

Fontenay-aux-Roses, le 27 mai 2019

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2019-00115

Objet : Transport - Agrément du modèle de colis TN Lab

Réf. 1. Lettre ASN CODEP-DTS-2017-051396 du 21 décembre 2017.
2. Règlement de transport de l'AIEA n° SSR-6, édition 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 le dossier de sûreté joint à la demande d'agrément du modèle de colis TN Lab (précédemment dénommé FLYING PIG), présentée par la société TN International du groupe ORANO (ORANO TN).

Cette demande concerne le transport sur la voie publique (voies routière, ferroviaire, maritime et aérienne) de ce modèle de colis, destiné au transport d'échantillons et de sources entre laboratoires. Il s'agit d'une demande d'agrément dit unilatéral d'un colis de type B.

Pour mémoire, le dossier d'options de sûreté de ce modèle de colis a fait l'objet d'un avis de l'IRSN en 2016 et d'une lettre de l'ASN en 2017. Les demandes formulées dans cette lettre ont été prises en compte par le requérant dans la présente demande d'agrément.

De l'expertise du dossier précité par rapport au règlement cité en seconde référence, tenant compte des compléments transmis par le requérant, l'IRSN retient les points suivants.

1 DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS

1.1 Description de l'emballage

L'emballage TN Lab, de forme générale cylindrique, est constitué d'un corps monobloc en acier inoxydable délimitant une cavité. Un système de barillet rotatif, permettant l'accès à la cavité, et un poussoir sont respectivement présents en partie supérieure et en fond de celle-ci.

La cavité est obturée par des dispositifs (couvercle ou tape en acier inoxydable), équipés de joints d'étanchéité en élastomère, visés sur le corps de l'emballage. L'ensemble composé du corps, du couvercle et des tapes de fermeture des orifices délimite l'enveloppe de confinement du modèle de colis.

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 est muni, à chacune de ses extrémités, de capots amortisseurs amovibles, composés de blocs de bois disposés dans une enveloppe en acier inoxydable et d'un dispositif anti poinçonnement. Les capots sont maintenus sur le corps de l'emballage au moyen de vis de fixation.

Pour les opérations de manutention et d'arrimage, l'emballage TN Lab est équipé de quatre anneaux de levage et d'une semelle de dépose en acier inoxydable. Ils sont vissés au corps de l'emballage.

1.2 Définition du contenu et description des aménagements internes

Le modèle de colis TN Lab est destiné au transport notamment d'échantillons de combustible (irradié ou non), de matière activée, d'éléments de structure d'assemblages combustibles irradiés ou de sources radioactives.

Les matières radioactives sont sous forme solide. Ils peuvent être pyrophoriques. La présence de matière hydrogénée dans la cavité de l'emballage est interdite (hormis les éventuels joints en élastomère des aménagements internes).

Les quantités maximales de matières fissiles retenues correspondent à celles spécifiées pour les contenus fissiles exceptés ou exemptés de démonstration de sûreté-criticité dans la réglementation citée en seconde référence.

L'activité du contenu est limitée en s'appuyant sur un système d'inéquations établies sur la base des critères réglementaires de radioprotection et de relâchement d'activité du colis dans toutes les conditions de transport. En outre, pour les transports par voie aérienne, l'activité totale du contenu est limitée à 3 000 A₂, conformément à la réglementation citée en seconde référence.

Les aménagements internes utilisables ne sont pas décrits dans le dossier de sûreté. Le requérant fixe des caractéristiques pour ces aménagements (matériaux, volume, masse...) découlant des hypothèses considérées dans les démonstrations de sûreté. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

2 DEMONSTRATION DE SURETE

2.1 Comportement mécanique

Le requérant analyse le comportement mécanique du modèle de colis dans toutes les conditions de transport, afin de définir les hypothèses à considérer dans les analyses du comportement thermique du colis, du confinement, de la radioprotection et de la prévention des risques de criticité.

Le requérant justifie le dimensionnement des composants du modèle de colis, notamment des vis de fixation, en tenant compte des sollicitations associées aux conditions de transport dites « de routine » et aux opérations de manutention. **Les justifications concernant les assemblages vissés n'appellent pas de remarque de l'IRSN.** Pour les anneaux de levage, les critères de dimensionnement retenus sont respectés, mais les marges dégagées sont inférieures à celle préconisée dans le guide du requérant de l'ASN. De plus, la justification de la fréquence de remplacement de ces anneaux devrait être complétée (représentativité des conditions de test, sollicitations rencontrées lors des transports). **Ces points font l'objet des observations 1.1 et 1.2 en annexe 2 de l'avis.**

