

Fontenay-aux-Roses, le 1er décembre 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2017-00374

Objet : Transport - Extension - Emballage TNF-XI chargé du contenu n°8

Réf. 1. Lettre ASN CODEP-DTS-2017-029208 du 21 juillet 2017
2. Règlement de transport de l'AIEA SSR-6 édition de 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 la demande d'extension d'agrément présentée par la société AREVA TN International pour l'emballage TNF-XI.

Cette demande concerne le transport du modèle de colis TNF-XI, en tant que colis de type A pour matière fissile, chargé d'un nouveau contenu, appelé par la suite contenu n°8. Ce dernier est constitué de différents déchets technologiques issus du démantèlement d'une installation nucléaire initialement dédiée à la fabrication d'éléments combustibles destinés à des réacteurs à eau légère ou des réacteurs de recherche.

Les justifications de sûreté présentées par le requérant ont été expertisées par l'IRSN au regard du règlement cité en seconde référence. De cette expertise, l'IRSN retient les points importants ci-après.

1 DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS

1.1 Description de l'emballage

L'emballage TNF-XI, de forme cubique, comprend quatre cavités cylindriques pouvant contenir chacune trois conteneurs fermés, dénommés « seaux », empilés dans lesquels sont introduits la matière radioactive. Ces cavités sont obturées successivement par un couvercle primaire à baïonnette, en acier inoxydable qui est équipé d'un joint en élastomère, un bouchon supérieur de protection et un couvercle secondaire également à baïonnette. Les protections mécaniques et thermiques de l'emballage sont assurées par des blocs de mousse situés entre et autour des cavités. Enfin, une protection neutronique entoure chaque cavité.

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

1.2 Description du contenu n° 8

Le contenu n° 8, objet de la présente demande d'extension d'agrément du modèle de colis TNF-XI, est constitué d'uranium sous forme d'oxydes (UO_2 , UO_3 et U_3O_8), de nitrates d'uranyle, de diuranates de sodium ou d'ammonium. Ces complexes uranifères, de forme solide, peuvent être mélangés avec des résidus d'origines organique ou inorganique. La matière radioactive, éventuellement conditionnée dans des sacs en matière plastique, est chargée dans un seau en acier inoxydable. Chaque seau, utilisé pour le chargement du contenu n° 8, contient, en partie inférieure, un anneau en acier pouvant être boré ou non.

Le requérant a indiqué, au cours de l'instruction, que le contenu n° 8 pouvait également contenir des matières dangereuses au sens de la réglementation des transports. Toutefois, le requérant n'a précisé ni le type de matière, ni les limites de masse de celles-ci. En outre, le requérant n'a présenté aucun élément justifiant que ces matières n'étaient pas de nature à remettre en cause le niveau de sûreté du modèle de colis. En l'état, l'IRSN n'est donc pas en mesure de se prononcer sur la sûreté du colis liée à l'évolution du contenu n° 8 présentée par le requérant au cours de l'instruction. L'IRSN a donc modifié le projet de certificat afin de proscrire le transport de matières dangereuses hors classe 7. Le requérant n'a pas donné son accord sur ce point.

Aussi, pour l'IRSN, si le requérant souhaite que le contenu n° 8 contienne des matières dangereuses au sens de la réglementation des transports, il devra préalablement spécifier ces matières et les limites de masse associées dans une mise à jour du dossier de sûreté et dans le projet de certificat transmis en appui à cette demande. Par ailleurs, au regard des masses qui seront mentionnées, le requérant devra justifier la liste des espèces ne devant pas être chargées dans une même cavité de l'emballage, sur la base d'une analyse justifiant l'absence de risque d'interaction chimique entre les différents composants du contenu transporté dans une même cavité susceptible d'avoir un impact sur la sûreté du colis. Le requérant devra également démontrer l'absence de réactions, susceptibles de remettre en cause le niveau de sûreté du modèle de colis, entre les matières dangereuses et les sacs de conditionnement ainsi que les composants de la cavité de l'emballage. *Ceci fait l'objet de la recommandation n° 1.1 présentée en annexe 1 au présent avis.*

