

Fontenay-aux-Roses, le 4 mai 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2018-00128

Objet : Transport - Extension d'agrément - Emballage TN 12/2 chargé d'assemblages combustibles irradiés contenant jusqu'à 20 crayons inétanches

Réf.

1. Lettre ASN CODEP-DTS-2017-054100 du 26 décembre 2017
2. Règlement de transport de l'AIEA, collection Sécurité n° 6 de 1990
3. Avis IRSN n° 2017-00274 du 30 août 2017

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, dénommée ci-après le requérant, pour le modèle de colis TN 12/2.

Cette demande concerne le transport, par voies routière, maritime et ferroviaire, du modèle de colis TN 12/2 chargé d'assemblages combustibles irradiés pouvant comporter des crayons réputés non étanches au chargement.

De l'expertise du dossier de sûreté joint à cette demande et des éléments fournis par le requérant au cours de l'instruction, au regard des exigences applicables de la réglementation citée en deuxième référence, il ressort les principaux points suivants.

1 CONTEXTE

Actuellement, le modèle de colis TN 12/2 est agréé pour le transport d'assemblages combustibles irradiés pouvant comporter des crayons réputés inétanches au chargement, sous réserve que soit réalisé, préalablement au transport, une mesure de la concentration d'hydrogène dans le ciel de la cavité de l'emballage afin de déterminer les durées maximales de transport. Cette démarche permet de garantir l'absence de création d'une atmosphère inflammable dans la cavité du colis qui résulterait de la production d'hydrogène du fait de la radiolyse de l'eau résiduelle présente dans les crayons inétanches. L'objet de la présente demande d'extension d'agrément consiste à s'affranchir de cette mesure. La société TN International a ainsi transmis en appui à sa demande des démonstrations de sûreté visant à justifier qu'une limitation du nombre maximal de crayons inétanches autorisés au sein du chargement et des puissances thermiques maximales admissibles

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

des assemblages combustibles transportés est suffisante pour garantir le niveau de sûreté du colis tout en évitant la réalisation d'une mesure préalable de la concentration d'hydrogène.

La demande de suppression de la mesure de teneur en hydrogène avant transport dans la cavité du colis chargé de crayons inétanches est motivée, selon le requérant, par les contraintes opérationnelles que cette mesure impose à l'expéditeur du colis pour ce qui concerne la radioprotection des intervenants notamment. De ce fait, le requérant propose de reconduire la démarche présentée dans le cadre d'une demande similaire qui a été présentée pour le transport du modèle de colis TN 13/2. Pour rappel, les justifications transmises en appui à cette demande ont fait l'objet d'une expertise de l'IRSN dont les conclusions sont présentées dans l'avis cité en troisième référence. A cet égard, l'IRSN avait estimé que le niveau de sûreté de ces transports était acceptable, sous réserve de la mise en place d'un dispositif visant à renforcer la maîtrise des risques de radiolyse. Par la suite l'ASN a délivré le certificat d'agrément du modèle de colis TN 13/2 autorisant la réalisation de ces transports.

2 DESCRIPTION DU COLIS

La société TN International n'a pas apporté de modification au concept d'emballage TN 12/2 dans le cadre de cette demande d'extension d'agrément. Pour mémoire, l'emballage TN 12/2 dispose de deux versions A et B, qui diffèrent par l'épaisseur de la protection neutronique présente dans le corps.

L'emballage, de forme générale cylindrique, est constitué d'un corps, délimitant une cavité, qui est équipé dans sa partie supérieure d'un système de fermeture muni de joints d'étanchéité en élastomère. Des systèmes amortisseurs de chocs constitués de tôle, délimitant des espaces remplis de blocs de bois, sont vissés sur chacune des extrémités de l'emballage.

Le nouveau contenu, objet de la présente demande d'extension d'agrément, est constitué d'au maximum 12 assemblages combustibles, à base d'oxyde d'uranium, qui ont été irradiés dans des réacteurs à eau sous pression (REP). Les assemblages peuvent comporter des crayons inétanches¹ dans la limite de 20 crayons. Dans ce cas, le requérant indique que la durée de transport du modèle de colis TN 12/2 est limitée, avant chaque expédition, à 35, 45 jours ou 60 jours, en fonction :

- de la puissance thermique de l'assemblage le « plus chaud » (puissance thermique la plus importante) ;
- de la pression initiale dans la cavité ;
- du nombre total de crayons inétanches au sein de la cavité de l'emballage.