Le requérant détermine l'écrasement maximal des capots amortisseurs dans les configurations de chute libre associées aux conditions normales de transport. **Cette étude n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

Pour les conditions accidentelles de transport, le requérant étudie, sur la base uniquement de calculs, le comportement mécanique du modèle de colis en considérant plusieurs séquences de chute libre d'une hauteur de 9 mètres et de chute sur poinçon d'une hauteur de 1 mètre. Il valide le modèle numérique du modèle de colis TN Lab, qui n'a pas fait l'objet d'essai de chute, en s'appuyant sur des comparaisons calculs-expériences réalisées pour d'autres modèles de colis proches, en termes de géométrie et de matériaux, du modèle de colis TN Lab. Ceci n'appelle pas de commentaire de principe. Toutefois, des choix de modélisation retenus pour le modèle de colis TN Lab n'ont pas été mis en œuvre pour les autres modèles de colis. Aussi, l'IRSN estime que le requérant devrait justifier que ces différences de modélisation ne mettent pas en cause la validation du modèle numérique du modèle de colis TN Lab. **Ceci fait l'objet de l'observation 1.3 en annexe 2 de l'avis.**

En outre, il existe de fortes disparités de tailles de mailles dans le modèle numérique du modèle de colis TN Lab. Les blocs de bois des capots, qui ont la taille de mailles la plus importante du modèle numérique, présentent les déformations les plus fortes. La taille de mailles des blocs de bois est justifiée par le requérant sur la base d'une analogie avec la maquette de chute d'un autre modèle de colis. Toutefois, compte tenu de différences entre les deux modèles de colis, l'IRSN estime que la justification du requérant n'est pas suffisante. **Ce point fait l'objet de l'observation 1.4 présentée en annexe 2 de l'avis.**

Pour les chutes sur poinçon, le requérant a retenu un diamètre de la zone perforée du capot supérieur à celui du poinçon. Toutefois, en absence d'essais permettant d'apprécier les endommagements réels du capot amortisseur, le conservatisme de cette hypothèse devrait être justifié. **Ce point fait l'objet de l'observation 1.5 de l'annexe 2.**

Des études réalisées, le requérant conclut que les fonctions de sûreté du modèle de colis (confinement, radioprotection, sous-criticité) sont conservées à l'issue des chutes représentatives des conditions accidentelles de transport. L'IRSN estime que les marges dégagées couvrent les éventuels biais de modélisation détaillés ci-avant. **Aussi, l'IRSN considère l'étude de tenue mécanique du modèle de colis TN Lab globalement satisfaisante.**

2.2 Comportement thermique

Le requérant montre, par calcul analytique, que la température des surfaces accessibles du colis ne dépasse pas le critère associé au transport aérien (50°C) en conditions de transport de routine. **Cette analyse est satisfaisante.**

L'étude du comportement thermique du modèle de colis en conditions normales et accidentelles de transport repose sur des calculs numériques.

Le requérant conclut que les températures maximales des composants en conditions normales de transport ne mettent pas en cause les fonctions de sûreté du colis. **Ce point n'appelle pas de remarque.**

Par ailleurs, les températures déterminées par le requérant à l'issue de l'épreuve réglementaire de feu (800°C pendant 30 minutes) présentent des marges importantes par rapport aux critères définis notamment pour les joints d'étanchéité du modèle de colis. Le requérant n'a pas pris en compte dans ses études une éventuelle poursuite de la combustion du bois des capots à l'issue de l'épreuve réglementaire de feu. Toutefois, au regard du conservatisme de la modélisation utilisée et des marges mises en évidence, l'IRSN estime que la sûreté du modèle de colis resterait assurée en cas de poursuite de la combustion du bois des capots. Nonobstant, le requérant devrait formellement compléter son dossier sur ce point. **Ceci fait l'objet de l'observation 2.1 de l'annexe 2 à l'avis.**

2.3 Radioprotection

À partir des critères réglementaires de radioprotection en conditions de transport de routine (débit d'équivalent de dose inférieur ou égal à 2 mSv/h en tout point de la surface externe du colis et à 0,1 mSv/h à deux mètres de la surface externe du véhicule), le requérant définit une liste de radioisotopes pouvant être transportés dans le modèle de colis TN Lab et une inéquation à laquelle les caractéristiques radiologiques du contenu doivent satisfaire. Les radioisotopes sont classés dans différents groupes, en fonction notamment des particules qu'ils émettent (neutron ou photon). Un radioisotope de référence est défini par groupe. Il est utilisé pour définir l'activité maximale totale des radioisotopes du groupe. À cet égard, les études du requérant présentent des marges et prennent en compte les descendants des radioisotopes sélectionnés, qui peuvent être pénalisants. Lors de l'expertise, le requérant a ajouté des radioisotopes à la liste initialement définie et des modalités de prise en compte d'isotopes hors liste.