En outre, au regard de la diversité des composants pouvant être introduits dans la cavité de l'emballage, l'IRSN considère que le requérant devrait démontrer la robustesse des actions de vérification de la conformité du chargement pour s'assurer du respect de l'activité totale du contenu, qui doit être inférieure à $1 A_2$, et des teneurs en uranium 235. Le cas échéant, les modalités de contrôles des matières dangereuses, hors classe 7, pouvant être présentes dans la cavité du colis devraient être présentées. *Ceci fait l'objet de l'observation n° 1.1 présentée en annexe 3 au présent avis.*

Par ailleurs, le requérant a indiqué, au cours de l'instruction, que l'aluminium contenu dans les résidus provenait de matériaux isolants et se trouvait sous forme de fines feuilles liées à un support. De plus, il a indiqué, d'une part que la proportion d'aluminium par rapport au matériau constituant le support était très faible, d'autre part que l'aluminium transporté ne se présentait pas sous forme pulvérulente. Aussi, la société AREVA TN estime que le risque de pyrophoricité peut être écarté pour le contenu n° 8. **L'IRSN propose de spécifier dans le projet de certificat d'agrément que l'aluminium présent dans le contenu n° 8 ne se présente pas sous forme pulvérulente.** Le requérant a donné son accord sur cet ajout au cours de l'instruction.

En outre, la société AREVA TN a indiqué, au cours de l'instruction, que les matériaux constituant le contenu n° 8 étaient préalablement reconditionnés avant leur chargement dans les seaux afin d'exclure la présence de pointe ou de forme aiguë constituée de matériaux plus résistants que l'acier constituant les seaux. Ceci est satisfaisant sur le

principe. Toutefois, lors de l'instruction de la dernière demande de prorogation d'agrément, l'IRSN avait relevé des incertitudes affectant la tenue mécanique des couvercles de fermeture des cavités de l'emballage, ce qui, conjugué à l'absence d'intégrité des seaux, pourrait engendrer une dispersion de la matière susceptible de conduire à un transfert des matières dangereuses entre les différentes cavités de l'emballage. **Ainsi, l'IRSN estime que le requérant devrait préciser les actions concrètement mises en œuvre afin de garantir l'absence de géométries saillantes des composants susceptibles d'agresser les seaux.** *Ceci fait l'objet de l'observation n°1.2 présentée en annexe 3 au présent avis.*

Enfin, au cours de l'instruction, le requérant a fait état de présence d'eau lors d'essais de caractérisation des précipités issus de la fabrication de la poudre d'UO₂. Pour l'IRSN, ceci n'est pas compatible avec la prescription relative à l'absence d'eau dans le contenu n°8. **De ce fait, l'IRSN recommande que le requérant présente, en préalable à l'autorisation d'extension d'agrément, les dispositions prises avant chargement du colis qui permettent de garantir l'absence d'eau et d'humidité dans les différents composants constituant le contenu n°8.** **À défaut, le requérant devra évaluer l'augmentation de la pression interne dans la cavité atteinte dans toutes les conditions de transport en tenant compte d'une valeur de pression de vapeur saturante pénalisante et justifier que celle-ci n'est pas de nature à remettre en cause le confinement des matières dangereuses dans chaque cavité.** *Ceci fait l'objet de la recommandation n°1.2 présentée en annexe 1 au présent avis.*

2 DEMONSTRATIONS DE SURETE

Dans le cadre de la présente demande d'extension d'agrément, la société AREVA TN a uniquement révisé les études de radioprotection et de sûreté-criticité du modèle de colis TNF-XI chargé du contenu n°8. En effet, le requérant considère que les caractéristiques de ce nouveau contenu ne sont pas de nature à remettre en cause les conclusions des autres démonstrations de sûreté qui avaient été présentées dans le cadre de la dernière demande de prorogation d'agrément du modèle de colis TNF-XI. Au regard des éléments de description du contenu n°8 présentée dans le dossier de sûreté, l'IRSN estime, en effet, que le transport de ce dernier ne devrait pas remettre en cause les justifications relatives aux comportements mécanique et thermique du colis telles que présentées lors de la dernière demande de prorogation sous réserve de mettre en œuvre des protections efficaces permettant d'écarter le risque d'agression interne des seaux qui résulterait de la présence de composants saillants.

