. Le seuil retenu étant supérieur au taux de combustion des assemblages pouvant être chargés dans le modèle de colis TN 9/4, le requérant n'applique pas de majoration. **Néanmoins, l'IRSN estime que la société ORANO TN devrait justifier qu'une telle majoration ne serait pas à appliquer pour un taux de combustion plus faible que la valeur proposée. En outre, la société ORANO TN devrait justifier le caractère enveloppe du profil d'irradiation retenu pour les assemblages pour tous les types de fonctionnement de réacteur. Ces points font l'objet de l'observation 1.4 de l'annexe 1 au présent avis.**

Enfin, le requérant prévoit d'établir un retour d'expérience en comparant les débits de dose estimés par la méthode des inéquations et les débits de dose mesurés avant transport sur quatre transports de colis TN 9/4. **Concernant le nombre de transports, l'IRSN rappelle que l'ASN a demandé en 2017, à l'issue de la précédente demande de prorogation du modèle de colis TN 9/4, d'établir un retour d'expérience sur les dix premiers transports.**

2.4 Qualification de la séquence de calcul d'évolution

Le requérant utilise une séquence de calcul composée de codes et de bibliothèques associées pour établir la composition isotopique des combustibles irradiés à transporter. Les éléments utilisés sont des références internationales dans leurs domaines respectifs.

Le requérant a transmis des éléments de qualification de cette séquence pour évaluer les termes sources des assemblages combustibles irradiés chargés dans l'emballage TN 9/4. Il relève les écarts entre les compositions isotopiques de combustibles évaluées par calcul et celles mesurées par expérience. **L'IRSN estime que le principe de justification est satisfaisant.** Néanmoins, le requérant n'a pas fourni de comparaison pour des assemblages présentant les taux de combustion les plus élevés admissibles pour cette demande d'extension. **Aussi, l'IRSN estime que le requérant devrait compléter sa justification en comparant les compositions évaluées par calcul et celles mesurées par expérience pour des assemblages combustibles présentant le taux de combustion maximal défini dans le projet de certificat.**

En procédant ainsi, le requérant détermine que cette séquence sous-estime légèrement les termes source gamma et neutron de ces combustibles. Par ailleurs, le calcul de sous-estimation du requérant est fondé sur des flux de particules sans prendre en compte la protection radiologique de l'emballage. Or, plus l'énergie des photons est faible, plus ils sont atténués par le blindage de l'emballage et plus leur contribution au débit de dose à l'extérieur de l'emballage est faible. **Aussi, l'IRSN estime que le requérant devrait prendre en compte le blindage de l'emballage pour évaluer la contribution de chaque isotope au débit de dose et par conséquent la sous-estimation globale de la séquence de calcul, cette sous-estimation étant ensuite à considérer dans les études de radioprotection.**

Ces points font l'objet de l'observation 1.5 de l'annexe 1 au présent avis.

3 UTILISATION ET MAINTENANCE

Les instructions d'utilisation du modèle de colis ont été mises à jour afin d'introduire la possibilité de transporter des chemises seules ou un nombre quelconque d'assemblages. La démarche à retenir pour appliquer la méthode des inéquations à un chargement incomplet en considérant la source la plus pénalisante du plan de chargement dans un logement vide ou chargé d'une chemise n'est pas explicitée dans les instructions mais dans le projet de certificat d'agrément. **Ceci est acceptable.**

4 ASSURANCE QUALITE

Le chapitre relatif à l'assurance qualité de l'emballage TN 9/4 n'a pas été modifié dans le cadre de cette demande d'extension d'agrément.

Pour mémoire, l'exigence demandée par l'ASN concernant le fait que les codes de calculs doivent être qualifiés pour l'utilisation prévue est prescrit dans le chapitre relatif à l'assurance de la qualité. **Ceci est satisfaisant.**

5 CONCLUSION

À l'issue de l'expertise des justifications de sûreté présentées par la société ORANO TN dans les dossiers de sûreté transmis, l'IRSN estime que l'extension d'agrément du modèle de colis TN 9/4, telle que définie dans le projet de certificat, est conforme aux prescriptions réglementaires applicables aux modèles de colis de type B(U) chargés de matière fissile.

Par ailleurs, l'IRSN considère que, pour améliorer les démonstrations de sûreté du modèle de colis TN 9/4, le requérant devrait tenir compte des observations formulées en annexe 1.

Pour le directeur général, par délégation

Anne-Cécile JOUVE

Chef du Service de sûreté des transports et des installations
du cycle du combustible

Annexe 1 à l'Avis IRSN n° 2019-00030 du 19 février 2019
Observations de l'IRSN pour l'amélioration des démonstrations de sûreté

1 Radioprotection

- 1.1 Justifier que les intensités de rayonnement calculées en CTR par la méthode des inéquations sont enveloppes de celles calculées en CAT, en considérant une dégradation justifiée du contenu ou, à défaut, justifier l'intégrité des assemblages combustibles irradiés lors des épreuves réglementaires simulant les CAT.
- 1.2 Concernant l'évaluation de l'activation des structures métalliques d'un assemblage combustible :
 - a. présenter de façon détaillée les étapes de la méthode de calcul d'activation et des hypothèses associées et présenter la validation / qualification de la méthode pour les assemblages de type REB ;
 - b. justifier le conservatisme du flux neutronique retenu en fin d'irradiation, en particulier l'absence de redistribution de ce flux vers les extrémités du cœur en cas de consommation hétérogène du combustible.
- 1.3 Compléter la justification de la méthode des inéquations par une analyse de l'influence des différentes caractéristiques du combustible prises en compte (taux de combustion, taux d'enrichissement initial et durée de refroidissement en particulier) sur les coefficients des inéquations visant à s'assurer que ces coefficients garantissent le respect des critères réglementaires pour tous les contenus prévus d'être transportés.
- 1.4 Concernant l'établissement des inéquations :
 - a. justifier la valeur de la marge forfaitaire proposée sur les termes sources neutrons et gamma des assemblages combustibles à partir d'un certain seuil de taux de combustion, ainsi que le seuil à partir duquel est appliquée cette marge ;
 - b. justifier que le profil d'irradiation d'un assemblage combustible pris en compte dans la méthode est enveloppe des différents modes de fonctionnement envisageable du réacteur (même localisation du pic de puissance).
- 1.5 Concernant la qualification de la séquence de calcul d'évolution :
 - a. justifier que la qualification du code de calcul d'évolution est valable pour des combustibles présentant le taux de combustion maximal défini dans le projet de certificat ;
 - b. évaluer la contribution de chaque isotope au débit d'équivalent de dose gamma et neutron à l'extérieur de l'emballage ;
 - c. considérer la sous-estimation du code d'évolution évaluée dans les résultats de débits d'équivalent de dose présentés dans les études de radioprotection des modèles de colis.
- 1.6 Définir, lors de la prochaine demande de prorogation d'agrément, pour un chargement de chemises seules, un contenu maximal radioactif admissible au regard des exigences réglementaires.