L'IRSN estime les analyses réalisées par le requérant globalement satisfaisantes. Pour préciser certaines hypothèses, il devrait cependant prendre en compte les observations 3.1 à 3.3 de l'annexe 2 à l'avis. Enfin, l'IRSN propose d'introduire dans le certificat d'agrément les compléments apportés concernant la constitution des groupes de radionucléides, les activités maximales admissibles et les modalités d'ajout d'isotopes.

Le requérant montre que, en considérant les écrasements maximaux des capots amortisseurs évalués en conditions normales de transport, l'augmentation du débit d'équivalent de dose au contact du colis est inférieur à 20 %, comme spécifié par la réglementation. Cependant, il ne considère pas dans cette étude de modification de la géométrie du contenu ou des aménagements internes, qui est susceptible de conduire à une augmentation du débit d'équivalent de dose autour du colis. Aussi, en cohérence avec les travaux en cours à l'AIEA, l'IRSN estime que les mesures opérationnelles liées à la radioprotection (déterminations du débit d'équivalent de dose maximal autour du colis et de l'indice de transport) devraient intégrer un facteur de sécurité intégrant une éventuelle modification de la géométrie des contenus. **L'IRSN propose d'introduire ce point dans le certificat d'agrément.**

Le requérant estime que le critère réglementaire de débit d'équivalent de dose inférieur ou égal à 10 mSv/h à 1 mètre de la surface externe du colis en conditions accidentelles de transport est respecté, du fait des déformations limitées du colis estimées dans ces conditions. **Ce point n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

2.4 Confinement

Dans la définition des caractéristiques radiologiques des contenus (cf. § 1.2 de l'avis), le requérant a défini des inéquations garantissant le respect des critères réglementaires de relâchement d'activité. Ces éléments n'appellent pas de remarque.

En ce qui concerne le comportement des joints en élastomère équipant le modèle de colis TN Lab, le requérant a vérifié que les taux de remplissage des gorges de joint sont inférieurs à 100 % dans toutes les conditions de transport, ce qui permet d'écarter les risques associés à une extrusion des joints. Enfin, il a étudié les endommagements des joints dus au vieillissement thermique et justifié leur fréquence de remplacement. Ces éléments n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN.

2.5 Prévention des risques de criticité

Le dossier de sûreté justifie que les contenus définis pour le modèle de colis TN Lab sont de type non fissile, fissile excepté ou fissile exempté de démonstration de sûreté-criticité.

En plus des quatre nucléides fissiles (^{233}U , ^{235}U , ^{239}Pu et ^{241}Pu) définis dans la réglementation, le modèle de colis TN Lab peut contenir des actinides mineurs fissiles issus d'un procédé de séparation ou inclus dans un combustible initialement dopé en actinides mineurs. Le requérant définit une méthodologie pour prendre en compte ces actinides fissiles dans l'analyse de sûreté, qui s'appuie sur la définition d'une masse équivalente de ^{239}Pu . **L'IRSN considère acceptable cette démarche, hormis pour un contenu (n° 3.2) du fait de ses caractéristiques isotopiques. L'IRSN propose d'exclure pour ce contenu les actinides mineurs fissiles précités.**

2.6 Risques subsidiaires

2.6.1 Risque de radiolyse

Concernant les risques liés à la radiolyse, seuls les aménagements internes sont susceptibles de contenir des joints d'étanchéité en élastomère. Compte tenu de la faible puissance thermique du contenu et des faibles épaisseurs de joint considérées, le requérant estime que la production de dihydrogène associée à la radiolyse de ces joints est faible et ne met pas en cause la sûreté du colis. **Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.** Toutefois, compte tenu de l'absence de définition précise des aménagements internes, l'IRSN estime que le requérant devrait définir une quantité maximale de substances radiolysables dans la cavité de l'emballage. **Ceci fait l'objet de l'observation 4.1 de l'annexe 2 à l'avis.**

2.6.2 Risque de pyrophoricité

Le contenu transporté par le modèle de colis TN Lab peut être pyrophorique (poudre métallique...). À cet égard, le requérant définit des exigences particulières pour le transport de ces matières (inertage de la cavité notamment). Ce point n'appelle pas de remarque de l'IRSN.

