

Fontenay-aux-Roses, le 30 août 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2017-00274

Objet : Transport - Extension d'agrément - Emballage TN 13/2 chargé d'assemblages combustibles irradiés contenant jusqu'à 15 crayons inétanches

Réf. 1. Lettre ASN CODEP-DTS-2017-012760 du 28 mars 2017
2. Règlement de transport de l'AIEA, collection Sécurité n°6 de 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 d'extension d'agrément présentée par la société TN International pour l'emballage TN 13/2.

Cette demande concerne le transport des nouveaux contenus n°10 et 11 constitués de douze assemblages combustibles irradiés dans un réacteur à eau sous pression (REP) d'un palier P4, P'4 ou N4, pouvant contenir au total jusqu'à 15 crayons inétanches¹ par envoi.

De l'expertise du dossier de sûreté joint à cette demande et des éléments transmis par le requérant au cours de l'instruction, il ressort les principaux points suivants.

1 CONTEXTE

En 2009, à la suite de mesures réalisées dans les cavités de colis TN 12/2 et TN 13/2 mettant en évidence des incertitudes sur les résultats de l'étude du phénomène de radiolyse de ces modèles de colis, l'ASN a demandé aux utilisateurs de ces emballages, lorsque le contenu comprenait au moins un crayon inétanche, de procéder à des mesures d'hydrogène (produit par la radiolyse de l'eau éventuellement présente dans les crayons inétanches) avant chaque transport pour déterminer, par extrapolation linéaire des résultats de mesure, le temps de transport maximal des colis de manière à ce que la limite inférieure d'inflammabilité (LII) de l'hydrogène ne soit pas dépassée.

En 2009, dans le cadre d'une demande d'extension d'agrément des colis précités concernant le transport de crayons inétanches, la société TN International a présenté une étude des phénomènes de radiolyse dont l'objectif était de calculer, pour chaque colis, la valeur de la LII de l'hydrogène à ne pas dépasser en fonction de la puissance thermique du contenu chargé, afin de déterminer le temps de transport maximal admissible. À l'issue de l'expertise du dossier de sûreté accompagnant cette demande, l'ASN avait demandé que le requérant apporte des

¹ crayon dont la gaine est endommagée, qui n'assure plus la fonction de confinement des gaz mais encore celle de la matière solide.

compléments de justification de sûreté à l'égard des risques de radiolyse, notamment pour ce qui concerne la prise en compte de la pénétration d'air dans l'emballage, la production d'oxygène par radiolyse de l'eau, le calcul de la LII et l'influence des plans de chargement sur l'évaluation de la température maximale des gaz dans la cavité du colis.

En 2013, au cours de l'instruction de la demande d'extension d'agrément du modèle de colis TN 13/2 relative aux contenus n°4 et 6 constitués de 12 assemblages combustibles irradiés contenant jusqu'à 20 crayons inétanches par chargement, la société TN International a présenté des compléments de démonstration visant à répondre aux demandes précitées de l'ASN. La démarche retenue par le requérant pour maîtriser les risques de radiolyse liés à ces contenus est similaire à celle de la demande d'extension précédente ; elle repose sur une mesure d'hydrogène réalisée avant chaque expédition de manière à évaluer, en fonction de la puissance thermique du contenu, le temps de transport maximal admissible. À l'issue de l'expertise réalisée par l'IRSN, l'ASN a estimé que le modèle de colis était conforme à la réglementation citée en deuxième référence mais que le requérant devait compléter les démonstrations de sûreté relative au confinement et à la radiolyse, notamment pour ce qui concerne l'évaluation de la production d'oxygène par radiolyse de l'eau.

Aujourd'hui, la société TN International demande une extension d'agrément pour le modèle de colis TN 13/2 chargé des nouveaux contenus n°10 et 11 constitués d'assemblages combustibles irradiés contenant au total jusqu'à 15 crayons inétanches. Ces contenus sont quasiment identiques aux contenus n°4 et 6 ; seul le nombre de crayons inétanches est différent ainsi que les puissances thermiques qui sont plus faibles. De plus, le requérant demande la suppression des mesures de teneur en hydrogène avant transport de crayons inétanches en emballage TN 13/2, en raison des contraintes que ces mesures imposent à EDF (pour ce qui concerne la radioprotection des intervenants notamment). Le requérant propose de limiter la puissance thermique résiduelle des assemblages transportés en fonction du temps de transport et du nombre de crayons inétanches au sein de la cavité.

