

Fontenay-aux-Roses, le 1er décembre 2020

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2020-00191

| | | |
|--------------|---|---|
| Objet | : | Transport – Prorogation d'agrément de l'emballage TIRADE chargé de fûts de déchets solides. |
| Réf. | : | [1] Saisine ASN CODEP-DTS-2020-023173 du 1^{er} avril 2020. [2] Règlement AIEA – SSR-6 édition 2018 : « Règlement de transport des matières radioactives ». |

1. INTRODUCTION

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 de prorogation d'agrément présentée par le commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), ci-après dénommé « le requérant », du modèle de colis TIRADE chargé de fûts de déchets solides issus de l'exploitation ou du démantèlement des installations du CEA.

Pour mémoire, ce modèle de colis a été agréé en tant que type B(M) chargé de matière fissile pour la première fois en 2015 sous le nom « R76 », sur la base d'une première demande d'agrément présentée par la société ROBATEL Industries, concepteur du modèle de colis. La demande de prorogation est aujourd'hui présentée par le CEA, principal utilisateur de l'emballage.

Le modèle de colis TIRADE est du type B(M) car, d'une part la durée de transport est limitée à cinq jours, en raison du risque lié à la radiolyse de certains contenus, d'autre part la température ambiante minimale est limitée à -20°C compte tenu de l'absence de garantie du maintien de l'étanchéité des joints de confinement pour des températures inférieures.

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

2. DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS

L'emballage TIRADE est constitué d'un corps cylindrique équipé à ses deux extrémités de deux capots amortisseurs quasi identiques. Ces capots sont constitués de blocs de bois de différentes essences, le capot amortisseur supérieur étant, par ailleurs, muni d'une tôle anti-poinçonnement afin de protéger le système de fermeture de l'emballage. Chaque capot est fixé sur des collerettes, soudées sur le corps de l'emballage, à l'aide de tiges filetées munies d'écrous maintenus par des goupilles. Le corps de l'emballage est constitué de l'enveloppe de confinement

en acier inoxydable, ainsi que de trois viroles en plomb, « compound » et acier inoxydable. Un couvercle constitué d'acier et de plomb, muni de trois joints en élastomère, est fixé à la cavité par des vis.

Le modèle de colis TIRADE peut transporter six contenus différents, constitués de fûts métalliques cylindriques, étanches ou non, placés dans des paniers et contenant des déchets moyennement et hautement irradiants. Les déchets sont sous forme solide et constitués de matériaux divers, éventuellement radiolysables et thermolysables. Ils peuvent être contaminés ou irradiés, et sont classés fissiles ou fissiles exceptés.

Préalablement au premier transport des emballages TIRADE, en réponse à une demande de l'ASN, le requérant a transmis une note détaillant et justifiant la méthode opérationnelle permettant de s'assurer de l'adéquation des contenus à transporter avec ceux définis pour ce modèle de colis. L'IRSN estime que les principes énoncés sont acceptables et que cette note devrait être intégrée, ou référencée, dans le dossier de sûreté. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 1.**

3. COMPORTEMENT MECANIQUE

3.1. CONDITIONS DE TRANSPORTS DE ROUTINE (CTR)

3.1.1. Tenue à la pression

La démonstration de tenue mécanique de l'enveloppe de confinement n'a pas évolué depuis la précédente expertise de l'IRSN. Pour rappel, le requérant a évalué la tenue mécanique de l'enceinte de confinement, soumise à une rampe de pression croissante. Il obtient une déformation maximale de 0,35% qu'il considère acceptable au regard du critère retenu (1%).

Par ailleurs, la tenue mécanique des vis de fixation du couvercle a été évaluée à l'aide de calculs analytiques. Les résultats présentent des marges satisfaisantes. Néanmoins, l'IRSN estime que le requérant devrait considérer une plage justifiée de coefficients de frottement, tenant compte en particulier de la lubrification des vis, dans l'évaluation des contraintes de serrage et des démonstrations de sûreté afférentes. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 2.**