3 FABRICATION, UTILISATION, MAINTENANCE

Le requérant présente, dans le dossier de sûreté, les opérations de vérification de la conformité des emballages TN Lab au modèle à l'issue des opérations de fabrication ainsi que les consignes et prescriptions relatives à l'utilisation du modèle de colis TN Lab. **Ces dispositions sont globalement satisfaisantes.**

La définition du contenu de ce modèle de colis s'appuie sur un système d'inéquations. Cette méthode de définition du contenu peut être complexe à appliquer et nécessite de la part de l'expéditeur une connaissance adaptée des caractéristiques du contenu. **Aussi, l'IRSN recommande que le requérant établisse un retour d'expérience de l'utilisation des inéquations utilisées pour définir le contenu du modèle de colis TN Lab (y compris les aménagements internes). Ceci fait l'objet de la recommandation présentée en annexe 1 à l'avis.**

Enfin, l'IRSN estime satisfaisant le programme de maintenance présenté pour le modèle de colis TN Lab.

4 SYSTEME DE MANAGEMENT

Les principes d'assurance de la qualité applicables au modèle de colis TN Lab ne présentent pas les dispositions prises pour informer les clients ou partenaires, concernés directement ou indirectement par la fabrication, l'utilisation ou la maintenance des emballages, de l'actualisation des exigences de sûreté relatives à ces activités décrites dans le dossier de sûreté. L'IRSN estime que le requérant devrait compléter le dossier de sûreté sur ce point. Ceci fait l'objet de l'observation 5.1 de l'annexe 2 à l'avis.

5 CONCLUSION

En conclusion, compte tenu des justifications de sûreté présentées par la société ORANO TN, l'IRSN considère que le modèle de colis TN Lab est conforme aux prescriptions réglementaires qui lui sont applicables, sous réserve que le certificat d'agrément prenne en compte les propositions de l'IRSN.

Compte tenu du principe particulier de définition du contenu reposant sur des inéquations, l'IRSN estime qu'un retour d'expérience doit être élaboré, ce qui fait l'objet de la recommandation de l'annexe 1 à l'avis.

Par ailleurs, pour consolider les démonstrations de sûreté, le requérant devrait tenir compte des observations de l'annexe 2 à l'avis.

Pour le directeur général, par délégation

Igor LE BARS

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe 1 à l’Avis IRSN n° 2019-00115 du 27 mai 2019
Recommandation

Retour d’expérience

Établir un retour d’expérience de l’utilisation des inéquations utilisées pour définir le contenu du modèle de colis TN Lab (incluant les aménagements internes).

Annexe 2 à l'Avis IRSN n° 2019-00115 du 27 mai 2019

Observations à prendre en compte dans le cadre de la prochaine demande de prorogation

1 Comportement mécanique

- 1.1 Étudier la possibilité d'augmenter la charge maximale d'utilisation (CMU) des anneaux de levage du modèle de colis afin de dégager des marges de sûreté.
- 1.2 Justifier la fréquence de remplacement des anneaux en tenant compte d'hypothèses justifiées concernant notamment la limite d'endurance des anneaux et les conditions de transport (manutention et arrimage).
- 1.3 Justifier que les différences de modélisation entre les modèles numériques du colis TN Lab et du colis « précurseur » ne mettent pas en cause la validation du modèle numérique du colis TN Lab.
- 1.4 Justifier la taille de maille retenue des blocs de bois présents dans les capots amortisseurs, en réalisant par exemple une étude de convergence de maillage.
- 1.5 Justifier le conservatisme des hypothèses retenues pour simuler les impacts résultant de la chute du colis sur un poinçon, en particulier le volume de bois arraché.

2 Comportement thermique

- 2.1 Intégrer une analyse des conséquences potentielles d'une poursuite de la combustion du bois des capots à l'issue de l'épreuve réglementaire d'incendie.

3 Radioprotection

- 3.1 Justifier le caractère pénalisant de la durée de décroissance prise en compte dans le calcul de l'activité maximale de chaque radioisotope.
- 3.2 Consolider la valeur de coefficient de multiplication neutronique à sec retenue pour l'établissement du système d'inéquations.
- 3.3 Justifier les seuils d'énergie retenus pour les isotopes ajoutés à la liste des isotopes autorisés sans calculs.

4 Risques subsidiaires

- 4.1 Compléter les justifications relatives aux risques liés à la radiolyse en déterminant les quantités maximales de substances radiolysables dans la cavité de l'emballage.

5 Système de management

- 5.1 Compléter les principes d'assurance de la qualité en introduisant les dispositions prises pour informer les clients ou partenaires, concernés directement ou indirectement par la fabrication, l'utilisation ou la maintenance des emballages, de l'actualisation des exigences de sûreté relatives à ces activités décrites dans le dossier de sûreté.