

Fontenay-aux-Roses, le 10 décembre 2014

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis/IRSN N° 2014-441

Objet : Transport - Nouvel agrément - Emballage CN2700 chargé d'éléments de contrôle ORPHÉE ou HFR, non irradiés

- Réf.**
1. Lettre ASN CODEP-DTS-2014-003366 du 20 janvier 2014
 2. Lettre ASN CODEP-DTS-2012-045374 du 18 septembre 2012
 3. Lettre ASN CODEP-DTS-2014-043018 du 22 septembre 2014
 4. Règlement de transport de l'AIEA, N°TS-R-1 (2009)

Par lettre citée en première référence, les services de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) ont demandé l'avis et les observations de l'IRSN sur la demande de certificat d'agrément présentée pour l'emballage CN2700 par la société TN International, ci-après dénommée « le requérant ».

Cette demande concerne le nouveau modèle de colis dit CN2700, destiné au transport, par voie routière, des éléments de contrôle non irradiés des réacteurs de recherche ORPHÉE (Saclay, France) et HFR (Petten, Pays-Bas). Il est prévu de réaliser environ quatre transports par an à l'aide d'un seul exemplaire de l'emballage CN2700. Pour ce qui concerne les éléments de contrôle ORPHÉE, le modèle de colis CN2700 vient en remplacement du modèle de colis F556 actuellement utilisé sous arrangement spécial pour compenser des incertitudes sur la tenue mécanique du colis en conditions accidentelles de transport, sur l'absence de risque de rupture brutale à basse température, ainsi que sur le comportement du colis lors de l'épreuve réglementaire de feu.

La demande d'agrément présentée par le requérant concerne le transport :

- d' [REDACTED] assemblages de contrôle ORPHÉE non irradiés [REDACTED] *
- d' [REDACTED] assemblages de contrôle HFR non irradiés [REDACTED] *

La société TN International a sollicité, pour les deux types de contenu, un agrément de modèle de colis de type industriel (type IP-2) chargé de matières fissiles.

Les justifications de sûreté présentées par le requérant ont été expertisées par l'IRSN par rapport au règlement cité en quatrième référence. De cette expertise, il ressort les points importants ci-après.

* partie masquée pour des raisons de secret défense

Adresse courriel
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 B 440 546 018

Description du modèle de colis

Emballage CN2700

L'emballage CN2700 est constitué d'un corps, de forme générale cylindrique, équipé à chacune de ses extrémités d'un capot amortisseur amovible. [REDACTED] *

[REDACTED] Le corps de l'emballage est constitué de deux viroles concentriques en acier inoxydable qui délimitent un espace rempli d'un absorbant neutronique en résine. La cavité cylindrique du corps est destinée à accueillir le panier PCN2700-4 qui permet le transport [REDACTED] des éléments de contrôle des réacteurs HFR ou ORPHÉE. *

L'emballage CN2700 comprend une enveloppe de confinement constituée d'une virole en acier inoxydable, fermée à ses extrémités par un fond soudé et un couvercle muni d'un orifice, lui-même obturé par une tôle. Le couvercle et la tôle sont équipés de joints élastomères. Cependant aucun critère de sûreté n'est associé à ces composants, la justification du confinement des matières radioactives repose sur la tenue mécanique des éléments de contrôle ORPHÉE et HFR et sur l'absence d'ouverture du système de fermeture de la cavité de l'emballage et du panier supérieure à l'épaisseur minimale de chacune des plaques combustibles constituant les éléments de contrôle ORPHÉE et HFR.

En outre, la partie avant de la cavité de l'emballage est équipée d'une clavette circulaire amovible destinée à empêcher, lors des chutes, l'impact du panier sur le couvercle de la cavité. Toutefois, la largeur de la clavette, à l'endroit de l'impact du panier lors des chutes, n'est pas spécifiée sur le plan de sûreté de l'emballage. A cet égard, le requérant a donné son accord pour préciser sur le plan de sûreté du modèle de colis le rayon de courbure interne maximum [REDACTED] * de la clavette. L'IRSN estime que le plan de sûreté doit être révisé en ce sens avant la délivrance de l'agrément.