Dans le cadre de la présente demande, eu égard au contour de la saisine de l'ASN, l'expertise de l'IRSN a concerné uniquement l'étude des risques liés à la radiolyse présentée dans le dossier de sûreté transmis par le requérant. En effet, les autres aspects de la démonstration de sûreté, spécifiques au transport de crayons inétanches (confinement et criticité), sont couverts par celles déjà été expertisées par l'IRSN dans le cadre des précédentes demandes de prorogation et d'extension d'agrément du modèle de colis TN 13/2. **Toutefois, l'IRSN estime que le requérant devrait tenir compte de l'observation 2.1 formulée en annexe 3 au présent avis, visant à compléter le dossier de sûreté concernant un aspect spécifique des contenus du colis.**

2 ÉTUDE DE RADIOLYSE

La méthode développée par le requérant pour l'étude des risques liés à la radiolyse est identique à celle présentée lors de la précédente demande d'extension d'agrément et tient compte des demandes de l'ASN formulées à l'issue de l'expertise de celle-ci. À la fin de l'instruction, à la suite des échanges avec l'IRSN, le requérant a transmis une mise à jour de son étude des risques de radiolyse afin de corriger certains paramètres d'entrée (domaine d'inflammabilité et quantité initiale d'hélium notamment) de manière à les rendre plus pénalisants. **En conséquence, le requérant devra mettre à jour le dossier de sûreté pour tenir compte de ces compléments.** Cela fait l'objet de l'observation n°1.1 formulée en annexe 3 au présent avis.

Le requérant considère dans son étude la radiolyse totale de l'eau éventuellement présente dans les 15 crayons considérés inétanches avant le transport. Afin de s'affranchir des mesures d'hydrogène avant le transport, le requérant fonde sa démonstration de la maîtrise des risques de radiolyse sur la détermination de la concentration

limite en oxygène (CLO) à ne pas dépasser dans la cavité de l'emballage (concentration pour laquelle l'inflammation du mélange gazeux est exclue) en fonction de la puissance thermique des assemblages combustibles irradiés et de la durée de transport.

L'étude du requérant vise à déterminer le nombre maximal admissible de crayons inétanches en fonction de la puissance thermique de l'assemblage « le plus chaud » (puissance thermique la plus importante), pour des durées de transport données. Dans ce cadre, étant donné que l'emballage est inerté à l'hélium avant transport, la quantité d'oxygène dans la cavité dépend, d'une part de la pénétration d'air dans cette dernière au cours du transport (l'emballage étant mis en dépression pour limiter le relâchement d'activité), d'autre part de la production d'oxygène par radiolyse de l'eau pour laquelle une valeur de 8 % (molaire) de la quantité d'hydrogène produite est retenue par le requérant.

L'IRSN note que le requérant n'a pas justifié cette valeur de 8 % au regard de la valeur théorique de 50 %. Toutefois, dans le cadre de la présente étude, l'IRSN estime que l'hypothèse du requérant considérant une radiolyse complète des molécules d'eau est certainement très pénalisante, sachant qu'une proportion de l'hydrogène et de l'oxygène (radicalaire ou moléculaire) devrait réagir avec les gaines (hydruration, oxydation, capture dans des lacunes par diffusion), voire le combustible (oxydation), l'eau étant essentiellement présente à l'intérieur des crayons. En tout état de cause, le requérant n'a pas justifié le caractère acceptable de l'hypothèse retenue sur la production d'oxygène par radiolyse au regard des marges existantes sur certaines des autres hypothèses retenues.

Par ailleurs, l'IRSN rappelle que la société TN International a réalisé dans le passé des essais sur des cales catalytiques permettant de recombinaison l'hydrogène présent dans le ciel de la cavité de l'emballage. A cet égard, le requérant considérait que la surface des grilles catalytiques, qui sont présentes dans le volume libre d'une cale, était suffisante pour garantir une faible concentration d'hydrogène et l'absence de création d'une atmosphère inflammable dans la cavité du colis. De l'expertise de la demande d'extension d'agrément formulée par la société TN International relative à la possibilité d'utiliser ces cales, l'IRSN avait estimé, dans son avis transmis à l'ASN en 2012, que ces cales avaient prouvé leur efficacité dans certaines conditions mais que le requérant devait compléter les expériences de recombinaison, notamment par des campagnes de mesures de gaz dans la cavité de l'emballage à l'arrivée sur le site AREVA NC de la Hague afin de démontrer leur efficacité. À la suite de cette expertise, l'ASN a demandé à la société TN International d'apporter des éléments complémentaires de justification relatifs à l'efficacité de ces cales. À la connaissance de l'IRSN, la société TN International n'a pas répondu à ces demandes.

