

Fontenay-aux-Roses, le 23 mai 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n°2017-00172

Objet : Transport - Prorogation - Emballage TN 24 XLH chargé de combustible irradié

- Réf.
1. **Lettre ASN CODEP-DTS-2016-023456 du 23 juin 2016.**
 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 International pour l'emballage TN 24 XLH chargé de combustibles irradiés en tant que colis de type B(U) pour matières fissiles.

Le modèle de colis TN 24 XLH est utilisé actuellement en Belgique pour le transport et l'entreposage à sec de longue durée d'assemblages de combustibles irradiés. Quatre types de contenus sont autorisés dans l'emballage TN 24 XLH, qui se différencient principalement sur l'enrichissement initial en uranium 235.

Le dossier de sûreté transmis à l'appui de la demande du requérant a été complété pour tenir compte des demandes formulées par l'ASN à la suite de précédentes expertises de l'IRSN, notamment celle relative à la précédente demande de prorogation d'agrément du colis TN 24 XLH.

Ce dossier de sûreté ainsi que les compléments présentés par le requérant au cours de l'instruction ont été expertisées par l'IRSN par rapport au règlement cité en deuxième référence. De cette expertise, il ressort les principaux points suivants.

Adresse Courrier
BP 17
92262 Fontenay-aux-Roses
Cedex France

1 DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS

1.1 Description de l'emballage

L'emballage TN 24 XLH est de forme générale cylindrique. Il est formé radialement d'une virole épaisse en acier, recouverte de résine neutrophage traversée par des conducteurs thermiques. La cavité est fermée par deux couvercles vissés : le couvercle primaire est équipé de joints métalliques et le couvercle secondaire est équipé de joints en élastomère. Le système amortisseur de choc est composé d'un amortisseur de tête et d'un amortisseur de fond en bois

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

recouvert de tôles d'acier, ainsi que de couronnes en aluminium. L'emballage est équipé de tourillons permettant sa manutention et son arrimage.

Dans le cadre de la présente demande, les principales évolutions apportées au concept d'emballage TN 24 XLH sont les suivantes :

- la masse maximale de l'emballage à vide a été légèrement augmentée ;
- un nouveau type de résine neutrophage peut recouvrir la virole de l'emballage TN 24 XLH ;
- la possibilité est donnée à l'exploitant de lubrifier la tête des vis de fixation du système de fermeture, des capots amortisseurs et des tourillons, associée à une modification du couple de serrage des vis de fixation du système de fermeture lorsque les têtes de ces vis sont lubrifiées.

1.2 Description des contenus

Le modèle de colis TN 24 XLH est conçu pour transporter dans un panier des assemblages de combustible à base d'oxyde d'uranium irradiés dans des réacteurs à eau sous pression (REP). Les contenus sont constitués d'au maximum 24 assemblages de combustibles irradiés. Dans le cadre de la présente demande de prorogation d'agrément, le requérant a apporté quelques évolutions mineures sur les contenus (masse maximale d'assemblage, activité maximale...).

2 COMPORTEMENT MECANIQUE DE L'EMBALLAGE

2.1 Conditions de transport de routine

Dans le cadre de la présente demande, le requérant a mis à jour les justifications de la tenue mécanique des organes d'arrimage et de manutention du modèle de colis TN 24 XLH afin notamment de prendre en compte la modification du coefficient de frottement des vis de fixation des tourillons de l'emballage, qui a été réalisée également pour les autres emballages de la famille TN 24, ainsi que de la possibilité de lubrification des vis de fixation du système de fermeture et des capots amortisseurs.