3.1.2. Résistance mécanique à l'explosion

La démonstration de tenue de l'enceinte de confinement en cas d'explosion des gaz produits par radiolyse et thermolyse n'a pas structurellement évolué depuis la précédente expertise. L'ASN avait demandé que soit étudié le risque de desserrage des vis en cas d'explosion en CTR. Le requérant estime, qu'après le retour élastique des vis, le niveau de précontrainte des vis du couvercle permet de garantir l'absence de desserrage des vis. L'IRSN estime cette réponse incomplète puisqu'en cas de dépassement de la précharge des vis, le niveau de serrage pourrait être mis en cause. Dans ce cadre, le requérant aurait dû évaluer la contrainte dans les vis en CTR lors d'une déflagration dans l'enceinte de confinement. **Aussi, la demande de l'ASN ne peut pas être complètement soldée.**

3.1.3. Tenue des organes de manutention et d'arrimage

La démonstration de la tenue mécanique en statique des organes de manutention et d'arrimage est réalisée, respectivement par un calcul aux éléments finis et des calculs analytiques en traction et cisaillement. Les contraintes maximales calculées dans les bras d'arrimage et les chapes de manutentions sont inférieures à la limite d'élasticité des matériaux constitutifs avec des marges de sûreté suffisantes. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

La démonstration de la tenue mécanique en fatigue des organes de manutention et d'arrimage est fondée sur les formules semi-empiriques de dimensionnement établies par le CETIM. Toutefois, le requérant ne tient pas compte des paramètres influençant la fatigue, notamment le type de sollicitation. **Ceci ne permet pas de répondre à la demande de l'ASN relative à cette problématique.** En outre, les calculs de tenue des organes d'arrimage tiennent compte d'un tapis anti-glisse qui diminue les contraintes induites, alors que ce dernier n'est pas mentionné dans les instructions d'utilisation de l'emballage. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 3.** Enfin,

l'IRSN considère que le requérant devrait, d'une part définir un nombre de transport maximal correspondant au nombre admissible de cycles de contrainte en fatigue des organes d'arrimage et de manutention, d'autre part justifier que les fréquences des opérations de maintenance sont adaptées au regard du nombre de transports maximal. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 4.**

Les soudures sont à présent étudiées en statique et en fatigue, ce qui permet de solder la plupart des demandes de l'ASN sur ce sujet. La tenue des soudures des organes de manutention est déterminée de manière analytique en considérant que les soudures reprennent la totalité des efforts de levage. L'IRSN relève que les niveaux de contraintes sont inférieurs aux critères. **Ceci est satisfaisant.** Par ailleurs, la tenue en statique des soudures des organes d'arrimage a été révisée afin de tenir compte d'une répartition plus réaliste des contraintes le long du cordon de soudure. **Ceci permet de répondre à la demande afférente de l'ASN.**

3.2. CONDITIONS NORMALES ET ACCIDENTELLES

La justification de la tenue mécanique en conditions normales et accidentelles de transport (respectivement CNT et CAT) du modèle de colis TIRADE repose sur des analyses mécaniques numériques, ainsi que sur des analyses comparatives basées sur le modèle de colis R73, de conception proche et équipé de capots amortisseurs identiques. L'analyse de représentativité a déjà fait l'objet d'une expertise de l'IRSN qui n'a pas fait apparaître d'écart significatif du point de vue de la sûreté. Les essais de chutes réalisés sur la maquette représentative du modèle de colis R73 ont montré un comportement satisfaisant.

3.2.1. Impact différé

Le requérant a repris l'analyse d'impact différé présentée lors de la première demande d'agrément du modèle de colis sans tenir compte des demandes de l'ASN formulées à la suite de cette première expertise. Aussi, les imprécisions relevées restent d'actualité, principalement celles relatives au bilan énergétique, à l'homogénéité des contraintes dans les vis en chute oblique et au niveau de décélération pris en compte dans la démonstration de sûreté non conformes aux valeurs maximales évaluées. Pour rappel, l'IRSN avait toutefois estimé, au regard de la comparaison avec les calculs aux éléments finis simulant l'impact différé sur le couvercle du modèle de colis R73, que la méthodologie était globalement conservative. En tout état de cause, l'IRSN considère que le CEA devrait compléter sa démonstration de sûreté. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 5.**

3.2.2. Comportement des capots amortisseurs

Lors de l'expertise de la demande d'agrément du modèle de colis R75, l'IRSN avait relevé que la démonstration de sûreté ne prenait pas en compte l'influence des dispersions naturelles des caractéristiques mécaniques des différentes essences de bois sur les résultats d'essais de chute, ce qui avait fait l'objet d'une demande de l'ASN à la société ROBATEL Industries.