Par ailleurs, des pastilles [REDACTED] sont présentes sur la virole externe du corps afin, d'une part d'évacuer les gaz issus de la dégradation de la résine (vapeur d'eau, ...) en conditions accidentelles de transport, d'autre part d'empêcher au cours du transport l'entrée d'eau qui pourrait modifier les propriétés intrinsèques de la résine. L'IRSN considère que ces pastilles ont trop de perte de charge pour être efficaces en conditions de feu. Toutefois, la présence de [REDACTED] bouchons fusibles sur la virole externe du corps de l'emballage devrait permettre un dégazage suffisant des gaz issus de la dégradation de la résine lors de l'épreuve thermique. *

L'emballage CN2700 est transporté en position horizontale sur un châssis de transport dédié.

Panier

Le panier PCN2700-4 est composé de [REDACTED] galettes en aluminium, dont l'espacement et la cohésion sont assurées par des entretoises en acier inoxydable. Chaque galette, à l'exception de la galette de fond, comporte [REDACTED] des évidements de section carrée [REDACTED] afin d'accueillir des logements destinés à recevoir chacun un élément de contrôle. Un bouchon en aluminium assure la fermeture des logements du panier. Il est vissé sur la galette de tête du panier [REDACTED] *

[REDACTED]. À l'intérieur des logements du panier, les éléments de contrôle ORPHÉE doivent être bloqués axialement, à l'avant et à l'arrière, à l'aide de cales de forme parallépipédique en aluminium. Ces cales sont destinées à garantir un jeu axial entre le bouchon du panier et l'extrémité des éléments ORPHÉE inférieur à [REDACTED]. *

Contenus

La matière fissile est présente dans les éléments de contrôle sous forme de plaques gainées d'aluminium. [REDACTED]

En cours d'instruction, la société TN International a modifié la définition des contenus et du système de calage utilisé, pour supprimer, d'une part la possibilité de conditionner le contenu dans des enveloppes en matériau polymère, d'autre part la présence de plaques en polytétrafluoroéthylène prévues initialement sur les cales du contenu ORPHÉE. L'IRSN estime que le dossier de sûreté devrait être révisé en ce sens. En attendant que le dossier de sûreté soit mis à jour, l'IRSN estime que ces points devraient être précisés dans le certificat d'agrément. Le requérant a prévu de transmettre ultérieurement une demande d'extension d'agrément accompagnée des justifications appropriées, en vue de permettre la présence de matières hydrogénées dans les contenus.

Le requérant indique que le contenu peut être classé en tant que matière de faible activité spécifique (LSA-III). Ceci nécessite de satisfaire à l'épreuve réglementaire de lixiviation (perte d'activité inférieure à 0,1 A₂ si la totalité de la matière d'un colis se trouvait immergée, nue, dans l'eau pendant 7 jours). Le requérant estime que le respect de ce critère est garanti par la présence de la gaine qui est liée intimement à la matière fissile par colaminage à chaud. De plus, le requérant a précisé que des contrôles d'absence de contamination surfacique étaient réalisés par le fabricant CERCA sur les plaques combustibles des éléments de contrôle ORPHÉE et HFR. L'IRSN estime que ces points, qui permettent de garantir l'absence de relâchement d'activité supérieur à 0,1 A₂ lors de l'épreuve de lixiviation, devraient être précisés dans le dossier de sûreté. En attendant que le dossier de sûreté soit mis à jour, l'IRSN estime que ces points devraient être précisés dans le certificat d'agrément.

