

Fontenay-aux-Roses, le 11 décembre 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2018-00321

Objet : Transport - Extension - Modèle de colis TN-MTR chargé du contenu n° 16

- Réf.
1. Lettre ASN CODEP-DTS-2018-042482 du 22 août 2018.
 2. Règlement de transport de l'AIEA SSR-6 édition de 2012.

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la demande d'extension d'agrément du modèle de colis TN-MTR présentée par la société Orano TN dénommée ci-après le requérant.

Cette demande concerne le transport, par voies maritime et routière, du modèle de colis TN-MTR chargé d'un générateur isotopique de type « gisete » (contenu n°16) en tant que colis de type B(U) non fissile.

Pour mémoire, le modèle de colis TN-MTR est actuellement agréé pour réaliser le transport sur la voie publique d'assemblages combustibles irradiés ou non dans des réacteurs expérimentaux, de réflecteurs, d'une source radioactive scellée sous forme spéciale dite « CESOX » ou d'un piège césium.

De l'expertise du dossier de sûreté transmis par le requérant en appui de sa demande ainsi que des compléments présentés au cours de l'expertise, par rapport au règlement cité en seconde référence, l'IRSN retient les principaux points suivants.

1 DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS

1.1 Description de l'emballage

L'emballage TN-MTR, de forme cylindrique, est transporté en position verticale. Il est constitué d'un corps, comportant une protection radiologique, qui délimite une cavité fermée dans sa partie supérieure par un couvercle vissé. L'emballage est également équipé d'un capot amortisseur de chocs qui est fixé sur l'extrémité supérieure du corps.

Le requérant n'a pas apporté de modifications au concept de l'emballage dans le cadre de cette demande d'extension d'agrément.

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

Le contenu n° 16, objet de la présente demande d'extension d'agrément du modèle de colis TN-MTR, est constitué d'un générateur isotopique chargé dans un aménagement interne qui est lui-même introduit dans la cavité de l'emballage TN-MTR. Les générateurs isotopiques de types « gisete 4 », « gisete 5 » et « gisete 8 », tels que décrits dans le paragraphe suivant, peuvent être chargés dans l'emballage.

1.2.1 Générateurs isotopiques

Chaque générateur isotopique est constitué d'un corps dans lequel est introduit un « bloc source » contenant la matière radioactive. Celle-ci est constituée d'une source de titanate de strontium 90 sous forme de pastilles frittées, qui est placée dans une capsule métallique. Cet ensemble forme le « bloc source ». L'activité maximale des générateurs isotopiques est égale à 897 TBq. Au regard de leurs caractéristiques radiologiques, ces générateurs sont classés « non fissile » selon la réglementation en seconde référence. Par ailleurs, leur puissance thermique maximale est limitée à 160 W.

Le corps des générateurs isotopiques de types « gisete 4 », « gisete 5 » et « gisete 8 », qui constituent le contenu n° 16, est composé, de l'intérieur vers l'extérieur, d'un blindage primaire dans lequel se trouve le « bloc source », d'un bloc d'isolant thermique, d'un blindage secondaire et/ou d'une enveloppe externe. La cavité de chaque générateur est obturée par un système de fermeture vissé dans le blindage secondaire ou dans l'enveloppe externe. Ces différents composants peuvent être équipés de joints en élastomère. Ces derniers sont cependant protégés de la matière radioactive *a minima* par le blindage primaire, ce qui exclut le risque de création d'une atmosphère inflammable dans la cavité de l'emballage qui résulterait de la dégradation par radiolyse des joints. En effet, de par la nature des rayonnements ionisants (émissions bêta), la présence du blindage primaire permet de garantir l'absence de dégradation des joints par radiolyse.

L'IRSN note que le requérant ne justifie, ni le dimensionnement des vis de fixation du système de fermeture des générateurs isotopiques, ni les épaisseurs des différents matériaux assurant une protection radiologique du contenu. Toutefois, les hypothèses retenues dans les démonstrations de sûreté permettent de couvrir ces points, l'étude de radioprotection du colis ayant été réalisée sans tenir compte de la présence de ces écrans (cf. paragraphe 2.5).