Dans le dossier soumis à l'appui de la présente demande de prorogation, le CEA reprend les mêmes analyses mécaniques sans tenir compte de cette demande de l'ASN. Néanmoins, l'IRSN relève que les décélération maximales sont obtenues pour les chutes à -40°C, alors que la température minimale de transport est fixée à -20°C. Ceci permet d'obtenir des marges de sûreté sur les niveaux de décélération à basse température. En revanche, à haute température, il existe un risque de talonnement du bois, déjà observé lors des essais de chute, susceptible d'accroître les contraintes dans les structures de l'emballage. Ce point est traité au § 3.2.3.

3.2.3. Comportement à haute température

À l'issue de l'expertise relative à la demande d'agrément, l'ASN avait demandé que soit étudié le risque de talonnement. En réponse, le requérant a présenté des calculs avec le code de calcul aux éléments finis LS-DYNA pour plusieurs températures de chute représentatives des conditions normales de transport. Ces calculs concluent à l'absence de conséquence sur la sûreté en cas de talonnement du bois de l'emballage. Toutefois, l'IRSN considère l'étude incomplète étant donné que le comportement du modèle numérique n'est pas recalé sur des essais de chute, que la dispersion des caractéristiques du bois n'est pas prise en compte et qu'il n'est pas considéré, en

préalable à la chute oblique de 9 m, de chute sur poinçon qui affaiblirait la zone impactée. **Ceci fait l'objet de la recommandation n° 1.**

L'ASN avait également demandé que le poinçon utilisé dans la simulation numérique soit qualifié. En réponse, le requérant indique que l'absence de déformation du poinçon au cours de la chute est conservative et permet de s'affranchir d'une qualification du poinçon utilisé en réalisant un calcul avec le modèle de colis R73. **L'IRSN estime que ceci répond à la question de sûreté portée par cette demande.**

4. COMPORTEMENT THERMIQUE

L'étude du comportement thermique du modèle de colis en CNT est menée à l'aide d'un modèle numérique correspondant à une représentation de l'emballage, en position horizontale ou verticale, avec ou sans bache de transport. En CAT, l'emballage est considéré dans un état endommagé, le bois des capots non protégé par la plaque anti-poinçonnement n'étant pas représenté. En outre, l'écrasement du tilleul sous la tôle anti-poinçonnement est modélisé par une conductivité adaptée. **Ceci est satisfaisant et permet de répondre à une demande de l'ASN portant sur cette modélisation.**

Pour ce qui concerne le transport sous bache, l'IRSN relève que le calcul est effectué pour un transport en position verticale à l'aide d'un modèle 1D, qui néglige le flux surfacique solaire apporté par le toit de la bache, quatre fois plus élevé que le flux surfacique vertical. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 6.**

Par ailleurs, le requérant indique que le refroidissement après incendie est simulé numériquement par une puissance sinusoïdale appliquée sur toutes les surfaces de l'emballage et dont la valeur moyenne est conforme aux valeurs réglementaires. L'IRSN relève que ces sinusoïdes ne sont pas présentées dans le dossier de sûreté et rappelle que cette modélisation n'est pas autorisée par la réglementation en ce qui concerne les surfaces horizontales tournée vers le haut. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 7.**

Pour ce qui concerne les hypothèses des transferts thermiques par convection, en réponse à une demande de l'ASN, le requérant a mis à jour les valeurs d'une partie des coefficients d'échange en considérant des formules issues de la littérature, sans toutefois préciser les équations dont sont issues ces formules, ni leur applicabilité au cas d'étude. **Aussi, l'IRSN estime que cette demande n'est pas être complètement prise en compte.**

Les résultats des calculs thermiques montrent des marges de sûreté importantes. Néanmoins, la poursuite de la combustion du bois des capots amortisseurs à l'issue de l'épreuve thermique n'a pas été prise en compte. L'IRSN a bien noté le caractère pénalisant de la suppression du bois situé au-dessus de la tôle anti-poinçonnement qui conduit à appliquer le flux thermique des CAT directement sur cette tôle. Toutefois, la poursuite de la combustion du bois des capots est un phénomène plus long qui peut instaurer un régime permanent, alors que l'incendie réglementaire est un phénomène transitoire de 30 minutes dont les conséquences sur les températures du modèle de colis dépendent de la diffusivité thermique des matériaux. Ce phénomène devrait être étudié, notamment au droit de la zone enfoncée de la tôle anti-poinçonnement située près des joints d'une des tapes du modèle de colis. **Ceci fait l'objet de la recommandation n° 2.**