En outre, comme cela est indiqué dans le paragraphe 1.2 du présent avis, l'IRSN n'est pas en mesure de se prononcer sur la sûreté du colis liée à l'évolution du contenu n°8 présentée par le requérant au cours de l'instruction. Aussi, si le requérant souhaite modifier le contenu n°8 afin que celui contienne des matières dangereuses au sens de la réglementation des transports, il devra transmettre, en appui à sa demande, une mise à jour du dossier de sûreté présentant les justifications de sûreté nécessaires ainsi qu'un projet de certificat d'agrément.

2.1 Radioprotection

L'étude de l'efficacité de la protection radiologique du modèle de colis TNF-XI dans toutes les conditions de transport a été révisée en tenant compte des caractéristiques du nouveau contenu n°8, objet de la présente demande d'extension d'agrément. L'intensité maximale de rayonnement au contact et au voisinage du colis est obtenue au niveau de la face inférieure du colis. Au regard des résultats obtenus, le requérant estime que les critères réglementaires sont respectés avec des marges importantes.

L'IRSN relève que le requérant a modélisé les seaux équipés d'un anneau boré dans les calculs effectués, ce qui constitue un blindage neutronique. Or, dans le chapitre du dossier de sûreté relatif à la description du contenu et le projet de certificat d'agrément transmis par le requérant en appui de sa demande, il est indiqué que les anneaux en acier ne contiennent pas obligatoirement de bore. L'IRSN estime néanmoins que la présence d'un anneau non boré ne remettrait pas en cause le respect des critères réglementaires d'intensités maximales de rayonnement au contact et au voisinage du colis.

Par ailleurs, l'IRSN estime que la position des sources à l'intérieur des cavités, telle que retenue par le requérant dans ses calculs, n'est pas conservatrice. En effet, la distance parcourue par les particules entre la source et le détecteur est susceptible d'être moins importante dans certaines configurations de calcul. Toutefois, au regard des marges importantes dégagées par rapport aux critères réglementaires d'intensités maximales de rayonnement en conditions de transport de routine, l'IRSN estime que des configurations plus pénalisantes ne devraient pas remettre en cause le respect de ces critères réglementaires.

Par ailleurs, l'IRSN relève que la société AREVA TN ne prend pas en compte le déplacement de la matière radioactive dans la cavité du colis à l'issue des épreuves simulant les conditions normales de transport afin de démontrer que l'augmentation de l'intensité maximale de rayonnement au contact du colis est inférieure à 20 %. **De ce fait, l'IRSN estime que le requérant devrait réviser son étude afin de tenir compte de ce point. Ceci fait l'objet de l'observation n°2.1 présentée en annexe 3 au présent avis.**

2.2 Sûreté-criticité

Le requérant a mis à jour l'étude de criticité du modèle de colis TNF-XI afin d'intégrer le chargement du contenu n°8. Les milieux fissiles retenus par le requérant couvrent les différentes formes physico-chimiques d'uranium transportées. En outre, la modélisation du colis retenue par le requérant pour ce contenu, qui couvre à la fois les configurations de colis isolé et de réseau de colis endommagés, est pénalisante et ne tient pas compte notamment des seaux en acier inoxydable et des anneaux borés. **Ceci est satisfaisant.**

La concentration atomique d'hydrogène de la protection neutronique de l'emballage qui a été retenue dans les calculs ne permet pas de couvrir la valeur minimale des emballages de série. A cet égard, l'IRSN a vérifié que la prise en compte d'une concentration atomique d'hydrogène conservatrice n'induisait pas de hausse significative de la réactivité du colis. **Néanmoins, l'IRSN estime que le requérant devrait réévaluer la concentration atomique minimale d'hydrogène dans la protection neutronique de l'emballage et mettre à jour l'étude de sûreté-criticité du colis en conséquence. Ceci fait l'objet de l'observation n°3.1 présentée en annexe 3 au présent avis.**

