

Fontenay-aux-Roses, le 17 mai 2016

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2016-00157

Objet : Transport - Prorogation - Emballage TN 24 BH chargé d'assemblages combustibles irradiés.

Réf.

1. **Lettre ASN CODEP-DTS-2015-014930 du 15 avril 2015.**
2. Règlement de transport de l'AIEA SSR-6 édition de 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 la demande de prorogation d'agrément présentée par la société AREVA TN pour le modèle de colis TN 24 BH chargé d'assemblages combustibles irradiés, en tant que colis de type B(U) pour matières fissiles.

Cette demande concerne le transport, par voies routière, fluviale et ferroviaire, d'assemblages combustibles, à base d'oxyde d'uranium, irradiés dans des réacteurs suisses à eau bouillante (REB). Ce colis est utilisé pour l'entreposage de ces assemblages combustibles sur le site de Zwilag en Suisse.

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

Contexte

L'emballage TN 24 BH est de forme générale cylindrique. Sa cavité interne est constituée par une virole et un fond en acier de forte épaisseur. Elle est fermée par deux couvercles indépendants fixés sur la partie supérieure de la virole (conception à double barrière d'étanchéité). Ces couvercles sont munis chacun d'un orifice obturé par une tige. De la résine, limitant les rayonnements ionisants autour du colis, est placée au niveau du fond, de la virole ainsi que dans le couvercle primaire. Enfin, pour amortir les chocs, des capots amortisseurs sont fixés à chacune des extrémités de ce corps ainsi que des couronnes en aluminium autour de la virole. Les masses maximales du colis à vide et chargé sont respectivement égales à 103 et 135 tonnes.

La cavité interne de l'emballage accueille un panier constitué d'un assemblage d'éléments en aluminium boré et en acier, délimitant des logements. Il existe 3 types de panier (dits options 1, 2 et 3) présentant 65 ou 69 logements chargés chacun d'au plus un assemblage combustible.

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 B 440 546 018

Les opérations de chargement du colis sont réalisées sous eau. De ce fait, la cavité du modèle de colis TN 24 BH est drainée puis séchée avant transport.

Les principales caractéristiques des assemblages combustibles chargés sont les suivantes :

- les réseaux de crayons les constituant sont de types 8 x 8, 9 x 9, 10 x 10 ou 11 x 11 ;
- la teneur initiale maximale en isotope 235 de l'uranium est égal à 5 % ;
- chaque assemblage combustible peut inclure au plus deux crayons d'eau, correspondant à des tubes ouverts en partie haute et éventuellement bouchés en partie basse avec un perçage à quelques dizaines de millimètres de cette extrémité ;
- le taux de combustion moyen est d'au plus 75 000 MWj/tU et le temps de refroidissement d'au moins 6 mois.

Dans le cadre de la présente demande de prorogation d'agrément, le requérant introduit également la possibilité :

- d'utiliser un nouveau type de fixation des deux demi-couronnes en aluminium qui ceinturent le corps de l'emballage, visant à amortir les chocs en cas de chute du colis en position horizontale ;
- d'équiper l'emballage de tourillons, de manutention et d'arrimage, creux ;
- d'utiliser un nouveau type de panier (option 3) ;
- d'inclure de nouvelles configurations de chargement des paniers considérant des répartitions hétérogènes des puissances thermiques des assemblages.

Comportement mécanique du colis

Dans le cadre de la précédente demande de prorogation d'agrément du modèle de colis TN 24 BH, l'ASN a formulé des demandes de compléments relatifs notamment aux analyses :

- de la tenue mécanique des vis de fixation des couvercles de fermeture de la cavité et de l'amortisseur de fond à l'issue de chutes libres, d'une hauteur de 9 m, du colis en position verticale ;
- du comportement du colis à l'issue d'une chute libre, d'une hauteur de 9 m, en position quasi-horizontale.

Par ailleurs, dans le cadre de la demande objet du présent avis, le requérant introduit le graissage sous têtes des vis de fixation des tourillons, du couvercle primaire et de sa tôle d'orifice.

Les compléments transmis par le requérant sur ces points, ainsi que la tenue des nouveaux tourillons creux en conditions de transport de routine, sont analysés ci-après.