5. CONFINEMENT

Dans le cadre de la demande de prorogation, le CEA a révisé le chapitre du dossier de sûreté relatif au confinement afin d'inclure les éléments relatifs au contenu n°6, ainsi que la mise à jour de l'étude thermique. La méthode générale est identique à celle présentée dans la demande d'agrément et avait été considérée satisfaisante. Cependant, l'IRSN estime que le taux de remise en suspension en CNT devrait être justifié au regard du risque d'explosion interne. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 8.**

Pour ce qui concerne l'étude de tenue des joints en température, l'ASN avait demandé de justifier que les caractéristiques retenues pour l'approvisionnement des joints garantissent l'absence de risque d'extrusion. En réponse, le requérant précise dans le dossier de sûreté la nuance des joints qui sont utilisés mais n'aborde pas

les problématiques relatives à la justification des coefficients de dilatation, à l'approvisionnement des joints externes et à l'influence du vieillissement des joints. En l'absence d'essais représentatifs des conditions de transport, indiquer une nuance ne garantit, ni les caractéristiques utilisées dans les démonstrations de sûreté, ni le maintien de ses propriétés en température et dans le temps **Aussi, l'IRSN considère que la demande la demande de l'ASN reste à traiter.**

Enfin, pour ce qui concerne le taux de compression des joints, le CEA ne justifie pas la valeur de déformation rémanente de compression prise en compte pour la température des conditions normales de transport. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 9.**

6. PREVENTION DES RISQUES DE CRITICITE

Dans le cadre de la demande de prorogation, le requérant n'a pas modifié structurellement l'étude de prévention des risques de criticité et a conservé l'ensemble des résultats déjà présentés lors des précédentes expertises qui montraient que l'absence de risques de criticité était garantie. En outre, il a transmis une note de synthèse afin, notamment, de répondre à une demande de l'ASN relative aux hypothèses concernant les épaisseurs de réflecteurs placés autour de la matière fissile. Le requérant a précisé les hypothèses retenues concernant les épaisseurs de réflecteurs dans la configuration d'une masse fissile désaxée. Une réponse satisfaisante est apportée en ce qui concerne les réflecteurs, hors magnésite ou alumine. **Pour ces deux derniers réflecteurs, le CEA n'a, en revanche, apporté aucune précision. Aussi, la demande de l'ASN n'est pas encore complètement prise en compte.**

Par ailleurs, dans les certificats actuellement en vigueur, les isotopes fissiles sont assimilés de façon pénalisante à du plutonium-239. Le projet de certificat d'agrément présente de nouvelles règles d'équivalences entre les isotopes du plutonium et l'uranium-235 en fonction des masses d'alumine et de magnésite spécifiées et précise que les autres isotopes plus réactifs que le plutonium sont interdits, sauf à l'état de trace. Toutefois, aucun élément de justification ne figure dans le dossier de sûreté. En cours d'expertise, le requérant a apporté des justifications satisfaisantes pour ce qui concerne les masses d'uranium-235. En revanche, il n'a présenté aucun élément concernant les isotopes fissiles autres que l'uranium-235 et ceux moins réactifs que le plutonium-239. Par conséquent, à défaut d'une justification complémentaire, l'IRSN estime que ces derniers isotopes devraient être assimilés au plutonium. **L'IRSN propose de modifier le projet de certificat en ce sens.** En outre, l'IRSN estime que le dossier de sûreté devrait être mis à jour pour prendre en compte la règle d'équivalence et la justifier. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 10.**

7. RADIOPROTECTION

Dans le cadre de la demande de prorogation, le requérant a intégralement révisé les justifications de radioprotection.

L'objectif de la nouvelle méthode est de déterminer les activités et flux neutroniques maximaux permettant, pour chaque radionucléide étudié, de respecter les critères réglementaires, puis de définir des règles de mélange permettant de vérifier avant transport, et sans mesure, que le contenu est transportable. Étant donnée la grande diversité de radionucléides constituant les différents contenus, le requérant retient principalement le cobalt-60, le césium-137 et le curium-244 qu'il estime représentatifs des contenus à transporter.