Comportement mécanique

Conditions de transport de routine

La manutention du colis, en position horizontale, est réalisée au moyen de deux oreilles soudées sur la génératrice supérieure du corps de l'emballage. Le requérant a vérifié, par calcul analytique, la tenue mécanique de ces oreilles en considérant une répartition équilibrée des efforts de manutention et le levage « à l'arraché ». Cependant, la société TN International n'a pas pris en compte la composante horizontale des efforts appliqués aux oreilles, induite par l'angle que forment les brins des élingues passant par les oreilles. Le requérant n'a pas non plus pris en compte le mode de rupture par arrachement de matière en traction. En cours d'instruction, le requérant a modifié le concept des oreilles de manutention de l'emballage en augmentant leur épaisseur de 56 % et la largeur autour de leur trou circulaire de 50 %. Néanmoins, la hauteur du nouveau concept d'oreille n'a pas été précisée par le requérant, bien que ce paramètre soit pris en compte dans les démonstrations de sûreté. En effet, la hauteur des oreilles doit être limitée [REDACTED], afin d'éviter le contact avec la cible lors des épreuves de chute représentatives des conditions accidentelles de transport. L'IRSN estime que le plan de sûreté du colis doit être révisé, avant la délivrance du certificat d'agrément, pour préciser l'ensemble des dimensions des oreilles de manutention qui sont importantes pour la sûreté. Par ailleurs, le requérant a vérifié, par un calcul analytique, la tenue mécanique du nouveau concept

d'oreilles, en tenant compte de la masse maximale du colis, muni du châssis de transport, du levage à l'arraché et de l'influence de l'angle que forment les brins des élingues passant par les oreilles.

Le basculement du corps de l'emballage (sans capots), de la position horizontale à la position verticale (et inversement), est réalisé au moyen d'un châssis de basculement dont les axes s'insèrent dans des encoches dites « tourillons inversés » usinées dans le fond du corps. Le requérant a vérifié la tenue mécanique des tourillons inversés en considérant un coefficient d'amplification dynamique de la force de gravité de 1,6. Néanmoins, il n'a pas justifié que ce coefficient permettait de couvrir les sollicitations subies par les tourillons inversés en cas de dépose brutale sur le châssis de basculement. L'IRSN estime que le requérant devrait compléter ses démonstrations de sûreté pour justifier ce facteur de charge en tenant compte, d'une part de la vitesse maximale de dépose envisagée avec les équipements de levage prévus, d'autre part de la rigidité du châssis de basculement.

L'emballage CN2700 est arrimé par appui de sa semelle sur le châssis de transport et d'au minimum deux sangles sur la virole externe du corps de l'emballage. La démonstration de la tenue mécanique des organes d'arrimage repose sur des calculs analytiques et les valeurs d'accélération préconisées dans le guide TS-G-1.1 de l'Agence internationale de l'énergie atomique pour le transport routier (2 g dans le sens longitudinal, 1 g dans le sens latéral et 2 g/-3 g dans le sens vertical). Néanmoins, le requérant n'a pas montré que les dispositions prises pour l'arrimage du colis sur le châssis de transport étaient suffisantes pour empêcher les mouvements du colis au cours du transport, conformément aux prescriptions du règlement cité en quatrième référence. L'IRSN estime que le requérant devrait compléter sa démonstration sur ce point.

Par ailleurs, afin de sécuriser la fixation des vis de la clavette circulaire vis-à-vis des sollicitations des conditions de transport de routine (vibrations, ...), l'IRSN recommande d'appliquer un couple de serrage de 2 N.m, au lieu de 1 N.m prévu actuellement par la société TN International. Ce point a été précisé dans le projet de certificat d'agrément.

