

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2020-00033

Objet	Transport - Prorogation d'agrément du modèle de colis TN GEMINI - Emballage chargé de déchets technologiques.
Réf(s)	[1] Lettre ASN CODEP-DTS-2019-016137 du 14 mai 2019. [2] Règlement de transport de l'AIEA SSR-6 édition de 2012. [3] Lettre ASN - CODEP-DTS-2016-036871 du 24 octobre 2016.
Nbre de page(s)	10

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 sur la demande de prorogation d'agrément présentée par la société TN International du groupe ORANO (ORANO TN) pour le modèle de colis RD39, dénommé TN GEMINI.

Le modèle de colis TN GEMINI est agréé pour le transport de déchets technologiques, contaminés par du plutonium ou de l'uranium. Il est notamment utilisé par le Commissariat à l'Énergie Atomique et aux énergies alternatives (CEA) et le groupe ORANO pour transporter des déchets entre leurs sites. Compte tenu du caractère radiolysable de ces matières, la durée des transports est limitée, ce qui conduit le requérant à demander un agrément de type B(M).

De l'évaluation des documents transmis, tenant compte des informations apportées au cours de son expertise, l'IRSN retient les éléments suivants.

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 DEFINITION DU MODELE DE COLIS

L'emballage TN GEMINI est de forme parallélépipédique. Son couvercle, carré, est équipé de joints en élastomère. L'ensemble du corps de l'emballage et du couvercle est recouvert de plusieurs couches de matériaux amortisseurs, la couche interne étant protégée par une tôle anti-poinçonnement.

Le modèle de colis TN GEMINI est décliné en trois versions (VA, VB et VC) qui diffèrent par les propriétés mécaniques de leurs matériaux amortisseurs et par la masse maximale autorisée de leurs contenus respectifs. Le requérant a procédé, dans le cadre de la présente demande, à des modifications mineures sur le concept d'emballage TN GEMINI par rapport à celui faisant l'objet des certificats d'agrément en vigueur (telle que la mise à jour de la liste de composants de l'emballage par exemple).

Les contenus sont constitués de déchets technologiques contaminés par des radioéléments émetteurs alpha (plutonium ou uranium) ou des déchets liquides enrobés dans du béton, conditionnés en fûts métalliques. Certains fûts peuvent également contenir des sources neutroniques, des matières radiolysables ou des objets perforants.

Suivant les caractéristiques des déchets et des fûts, différents contenus sont définis. Les contenus n° 1, 2, 4, 5, 6, 8 et 9 sont actuellement agréés. Dans le cadre de la présente demande de prorogation d'agrément, les contenus n° 1, 5, 6 et 9 ont été modifiés et les contenus n° 11, 12 et 13 ont été ajoutés. Ces modifications ont un impact sur la radioprotection, l'analyse des risques de radiolyse et la prévention des risques de criticité.

2 COMPORTEMENT MECANIQUE DU COLIS

2.1 Conditions de transport de routine

Pour la présente demande d'agrément, l'étude de la tenue des organes d'arrimage et de manutention lors des opérations de transport du colis n'a pas été modifiée par le requérant. **Ceci n'appelle pas de commentaire.**

Pour rappel, le comportement mécanique du modèle de colis TN GEMINI en conditions d'arrimage et de manutention a été évalué sur la base d'une étude numérique en tenant compte de l'hyperstatisme des quatre coins constituant les points d'attache des équipements d'arrimage et de manutention, du levage à l'arraché du colis et de la combinaison de facteurs de charge dans les trois directions qui couvrent les accélérations recommandées par la révision du guide de l'AIEA N° SSG-26 en cours de validation.

Dans le cadre de l'analyse de la résistance des vis du couvercle de l'emballage TN GEMINI, le requérant avait précédemment retenu un coefficient de frottement compris entre 0,08 et 0,12 en se référant à la norme NF E25-030 abrogée. Or, selon la norme en vigueur depuis 2014, ce coefficient de frottement est compris entre 0,08 et 0,14 pour ces mêmes éléments de visserie. Pour rappel, le coefficient de frottement maximal est utilisé pour vérifier le non-décollement du couvercle et la représentativité du serrage de la maquette utilisée pour les essais de chute. Dans le cadre de la présente demande, le requérant utilise une nouvelle méthode d'analyse pour tenir compte de la nouvelle plage [0,08 ; 0,14] ; il s'agit d'une répartition statistique gaussienne des coefficients de frottement sur toute cette plage, justifiée selon le requérant par le nombre important de vis de fixation du couvercle. L'application de cette nouvelle méthode lui permet de conclure à l'acceptabilité de la nouvelle plage à l'égard de la résistance des vis. Toutefois, en considérant un coefficient de frottement maximal de 0,14 pour toutes les vis, l'IRSN estime que l'effort de précontrainte minimal appliqué aux vis du couvercle est inférieur à celui des vis de la maquette utilisée pour les essais, ce qui met en cause leur représentativité. De plus, dans la mesure où les vis sont toutes lubrifiées avec le même lubrifiant, l'utilisation d'une méthode basée sur une répartition gaussienne