Sur le principe, avoir recours à un système d'équations pour faciliter la caractérisation et la validation d'un chargement avant transport est acceptable. Toutefois, la méthode permettant de valider les équivalences entre les radionucléides présents dans les contenus et les trois radionucléides étudiés n'est pas détaillée. **Ceci fait l'objet de la recommandation n° 3.** En tout état de cause, il serait pertinent que le CEA présente dans le cadre de la prochaine demande de prorogation d'agrément le retour d'expérience issu de la mise en œuvre de cette méthode. **Ceci fait l'objet de l'observation n°11.**

Les calculs de radioprotection ont été réalisés à l'aide d'un modèle numérique de l'emballage, en considérant des hypothèses de modélisation conservatives et conformes aux résultats des épreuves de chutes pour différents types de sources et différents positionnements dans les alvéoles des paniers chargés dans l'emballage. **Ceci est satisfaisant et permet notamment de répondre à une demande de l'ASN.** Toutefois, l'IRSN relève que le requérant n'a pas pris en compte les incertitudes dans ses calculs. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 12.**

8. RADIOLYSE ET THERMOLYSE

Pour mémoire, les contenus peuvent contenir jusqu'à 17 kg de matières qui peuvent émettre des gaz inflammables par décomposition sous l'effet de l'irradiation et de la chaleur. L'objectif de l'étude de radiolyse est de déterminer le temps de transport limite au-delà duquel un mélange gazeux explosif est susceptible de se former dans l'emballage.

Dans le cadre de la demande de prorogation, le requérant a mis à jour la méthode expertisée par l'IRSN et estimée globalement satisfaisante lors de la demande du premier agrément. Ainsi, le requérant distingue désormais les contenus de faible puissance thermique pour lesquels le risque d'inflammation est écarté, des contenus de forte puissance thermique pour lesquels un risque existe. Par ailleurs, un temps de transport de 19 jours, incluant 7 jours d'aléas en conditions normales et 7 jours de conditions accidentelles, a été déterminé et indiqué dans le projet de certificat d'agrément. **Cette mise à jour n'appelle pas de remarque.**

9. EXPLOITATION ET MAINTENANCE

Dans le cadre de la demande de prorogation, le requérant a mis à jour les chapitres du dossier de sûreté relatifs aux consignes d'exploitation et de maintenance afin de répondre à certaines demandes de l'ASN. **L'essentiel de ces mises à jour permet de répondre aux demandes et n'appellent pas de remarques de l'IRSN.**

Toutefois, pour ce qui concerne la demande de l'ASN relative à la procédure opérationnelle de mesure du taux d'étanchéité réalisée avant transport au regard des critères *standard leakage rate* (SLR) définis dans le dossier de sûreté, le requérant précise que le critère en hélium, dit SHeLR, utilisé en exploitation dépend uniquement des masses molaires de l'air, de l'hélium et du critère SLR. Sur ce point, l'IRSN rappelle que les contrôles ne sont, en général, pas effectués dans les conditions SLR ou SHeLR (écoulement d'air sec ou d'hélium pour une pression amont de $1,013 \cdot 10^5$ Pa et une pression avale nulle à la température de 25°C) et que le requérant aurait dû préciser la fonction de transfert entre la mesure et le critère SLR du dossier de sûreté. **Dans ces conditions, l'IRSN estime que la demande n'est pas complètement prise en compte.**

Par ailleurs, la formule de conversion du taux de fuite SLR en taux SHeLR présentée par le requérant ne retient que la fuite moléculaire qui peut être négligeable en fonction des valeurs de débits de fuite spécifiées. En effet, le taux de fuite global tient compte des fuites laminaires et des fuites moléculaires. Ainsi, le critère SHeLR retenu par le requérant pourrait être surestimé. **Ceci fait l'objet de la recommandation n° 4.**

10. RETOUR D'EXPERIENCE

Le retour d'expérience de l'utilisation et de la maintenance du modèle de colis TIRADE a été inclus dans le dossier de sûreté. Depuis la délivrance de l'agrément, deux écarts ont fait l'objet d'un constat. Le premier écart est une absence de goupilles de maintien des écrous du capot amortisseur supérieur. Cet écart a conduit le requérant à inclure dans la liste des contrôles avant transport la vérification de la mise en place de ces goupilles. **Ceci est satisfaisant.** L'IRSN note toutefois que ce contrôle était déjà exigé dans le chapitre du dossier de sûreté relatif aux instructions d'utilisation présenté par la société ROBATEL Industries lors de la demande d'agrément, ce qui interroge sur la qualité des notices d'utilisation de l'emballage.