Conditions de transport de routine

Les accélérations retenues par le requérant pour évaluer la tenue mécanique des organes d'arrimage et de manutention du colis sont comparables à celles recommandées par le groupe de travail international en charge d'élaborer le projet de révision de l'annexe IV du guide de l'AIEA N°SSG-26. L'évaluation du requérant conclut à des contraintes dans les tourillons et la virole inférieures aux critères définis dans les normes retenues. De plus, il démontre la tenue à la fatigue de ces éléments.

À cet égard, la précharge des vis de fixation des tourillons serait dépassée dans le cas où ces dernières ne seraient pas graissées sous tête. Ceci induit un risque de desserrage des vis lors du transport. Sur ce point, dans le dossier transmis, le requérant indique qu'un graissage systématique sous tête des vis de fixation des tourillons sera réalisé à partir de juin 2016. Il justifie par ailleurs l'absence de risque de rupture fragile des tourillons et de leur vis de fixation en considérant leur précharge maximale. Ces points n'appellent pas de remarque de l'IRSN.

Enfin, pour rappel, les conditions de serrage des vis de fixation du couvercle primaire et de sa tôle ont fait l'objet d'un avis de l'IRSN en octobre 2015, dont les principales recommandations sont reprises dans les annexes du présent avis. Notamment, l'IRSN a estimé que le requérant devrait justifier l'absence de risque de matage de ces composants lors des opérations de serrage ou réduire le couple de serrage appliqué aux vis de fixation des tôles de fermeture des orifices des couvercles.

Conditions accidentelles de transport

Le requérant a complété l'étude du comportement mécanique du colis dans les configurations de chute libre, d'une hauteur de 9 m, en positions verticale et oblique avec un impact sur le capot de fond. Ces études concluent à des déformations importantes notamment des composants du capot de fond. Aussi, l'IRSN considère que la tenue de ce capot amortisseur en condition accidentelle de transport n'est à ce jour pas démontrée. Toutefois, compte tenu des modélisations retenues dans les études, ceci n'est pas de nature à modifier les conclusions des analyses relatives à la radioprotection et à la prévention des risques de criticité. Par contre, les conséquences d'une éventuelle augmentation de la température des composants importants pour la sûreté du colis sont formellement à évaluer. Ce point fait l'objet de l'observation 2.2 de l'annexe 3 au présent avis.

Par ailleurs, les jeux minimaux entre le panier ou les assemblages d'une part, le couvercle interne d'autre part, sont de quelques millimètres et ceux maximaux de quelques dizaines de millimètre. À cet égard, l'IRSN estime que le requérant devrait évaluer les conséquences sur l'étanchéité du modèle de colis d'un éventuel impact décalé du chargement (contenu et panier) sur le couvercle, en considérant les jeux maximaux entre les composants et la configuration de chute la plus pénalisante. Ceci fait l'objet de la recommandation 5.1 de l'annexe 1 au présent avis.

La société AREVA TN a revu les démonstrations de tenue mécanique du colis dans la configuration de chute de ce dernier en position quasi-horizontale avec effet de fouettement. Pour cela, elle a développé un modèle numérique considérant les nouvelles fixations des couronnes en aluminium et la présence des tourillons creux. Les études réalisées pour cette configuration du colis n'appellent pas de remarque particulière de l'IRSN.

Toutefois, la configuration avec les tourillons pleins et l'ancien système de fixation des couronnes en aluminium pourrait conduire à des accélérations du colis plus importantes, mettant en cause les hypothèses retenues pour montrer la tenue des aménagements internes et l'absence de rupture fragile des composants du colis en acier au carbone. Or, l'IRSN estime que le requérant n'a pas présenté d'étude permettant de déterminer les valeurs des accélérations du colis dans cette configuration. À cet égard, il a révisé le dossier de sûreté en spécifiant pour les nouveaux emballages, l'utilisation systématique du nouveau système de fixation des couronnes en aluminium, à partir de

2017, et des tourillons pleins dès à présent. Pour les autres emballages, le remplacement des tourillons pleins par des tourillons creux est prévu après trois cycles de transport. En l'absence d'études complémentaires, l'IRSN estime que, pour les emballages actuellement entreposés, les tourillons pleins doivent être remplacés par des tourillons creux après leur prochaine opération de déchargement. Ce point fait l'objet de la recommandation 2.2 présentée en annexe 1 du présent avis.