1.2.2 Aménagements internes

Chaque type de générateur est équipé d'un aménagement interne spécifique en aluminium qui permet de limiter les mouvements du contenu radioactif dans la cavité de l'emballage. Cet aménagement est constitué d'un calage radial et d'un calage axial.

Le calage radial comporte une virole interne et une virole externe qui sont assemblées au moyen de trois couronnes en aluminium maintenues par des encastresments de type tenon/mortaise.

Le calage axial est constitué d'un disque supérieur et d'un disque inférieur séparés :

- pour les aménagements internes des générateurs isotopiques de types « gisete 4 » et « gisete 5 », par une virole fixée sur chacun des disques par des vis et des goupilles ;

- pour l'aménagement interne du générateur isotopique de type « gisete 8 », par des goussets, fixés sur chacun des disques par des vis et des goupilles.

Le requérant ne décrit pas les conditions de serrage des vis qui assurent la liaison entre la virole ou les goussets et les disques inférieur et supérieur qui constituent le dispositif de calage axial. Néanmoins, leur intégrité n'est pas requise à l'issue des épreuves réglementaires de chutes au regard des hypothèses retenues dans les études de radioprotection du colis (cf. paragraphe 2.5).

1.2.3 Jeux internes dans la cavité

Les dimensions des aménagements internes permettent de garantir des jeux minimaux positifs à 20°C entre ces derniers et les composants de la cavité de l'emballage. Le requérant a démontré que ces jeux sont suffisants pour garantir l'absence de risque de frottement, entre les aménagements internes et la cavité de l'emballage, à la température maximale atteinte par les composants en conditions normales et accidentelles de transport. Par ailleurs, le requérant a démontré que le risque de frottement entre le générateur isotopique et son aménagement interne peut être écarté dans toutes les conditions de transport. **Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

Enfin, compte tenu des jeux axiaux spécifiés sur les plans de concept des aménagements internes, dont la valeur cumulée est inférieure ou égale à 12 mm, l'IRSN estime que les conséquences d'un impact différé du contenu sur le couvercle de l'emballage, lors des épreuves de chute simulant les conditions accidentelles de transport, devraient être limitées.

2 DEMONSTRATIONS DE SURETE

Dans le cadre de cette demande d'extension d'agrément du modèle de colis TN-MTR, le requérant considère que les études du comportement mécanique et thermique de l'emballage à l'issue des épreuves réglementaires, transmises en appui des précédentes demandes d'agrément, permettent de couvrir le transport du contenu n°16. **L'IRSN estime que la démarche du requérant est acceptable.**

En outre, le requérant a transmis de nouvelles démonstrations de sûreté afin de justifier le respect, dans toutes les conditions de transport, des critères réglementaires de relâchement d'activité et d'intensités maximales de rayonnement au contact et au voisinage du colis chargé du contenu n°16. Par ailleurs, il a évalué le comportement mécanique et thermique, en conditions normales et accidentelles de transport, des aménagements internes dans lesquels sont chargés les générateurs isotopiques, afin de garantir le conservatisme des hypothèses retenues dans les démonstrations précitées. Ces sujets font l'objet des paragraphes suivants.

2.1 Comportement mécanique des aménagements internes

Le requérant justifie, sur la base de calculs analytiques, la tenue mécanique des couronnes, présentes dans les aménagements internes pour assurer le calage radial des générateurs isotopiques, à l'issue d'une chute libre, d'une hauteur de 0,3 m, du colis en position horizontale simulant les conditions normales de transport. Les résultats obtenus montrent que le risque de plastification et de flambement des couronnes est écarté dans les conditions normales de transport.

Le requérant ne justifie pas que la valeur de l'accélération retenue dans les analyses est pénalisante pour la configuration étudiée. Néanmoins, compte tenu des hypothèses conservatives retenues par ailleurs pour ces calculs

et des marges disponibles, l'IRSN estime que l'intégrité du dispositif de calage radial du contenu dans la cavité de l'emballage ne devrait pas être remise en cause dans les conditions normales de transport.

La ruine du contenu et des aménagements internes en conditions accidentelles de transport est postulée par le requérant pour évaluer le relâchement d'activité, ainsi que l'efficacité de la protection radiologique du colis tel que présenté dans les paragraphes suivants.