Tenue mécanique du modèle de colis lors des épreuves de chute réglementaires

Il est stipulé dans la réglementation applicable que les colis de type industriel doivent résister aux épreuves définies pour simuler les conditions normales de transport, sans dispersion du contenu radioactif et sans augmentation de plus de 20 % de l'intensité maximale de rayonnement à la surface externe du colis. Par ailleurs, la démonstration de la prévention des risques de criticité repose sur le maintien de la géométrie de la cavité de l'emballage et du panier, ainsi que sur l'absence de dispersion de matière fissile en dehors des logements du panier, dans les conditions des épreuves réglementaires définies pour simuler les conditions accidentelles de transport. La justification de la non dispersion de matières radioactives et fissiles lors des épreuves réglementaires de chute repose, d'une part sur la tenue mécanique des éléments de contrôle ORPHÉE et HFR, notamment l'intégrité des plaques combustibles, d'autre part sur un décollement du bouchon du panier ne dépassant pas l'épaisseur minimale des plaques constituant les éléments de contrôle ORPHÉE et HFR.

La justification de la tenue mécanique du modèle de colis aux épreuves réglementaires de chute repose sur les résultats des essais réalisés avec un spécimen à l'échelle réelle complétés par des calculs numériques. Les conclusions de l'expertise par l'IRSN du programme d'essais de chute et de la représentativité du spécimen d'essai ont été présentées à l'ASN. Les demandes formulées ensuite par l'ASN dans la lettre citée en deuxième référence ont été prises en compte de manière satisfaisante par le requérant dans les démonstrations de sûreté.

Le requérant a également présenté une étude numérique pour évaluer les conséquences d'un impact différé du contenu sur la tenue du bouchon de fermeture du panier et de la clavette circulaire. Les résultats de cette étude montrent que, malgré les déformations plastiques dans le système de fermeture du panier, le décollement résiduel du bouchon reste inférieur au critère fixé par le requérant. De plus, la présence de la clavette circulaire empêche l'impact du panier sur le couvercle de la cavité de l'emballage. L'IRSN estime cependant qu'afin de conclure sur le décollement du bouchon du panier, le requérant devrait, d'une part justifier la qualification du modèle numérique utilisé [REDACTED] *, [REDACTED], d'autre part majorer la décélération appliquée sur le corps de l'emballage de 20 % afin de prendre en compte le rapport entre les masses de l'emballage chargé et vide.

La société TN International a également évalué le comportement mécanique des éléments combustibles ORPHÉE et HFR dans les configurations de chute libre, d'une hauteur de 9 m, du colis en positions verticale et quasi-horizontale. Les justifications transmises par la société TN International permettent de conclure à la tenue mécanique des plaques des éléments de contrôle ORPHÉE et HFR dans ces configurations de chute libre du colis.

Comportement thermique

Le requérant a étudié, par calcul numérique, le comportement thermique du modèle de colis dans les conditions réglementaires dites normales (pour 38°C d'ambiance et avec ensoleillement) et accidentelles de transport (exposition à des flammes à 800°C pendant 30 minutes). Les températures maximales atteintes par les différents composants du modèle de colis ne sont pas de nature à remettre en cause le niveau de sûreté des transports.

Sûreté-criticité

Le requérant a étudié les configurations du colis isolé, réfléché par 20 cm d'eau, et d'un réseau infini de colis, en tenant compte de l'état du colis à l'issue des séquences d'épreuves réglementaires simulant les conditions normales et accidentelles de transport.

S'agissant de la modélisation de l'emballage et du panier, l'IRSN estime que les hypothèses retenues sont acceptables. Pour ce qui concerne la modélisation de la matière fissile, le requérant utilise la méthode dite du « V/U » [REDACTED] *. [REDACTED]. Compte tenu des justifications transmises par le requérant sur la tenue mécanique des plaques combustibles, le volume des plaques et la masse d'uranium 235 ne sont pas affectés dans les conditions accidentelles de transport. L'IRSN a vérifié que cette méthode conduit à des résultats conservatifs pour le facteur de multiplication des neutrons et garantit [REDACTED] *. [REDACTED] pour la configuration la plus réactive pour le réseau de colis en conditions accidentelles de transport, des marges substantielles. Les tolérances dimensionnelles des plaques, transmises en cours d'instruction, n'ont pas été prises en compte dans les calculs. Toutefois, l'IRSN a vérifié que leur prise en compte ne remettait pas en cause les critères usuels d'admissibilité. Le requérant devrait toutefois intégrer dans sa démonstration de sûreté un calcul effectué pour un rapport V/U [REDACTED], tenant compte *. [REDACTED] des tolérances sur les dimensions des plaques ORPHÉE et HFR.