A cet égard, l'IRSN estime que la sollicitation retenue dans la démonstration de la tenue des organes de manutention (tourillons) n'est pas suffisamment pénalisante dans la mesure où elle ne tient compte, ni du levage à l'arraché, ni de la dépose brutale, qui sont des situations envisageables à prendre en compte. Toutefois, compte tenu des marges estimées par le requérant, l'IRSN estime que cela n'est pas de nature à remettre en cause la justification de la tenue des organes de manutention. Nonobstant, le requérant devrait mettre à jour le dossier de sûreté par une évaluation des contraintes dans les organes de manutention, en prenant en compte une accélération permettant de couvrir les cas de levage à l'arraché et de dépose brutale du colis. **Ceci fait l'objet de l'observation 1.A.b présentée en annexe 2 au présent avis.**

En outre, l'IRSN relève que la précontrainte minimale des vis des capots, dont l'évaluation a été mise à jour pour prendre en compte la lubrification des vis, représente moins de 8 % de la limite d'élasticité du matériau dont elles sont constituées. Or, sur la base du retour d'expérience disponible, l'IRSN estime que ce niveau de précontrainte n'est pas suffisant pour exclure un desserrage des vis au cours du transport. Aussi, l'IRSN estime que le requérant devrait étudier la possibilité d'augmenter la précharge des vis des capots. **Ceci fait l'objet de l'observation 1.A.a présentée en annexe 2 au présent avis.**

2.2 Conditions normales de transport

Le requérant indique dans le dossier de sûreté qu'il n'a pas étudié le comportement mécanique de l'emballage TN 24 XLH à l'issue des épreuves réglementaires simulant les conditions normales de transport, dans la mesure où il considère que l'étude réalisée relative aux épreuves simulant les conditions accidentelles de transport est enveloppe. À cet égard, l'IRSN estime que le dossier de sûreté devrait justifier que le cumul des épreuves simulant les conditions normales et accidentelles de transport n'est pas de nature à modifier les conclusions de l'étude du comportement du modèle de colis TN 24 XLH pour les seules conditions accidentelles. **Ceci fait l'objet de l'observation 1.B.a présentée en annexe 2 au présent avis.**

2.3 Conditions accidentelles de transport

L'étude du comportement mécanique du modèle de colis TN 24 XLH en conditions accidentelles de transport repose, d'une part sur des analogies avec des études menées pour d'autres modèles de colis qui s'appuient sur des campagnes d'essais de chute réalisées sur des maquettes de ces modèles de colis, d'autre part sur des calculs numériques de chutes complémentaires. L'étude du comportement du modèle de colis TN 24 XLH lors d'une chute d'une hauteur de 9 m n'a pas été révisée dans le cadre de la présente demande de prorogation d'agrément.

La configuration de chute la plus pénalisante en termes d'écrasement conduit au talonnement d'une partie des blocs de bois du capot. Néanmoins, la marge d'écrasement avant d'impacter une partie métallique massive du capot reste significative. Toutefois, le dossier de sûreté ne présente pas d'éléments de justification du comportement du bois retenu dans les calculs numériques. En particulier, l'IRSN estime que le requérant devrait justifier le modèle retenu pour le comportement des blocs de bois des capots lorsque ceux-ci dépassent la limite de compaction.

Aussi, l'IRSN estime que le requérant devrait compléter le dossier de sûreté en prenant en compte les observations 1.C.a et 1.C.b présentées en annexe 2 au présent avis.

Lors de la précédente demande de prorogation, l'ASN a demandé au requérant d'étudier le phénomène d'impact différé du chargement de l'emballage sur le maintien de l'étanchéité du couvercle primaire. Il convient de rappeler qu'un tel phénomène peut avoir lieu lorsqu'il existe un jeu axial suffisant permettant le mouvement du chargement (paniers ou assemblages) à l'intérieur de la cavité. Le dossier de sûreté transmis ne présente pas d'éléments de réponse à cette demande. Au cours de l'instruction, le requérant a transmis les évaluations des jeux axiaux minimaux, pour les conditions de transports de routine et les conditions accidentelles de transport, entre les éléments du chargement (panier ou assemblages) et la cavité. A cet égard, l'IRSN note que les jeux axiaux maximaux ont été évalués uniquement pour la température maximale atteinte en conditions normales de transport. Or, pour l'IRSN, ces jeux pourraient être encore plus importants à la température de - 40°C. **Le requérant devrait donc compléter le dossier de sûreté en conséquence. Ceci fait l'objet de l'observation 1.C.c présentée en annexe 2 au présent avis**