Risque de rupture fragile de la virole

Le requérant détermine le facteur d'intensité de contrainte maximal dans la virole interne, en acier à bas carbone, et sur cette base exclut le risque de rupture fragile de cette dernière. Cette conclusion n'appelle pas de remarque de l'IRSN. Notamment, la marge de sûreté par rapport à ce risque est significative. Toutefois, le requérant devrait consolider ses justifications pour évaluer les contraintes maximales dans les zones de défaut en supposant un comportement élastoplastique de l'acier et en considérant la géométrie applicable au modèle de colis TN 24 BH. Ce point fait l'objet de l'observation 3.1 présentée en annexe 3 du présent avis.

Comportement mécanique des aménagements internes et des contenus

Le requérant a mis à jour l'étude du comportement mécanique des aménagements internes et des assemblages, pour tenir compte notamment du panier option 3. Il conclut à l'absence de risque de déformation notable des paniers en conditions accidentelles de transport, les dépassements de la limite d'élasticité de leurs composants étant localisés. Toutefois, l'amplification dynamique du panier dans la configuration de chute libre du colis en position verticale avec impact sur le capot de fond n'a pas été considérée par le requérant. Ce point fait l'objet de l'observation 1.3 de l'annexe 3 au présent avis.

Néanmoins, les démonstrations de la prévention des risques de criticité en conditions accidentelles de transport ont été réalisées en considérant la ruine du panier. De plus, une déformation locale des paniers ne serait pas de nature à mettre en cause les conclusions de l'analyse de radioprotection.

Le requérant considère une dispersion du contenu radioactif dans la cavité interne du colis, limitée à quelques pastilles par crayon dans l'étude thermique du colis et de l'ensemble des pastilles dans celle de sûreté-criticité. À cet égard, l'IRSN recommande que le requérant réalise une étude de sensibilité évaluant l'influence de la quantité de matière dispersée sur la température des composants importants pour la sûreté du colis. Ce point fait l'objet de la recommandation 3.1 formulée en annexe 1 de la présente fiche.

Comportement thermique du colis

Le requérant introduit de nouveaux plans de chargement des paniers considérant des répartitions hétérogènes des puissances thermiques des assemblages. Il justifie l'absence d'influence de ces plans de chargement sur les températures maximales du colis, déterminées en considérant une répartition homogène de la puissance thermique du contenu dans tous les logements du panier. Dans cette analyse, il prend en compte le décentrement radial, dans la cavité du colis, du panier et des assemblages ainsi que l'influence du gradient circonférentiel de températures, ce qui est satisfaisant.

En revanche, le requérant ne considère qu'une dispersion limitée de la matière dans la cavité de l'emballage. Comme indiqué au paragraphe précédent, l'IRSN estime qu'une analyse de sensibilité sur ce paramètre devrait être réalisée.

De même, les calculs du requérant ne tiennent pas compte d'une éventuelle augmentation de température des joints résultant d'une poursuite de la combustion du bois présent dans la structure du capot de tête. L'IRSN estime que le requérant devrait évaluer l'influence de ce phénomène. Ce point fait l'objet de la recommandation 3.2 formulée en annexe 1 de la présente fiche.

Confinement

La société AREVA TN justifie que les relâchements potentiels d'activité du colis dans les différentes conditions de transport respectent les critères spécifiés dans la réglementation citée en seconde référence. Dans ses études, elle n'a pas pris en compte une augmentation de pression associée à la présence éventuelle d'eau résiduelle à l'issue des opérations de séchage de la cavité du colis. Toutefois, l'IRSN considère que ceci n'est pas de nature à modifier les conclusions des analyses réalisées.

Les taux de remplissage maximal des gorges des joints en élastomère calculés par le requérant, notamment pour celui de l'enveloppe de confinement associée au couvercle secondaire, atteignent 104 % en conditions accidentelles de transport. À cet égard, l'IRSN considère qu'au-delà d'un taux de remplissage de 100 % de ces gorges, il n'est pas démontré que les joints de la nuance spécifiée dans le dossier de sûreté conservent leur propriété.

Aussi, l'IRSN estime que le requérant devrait prévoir, à minima, le redimensionnement des joints en élastomère du couvercle secondaire afin de garantir un taux de remplissage des gorges inférieur à 100 % dans toutes les conditions de transport. Ce point fait l'objet de la recommandation 4.1 formulée en annexe 1 du présent avis.

Radioprotection

L'analyse présentée par la société AREVA TN conclut que les débits d'équivalent de dose au contact et au voisinage du colis chargé d'un contenu type respectent les critères réglementaires dans toutes les conditions de transport.