Le nouveau contenu prévoit également qu'un assemblage combustible présentant un réseau de crayons déformé puisse également être introduit dans la cavité du colis.

Ce contenu est chargé dans un panier, lui-même introduit dans la cavité de l'emballage. Ce modèle de panier, utilisé par ailleurs pour le transport de contenus actuellement autorisés, est formé de plusieurs étages constitués de secteurs en alliage d'aluminium boré maintenus espacés par des entretoises, l'ensemble délimitant 12 logements de section carrée.

Il convient de noter que des cales sont introduites dans le fond des logements du panier. Celles-ci sont destinées à supporter les assemblages combustibles afin de limiter les jeux axiaux dans la cavité de l'emballage. La géométrie des cales permet en outre de faciliter l'écoulement de l'eau lors des opérations de drainage de la cavité.

¹Se dit de la gaine endommagée d'un crayon combustible, qui n'assure plus la fonction de confinement des gaz mais encore celle de la matière solide. De manière opérationnelle, par « crayon inétanche », on entend un crayon à l'intérieur duquel a été détectée la présence d'eau avant chargement dans l'emballage.

À cet égard, le requérant a également indiqué que ces cales pouvaient, de manière optionnelle, être équipées d'un recombineur d'hydrogène lorsque le chargement comporte des crayons inétanches. Ceci est examiné dans le paragraphe 3.3 relatif aux risques liés à la radiolyse.

3 JUSTIFICATIONS DE SURETE

Les caractéristiques du nouveau contenu sont proches de celles des assemblages combustibles qui sont actuellement autorisés à être transporté dans le colis TN 12/2. Néanmoins, l'absence de mesure préalable d'hydrogène dans la cavité avant expédition a conduit le requérant à réviser les démonstrations de sûreté du modèle de colis TN 12/2 ; ainsi, les études de relâchement d'activité du colis et l'analyse des risques de radiolyse de l'eau susceptible d'être présente dans les crayons inétanches ont été mises à jour. Par ailleurs, l'introduction d'un assemblage présentant un réseau de crayons déformé a conduit le requérant à mettre à jour son étude de sûreté-criticité. Les justifications de sûreté transmises par le requérant en appui de la présente demande d'extension sont présentées ci-après.

3.1 Confinement

Le requérant a mis à jour l'étude de relâchement d'activité afin de tenir compte de l'augmentation de la pression initiale de l'emballage, ce qui a pour effet d'augmenter également la pression maximale dans la cavité du colis au cours du transport et, par conséquent, le relâchement d'activité.

Des calculs effectués, le requérant justifie le respect des critères réglementaires de relâchement d'activité en cas de transport d'assemblages combustibles comportant jusqu'à 20 crayons inétanches, aussi bien pour les conditions normales de transport (CNT) que pour les conditions accidentelles de transport (CAT)

Même si certaines hypothèses retenues dans les calculs mériteraient d'être mieux justifiées par le requérant, l'IRSN estime que cela n'est pas de nature à remettre en cause les conclusions de l'étude du requérant qui montre le respect des critères réglementaires. Il conviendrait toutefois que le requérant caractérise, sur la base d'essais, le comportement des nuances de joints équipant le l'emballage TN 12/2 afin de confirmer le caractère enveloppe de la corrélation retenue pour les fuites par perméation au travers des joints. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 1.1 présentée en annexe 2 au présent avis.**

Par ailleurs, l'évaluation du relâchement d'activité du colis à l'issue des épreuves simulant les CNT a été réalisée en considérant un nombre de crayons combustibles ruptés correspondant à 5 % du chargement total. À cet égard, l'IRSN a vérifié que la prise en compte d'une rupture des crayons non étanches au chargement en complément de ceux supposés endommagés à l'issue des épreuves réglementaires, n'est pas de nature à entraîner un dépassement du critère réglementaire. Aussi, l'IRSN estime que cette hypothèse devrait être retenue, de façon pénalisante, dans les études de relâchement d'activité, pour tenir compte d'un comportement mécanique de ces crayons moins performant que celui des crayons sains. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 1.2 présentée en annexe 1 de cet avis.**