Par ailleurs, au regard des valeurs des jeux maximaux estimés (quelques dizaines de millimètres), l'IRSN estime que le requérant devra justifier, dans la prochaine mise à jour du dossier de sûreté, le maintien de l'étanchéité du modèle de colis résultant de l'impact décalé du chargement sur le couvercle primaire. **Ceci fait l'objet de la recommandation 1.A présentée en annexe 1 au présent avis.**

En outre, pour l'IRSN, le jeu minimal estimé entre les assemblages et la cavité est suffisamment important pour que le requérant examine, dans le cadre de futurs chargements de colis, la faisabilité de prendre des dispositions pour le

réduire, par exemple par la mise en place d'un calage des assemblages. **Ceci fait l'objet de l'observation 1.C.d présentée en annexe 2 au présent avis.**

2.4 Risque de rupture fragile

La démarche retenue par le requérant pour justifier l'absence de risque de rupture fragile dans le corps de l'emballage n'a pas été modifiée dans le cadre de la présente demande de prorogation d'agrément. Pour mémoire, le requérant détermine le facteur d'intensité de contrainte maximal dans la virole interne de l'emballage en considérant un défaut d'une taille cohérente avec les contrôles réalisés en fabrication. Des calculs effectués, le requérant exclut le risque de rupture fragile du corps de l'emballage (virole et fond), avec une marge de sûreté significative. **Cette conclusion n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

Concernant le risque de rupture brutale des liaisons soudées des pièces forgées, l'IRSN rappelle que le requérant mène une étude générique sur ce sujet. Dans le cadre de la présente demande de prorogation d'agrément, le requérant n'a pas transmis d'éléments sur la qualification des liaisons soudées entre deux composants en acier constitutif de la virole de l'emballage. **Ceci fait l'objet de l'observation 1.C.e.i présentée en annexe 2 au présent avis.** Dans ce cadre, le requérant a supprimé, par rapport à la précédente demande de prorogation, la possibilité de fabriquer la virole par soudage de tronçons.

Par ailleurs, la démonstration de l'absence de risque de rupture brutale du couvercle primaire n'est pas présentée dans le dossier de sûreté. **Ceci fait l'objet de l'observation 1.C.e.ii présentée en annexe 2 au présent avis.**

3 COMPORTEMENT MECANIQUE DU CONTENU

Le requérant considère dans les études relatives aux conditions normales et accidentelles de transport que tous les crayons de combustibles irradiés contenus dans l'emballage sont ruptés et que chaque crayon rupté disperse une quantité de matière limitée dans la cavité.

Lors d'une précédente demande de prorogation d'agrément, l'ASN avait demandé au requérant de transmettre une justification du comportement mécanique des assemblages chargés dans l'emballage TN 24 XLH au cours de la période d'entreposage avant le transport. Dans le cadre de la présente demande de prorogation d'agrément, le requérant n'a pas apporté d'éléments de réponse à la demande de l'ASN. En effet, il estime que les conditions d'entreposage ne sont pas de nature à modifier les caractéristiques des gaines des crayons de combustible chargés dans l'emballage. L'IRSN ne partage pas la position du requérant dans la mesure où les colis sont susceptibles d'être entreposés sur une longue période avant d'être transportés. Cette période longue d'entreposage est susceptible de conduire à la dégradation du comportement mécanique des assemblages de combustible irradiés ; or une telle dégradation pourrait conduire à remettre en cause l'hypothèse relative à la quantité de matières radioactives dispersée qui est retenue dans les études. **Aussi, l'IRSN estime que le requérant devrait prendre en compte l'observation 1.C.f formulée en annexe 2 au présent avis.**

4 COMPORTEMENT THERMIQUE DE L'EMBALLAGE

Le requérant a mis à jour l'étude du comportement thermique du modèle de colis afin de prendre en compte les évolutions apportées au contenu et au concept d'emballage TN 24 XLH, en particulier la possibilité d'utilisation d'une nouvelle résine neutrophage. Des calculs effectués, le requérant conclut que les critères de température retenus pour les joints d'étanchéité sont respectés pour les conditions normales et accidentelles de transport.