Le second évènement concerne la présence d'eau non contaminée dans le capot inférieur après réception de l'emballage vide. Cette eau résiduelle a été séchée et traitée en déchet conventionnel. Le requérant ne précise

ni l'origine de l'eau présente dans le capot, ni les mesures mises en place pour éviter le renouvellement de cet évènement. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 13.**

11. SYSTEME DE MANAGEMENT PAR LA QUALITE

Dans le cadre de la demande de prorogation, le requérant a mis à jour le chapitre relatif au système de management par la qualité afin de répondre aux demandes de l'ASN relatives au traitement des écarts et à l'indication des principes d'assurance qualité lors de l'utilisation et de la maintenance. Il rappelle en outre les exigences définies par la norme ISO 9001 et les dispositions définies dans les guides de l'ASN. **Ceci permet de répondre à la plupart des demandes associées de l'ASN.**

Cependant, l'IRSN relève un manque de traçabilité dans le suivi des modifications du dossier de sûreté, notamment en ce qui concerne la prise en compte des évolutions des démonstrations précédemment effectuées par la société ROBATEL Industries. Il revient au requérant d'intégrer dans le dossier de sûreté les éléments de justification complémentaires transmis au cours des expertises précédentes de son modèle de colis.

Par ailleurs, le dossier de sûreté ne précise, ni les responsabilités relatives à la rédaction et au suivi des notices d'utilisation et de maintenance, ni les dispositions mises en place afin de s'assurer de leur conformité. Le requérant ne précise pas non plus comment il s'assure que la conformité des emballages est vérifiée au cours des opérations de maintenance. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 14.**

12. CONCLUSION

Compte tenu des justifications de sûreté présentées par le requérant, l'IRSN considère que le modèle de colis R76/TIRADE tel que défini dans le projet de certificat transmis est conforme aux prescriptions réglementaires applicables aux modèles de colis du type B(M) chargés de matières fissiles, sous réserve de la prise en compte de la recommandation n° 3 présentée en annexe 1 et des modifications du projet de certificat proposées par l'IRSN, rappelées en annexe 3.

En outre, l'IRSN considère que l'exploitant devra prendre en compte les autres recommandations présentées en annexe 1.

Enfin, le requérant devrait tenir compte des observations formulées en annexe 2 afin d'améliorer ses démonstrations de sûreté.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Anne-Cécile JOUVE

Adjointe au directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE 1 A L'AVIS IRSN N° 2020-00191 DU 1^{ER} DECEMBRE 2020

Recommandations de l'IRSN

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande que le requérant complète l'évaluation du comportement mécanique du modèle de colis TIRADE en cas de chute de 9 m en tenant compte d'un modèle numérique recalé sur les essais de chute de la maquette R73 et de la dispersion naturelle des caractéristiques du bois des capots. Pour la chute oblique, la démonstration devra tenir compte d'un trou de poinçon au droit de la zone d'impact.

Recommandation n° 2

L'IRSN recommande que le requérant étudie l'influence de la poursuite de combustion du bois des capots amortisseurs à l'issue de l'incendie en tenant compte de l'endommagement causé par le poinçon sur la tôle anti-poinçonnement au droit des joints de la tôle du couvercle du modèle de colis TIRADE.

Recommandation n° 3

L'IRSN recommande que le requérant présente, préalablement au prochain transport, la méthode permettant d'assurer l'équivalence entre l'inventaire radiologique des contenus à transporter et les trois radionucléides de référence et mette à jour les instructions d'utilisation en détaillant la méthode opérationnelle permettant de s'assurer de l'adéquation des contenus à transporter avec ceux définis pour le modèle de colis TIRADE.

Recommandation n° 4

Pour la détermination des taux de fuite opérationnels en hélium des emballages TIRADE, l'IRSN recommande que le requérant inclue dans son dossier de sûreté une équivalence justifiée avec les taux de fuite SLR et les indique dans les instructions d'utilisation.

ANNEXE 2 A L'AVIS IRSN N° 2020-00191 DU 1^{ER} DECEMBRE 2020

Observations de l'IRSN

Observation n° 1

L'IRSN estime que la note définissant l'adéquation des contenus à transporter avec ceux définis pour le modèle de colis TIRADE devrait être intégrée au dossier de sûreté.