3.2 Étude de sûreté-criticité

Le transport d'assemblages dont le réseau est déformé peut modifier la section fissile d'un assemblage à l'intérieur du colis en CNT. Dans ce cadre, le requérant a mis à jour l'étude de sûreté-criticité du modèle de colis TN 12/2 pour tenir compte de cette configuration. Il conclut de son étude que, compte tenu des hypothèses retenues dans les calculs effectués, notamment celle sur la ruine totale des assemblages et celle portant sur l'utilisation de la section

fissile maximale du logement du panier (pour les cas de chargement et déchargement sous eau), la présence d'un assemblage dont le réseau de crayons est déformé n'est pas de nature à remettre en cause la sûreté-criticité du colis, en CNT et CAT.

L'IRSN estime que les études associées aux CNT sont effectivement couvertes par celles réalisées en considérant l'état du colis à l'issue des épreuves simulant les CAT. En particulier, l'IRSN estime qu'il n'est pas nécessaire d'examiner la sûreté-criticité de réseaux de colis en CNT, compte tenu du découplage neutronique des emballages. Pour ce qui concerne les CAT, la ruine totale des assemblages combustibles a été postulée dans l'étude réalisée. Dans la mesure où le regroupement de la matière fissile est indépendant de la géométrie initiale des assemblages dans le colis (à masse de matière fissile fixée), le transport d'un assemblage dont le réseau de crayons est déformé n'a pas de conséquence sur les hypothèses retenues dans les études de sûreté-criticité relatives aux CAT. Cela n'est donc pas de nature à remettre en cause la sûreté criticité du modèle de colis TN 12/2.

3.3 Étude de radiolyse

La méthode développée par le requérant pour l'étude des risques liés au phénomène de radiolyse est identique à celle présentée dans le cadre de la demande d'extension d'agrément relative au modèle de colis TN 13/2 chargé d'un contenu similaire, qui a fait l'objet d'une expertise de l'IRSN dont les conclusions sont présentées dans l'avis cité en troisième référence.

Afin de s'affranchir de la mesure d'hydrogène avant transport, le requérant fonde sa démonstration sur l'absence de dépassement de la concentration limite en oxygène (CLO) dans la cavité de l'emballage, permettant d'exclure toute inflammation du mélange gazeux, en fonction de la puissance thermique des assemblages combustibles irradiés et de la durée de transport.

Le requérant a ainsi évalué la quantité d'hydrogène présente dans la cavité de l'emballage TN 12/2, en fonction de la puissance thermique maximale de chaque assemblage combustibles, pour trois durées de transport et trois niveaux de pression initiale. Cette analyse a été effectuée en considérant la radiolyse totale de l'eau éventuellement présente dans le plénum des 20 crayons considérés inétanches. Pour ce qui concerne la quantité d'oxygène dans la cavité, le requérant a évalué, d'une part la pénétration d'air dans cette dernière au cours du transport (l'emballage étant inerté à l'hélium et mis en dépression pour limiter le relâchement d'activité), d'autre part la production d'oxygène par radiolyse de l'eau.

À cet égard, comme relevé lors de l'expertise des justifications transmises en appui de la demande d'agrément du modèle de colis TN 13/2 chargé de contenus similaires évoquée ci-avant, le requérant n'a pas justifié le caractère acceptable de l'hypothèse retenue, relative à la production d'oxygène (8 %, à comparer à la valeur théorique de 50 %), au regard des marges existantes sur certaines des autres hypothèses retenues (radiolyse complète des molécules d'eau présente à l'intérieur des crayons, absence de prise en compte de la réaction de l'hydrogène et de l'oxygène générés avec les gaines des crayons). En effet, le requérant n'a pas transmis, dans le cadre de la présente demande d'extension d'agrément, de justification complémentaire sur ce point.

Aussi, comme indiqué dans l'avis cité en troisième référence, l'IRSN estime que la mise en place d'une cale catalytique, malgré les incertitudes existantes concernant leur efficacité en matière de recombinaison d'hydrogène, permettrait de renforcer la maîtrise des risques liés à la radiolyse. En effet, pour l'IRSN, cette disposition est de nature à pallier les incertitudes existantes sur les hypothèses retenues par le requérant. **Au cours de l'instruction, le requérant a signifié à l'IRSN son intention de mettre une cale catalytique à recombinaison d'hydrogène (de type TNTM Combs) dans chaque emballage TN 12/2 lors des transports de combustibles irradiés comprenant au**

moins un crayon inétanche. Aussi, dans l'attente de la mise à jour du dossier de sûreté sur ce point, l'IRSN propose de modifier le projet de certificat afin d'indiquer qu'une telle cale catalytique doit être mise en place lors de transport d'au moins un crayon inétanche avec le modèle de colis TN 12/2. La mise à jour du dossier de sûreté fait l'objet de l'observation n° 2.1 présentée en annexe 2 au présent avis.