n'apparaît pas adaptée. Compte tenu des éléments ci-avant, l'IRSN considère que le requérant doit utiliser un lubrifiant présentant la même plage de coefficient de frottement que celle mise en œuvre pour la maquette (entre 0,08 et 0,12) et doit le spécifier dans le chapitre relatif aux instructions d'utilisation de l'emballage. **Ceci fait l'objet de la recommandation n° 1 présentée en annexe 1 au présent avis.**

2.2 Conditions normales et accidentelles de transport

Pour la présente demande d'agrément, le requérant n'a pas révisé les démonstrations de sûreté relatives au comportement mécanique du colis à l'issue des épreuves réglementaires de chute simulant les conditions normales et accidentelles de transport. **Ceci n'appelle pas de commentaire.**

Les caractéristiques principales des nouveaux contenus n°11, 12 et n°13 (masse, surface de contact avec l'emballage, puissance thermique) étant couvertes par celles des contenus déjà agréés, ces contenus ne sont pas susceptibles de mettre en cause les justifications de la résistance mécanique de l'emballage pour les différentes conditions de transport.

L'impact différé du contenu sur l'emballage en conditions accidentelles de transport n'a pas été pris en compte à la conception du modèle de colis. Pour les nouveaux contenus, à l'instar des contenus déjà agréés, le requérant a évalué les jeux existants dans la cavité, en tenant compte des tolérances de fabrication et des températures atteintes en conditions normales de transport. Le cumul des jeux fonctionnels reste faible. L'IRSN rappelle qu'il ne serait pas réaliste de chercher à réduire ces jeux.

Afin de justifier l'absence de talonnement des matériaux amortisseurs de l'emballage, le requérant avait évalué l'énergie absorbée par les matériaux amortisseurs de l'emballage sur la base d'une étude analytique et numérique (modèle partiel de l'emballage). L'IRSN avait noté lors de la précédente demande de prorogation que le modèle partiel considéré par le requérant n'avait pas été recalé sur les essais de chute. Ceci ne remettait pas en cause l'analyse énergétique présentée par le requérant, mais la représentativité des écrasements des amortisseurs évalués par ce modèle n'était pas acquise. Par ailleurs, l'IRSN soulignait également l'absence de marge disponible sur le risque de talonnement des matériaux amortisseurs de l'emballage. Dans la mesure où dans le cadre de la présente demande, le requérant n'a pas apporté d'éléments supplémentaires, **la prescription de l'ASN rappelée en annexe 2 reste adaptée.**

3 COMPORTEMENT THERMIQUE

Dans le cadre de la présente demande d'agrément, le requérant n'a pas révisé l'analyse du comportement thermique du modèle de colis. Pour rappel, l'analyse thermique du modèle de colis TN GEMINI repose sur une modélisation numérique de l'emballage et de son contenu en CNT et CAT. Par ailleurs, la puissance thermique des nouveaux contenus n°11 à 13 est couverte par celle des contenus déjà agréés. **Ceci n'appelle pas de commentaire.**

4 RADIOPROTECTION

4.1 Contenus n° 1 à 6

Dans le cadre de la présente demande d'agrément, le requérant n'a pas révisé les justifications de sûreté relatives à l'analyse de radioprotection pour les contenus n°1 à 6.