De manière identique à ce que l'IRSN avait soulevé dans le cadre de son expertise des démonstrations transmises en appui de la dernière demande de prorogation d'agrément du colis, le requérant n'a pas présenté d'analyse détaillée permettant d'apprécier la qualification du schéma de calcul utilisé. Toutefois, au vu des marges disponibles vis-à-vis du critère d'admissibilité et du caractère enveloppe du modèle de calcul considéré, l'IRSN considère qu'une éventuelle sous-estimation de la réactivité ne remettrait pas en cause la sous-criticité du colis chargé du contenu n°8.

En conclusion, l'IRSN estime que la sous-criticité de l'emballage TNF-XI chargé du contenu n°8 est garantie. Dans ces conditions, le nombre de colis par transport est quelconque (CSI = 0).

2.3 Autres Risques

Le requérant exclut le risque de création d'une atmosphère inflammable résultant d'une dégradation des matériaux précités par radiolyse au regard de la faible puissance thermique du contenu n°8. **Cependant, la puissance thermique du contenu étant un paramètre important pour la sûreté du colis, l'IRSN propose de la spécifier dans le projet de certificat d'agrément.** Le requérant a donné son accord sur cet ajout au cours de l'instruction.

Les sacs utilisées pour le conditionnement de la matière radioactive étant principalement constituées de polyéthylène, le requérant spécifie dans le projet de certificat que l'utilisation de sacs est autorisée sous réserve de garantir leur intégrité pour une température d'utilisation supérieure ou égale à 100°C (température maximale dans la cavité du colis déterminée en conditions accidentelles de transport). Ceci permet, selon le requérant, d'exclure la création de gaz inflammable dans la cavité de l'emballage résultant d'une dégradation des sacs à la température maximale atteinte dans la cavité du colis en CAT.

A cet égard, il convient de rappeler que, dans son avis relatif à la dernière demande de prorogation d'agrément du modèle de colis TNF XI, l'IRSN a indiqué qu'une marge de 20°C sur la température d'utilisation de la matière plastique utilisée pour les sacs devait être retenue, en raison des températures atteintes dans les seaux à l'issue de l'épreuve réglementaire de feu simulant les CAT (de l'ordre de 100°C) et des incertitudes qui affectent l'étude du comportement thermique du modèle de colis (notamment pour ce qui concerne le recalage du modèle numérique ainsi que les propriétés thermiques retenues pour la mousse phénolique et la résine). Aussi, à l'issue de cette instruction, l'ASN a demandé au requérant de réévaluer la température atteinte par les sacs de conditionnement en conditions accidentelles de transport (CAT) et d'en tirer les conséquences quant au risque de dégradation par thermolyse. Dans le dossier transmis en appui à la présente demande d'extension d'agrément, le requérant n'a pas présenté d'éléments de réponse à la demande de l'ASN. **Aussi, l'IRSN propose de spécifier dans le projet de certificat d'agrément l'utilisation de sac de conditionnement de la matière radioactive dont l'absence de dégradation par thermolyse est garantie jusqu'à 120°C.** Le requérant n'a pas donné son accord sur ce point.

2.4 Utilisation du modèle de colis

Lors des contrôles effectués avant expédition, des mesures d'intensité maximales de rayonnement sont effectuées au contact du colis. Toutefois, le requérant indique que cette mesure est uniquement réalisée sur une face latérale du colis et non en partie inférieure pour des raisons opérationnelles. Selon lui, les résultats obtenus par calculs permettent de conclure que l'intensité maximale de rayonnement obtenue sous le colis est 1,8 fois supérieure à celle déterminée au contact des faces latérales. Par conséquent, la société AREVA TN indique que la mesure de l'intensité maximale de rayonnement sous le colis peut être obtenue sur la base de celle relevée sur les parois latérales du colis multipliée par ce facteur.