En outre, comme indiqué dans l'avis cité en troisième référence, 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. À cet égard, des campagnes de mesures des gaz présents dans la cavité des colis TN 12/2 (hydrogène, oxygène, hélium, azote, ozone, etc.) contenant au moins un crayon inétanche devraient être réalisées à l'arrivée des colis. Ceci fait l'objet de l'observation n° 2.2 présentée en annexe 2 au présent avis.

Enfin, l'IRSN estime que le requérant devrait définir les actions à mettre en œuvre afin de garantir la conformité du chargement du modèle de colis TN 12/2 au regard des configurations admissibles qui ont été spécifiées dans le projet de certificat d'agrément transmis par le requérant dans le cadre de cette demande. L'augmentation des critères de chargement (nombre de crayons inétanches, puissance thermique de chaque assemblage, pression interne et temps de transport) étant de nature à favoriser le risque d'erreur humaine lors des opérations de préparation du modèle de colis avant expédition.

4 CONCLUSION

À l'issue de l'instruction des justifications de sûreté présentées par la société TN International dans le dossier transmis à l'appui de la demande d'extension d'agrément du modèle de colis TN 12/2 chargé d'assemblages combustibles irradiés contenant jusqu'à 20 crayons inétanches, l'IRSN estime que ce modèle de colis, tel que défini dans le projet de certificat modifié par l'IRSN en annexe 1, est conforme aux prescriptions applicables aux modèles de colis de type B(M) pour matière fissile. À cet égard, l'IRSN propose d'indiquer dans le certificat qu'au moins une cale catalytique à recombinaison d'hydrogène doit être mise en œuvre dans les emballages TN 12/2 lors de transport de combustibles irradiés comprenant au moins un crayon inétanche.

Par ailleurs, l'IRSN estime que le requérant devrait tenir compte des observations listées en annexe 2 afin d'améliorer les démonstrations de sûreté du modèle de colis TN 12/2.

Pour le directeur général, par délégation

Jean-Paul DAUBARD

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe 1 à l'avis IRSN n° 2018-00128 du 4 mai 2018
Propositions de modification apportées au projet de certificat

1. Description du contenu n° 27

- 1.1 Annexe 27, § 3.2 : modification de la mention relative aux cales catalytiques en « *Au moins une cale utilisée doit être de type à recombinaison d'hydrogène* »

La société TN International a donné son accord au cours de l'instruction pour introduire la modification proposée par l'IRSN dans le projet de certificat d'agrément du modèle de colis TN 12/2.

Annexe 2 à l'avis IRSN n° 2018-00128 du 4 mai 2018

Observations

1. Étude du confinement

- 1.1 Confirmer le caractère enveloppe des corrélations retenues dans les démonstrations de sûreté relatives au relâchement d'activité, pour ce qui concerne la perméation des gaz au travers des joints équipant le l'emballage TN 12/2, sur la base d'essais permettant de caractériser le comportement des nuances de joints équipant l'emballage.
- 1.2 Tenir compte, dans l'évaluation de l'activité relâchée dans la cavité du colis, de la rupture des crayons inétanches présents dans l'emballage, en plus de la valeur forfaitaire retenue de crayons endommagés à la suite des épreuves simulant les conditions normales de transport.

2. Étude du phénomène de radiolyse

- 2.1 Indiquer, dans le dossier de sûreté du modèle de colis TN 12/2 qu'au moins une cale catalytique à recombinaison d'hydrogène doit être mise en œuvre dans l'emballage lors de transport de combustibles irradiés comprenant au moins un crayon inétanche.
- 2.2 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 12/2 (hydrogène, oxygène, hélium, azote, ozone, etc.) contenant au moins un crayon inétanche à l'arrivée de ceux-ci sur le site Orano Cycle de La Hague.