Le requérant évalue également, par calculs analytiques, la tenue mécanique des aménagements internes qui assurent le calage axial des générateurs isotopiques à l'issue d'une chute libre, d'une hauteur de 9,3 m, du colis en position axiale. Sur la base des résultats obtenus, le requérant conclut que la tenue de ces éléments est garantie dans toutes les conditions de transport, ce qui permet de justifier l'absence de risque d'impact différé du chargement sur le couvercle de fermeture de l'emballage.

La virole du calage axial des générateurs isotopiques de types « gisete 4 » et « gisete 5 » peut être constituée de plusieurs éléments soudés entre eux. L'IRSN relève cependant, d'une part que le type de ces soudures n'est pas spécifié dans le dossier de sûreté du modèle de colis, d'autre part que le requérant n'a pas démontré la tenue mécanique de ces soudures en conditions accidentelles de transport. Néanmoins, il a indiqué en cours d'expertise que ces soudures sont de type pleine pénétration. **Aussi, l'IRSN a mentionné dans le projet de certificat d'agrément du modèle de colis, que les soudures de la virole du calage axial des générateurs isotopiques de types « gisete 4 » et « gisete 5 » doivent être de type pleine pénétration.**

2.2 Comportement mécanique des générateurs isotopiques

Le requérant n'a pas démontré la tenue mécanique des générateurs isotopiques et de leur couvercle de fermeture dans les différentes conditions de transport, ce qui ne permet pas de garantir l'absence de risque de dispersion de matière radioactive dans la cavité de l'emballage. Néanmoins, le colis étant transporté en position verticale, l'IRSN estime que ce risque peut être écarté en conditions de transport de routine. De plus, la matière radioactive, sous forme non pulvérulente, est enfermée dans une capsule métallique qui est elle-même introduite dans le générateur isotopique, ce qui limite fortement le risque de dispersion.

En revanche, ce risque ne peut être totalement exclu à l'issue des chutes du colis simulant les conditions normales et accidentelles de transport (cf. paragraphe 2.5).

Par ailleurs, l'IRSN considère que le blindage secondaire du générateur isotopique de type « gisete 4 » présente un risque de rupture fragile à basse température de par la nature du matériau qui le constitue. Les conséquences de ce phénomène, qui n'a pas été étudié par le requérant, sont également évaluées au paragraphe 2.5.

2.3 Comportement thermique du colis

Le requérant évalue la température du gaz présent dans la cavité de l'emballage ainsi que celle du contenu, dans les différentes conditions de transport, en s'appuyant sur les analyses qui avaient été transmises en appui des précédentes demandes d'agrément du modèle de colis. Ces températures sont utilisées pour démontrer l'absence de risque de fretage entre les aménagements internes et les composants de la cavité (cf. paragraphe 1.2.3), la tenue mécanique des aménagements internes (cf. paragraphe 2.1) et le respect des critères réglementaires de relâchement d'activité (cf. paragraphe 2.4). Elles sont évaluées sur la base de celles déterminées pour des contenus dont la puissance thermique maximale est supérieure à celle du contenu n°16. **L'IRSN estime que la démarche du requérant est acceptable.**

2.4 Confinement

Le requérant a démontré le respect des critères réglementaires de relâchement d'activité du colis chargé du contenu n°16 dans toutes les conditions de transport en considérant la ruine du contenu, la matière radioactive étant supposée dispersée dans la cavité de l'emballage. Cette hypothèse permet de couvrir les insuffisances de démonstrations affectant la tenue mécanique des générateurs isotopiques à l'issue des épreuves réglementaires de chute du colis.

Les résultats obtenus montrent que les critères réglementaires sont respectés avec des marges significatives, supérieures à 3, ce qui est satisfaisant.

2.5 Radioprotection

Le requérant détermine, sur la base de calculs numériques, les intensités maximales de rayonnement au contact et à 2 m du colis en conditions de transport de routine et à 1 m du colis en conditions accidentelles de transport. Cette étude est réalisée en considérant des endommagements du colis pénalisants qui permettent de couvrir ceux évalués à l'issue des chutes ainsi que la ruine des aménagements internes. À cet égard, chaque type de générateur isotopique a été assimilé à une source ponctuelle. Aussi, l'IRSN estime que cette hypothèse permet de couvrir la rupture fragile de la protection radiologique du générateur isotopique de type « gisete 4 » à basse température.