Malgré les incertitudes existantes concernant l'efficacité de la recombinaison d'hydrogène des cales catalytiques lors d'un transport, l'IRSN estime que la mise en œuvre de ces dispositifs permettrait de renforcer la maîtrise des risques liés à la radiolyse. Pour l'IRSN, cette disposition est de nature à pallier les incertitudes existantes sur les hypothèses retenues par le requérant dans son étude des risques de radiolyse révisée au cours de l'instruction, déterminant le nombre maximal admissible de crayons inétanches en fonction de la puissance thermique de l'assemblage le « plus chaud » parmi les assemblages transportés et pour plusieurs durées de transport. Aussi, en complément des dispositions retenues par le requérant et compte tenu des incertitudes existantes, l'IRSN estime, au titre de la défense en profondeur, qu'au moins deux cales catalytiques à recombinaison d'hydrogène devront être mises en œuvre dans les emballages TN 13/2 lors du transport de combustibles irradiés comprenant au moins un crayon inétanche. **Ceci fait l'objet de la recommandation présentée en annexe 1 au présent avis.**

En outre, l'IRSN estime que des dispositions devraient être mises en place pour constituer un retour d'expérience des opérations de transport de combustibles irradiés comprenant des crayons inétanches, afin de vérifier le caractère pénalisant des hypothèses retenues dans l'étude des risques de radiolyse. Pour ce faire, des campagnes de mesures des gaz présents dans la cavité des colis TN 13/2 (hydrogène, oxygène, hélium, azote, ozone, etc.)

contenant au moins un crayon inétanche devraient être réalisés à l'arrivée de ceux-ci sur le site AREVA NC de la Hague. Ceci fait l'objet de l'observation n° 3.1 présentée en annexe 3 au présent avis.

3 CONCLUSION

À l'issue de l'instruction des justifications présentées dans le dossier de sûreté transmis à l'appui de la demande d'extension d'agrément du modèle de colis TN 13/2 aux contenus n° 10 et 11 comprenant des crayons combustibles inétanches et des éléments transmis au cours de l'instruction, l'IRSN considère que ce modèle de colis, tel que défini dans le projet de certificat modifié par l'IRSN est conforme aux prescriptions réglementaires applicables aux modèles de colis du type B(M) chargés de matière fissile. Toutefois, l'IRSN estime que la société TN International devra prendre en compte la recommandation mentionnée en annexe 1 au présent avis, qui vise à renforcer les dispositions de maîtrise des risques de radiolyse. Les modifications apportées au projet de certificat, proposées par l'IRSN, sont présentées en annexe 2.

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

Pour le directeur général, par délégation

Jean-Paul DAUBARD

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe 1 à l'avis IRSN n° 2017-00274 du 30 août 2017

Recommandation

L'IRSN recommande qu'au moins deux cales catalytiques à recombinaison d'hydrogène soient mises en œuvre dans les emballages TN 13/2 lors de transport de combustibles irradiés comprenant au moins un crayon inétanche.

Annexe 2 à l'avis IRSN n° 2017-00274 du 30 août 2017
Propositions de modification apportées au projet de certificat

1 Description des contenus n° 10 et 11

- 1.1 Annexes 10 et 11, § 1 : le tableau relatif à l'évaluation de la durée de transport en fonction du nombre de crayons inétanches et de la puissance thermique de l'assemblage le plus chaud est mis à jour en conformité avec les derniers calculs du requérant transmis au cours de l'instruction.
- 1.2 Annexes 10 et 11, § 3.3 : modification de la mention relative aux cales catalytiques en « *Au moins deux des cales utilisées doivent être de type à recombinaison d'hydrogène* »

Annexe 3 à l'avis IRSN n° 2017-00274 du 30 août 2017

Observations

1 Généralités

- 1.1 Intégrer dans le dossier de sûreté du modèle de colis TN 13/2 les éléments de démonstration présentés au cours de l'instruction concernant les risques de radiolyse.

2 Description du modèle de colis

- 2.1 Intégrer dans le dossier de sûreté du modèle de colis TN 13/2 les caractéristiques des filtres métalliques équipant la capsule AA 320 utilisées pour justifier le confinement des matières radioactives sous forme solide ou d'aérosols et l'évacuation des gaz de radiolyse.

3 Étude du phénomène de radiolyse

- 3.1 Mettre en place des dispositions pour constituer un retour d'expérience des opérations de transport de combustibles irradiés comprenant des crayons inétanches, afin de vérifier le caractère pénalisant des hypothèses retenues dans l'étude des risques de radiolyse ; pour ce faire, réaliser des campagnes de mesures des gaz présents dans la cavité des colis TN 13/2 (hydrogène, oxygène, hélium, azote, ozone, etc.) contenant au moins un crayon inétanche à l'arrivée de ceux-ci sur le site AREVA NC de la Hague.