L'IRSN estime que la démarche présentée par le requérant n'est pas satisfaisante. En effet, le facteur correctif, égal à 1,8, a été déterminé en considérant les configurations de chargement des cavités du colis qui conduisent respectivement à l'atteinte des intensités maximales de rayonnement coté fond et sur les faces latérales. Toutefois, il ne peut être exclu que, dans les configurations réelles de chargement du colis, le débit d'équivalent de dose dans le fond du colis soit plus élevé, d'un facteur supérieur à 1,8, à celui mesuré sur les faces latérales, par exemple pour des configurations dans lesquelles seuls les seaux en fond de cavité seraient chargés de matière radioactive. Aussi, bien que l'intensité maximale de rayonnement mesurée au contact du colis ne devrait pas être supérieure à la valeur déterminée dans l'étude de radioprotection, l'IRSN rappelle que celle-ci doit être prise en compte pour

déterminer l'indice de transport et garantir la conformité de l'étiquetage du colis. De ce fait, l'IRSN recommande que la mesure de l'intensité maximale de rayonnement au contact du colis soit réalisée pour l'ensemble des surfaces externes de l'emballage chargé. En tant que de besoin, l'utilisation d'un moyen déporté pour réaliser les contrôles de débit d'équivalent de dose sous le colis pourrait être envisagée. *Ceci fait l'objet de la recommandation n°2.1 présentée en annexe 1 au présent avis.*

2.5 Assurance de la qualité

L'IRSN considère que le requérant devrait présenter les dispositions prises pour informer les utilisateurs du colis des exigences opérationnelles applicables et de l'évolution de ces dernières dans le cadre de la mise à jour du dossier de sûreté ou de l'émission d'un nouveau certificat d'agrément. Ces dispositions devraient permettre de sensibiliser les utilisateurs sur les exigences de sûreté et de les informer sur les attendus en termes de vérification de la conformité du chargement. *Ceci fait l'objet de l'observation n°4.1 présentée en annexe 3 au présent avis.*

3 CONCLUSION

A l'issue de son instruction des justifications de sûreté présentées par la société AREVA TN dans le dossier de sûreté, l'IRSN considère que le modèle de colis TNF-XI chargé du contenu n°8, tel que défini dans le projet de certificat modifié par l'IRSN, est conforme aux prescriptions réglementaires applicables au modèle de colis de type A pour matière fissile sous réserve de la prise en compte des recommandations 1.2 et 2.1 mentionnées en annexe 1 au présent avis.

En outre, si la société AREVA TN souhaite que le contenu n°8 contienne des matières dangereuses au sens de la réglementation des transports, l'IRSN estime que le requérant devra transmettre, en appui à sa demande, une mise à jour du dossier de sûreté présentant les justifications de sûreté nécessaires ainsi qu'un projet de certificat d'agrément. A cet égard, le requérant devra prendre en compte la recommandation 1.1 formulée en annexe 1 au présent avis. Les modifications apportées par l'IRSN au projet de certificat sont quant à elles listées en annexe 2.

Enfin, l'IRSN considère que, pour améliorer les démonstrations de sûreté du modèle de colis TNF-XI, le requérant devrait tenir compte des observations mentionnées en annexe 3 du 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° 2017-00374 du 1er décembre 2017

Recommandations

1 Définition du contenu

- 1.1 L'IRSN recommande que la société AREVA TN transmette, si elle souhaite que le contenu n°8 comprenne des matières dangereuses au sens de la réglementation des transports (hors classe 7), une mise à jour du dossier de sûreté présentant les justifications de sûreté associées. En particulier, le dossier de sûreté devra comprendre notamment les points suivants :
- a. la masse de chaque matière dangereuse transportée ;
 - b. l'ensemble des espèces chimiques autorisées dans le contenu et la liste des espèces ne devant pas être chargées dans une même cavité du colis ;
 - c. l'absence de risque d'interaction chimique entre les différents composants du contenu transporté, les sacs de conditionnement et les composants de la cavité de l'emballage susceptible de mettre en cause la sûreté du colis.
- 1.2 L'IRSN recommande que la société AREVA TN présente les dispositions prises avant chargement du colis qui permettent de garantir l'absence d'eau et d'humidité dans les différents composants qui constituent le contenu n°8. A défaut, le requérant devra évaluer l'augmentation de la pression interne dans la cavité atteinte dans toutes les conditions de transport en tenant compte d'une valeur de pression de vapeur saturante pénalisante et justifier que celle-ci n'est pas de nature à remettre en cause le confinement des matières dangereuses dans chaque cavité.