Observation n° 2

L'IRSN estime que le requérant devrait considérer une plage justifiée de coefficients de frottement, tenant compte en particulier de la lubrification des vis, dans l'évaluation des contraintes de serrage et des démonstrations de sûreté afférentes du modèle de colis TIRADE.

Observation n° 3

L'IRSN estime que le requérant devrait indiquer dans les instructions d'utilisation du modèle de colis TIRADE la nécessité d'utiliser un tapis anti-glisse, garantissant un coefficient de frottement supérieur à 0,5.

Observation n° 4

L'IRSN estime que le CEA devrait définir un nombre de transport du modèle de colis TIRADE correspondant au nombre admissible de cycles en fatigue et justifier que la fréquence des opérations de maintenance est adaptée.

Observation n° 5

L'IRSN estime que le CEA devrait compléter l'étude d'impact différé du modèle de colis TIRADE en présentant des résultats de calculs numériques justifiés ou en mettant à jour l'étude analytique pour tenir compte des valeurs corrigées des décélérations maximales à -40°C, des effets d'une chute oblique et des dispersions naturelles des caractéristiques des bois des capots.

Observation n° 6

L'IRSN estime que le requérant devrait prendre en compte, pour les calculs thermiques en conditions normales de transport du modèle de colis TIRADE transporté en moyen confiné, un flux solaire de 800 W/m² sur le toit de la bâche.

Observation n° 7

L'IRSN estime que le requérant devrait expliciter dans le dossier de sûreté la modélisation sinusoïdale des flux solaires surfaciques utilisée pour l'étude thermique du modèle de colis TIRADE au cours du refroidissement, à l'issue de l'incendie, et vérifier que, pour les surfaces horizontales exposées vers le haut, le flux solaire pris en compte est, conformément à la réglementation, constant pendant 12 heures et égale à 800 W/m².

Observation n° 8

L'IRSN estime que le requérant devrait justifier le taux de remise en suspension retenu dans l'étude du relâchement d'activité au regard du risque d'explosion pouvant survenir au sein de la cavité du modèle de colis TIRADE en conditions normales de transport.

Observation n° 9

L'IRSN estime que le requérant devrait démontrer le maintien des performances d'étanchéité du modèle de colis TIRADE en conditions normales de transport en tenant compte d'une valeur de déformation rémanente de compression (DRC) des joints du couvercle justifiée au regard de leurs conditions d'utilisation.

Observation n° 10

L'IRSN estime que le chapitre de prévention des risques de criticité du dossier de sûreté devrait être mis à jour pour justifier la règle d'équivalence des masses de matières fissiles définie dans le certificat du modèle de colis TIRADE.

Observation n°11

L'IRSN estime que le requérant devrait constituer un retour d'expérience de l'application de la nouvelle méthode de justification de radioprotection du modèle de colis TIRADE, en comparant les débits d'équivalents de dose mesurés lors des premières opérations de chargement avec ceux évalués à partir des équations mises en œuvre dans cette méthode.

Observation n° 12

L'IRSN estime que le requérant devrait tenir compte des incertitudes de calculs dans ses études de radioprotection du modèle de colis TIRADE.

Observation n° 13

L'IRSN estime que le requérant devrait analyser les causes ayant conduit à la présence d'eau dans un des capots d'un emballage TIRADE et indiquer les dispositions mises en place pour éviter le renouvellement de cet évènement.

Observation n° 14

L'IRSN estime que le requérant devrait décrire le rôle et les responsabilités relatives à la rédaction et la mise à jour des notices d'utilisation et de maintenance du modèle de colis TIRADE et préciser les dispositions mises en place pour s'assurer de la conformité des emballages à l'issue des maintenances.

ANNEXE 3 A L'AVIS IRSN N° 2020-00191 DU 1^{ER} DECEMBRE 2020

Propositions de modifications à apporter au projet de certificat

Modification n°1

Annexe 0, § 1.5 – Fonctions de sûreté : ajout du bouchon de l'aménagement interne dans la définition du système d'isolement.

Modification n°2

Annexe 1, 2, 3, 4, 5 et 6, §1 – Définition du contenu autorisé : ajout de la note, repérée par « ***** » : « *les isotopes fissiles autres que l'uranium-235 et ceux du plutonium moins réactifs que le plutonium-239 doivent être comptabilisés comme du plutonium* ».