De plus, comme cela est requis à présent par la réglementation citée en seconde référence, elle a transmis au cours de l'instruction une nouvelle démarche visant à définir des caractéristiques maximales admissibles des contenus pouvant être chargés dans la cavité du modèle de colis TN 24 BH à l'égard des exigences de radioprotection.

Si la démarche proposée par le requérant pourrait permettre sur le principe de répondre à cet objectif, elle s'appuie sur des hypothèses, par exemple un profil axial de taux de combustion des assemblages, qui restent à étayer. Aussi, l'IRSN estime que l'étude du requérant devrait être poursuivie. Ceci fait l'objet de la recommandation 6.1 de l'annexe 1 au présent avis.

A cet égard, l'IRSN suggère qu'une instruction technique particulière soit consacrée à cette nouvelle démarche, qui a vocation à être déclinée pour plusieurs modèles de colis.

Sûreté-criticité

L'analyse de sûreté-criticité du requérant repose principalement sur l'étude du colis considérant le contenu ruiné dans la cavité interne et mélangé de manière quelconque avec un litre d'eau. Elle tient compte du fait que le colis TN 24 BH possède une double barrière d'étanchéité de haute qualité et subit des doubles contrôles indépendants de l'efficacité de la vidange, du séchage et de la fermeture de chacune des barrières d'étanchéité du colis.

Les justifications de la tenue des barrières d'étanchéité pour les différentes conditions de transport sont analysées dans les paragraphes précédents du présent avis.

Concernant le projet de certificat d'agrément, l'IRSN estime que la mention indiquant que « la démonstration de la sous-criticité est réalisée avec une quantité d'eau limitée » devrait être ajoutée.

Risques subsidiaires

Le requérant a présenté, en cours d'instruction, une analyse visant à démontrer l'absence de création d'une atmosphère inflammable dans la cavité du colis qui résulterait de la radiolyse d'une quantité d'eau résiduelle à l'issue des opérations de séchage. La quantité d'eau enveloppe considérée par le requérant a été évaluée sur la base de l'essai de séchage détaillé dans le paragraphe « fabrication, utilisation et maintenance » du présent avis.

Le requérant évalue la composition du gaz dans la cavité de l'emballage et justifie que la proportion en air du mélange déterminé est trop faible pour conduire à un risque d'explosion ou d'inflammation dans la cavité au cours des transports.

Toutefois, le requérant ne tient pas compte dans son analyse de la quantité d'air résiduelle présente dans la cavité du colis à l'issue des opérations de séchage. À cet égard, il a indiqué lors de l'instruction qu'à l'issue de la phase de séchage de la cavité, de l'hélium était injecté jusqu'à ce que la pression interne atteigne la pression atmosphérique. Enfin, la dernière étape de chargement consiste à ramener la pression interne de la cavité du colis à 200 mbar. L'IRSN considère, au regard des opérations décrites ci-avant, que la quantité d'air dans la cavité du colis resterait inférieure à la limite inférieure d'inflammabilité du mélange gazeux.

L'IRSN a modifié le projet de certificat pour spécifier qu'à l'issue de la phase de séchage, la cavité doit être remplie d'hélium à minima jusqu'à la pression atmosphérique avant d'être mise en dépression à 200 mbar. Le requérant a donné son accord sur ce point.

Fabrication, utilisation et maintenance

Concernant le séchage de la cavité de l'emballage, l'IRSN considère que les crayons d'eau des assemblages présentent une géométrie susceptible de conduire à une rétention d'eau à l'issue des opérations de séchage de la cavité du colis.

Lors de l'instruction, le requérant a précisé les dimensions des crayons d'eau et détaillé un essai de séchage réalisé pour un autre modèle de colis avec des tubes non-débouchants similaires aux crayons d'eau.

À cet égard, l'IRSN estime que les dimensions des crayons d'eau, justifiant la représentativité de l'essai réalisé, devraient être spécifiées dans le certificat d'agrément. Aussi, l'IRSN propose de modifier le projet de certificat pour spécifier que les crayons d'eau présentent un diamètre interne

minimal égal à 10,1 mm et que les trous de perçage ont un diamètre minimal égal à 2 mm et sont positionnés à au maximum 60 mm de l'extrémité inférieure.