Radioprotection

Les justifications transmises par le requérant permettent de garantir le respect des critères réglementaires concernant les intensités maximales de rayonnement au contact et au voisinage du colis dans toutes les conditions de transport, ce qui est satisfaisant.

Utilisation et programme d'entretien

L'IRSN estime qu'un contrôle de la présence des bouchons fusibles sur la virole externe du corps et les capots de l'emballage devrait être réalisé avant chaque expédition. De plus, la présence de la clavette circulaire dans la rainure de la bride du corps devrait être vérifiée avant la fermeture de l'emballage.

Par ailleurs, le programme d'entretien du colis devrait être complété pour intégrer :

- un contrôle du serrage des vis de la clavette circulaire tous les 4 ans ou 20 cycles ;
- un contrôle du bon fonctionnement des soupapes des capots de l'emballage tous les 4 ans ou 20 cycles.

En outre, l'IRSN estime que l'essai d'étanchéité de l'enveloppe des capots, qui est réalisé tous les 4 ans ou 20 cycles, devrait également porter sur les bouchons fusibles des capots.

Ces éléments devraient être intégrés dans le dossier de sûreté, lors de sa prochaine mise à jour. En attendant que le dossier de sûreté soit mis à jour, l'IRSN estime que ces points devraient être précisés dans le projet de certificat.

Fabrication

En septembre 2014, l'ASN a réalisé une inspection sur le thème de la conformité des opérations de fabrication d'un emballage CN2700. Dans ce cadre, des écarts avec la définition du modèle de colis dans le dossier de sûreté ont été détectés. Par exemple, les caractéristiques mécaniques spécifiées pour les soudures de l'emballage et les filets rapportés équipant les taraudages présents dans les pièces vissées n'ont pas été respectées. À ce titre, l'ASN a demandé, dans la lettre citée en quatrième référence, que le requérant mette à jour ses démonstrations de sûreté afin de prendre en compte les propriétés mécaniques minimales garanties pour les soudures et les filets rapportés.

Conclusion

Compte tenu des justifications de sûreté présentées par le requérant, l'IRSN considère que le modèle de colis CN2700 chargé d'éléments de contrôle non irradiés des réacteurs ORPHÉE et HFR est conforme aux prescriptions réglementaires applicables aux colis industriels chargés de matières fissiles, sous réserve de prendre en compte les recommandations formulées en annexe 1 du présent avis, et les modifications apportées au projet de certificat qui sont présentées en annexe 2.

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

Pour le Directeur général, par ordre,
Gilles SERT,
Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe 1 à l'avis IRSN N°2014-441 du 10 décembre 2014

Recommandations de l'IRSN à prendre en compte avant l'émission du certificat d'agrément

- 1 Mise à jour du dossier de sûreté
- 1.1 Mettre à jour le plan de sûreté du modèle de colis pour :
 - a. intégrer le nouveau concept d'oreilles de levage de l'emballage, en précisant l'ensemble des dimensions des oreilles qui sont importantes pour la sûreté ;
 - b. préciser le rayon de courbure interne maximum [REDACTED] de la clavette circulaire. *
- 1.2 Mettre à jour la définition des contenus ORPHÉE et HFR dans le dossier de sûreté pour préciser les valeurs minimales de la largeur fissile et de la hauteur fissile des plaques ORPHÉE et HFR, ainsi que le nombre maximum de plaques par assemblage.

* partie masquée pour des raisons de secret défense

Annexe 2 à l'avis IRSN N° 2014-441 du 10 décembre 2014

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

Remarque IRSN : en ce qui concerne les recommandations indiquées en caractères gras ci-après, le requérant n'a pas encore pris position.

