

Fontenay-aux-Roses, le 2 juillet 2019

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2019-00153

Objet : Transport - Dossier d'options de sûreté
Emballage TN EAGLE

Réf. [1] Saisine ASN CODEP-DTS-2019-004326 du 30 janvier 2019.
[2] Règlement de transport de l'AIEA - SSR-6 - édition 2018.

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 options de sûreté présentées par la société TN International du groupe ORANO (ORANO TN) pour un nouveau concept d'emballage, dénommé TN EAGLE, destiné à des assemblages combustibles usés. Outre des opérations de transport, ce modèle de colis sera utilisé pour l'entreposage à sec de combustibles usés.

Le dossier d'options de sûreté transmis présente les méthodes et les hypothèses principales retenues pour la démonstration de la conformité du modèle de colis TN EAGLE aux exigences relatives au transport des modèles de colis de type B pour matière fissile, spécifiées dans la réglementation citée en seconde référence.

De l'expertise de ces options, pour ce qui concerne le contexte du transport, l'IRSN retient les points suivants.

1 DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS

1.1 Description de l'emballage

L'emballage TN EAGLE est de forme générale cylindrique. Son corps est constitué d'une virole de forte épaisseur et d'un fond en acier au carbone. Des éléments assurant la protection radiologique sont fixés autour de la virole. La cavité de l'emballage est fermée par deux couvercles indépendants munis de joints d'étanchéité métalliques. La surface interne du couvercle primaire est équipée d'un système amortisseur. Chaque extrémité du corps de l'emballage est équipée d'un capot amortisseur de chocs composé de blocs de bois placés dans une enveloppe métallique.

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

L'emballage TN EAGLE n'est pas équipé de tourillons. Le colis est transporté sur un châssis « berceau », arrimé par des « cerces ». Il est manutentionné en utilisant des systèmes auxiliaires n'appartenant pas au modèle de colis.

Les dimensions de l'emballage (longueur et diamètre de la cavité, épaisseur de protection radiologique) peuvent être adaptées à différents types de combustibles.

1.2 Description du contenu et des aménagements internes

L'emballage TN EAGLE est conçu pour transporter et entreposer des assemblages combustibles usés provenant de réacteurs à eau pressurisée (REP) ou de réacteurs à eau bouillante (REB). La cavité de l'emballage est équipée d'un panier dans lequel sont placés les assemblages combustibles.

2 COMPORTEMENT MECANIQUE

2.1 Conditions de transport de routine

Les accélérations considérées en conditions de transport de routine (CTR) seront cohérentes avec les derniers standards internationaux (annexe IV du guide AIEA SSG-26 actuellement en projet). Les contraintes induites par le châssis berceau seront prises en compte dans l'analyse de la tenue en transport du système de protection radiologique.

Le requérant analysera la tenue mécanique de l'emballage en manutention en considérant la masse maximale du colis TN EAGLE en manutention.

Au stade du dossier d'options de sûreté, ces éléments sont satisfaisants.

2.2 Conditions normales et accidentelles de transport

2.2.1 Situations prises en compte

Pour les conditions normales de transport (CNT), le requérant justifiera l'absence de dommage du modèle de colis pour les épreuves réglementaires d'aspersion, de chute de barre et de gerbage. L'épreuve de chute libre de 0,3 m sera prise en compte dans le cadre des conditions accidentelles de transport (CAT) en augmentant la hauteur de chute réglementaire.

Pour l'analyse du comportement du modèle de colis TN EAGLE en conditions accidentelles de transport (CAT), il tiendra compte des dommages résultant du cumul de la chute sur poinçon et de la chute libre. L'impact différé du contenu contre le couvercle en chute axiale sera pris en compte en considérant le jeu maximal avec le contenu.

Ceci est satisfaisant.

2.2.2 Démonstrations

Le comportement mécanique du colis TN EAGLE sera étudié en s'appuyant sur des démonstrations essentiellement numériques, validées par les résultats d'essais de chute réalisés avec des maquettes des emballages TN EAGLE et TN 24 DH+. En effet, ces deux emballages présentent des similitudes.

Le dossier d'options de sûreté précise des critères qui seront retenus pour l'analyse numérique (plastification limitée et précharge résiduelle suffisante des vis du système de fermeture, décollement résiduel du plan de joint...).

L'IRSN estime que ces critères, qui sont adaptés sur le principe, devront être examinés en intégrant les éléments issus de l'analyse des méthodes de modélisation et de la validation de la modélisation numérique.

À cet égard, l'IRSN recommande que le requérant explicite dans les dossiers joints à l'appui de la demande d'agrément la démarche de validation des approches numériques et en particulier :

- les résultats et analyses des essais de chute instrumentés ainsi que l'exploitation réalisée dans le cadre de la validation des modèles numériques ;
- le domaine de validité des modèles numériques utilisés pour la démonstration de sûreté et les incertitudes associées, en tenant compte notamment des domaines de validité des codes utilisés, des modélisations et des lois de comportement (bois, joints métalliques...) ;
- la définition des critères retenus pour l'interprétation des résultats de calcul, tenant compte des exigences de sûreté.