En se basant sur les résultats de l'essai précité, le requérant évalue une quantité d'eau résiduelle à l'issue de la phase de séchage de la cavité qu'il estime conservatrice. Néanmoins, l'IRSN estime que la société AREVA TN devrait confirmer formellement le volume d'eau résiduelle présent dans les crayons d'eau non débouchant, qui sont percés à une hauteur inférieure à 60 mm et de dimensions telles que spécifiées dans le projet de certificat d'agrément. Ces justifications pourraient reposer sur des essais complémentaires, compte tenu de la complexité des phénomènes de vaporisation.

Ces essais permettront de confirmer le conservatisme de la quantité d'eau retenue pour justifier l'absence de création d'une atmosphère inflammable dans la cavité du colis. Ce point fait l'objet de la recommandation 1.1 formulée en annexe 1 du présent avis.

Conclusion

Compte tenu des justifications de sûreté présentées par le requérant, l'IRSN considère que le modèle de colis en objet, tel que défini dans le projet de certificat modifié par l'IRSN, est conforme aux prescriptions réglementaires applicables aux modèles de colis de type B(U) pour matière fissile. Toutefois, le requérant devra prendre en compte, dans les meilleurs délais, les recommandations figurant en annexe 1. Les modifications apportées par l'IRSN au projet de certificat sont présentées en annexe 2.

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 et par délégation,
Igor LE BARS,
Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe 1 à l'avis IRSN N° 2016-00157 du 17 mai 2016

Recommandation de l'IRSN

1 Séchage de la cavité

- 1.1 Confirmer le volume d'eau résiduelle présent dans les crayons d'eau non débouchant qui sont percés à une hauteur inférieure à 60 mm et de dimensions telles que spécifiées dans le projet de certificat d'agrément. Ces justifications pourraient reposer sur des essais complémentaires compte tenu de la complexité des phénomènes de vaporisation.

2 Utilisation et maintenance

- 2.1 Spécifier dans les chapitres 6A et 7A du dossier de sûreté les caractéristiques de lubrification à garantir si des graisses autres que la graisse NEVER SEEZ High Temperature Stainless Nuclear Grade sont utilisées, notamment les valeurs des coefficients de frottement et les incertitudes associées.
- 2.2 Pour les emballages actuellement utilisés, remplacer les tourillons pleins par des tourillons creux après leur prochaine opération de déchargement, ou compléter les études de chute du colis en position quasi horizontale.

3 Comportement thermique du colis

- 3.1 Évaluer l'influence pour le modèle de colis TN 24 BH, sur la température des joints en EPDM du couvercle secondaire et de sa tôle, de la dispersion de la matière radioactive en conditions normales et accidentelles de transport.
- 3.2 Prendre en compte l'augmentation de température associée à la poursuite de la combustion du bois des capots après l'arrêt du feu durant l'épreuve thermique simulant les conditions accidentelles de transport.

4 Confinement

- 4.1 Redimensionnement des joints en EPDM qui équipent le couvercle secondaire de fermeture de la cavité du colis afin de garantir un taux maximal de remplissage des gorges inférieur ou égal à 100 % dans toutes les conditions de transport et un taux de compression minimal de 15 % à -40°C.

5 Comportement mécanique du colis

- 5.1 Évaluer le comportement du modèle de colis, dans les configurations de chutes oblique et axiale sur tête, avec le décalage le plus pénalisant possible de chaque élément du chargement (assemblages et panier) avant impact.

6 Radioprotection

6.1 Concernant la nouvelle méthode de définition d'un contenu enveloppe :

- a. spécifier le domaine de validité de la méthode retenue en termes de taux de combustion, temps de refroidissement et masse de métal de lourd des assemblages combustibles ;
- b. justifier qu'une variation du taux de combustion des assemblages combustibles n'est pas de nature à mettre en cause la répartition des émissions neutroniques en fonction de la hauteur des assemblages combustibles ;
- c. justifier le conservatisme des calculs réalisés pour déterminer les émissions gamma d'activation des extrémités des assemblages combustibles ;
- d. démontrer que les « facteurs de recalage » (fp) déterminés sont valables quel que soit l'historique d'irradiation des assemblages combustibles transportés ;
- e. préciser les incertitudes associées aux calculs TRIPOLI réalisés ;
- f. justifier que la méthode retenue couvre les configurations de chargement hétérogène et partiel du panier, en tenant compte de la contribution de chaque logement au débit d'équivalent de dose au contact du colis.