Annexe relative à l'emballage

1 Définition de l'emballage (§ 1)

- 1.1 Référencer le nouvel indice de la révision du plan de sûreté dans lequel doivent être définis le rayon de courbure interne maximal [REDACTED] de la clavette circulaire et le nouveau concept d'oreilles de manutention de l'emballage. *

2 Définition de l'emballage - Corps (§ 1.1)

- 2.1 Ajouter la mention suivante : « Le couple de serrage des vis de la clavette circulaire est fixé à 2 N.m ± 10 %.

3 Mesures que l'expéditeur doit prendre avant l'expédition du colis (§ 2)

- 3.1 Ajouter la mention suivante : « De plus,
- avant fermeture de l'emballage, vérifier la présence de la clavette circulaire dans la rainure de la bride du corps ;
 - avant expédition, vérifier la présence des bouchons fusibles sur la virole externe du corps et les capots de l'emballage. »

4 Programme d'entretien (§ 3)

Ajouter la mention suivante : « De plus,

- un contrôle du serrage des vis de la clavette circulaire doit avoir été effectué depuis moins de 4 ans et moins de 20 cycles,
- le contrôle du bon fonctionnement des soupapes des capots de l'emballage est intégré aux contrôles prévus tous les 4 ans ou 20 cycles,
- l'essai d'étanchéité de l'enveloppe des capots, réalisé tous les 4 ans ou 20 cycles, doit également porter sur les bouchons fusibles des capots. »

Annexe relative aux contenus

5 Définition du contenu autorisé (§ 1)

- 5.1 Contenus n° 1 et 2 : Préciser les valeurs minimales de la largeur fissile et de la hauteur fissile des plaques ORPHÉE et HFR, ainsi que le nombre de plaques par assemblage. Supprimer l'épaisseur d'âme fissile et la densité maximale d'uranium dans l'âme.
- 5.2 Contenus n° 1 et 2 : Ajouter la mention suivante : « Les plaques combustibles doivent être assemblées par colaminage. »
- 5.3 Contenus n° 1 et 2 : Ajouter la mention suivante : « Les plaques combustibles doivent avoir fait l'objet, lors de leur fabrication, d'un contrôle d'absence de contamination surfacique (critère :

0,4 Bq/cm² pour les émetteurs bêta et gamma et alpha de faible toxicité ou 0,04 Bq/cm² pour tous les autres émetteurs alpha. »

6 Aménagements internes (§ 3)

- 6.1 Contenu n°1 et 2 : Ajouter la mention suivante : « Le conditionnement du contenu dans des housses en matériau polymère n'est pas autorisé. »
- 6.2 Contenu n°1 : Ajouter la mention suivante : « La présence de plaques de polytétrafluoroéthylène sur les cales du contenu ORPHÉE n'est pas autorisée. »

7 Étude de criticité (§ 4)

- 7.1 Contenus n°1 et 2 : Ajouter, dans la liste des hypothèses prises en compte dans l'étude de criticité, la présence d'une quantité quelconque de polyéthylène au sein de la matière fissile.
- 7.2 Contenus n°1 et 2 : Supprimer les housses en polyéthylène du système d'isolement.
- 7.3 Contenu n°1 : Supprimer les cales pour combustible ORPHÉE en aluminium et leurs plaques de protection [REDACTED] du système d'isolement.