Ceci fait l'objet de la recommandation 1 présentée en annexe 1 de l'avis.

En outre, l'IRSN estime que les critères retenus pour l'étanchéité des joints métalliques devront être justifiés. En effet, peu d'éléments sont actuellement disponibles concernant le comportement de ces joints en chute (décollement, déplacement latéral, effort de compression...). Aussi, l'IRSN recommande que le requérant présente un programme visant à justifier ces critères, qui pourrait notamment inclure des essais. Ceci fait l'objet de la recommandation 2 présentée en annexe 1 de l'avis.

Concernant le comportement du système de protection radiologique en conditions accidentelles de transport (CAT), le requérant indique que la dégradation de ce système à l'issue de l'impact d'un poinçon ne sera pas étudiée et que des hypothèses forfaitaires de dégradation seront considérées dans les études de thermique, de radioprotection et de sûreté-criticité. L'IRSN estime ce principe acceptable. Cependant, le caractère pénalisant des hypothèses devra être démontré. Aussi, l'IRSN recommande que, dans le dossier joint à la demande d'agrément, le requérant justifie les hypothèses de dégradation du système de protection radiologique, le cas échéant en s'appuyant sur une démarche expérimentale. Ceci fait l'objet de la recommandation 3 présentée en annexe 1 de l'avis.

En outre, la tenue mécanique du dispositif de blocage axial du système de protection radiologique devra être prise en compte dans les démonstrations de sûreté.

Le requérant indique que le principe d'amortisseur interne est similaire à celui d'un autre modèle de colis. À cet égard, l'IRSN considère que, dans le dossier joint à la demande d'agrément, le requérant devrait justifier l'applicabilité de la qualification effectuée précédemment pour l'amortisseur interne, au cas du modèle de colis TN EAGLE. Ceci fait l'objet de l'observation 1.1 présentée en annexe 2 de l'avis.

2.3 Risque de rupture brutale

Le requérant tiendra compte du risque de rupture fragile à -40°C du corps et des couvercles, en suivant une méthode qui a fait l'objet d'un avis de l'IRSN formulant des recommandations.

Par ailleurs, le risque de rupture fragile du système de protection radiologique devra être pris en compte.

3 COMPORTEMENT THERMIQUE DU COLIS

L'analyse du comportement thermique du colis dans toutes les conditions de transport reposera sur des calculs numériques.

L'option retenue d'utiliser des joints d'étanchéité métalliques confère au modèle de colis une robustesse à l'égard de l'échauffement éventuel des joints. Par ailleurs, le dossier joint à la demande d'agrément devra justifier le pourcentage de matière dispersée dans la cavité du colis considéré pour l'évaluation des températures maximales atteintes par le colis en conditions accidentelles de transport (CAT). **Enfin, l'IRSN considère que le risque de combustion du bois des capots devrait être pris en compte. Ceci fait l'objet de l'observation 2.1 présentée en annexe 2 de l'avis.**

4 CONFINEMENT

L'étude de relâchement d'activité sera réalisée en considérant des hypothèses enveloppes, relatives au taux de rupture des gaines et au taux de relâchement des gaz de fission. En outre, le taux de remplissage des gorges de joints en élastomère des composants de fermeture de la cavité sera inférieur à 100 % dans toutes les conditions de transport. Ceci est satisfaisant.

5 RADIOPROTECTION

Le requérant justifiera le respect des critères réglementaires de débit d'équivalent de dose en tenant compte d'un contenu radioactif maximal, défini par des plans de chargement enveloppes en termes de taux de combustion et de temps de refroidissement, ou par un système d'inéquations.

En conditions de transport de routine (CTR), les variations possibles de la position du combustible dans la cavité seront étudiées. Le requérant vérifiera que les dommages à l'issue des épreuves réglementaires simulant les conditions normales de transport ne conduisent pas à une augmentation potentielle du débit d'équivalent de dose au contact du colis supérieure à 20 %.

À cet égard, le dossier joint à la demande d'agrément devra justifier le pourcentage de matière dispersée dans la cavité du colis considéré pour l'évaluation des débits de dose autour du colis. Par ailleurs, la géométrie des anneaux de blindage, qui présente des inhomogénéités, devra faire l'objet d'une attention particulière.

6 PREVENTION DES RISQUES DE CRITICITE

Les démonstrations de prévention des risques de criticité seront réalisées en considérant une quantité limitée d'eau dans la cavité à l'issue des épreuves réglementaires. Cette quantité d'eau sera évaluée en tenant compte des opérations de séchage de la cavité, de la présence d'hydrure et de la quantité d'eau susceptible de pénétrer à l'issue des épreuves réglementaires d'immersion du colis sous 0,9 m d'eau pendant une semaine et sous 15 m d'eau pendant huit heures.