Annexe 2 à l'avis IRSN N° 2016-00157 du 17 mai 2016

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

(Les modifications notées en gras sont celles pour lesquelles le requérant n'a pas donné son accord).

1 Annexe 0 paragraphe 2

- 1.1 Spécifier que « à l'issue de la phase de séchage, la cavité doit être remplie d'hélium à minima jusqu'à la pression atmosphérique avant d'être mise en dépression à 200 mbar. ».

2 Annexe 1 paragraphe 1

- 2.1 Spécifier que : « Les assemblages peuvent comporter des crayons non combustibles de type « crayon d'eau » qui sont percés à une hauteur inférieure à **60 mm** par rapport à l'extrémité inférieure. **Les crayons d'eau présentent un diamètre interne minimal égal à 10,1 mm et les trous de perçage ont un diamètre minimal égal à 2 mm.** Chaque assemblage peut contenir au maximum deux crayons d'eau. »

3 Annexe 1 paragraphe 4

- 3.1 Spécifier : « la démonstration de la sous-criticité est réalisée avec une quantité d'eau limitée ».

4 Corps, annexe 0 et annexe 1

- 4.1 Spécifier la révision 6 du dossier de sûreté.

Annexe 3 à l'avis IRSN N° 2016-00157 du 17 mai 2016

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

1 Comportement mécanique du colis

- 1.1 Justifier la pertinence des critères retenus dans le cadre de l'étude de la tenue des vis de fixation des tapes de fermeture des orifices des couvercles afin d'exclure le risque de matage des composants lors des opérations de serrage. À défaut, réduire le couple de serrage appliqué aux vis de fixation de la tape de fermeture des orifices des couvercles pour justifier que la pression sous tête des vis n'est pas de nature à engendrer une déformation plastique des composants avec des marges suffisantes.
- 1.2 Considérer un facteur de pénalisation de 10 % minimum sur les accélérations et les contraintes évaluées par le modèle numérique simulant la chute libre du colis avec impact sur le capot de tête.
- 1.3 Démontrer que l'amplification dynamique n'est pas de nature à mettre en cause la tenue mécanique du panier option 3 lors de la chute libre du colis en position verticale avec impact sur le capot de fond.
- 1.4 Justifier que l'accélération retenue dans l'évaluation de la tenue des tourillons et de leurs vis de fixation couvre la dépose brutale du colis dans les infrastructures portuaires.

2 Comportement thermique du colis

- 2.1 Évaluer les conséquences d'un endommagement associé à un poinçonnement au droit de la tape du couvercle secondaire sur les températures du modèle de colis en considérant une modélisation réaliste du capot amortisseur de tête et du système de fermeture de l'emballage.
- 2.2 Confirmer que la perte du capot de fond en conditions accidentelles de transport n'est pas de nature à engendrer une augmentation de la température des composants importants pour la sûreté du colis.
- 2.3 Confirmer qu'une variation de la conductivité thermique de la résine présente dans la structure du couvercle primaire ne modifie pas significativement les températures maximales des composants importants pour la sûreté du colis en conditions accidentelles de transport.

3 Risque de rupture brutale.

- 3.1 Évaluer les contraintes maximales dans les zones de défaut en supposant un comportement élastoplastique de l'acier et en considérant la géométrie applicable au modèle de colis TN 24 BH.

4 Confinement

- 4.1 Mettre à jour les calculs de pénétration d'eau dans la cavité du colis à l'issue des épreuves réglementaires d'immersion en tenant compte du nouveau taux de fuite de la seconde barrière d'étanchéité du colis et de la température maximale des joints atteinte en conditions normales et accidentelles de transport.

5 Radioprotection

- 5.1 Évaluer l'augmentation de l'intensité maximale de rayonnement au contact et au voisinage du colis, en conditions normales de transport, en tenant compte des mouvements possibles des contenus dans la cavité de l'emballage.
- 5.2 Réaliser une étude de sensibilité pour le modèle de colis TN 24 BH évaluant l'influence, sur l'intensité du rayonnement autour du colis en conditions normales et accidentelles de transport, de la dispersion de la matière radioactive dans la cavité de l'emballage.

6 Utilisation et maintenance

- 6.1 Transmettre un retour d'expérience sur l'exploitation, la fabrication et l'entretien de l'emballage lors de la prochaine demande de prorogation.

7 Assurance de la qualité

- 7.1 Définir des critères permettant de classer les écarts affectant la sûreté et devant être déclarés aux autorités compétentes.