*

Annexe 3 à l'avis IRSN N°2014-441 du 10 décembre 2014

Observations de l'IRSN pour l'amélioration des démonstrations de sûreté

1 Mise à jour du dossier de sûreté

- 1.1 Mettre à jour la définition des contenus ORPHÉE et HFR dans le dossier de sûreté pour :
- préciser que les plaques combustibles des éléments de contrôle ORPHÉE et HFR sont assemblées par colaminage ;
 - préciser que les plaques combustibles des éléments de contrôle ORPHÉE et HFR doivent avoir fait l'objet, lors de leur fabrication, d'un contrôle d'absence de contamination surfacique (critère associé : 0,4 Bq/cm² pour les émetteurs bêta et gamma et alpha de faible toxicité ou 0,04 Bq/cm² pour tous les autres émetteurs alpha).
- 1.2 Réviser les notes DOS-13-00078383-151 rév.0 du 19/12/13 et DOS-13-00078383-161 rév.0 du 19 décembre 2013 pour présenter les valeurs d'allongement à la rupture des composants métalliques exprimées en grandeurs rationnelles.

2 Arrimage et manutention

- 2.1 Évaluer la charge maximale et les contraintes associées sur la portée des tourillons inversés en cas de dépose brutale sur le châssis de basculement en tenant compte, d'une part de la vitesse maximale de dépose possible avec les équipements de levage prévus, d'autre part de la rigidité du châssis de basculement.
- 2.2 Justifier que la force manuelle standard (de 50 daN) exercée pour tendre les sangles d'arrimage est suffisante pour empêcher les mouvements de l'emballage au cours du transport. Si la présence d'un tapis antidérapant est retenue dans les démonstrations, le facteur de frottement utilisé devra être justifié au regard du matériau du tapis et de son état de propreté (présence d'huile, de graisse, de givre, de pluie ...). Justifier le maintien de la précharge des sangles en cours de transport, le cas échéant.

3 Conséquences d'un impact différé du contenu sur le système de fermeture du panier

- 3.1 Évaluer l'impact sur la tenue mécanique du bouchon du panier d'une augmentation de 20 % de la décélération appliquée sur la bride du corps, afin de prendre en compte le rapport entre les masses de l'emballage chargé et vide.
- 3.2 Afin de démontrer le respect du critère de décollement admissible pour le bouchon du panier, justifier la qualification du modèle numérique utilisé, en termes de modélisation [REDACTED] *
[REDACTED] (finesse du maillage, ...), pour reproduire correctement les contraintes engendrées dans ces pièces.

4 Étude de sûreté-criticité

4.1 Mettre à jour la note DOS-13-00078383-500 rév.0 du 19/12/2013 pour corriger les points suivants :

- a. dans la description des caractéristiques des contenus, indiquer que les masses maximales d'²³⁵U mentionnées correspondent aux masses par élément de contrôle et non pour la totalité du contenu ;
- b. indiquer qu'une épaisseur de résine restante égale à 50 mm correspond à une épaisseur de résine brûlée égale à 15 mm (au lieu de 20 mm) ;
- c. spécifier l'unité du rapport « V/U » (cm³/g).

4.2 Intégrer dans l'analyse de sûreté-criticité un calcul effectué pour un rapport « V/U » ██████████ *
prenant en compte les tolérances sur les dimensions des plaques combustibles.

5 Utilisation

5.1 Préciser dans le chapitre du dossier de sûreté relatif à l'utilisation du modèle de colis CN2700 :

- a. les zones de contrôle des débits d'équivalent de dose autour de l'emballage chargé avant expédition transmises en cours d'instruction ;
- b. la vérification, avant fermeture de l'emballage, de la présence de la clavette circulaire dans la rainure de la bride du corps ;
- c. la vérification, avant expédition, de la présence des bouchons fusibles sur la virole externe du corps et les capots de l'emballage ;
- d. le couple de serrage des vis de la clavette circulaire (2 N.m).

6 Entretien périodique

6.1 Compléter le programme de contrôle périodique du colis CN2700 pour intégrer :

- a. un contrôle du serrage des vis de la clavette circulaire tous 4 ans ou 20 cycles ;
- b. un contrôle du bon fonctionnement des soupapes des capots de l'emballage tous les 4 ans ou 20 cycles ;
- c. le contrôle des bouchons fusibles des capots dans l'essai d'étanchéité de l'enveloppe des capots qui est réalisé tous les 4 ans ou 20 cycles.