L'IRSN considère que, pour évaluer les marges de sûreté, une épreuve d'immersion sous 15 m d'eau d'une durée d'une semaine devrait être considérée. Ceci fait l'objet de l'observation 3.1 présentée en annexe 2 de l'avis.

7 RISQUE LIÉ AU PHÉNOMÈNE DE RADIOLYSE

Le requérant considère que la présence d'assemblages combustibles étanches munis de tubes guides débouchants et les opérations de séchage de la cavité, après le chargement sous eau, permettent d'écarter la création d'une atmosphère inflammable au cours des transports.

À cet égard, l'efficacité de la procédure de séchage de la cavité du colis devra être justifiée sur la base d'essais dédiés ou d'essais existants dont la représentativité sera justifiée. En outre, la quantité d'eau résiduelle après séchage et la quantité d'eau pénétrant dans la cavité lors de l'épreuve d'immersion devront être prises en compte dans l'analyse des risques liés au phénomène de radiolyse.

8 VIEILLISSEMENT

Le requérant tient compte des nouvelles exigences introduites dans l'édition du SSR-6 citée en seconde référence. Pour mémoire, le paragraphe 613 A spécifie que la conception de l'emballage doit tenir compte du vieillissement des éléments constitutifs de l'emballage au cours du temps, tandis que le paragraphe 809 K spécifie qu'une procédure d'évaluation régulière des évolutions de la réglementation, des connaissances techniques et du modèle de colis doit être proposée durant toute la phase d'entreposage du colis.

Les emballages TN EAGLE étant destinés à des entreposages de longue durée, l'IRSN considère que le requérant devrait définir, dans le dossier de sûreté du colis, les paramètres de l'entreposage importants pour la sûreté du transport intervenant après entreposage (maîtrise du vieillissement des gaines, de la corrosion par l'absence d'oxygène dans la cavité...) et les contrôles avant départ visant à garantir la sûreté du transport (couple de serrage des vis, performance des dispositions de radioprotection...). Ceci fait l'objet de l'observation 4.1 présentée en annexe 2 de l'avis.

9 CONCLUSION

En conclusion, l'IRSN considère que les options de sûreté retenues par la société ORANO TN pour le nouveau modèle de colis TN EAGLE sont satisfaisantes. Le requérant devra tenir compte dans la suite de son projet des recommandations formulées en annexe 1 au présent avis.

Par ailleurs, le dossier de sûreté transmis en appui de la demande d'agrément devrait tenir compte des observations présentées en annexe 2 au présent avis.

Pour le directeur général, par délégation

Igor LE BARS

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe 1 à l'Avis IRSN/2019-00153 du 2 juillet 2019

Recommandations

- 1) L'IRSN recommande que le requérant explicite dans les dossiers joints à l'appui de la demande d'agrément la démarche de validation des approches numériques et en particulier :
 - les résultats et analyses des essais de chute instrumentés ainsi que l'exploitation réalisée dans le cadre de la validation des modèles numériques ;
 - le domaine de validité des modèles numériques utilisés pour la démonstration de sûreté et les incertitudes associées, en tenant compte notamment des domaines de validité des codes utilisés, des modélisations et des lois de comportement (bois, joints métalliques...) ;
 - la définition des critères retenus pour l'interprétation des résultats de calcul, tenant compte des exigences de sûreté.

- 2) L'IRSN recommande que le requérant présente un programme visant à justifier les critères retenus pour justifier le maintien de l'étanchéité des joints métalliques, qui pourrait notamment inclure des essais.

- 3) L'IRSN recommande que, dans le dossier joint à la demande d'agrément, le requérant justifie les hypothèses de dégradation du système de protection radiologique, le cas échéant, en s'appuyant sur une démarche expérimentale.

Annexe 2 à l'Avis IRSN/2019-00153 du 2 juillet 2019

Observations

1. Comportement mécanique

- 1.1. L'IRSN estime que le requérant devrait justifier l'applicabilité de la qualification effectuée précédemment pour l'amortisseur interne au cas du modèle de colis TN EAGLE.

2. Comportement thermique

- 2.1. L'IRSN estime que le risque de combustion du bois des capots devrait être pris en compte.

3. Prévention des risques de criticité

- 3.1. L'IRSN estime que, pour évaluer les marges de sûreté, une durée de l'épreuve d'immersion sous 15 m d'eau d'une semaine devrait être considérée.

4. Vieillessement

- 4.1. L'IRSN estime que le requérant devrait définir les paramètres de l'entreposage importants pour la sûreté du transport après entreposage (maîtrise du vieillissement des gaines, de la corrosion par l'absence d'oxygène dans la cavité...) et les contrôles avant départ visant à garantir la sûreté du transport (couple de serrage des vis, performance des dispositions de radioprotection...).