Or, bien que des hypothèses de modélisation conservatives de la source et de l'emballage soient considérées et que des marges importantes par rapport aux critères réglementaires soient dégagées, cette analyse n'est pas totalement satisfaisante. En effet, le requérant n'a pas évalué le débit d'équivalent de dose à 2 mètres des surfaces du moyen de transport en conditions de transport de routine tel que demandé dans la lettre ASN citée en troisième référence. De plus, le requérant n'a pas considéré dans la modélisation de l'emballage en CAT, l'endommagement maximal de l'ensemble des grandes faces de l'emballage des contenus n°1 à 6. Aussi, **l'IRSN estime que, pour une prochaine demande d'agrément, le requérant devrait mettre à jour l'analyse de radioprotection en considérant ces aspects. Ceci fait l'objet de l'observation n° 1 présentée en annexe 3 au présent avis.**

Dans ces conditions, l'IRSN considère pour la présente demande d'agrément que la vérification de la valeur de l'intensité de rayonnement à 2 m de la surface externe du colis doit être effectuée au préalable du chargement des emballages, en tenant compte des caractéristiques réelles du contenu et en conformité avec la limite admissible réglementaire. Dans l'attente d'une évolution du chapitre relatif aux instructions d'utilisation pour le prochain dossier de sûreté, l'IRSN propose d'ajouter cette mention dans le projet de certificat.

4.2 Contenus n° 8 et 9

Le requérant n'a pas modifié les hypothèses et les évaluations de débits d'équivalent de dose des contenus n° 8 et 9 en CTR et en CAT. Toutefois, il a complété son dossier de sûreté pour justifier le respect du critère de non-augmentation de plus de 20 % du débit d'équivalent de dose en CNT. **L'IRSN estime que l'augmentation potentielle du débit d'équivalent de dose, associée à un réagencement des déchets dans les fûts en cours de transport, n'est pas significative.**

4.3 Contenus n° 11, 12 et 13

Le requérant a introduit dans son dossier de sûreté une nouvelle analyse afin d'évaluer les débits d'équivalent de dose au voisinage d'un colis TN GEMINI en CTR et CAT pour les contenus n° 11, 12 et 13. Le requérant spécifie une liste de radio-isotopes pouvant être transportés dans le modèle de colis TN GEMINI ; les isotopes sont classés dans différents groupes, en fonction des particules qu'ils émettent (neutron ou photon). Un isotope de référence est défini par groupe avec une limite d'activité et la somme des activités de chaque isotope du groupe considéré respecte cette limite d'activité. Puis, le requérant évalue les intensités de rayonnement en CTR et CAT au voisinage du colis en considérant un spectre enveloppe constitué de l'ensemble de chaque isotope de référence de tous les groupes auquel est associée l'activité maximale du groupe correspondant. Le mélange entre groupes d'isotopes est ainsi possible au titre de la démonstration. **L'IRSN estime la nouvelle analyse réalisée par le requérant globalement satisfaisante.**

5 CONFINEMENT

Pour la présente demande d'agrément, le requérant a mis à jour l'étude de relâchement d'activité du modèle de colis TN GEMINI, afin de prendre en compte la limite à 0,6 bar de la pression externe et l'intégration des nouveaux contenus n° 11, 12 et 13. Pour ces conditions, le requérant démontre que le respect des critères réglementaires de relâchement d'activité applicables en conditions normales et accidentelles de transport est garanti.

La méthode et les hypothèses de calcul retenues par le requérant sont globalement satisfaisantes.

Par ailleurs, le requérant a révisé le comportement en température des joints de confinement de l'emballage afin de prendre en compte un coefficient de dilatation thermique enveloppe pour l'EPDM. Ceci ne conduit pas au

dépassement d'un taux de remplissage des gorges de joint à la température calculée en conditions accidentelles de transport sans prise en compte de la potentielle combustion du bois de l'emballage. Cependant, les conséquences d'une éventuelle poursuite de combustion des blocs de bois après l'épreuve d'incendie n'ont pas été analysées par le requérant. En effet, il ne considère pas la possibilité de poursuite de la combustion du bois des capots après l'épreuve de feu. Or, les essais sur maquette avaient pourtant montré à la fois l'ouverture de soudures et la perforation par le poinçon des tôles qui renferment du bois. Aussi, **en l'absence de marge significative associée à l'évaluation de remplissage des gorges de joint d'étanchéité, ce risque doit être intégré à cette évaluation. Ceci fait l'objet de la recommandation n° 2 présentée en annexe 1 au présent avis.**

6 RISQUES DE RADIOLYSE ET DE THERMOLYSE

Les études de radiolyse et de thermolyse des contenus n° 1, 2, 4, 8 et 9 n'ont pas été modifiées dans le cadre de la présente demande d'agrément. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

Pour les contenus n° 5, 11, 12 et 13, la démarche retenue par le requérant est similaire à celle retenue pour les contenus agréés. Elle repose sur un calcul de la quantité de dihydrogène généré par la radiolyse et thermolyse des déchets dans les fûts sur la base notamment de rendements radiolytiques et d'un taux de rétention ou non de fûts (ou de conditionnements intermédiaires). En outre, le requérant retient dans ses calculs une durée maximale pour le transport. Des calculs effectués, le requérant conclut à l'absence de risque de création d'une atmosphère inflammable dans les fûts et dans la cavité.