2.5.1 Conditions de transport de routine et conditions normales de transport

Compte tenu de la position du générateur isotopique dans la cavité de l'emballage en conditions de transport de routine, le requérant estime que l'intensité maximale de rayonnement est située, soit côté fond, soit en partie courante de l'emballage. Afin de maximiser l'intensité de rayonnement dans ces deux zones, il évalue cette dernière lorsque la source est :

- en appui sur le fond de la cavité interne de l'emballage et centrée radialement ;
- collée à mi-hauteur contre la cavité interne de l'emballage.

Les résultats obtenus montrent que les critères réglementaires sont respectés avec des coefficients de sécurité importants, supérieurs à 50, ce qui est satisfaisant.

Pour justifier que l'intensité maximale de rayonnement à la surface externe du colis n'augmente pas de plus de 20 % à l'issue des épreuves réglementaires simulant les conditions normales de transport, le requérant indique que :

- l'aménagement interne garantit le positionnement du générateur dans la cavité de l'emballage en limitant les déplacements de la matière radioactive ;
- la tenue mécanique des composants des aménagements internes, qui assurent le calage radial et axial du contenu, est démontrée à l'issue des chutes simulant les conditions normales de transport ;
- l'écrasement du capot de l'emballage, résultant des chutes simulant les conditions normales de transport, conduit à une augmentation de l'intensité maximale de rayonnement, d'au maximum 1,2 %, à la surface du colis.

Comme indiqué au paragraphe 2.2, l'absence totale de dispersion de la matière radioactive dans la cavité du colis ne peut être garantie à l'issue des épreuves réglementaires de chute en l'absence de justification dédiée. Toutefois,

l'IRSN estime qu'une éventuelle dispersion de matière radioactive resterait limitée compte tenu de la forme physique de la matière radioactive et de la présence de plusieurs barrières de rétention.

Par ailleurs, les hypothèses prises en compte par le requérant dans ses calculs pour évaluer les intensités maximales de rayonnement au contact du colis dans les conditions de transport de routine (générateur modélisé par une source ponctuelle) permettent de couvrir une rupture fragile du blindage secondaire du générateur isotopique de type « gisete 4 » (cf. paragraphe 2.2).

Dans ces conditions, l'augmentation de l'intensité maximale de rayonnement au contact du colis sera inférieure à 20 %, à l'issue des épreuves simulant les conditions normales de transport, telle que définie dans la réglementation citée en seconde référence.

2.5.2 Conditions accidentelles de transport

Le requérant détermine les intensités maximales de rayonnement à 1 m du colis en tenant compte des endommagements de ce dernier à l'issue des épreuves simulant les conditions accidentelles de transport. Ainsi l'intensité maximale de rayonnement à 1 m du colis atteindrait 2,07 mSv/h, valeur inférieure au critère de 10 mSv/h tel que spécifié dans la réglementation en seconde référence, ce qui est satisfaisant. Les hypothèses prises en compte par le requérant permettent de couvrir la dispersion de matière dans la cavité de l'emballage ainsi que la rupture fragile du blindage secondaire du générateur isotopique de type « gisete 4 », ce qui est satisfaisant.

3 CONCLUSION

De l'expertise des justifications de sûreté transmises par la société ORANO TN, l'IRSN considère que le modèle de colis TN-MTR chargé du contenu n° 16 satisfait aux exigences de la réglementation citée en seconde référence, applicables aux colis de type B(U), sous réserve de la prise en compte de la modification apportée par l'IRSN au projet de certificat d'agrément présentée en annexe 1 de cet avis.

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° 2018-00321 du 11 décembre 2018
Modification apportée par l'IRSN au projet de certificat d'agrément transmis par le requérant

Le texte ajouté dans le projet de certificat est souligné.

Annexe 16, § 2

Les aménagements internes, présentés en figure 16.2, sont constitués de 2 parties :

- un calage radial pouvant être équipé d'un fond ;
- un calage axial (pour les aménagements internes des générateurs isotopiques de types « gisete 4 » et « gisete 5 », la virole du calage axial peut être constituée de plusieurs éléments soudés ; ces soudures doivent alors être de type pleine pénétration).