2 Utilisation du colis

- 2.1 L'IRSN recommande que la société AREVA TN réalise les mesures d'intensités maximales de rayonnement au contact du colis pour l'ensemble des surfaces externes de l'emballage chargé.

Annexe 2 à l'Avis IRSN n° 2017-00374 du 1er décembre 2017

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

Les points mentionnés ci-après en caractères gras sont ceux pour lesquels le requérant n'a pas donné son accord.

1 Annexe 8 paragraphe 1.2

1.1 Spécifier que la masse maximale admissible d'uranium, sous toutes les formes possibles listées est limitée par cavité (répartie dans trois seaux) de l'emballage à :

- 5 kg pour un enrichissement massique « e » en ^{235}U inférieur ou égal 5 % ($e = \frac{^{235}\text{U}}{U_{\text{tot}}}$).
- 0,5 kg pour un enrichissement massique « e » en ^{235}U supérieur à 5 % et inférieur ou égal à 20 % ($e = \frac{^{235}\text{U}}{U_{\text{tot}}}$).

1.2 Spécifier que le contenu ne peut pas contenir de matières dangereuses hors classe 7.

1.3 Spécifier que l'aluminium transporté ne se présente pas sous forme pulvérulente.

1.4 Spécifier que la puissance thermique du contenu est inférieure à 0,5 mW par cavité.

2 Annexe 8 paragraphe 2

2.1 Spécifier que la température d'utilisation de la matière plastique utilisée pour les sacs de conditionnement de la matière radioactive doit être supérieure ou égale à 120°C.

Annexe 3 à l'Avis IRSN n° 2017-00374 du 1er décembre 2017

Observations

1 Utilisation

- 1.1 L'IRSN estime que la société AREVA TN devrait démontrer la robustesse des actions de vérification de la conformité du chargement pour s'assurer du respect de l'activité totale du contenu, qui doit être inférieure à $1 A_2$, et des teneurs en uranium 235. Le cas échéant, les modalités de contrôles des matières dangereuses, hors classe 7, pouvant être présentes dans la cavité du colis devraient être présentées.
- 1.2 L'IRSN estime que la société AREVA TN devrait préciser les actions mises en œuvre afin de garantir l'absence de géométries saillantes des composants susceptibles d'agresser les seaux.

2 Radioprotection

- 2.1 L'IRSN estime que la société AREVA TN devrait prendre en compte le déplacement de la matière radioactive dans la cavité du colis à l'issue des épreuves simulant les conditions normales de transport afin de démontrer que l'augmentation de l'intensité maximale de rayonnement au contact du colis est inférieure à 20 %.

3 Sûreté-criticité

- 3.1 L'IRSN estime que la société AREVA TN devrait réévaluer la concentration atomique minimale d'hydrogène de la protection neutronique de l'emballage en considérant la densité minimale du matériau spécifiée dans le dossier de sûreté et le taux d'hydrogène minimal relevé sur les échantillons prélevés sur les prototypes utilisés lors des essais de qualification. La société AREVA TN devrait mettre à jour l'étude de sûreté-criticité du colis en conséquence.

4 Assurance de la qualité

- 4.1 L'IRSN estime que la société AREVA TN devrait présenter les dispositions prises pour informer les utilisateurs du colis des exigences opérationnelles applicables et de l'évolution de ces dernières dans le cadre de la mise à jour du dossier de sûreté ou de l'émission d'un nouveau certificat d'agrément.