Pour le contenu n° 6, le requérant, pour la présente demande, a supprimé la possibilité de transporter des déchets placés dans des enveloppes non étanches dans des fûts dits « non injectés » ; en outre, il a introduit la possibilité de transporter des rebuts technologiques conditionnés, soit sous enveloppes non étanches (enveloppes percées...) avant l'injection de béton dans les fûts dits injectés, soit sous enveloppes étanches dans des fûts non-injectés . Pour ce faire, il a modifié l'évaluation relative au risque d'inflammation ou d'explosion de l'atmosphère présente dans la cavité de l'emballage, afin de vérifier, pour les phases d'entreposage et de transport, le respect de la limite inférieure d'inflammabilité (LII) de l'hydrogène dans la cavité de l'emballage. De plus, dans le cas où les conditionnements des déchets présentent une étanchéité partielle ou complète aux gaz, le requérant justifie l'absence de risque d'inflammabilité du mélange gazeux présent dans ces conditionnements. Enfin, l'étanchéité des conditionnements n'étant pas garantie en conditions accidentelles de transport, le requérant vérifie le respect de la LII de l'hydrogène dans la cavité de l'emballage en tenant compte des gaz issus des conditionnements libérés en CAT.

En particulier, à l'intérieur des conditionnements étanches présents dans les fûts, le requérant vérifie le respect des critères de non-inflammabilité pour une liste de matériaux pouvant constituer les enveloppes précitées. Le requérant estime que ces résultats sont à consolider et a prévu de nouveaux essais pour un de ces matériaux. Dans l'attente, au regard des enjeux de sûreté, l'IRSN estime que la présence de ces matières doit être limitée et propose d'inclure ces limitations dans le projet de certificat. En tout état de cause, l'IRSN estime nécessaire de fournir un retour d'expérience sur la proportion des différents polymères dans les déchets transportés. **Ce point fait l'objet de l'observation n° 2 présentée en annexe 3 au présent avis.**

Dans le cas particulier des fûts injectés, la taille des poches de gaz qui peuvent se créer reste faible. Par conséquent, l'énergie engendrée par l'explosion d'hydrogène d'une de ces poches devrait également être faible.

Cet aspect devra toutefois être confirmé par le requérant pour le prochain dossier de sûreté. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 3 présentée en annexe 3 au présent avis.**

7 PREVENTION DES RISQUES DE CRITICITE

Les modifications apportées par le requérant à l'analyse de prévention des risques de criticité pour la présente demande d'agrément sont une mise à jour des contenus n° 1, 5, 6 et 9 et l'introduction des contenus n° 11, 12 et 13.

Le requérant considère que la modification des contenus n° 1 et 5 (qui consiste en l'ajout d'une faible quantité de béryllium à la liste des matériaux pouvant être transportés) n'a pas d'impact significatif sur la réactivité. **Ceci n'appelle pas de commentaire.**

La modification du contenu n° 6 afin de pouvoir transporter des plaques de cadmium et des déchets avec des traces de bitume n'appelle pas de remarque particulière de la part de l'IRSN.

Le contenu n° 9 a été modifié afin d'ajouter à la liste des déchets transportés les reliquats de sources radioactives. Or, le projet de certificat d'agrément précise, d'une part que les fûts contenant des sources neutroniques Am/Be doivent être exempts de matières fissiles, d'autre part qu'excepté pour les sources neutroniques Am/Be, la présence de béryllium ou d'oxyde de béryllium est interdite dans les fûts. Or, une source radioactive peut potentiellement être une source de neutrons de type Am/Be. Aussi, afin de limiter le risque d'erreur de chargement de source Am/Be avec de la matière fissile (ce qui n'est pas autorisé), **l'IRSN propose de modifier le projet de certificat d'agrément afin de remplacer « sources neutroniques Am/Be » par « sources ou reliquats de sources neutroniques Am/Be ».**

Enfin, le requérant considère que les contenus n° 11, 12 et 13 sont couverts par l'analyse de sûreté-criticité du contenu n° 8, compte tenu de leur similarité en termes de caractéristiques intéressant la sûreté-criticité et de modes de chargement (nombres et types de conteneurs internes au colis, etc.). **L'IRSN estime que cet argumentaire est acceptable.**

8 FABRICATION, UTILISATION ET MAINTENANCE

Dans le cadre de la présente demande d'agrément, les instructions d'utilisation du modèle de colis ont été mises à jour pour intégrer les nouveaux contenus n° 11, 12 et 13, ajouter des modalités de réalisation des contrôles de radioprotection avant expédition et prendre en compte des demandes formulées par l'ASN dans le cadre des précédentes demandes d'agrément du modèle de colis TN GEMINI, **ce qui est satisfaisant.**

Le contrôle volumique de certaines soudures de l'enveloppe de confinement n'est pas spécifié, ce qui est contraire aux règles de l'art actuelles. Le requérant a précisé au cours de l'expertise que les dossiers de fabrication des exemplaires existants montrent qu'un tel contrôle a été effectué dans la majorité des cas, à l'exception d'une longueur réduite d'un exemplaire. Par ailleurs, compte tenu des marges disponibles du fait de la surépaisseur des tôles concernées et de la faible sollicitation dans cette zone en conditions accidentelles de transport, le requérant considère que l'absence de contrôle volumique à 100 % de ces soudures pour l'emballage concerné n'est pas de nature à mettre en cause la sûreté du colis. À ce sujet, l'IRSN considère que seul un contrôle volumique d'une soudure permet de confirmer l'absence de défaut dans la partie non visible. Aussi, l'IRSN formule la **recommandation n° 3, présentée en annexe 1 au présent avis**, à l'égard des emballages fabriqués et à venir.

9 CONCLUSION

Sur la base des documents examinés et des éléments complémentaires transmis par le requérant au cours de l'expertise, l'IRSN considère que le modèle de colis TN GEMINI chargé de déchets technologiques est conforme aux prescriptions réglementaires applicables aux modèles de colis de type B (M) chargés de matière fissile, sous réserve de la prise en compte des recommandations figurant en annexe 1, de la prescription de l'ASN rappelée en annexe 2, ainsi que des propositions de modifications apportées par l'IRSN au projet de certificat.

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

Pour le directeur général, par délégation
Anne-Cécile JOUVE
Adjointe au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe 1 à l'avis IRSN n° 2020-00033 du 5 mars 2020

Recommandations de l'IRSN

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande que le requérant spécifie, dans le chapitre relatif aux instructions d'utilisation de l'emballage, que le lubrifiant utilisé respecte la plage de coefficient de frottement retenue dans le dossier de sûreté.

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande que le requérant prenne en compte dans l'évaluation du taux de remplissage maximal des gorges de joints en conditions accidentelles de transport la possibilité d'une éventuelle poursuite de combustion du bois des capots de l'emballage.

Recommandation n° 3

L'IRSN recommande que le requérant spécifie dans le prochain dossier de sûreté un contrôle volumique à 100 % de l'ensemble des soudures de l'enveloppe de confinement.

Annexe 2 à l'avis IRSN n°2020-00033 du 5 mars 2020

Rappel de prescriptions de l'Autorité de sûreté nucléaire

Rappel de la prescription n° 1 de la décision ASN du 30 mars 2010

Évaluer le taux d'écrasement du séquoia au droit du couvercle et du fond de la cavité du colis en conditions de chute du colis en position horizontale avec impact sur l'une des faces inférieures, latérales ou supérieure. Montrer que les efforts transmis par le séquoia à l'enveloppe de confinement après talonnement ne remettent pas en cause sa fonction. Si cette évaluation s'appuie sur une contribution de l'acier à l'absorption de l'énergie de chute, le modèle de calcul utilisé pour évaluer cette contribution devra être validé.

Annexe 3 à l'avis IRSN n° 2020-00033 du 5 mars 2020

Observations de l'IRSN

Observation n° 1

L'IRSN estime que, pour une prochaine demande d'agrément, le requérant devrait mettre à jour l'analyse de radioprotection des contenus n°1 à 6 en considérant l'évaluation du débit d'équivalent de dose à 2 mètres des surfaces du moyen de transport en conditions de transport de routine et l'endommagement maximal en conditions accidentelles de transport dans la modélisation de l'emballage.

Observation n° 2

L'IRSN estime que, pour une prochaine demande d'agrément, le requérant devrait fournir un retour d'expérience sur la proportion des différents polymères dans les déchets transportés dans les fûts injectés et non-injectés du contenu n° 6.

Observation n° 3

L'IRSN estime que, pour une prochaine demande d'agrément, le requérant devrait montrer qu'une explosion dans un fût injecté du contenu n° 6 ne peut pas avoir de conséquence à l'extérieur du fût.