L'IRSN note que le requérant n'a pas calculé les températures maximales pouvant être atteintes en conditions normales et accidentelles de transport avec la nouvelle résine dans la mesure où il considère que celle-ci a des propriétés thermiques proches de la résine déjà autorisée. **Aussi, l'IRSN estime que le requérant devrait compléter le dossier de sûreté en tenant compte de l'observation 2.A formulée en annexe 2 au présent avis.** Toutefois, sur la base des éléments disponibles concernant cette résine, l'IRSN estime que la prise en compte de celle-ci dans l'étude du comportement thermique du modèle de colis n'est pas de nature à conduire à dépasser les critères de température.

5 CONFINEMENT

5.1 Relâchement d'activité

L'étude de relâchement d'activité du modèle de colis TN 24 XLH a été mise à jour, dans le cadre de la présente demande de prorogation d'agrément, afin de tenir compte de la mise à jour du taux de relâchement des gaz de fission en dehors des gaines ruptées.

L'étude réalisée montre que les critères réglementaires de relâchement d'activité sont respectés en conditions normales et accidentelles de transport. Toutefois, l'IRSN note que le requérant ne tient pas compte dans son étude de l'augmentation de pression dans la cavité liée à la présence éventuelle d'eau (eau résiduelle après séchage et eau pénétrant dans le colis lors de l'épreuve d'immersion). **Toutefois, eu égard aux hypothèses pénalisantes retenues par ailleurs dans l'étude réalisée par le requérant (une seule barrière de confinement prise en compte, totalité des crayons ruptés), l'IRSN estime que la prise en compte d'eau dans la cavité n'est pas de nature à en remettre en cause les conclusions.**

Cependant, afin d'améliorer les démonstrations de sûreté du colis, le requérant devrait prendre en compte dans son étude l'augmentation de pression interne associée à la présence éventuelle d'eau dans la cavité. **Ceci fait l'objet de l'observation 3.A formulée en annexe 2 au présent avis.**

5.2 Comportement des joints en élastomère

L'étude du taux de remplissage maximal des gorges n'a pas été mise à jour dans le cadre de la présente demande de prorogation d'agrément.

Comme indiqué par l'IRSN dans son avis relatif à la précédente demande de prorogation d'agrément, le coefficient de dilatation volumique des joints en élastomère considéré par le requérant n'est pas celui usuellement retenu par l'IRSN. Aussi, l'IRSN a évalué, en tenant compte d'un coefficient de dilatation raisonnablement pénalisant et des dimensions des gorges et des joints du plan de concept, le taux de remplissage maximal des gorges internes et externes du système de fermeture. Des calculs effectués, l'IRSN retient que le risque d'extrusion des joints en élastomère de la tige d'orifice du couvercle secondaire ne peut pas être exclu pour les températures maximales calculées. Toutefois, les dimensions des gorges et des joints des exemplaires existants de cette tige pourraient conduire à un taux de remplissage plus faible. Aussi, l'IRSN estime que le requérant devra évaluer le taux de remplissage maximal des gorges de la tige d'orifice des couvercles secondaires en tenant compte des dimensions réelles des gorges et des joints et, si nécessaire, modifier leurs dimensions afin d'exclure ce risque. **Ce point fait l'objet de la recommandation 2.A formulée en annexe 1 au présent avis.**

En outre, le requérant devrait réviser son étude pour prendre en compte une valeur raisonnablement pénalisante du coefficient de dilatation thermique. **Ceci fait l'objet de l'observation 4.A formulée en annexe 2 au présent avis.**

Par ailleurs, le dossier de sûreté ne présente pas l'évaluation du taux de compression des joints en élastomère du couvercle secondaire et de sa tige d'orifice dans toutes les conditions de transport. À cet égard, sur la base des calculs réalisés, l'IRSN estime que le risque de perte d'étanchéité du couvercle secondaire dû à une compression insuffisante des joints peut être écarté pour toutes les conditions de transport. Toutefois, le requérant devrait présenter cette justification dans le dossier de sûreté du modèle de colis TN 24 XLH. **Ceci fait l'objet de l'observation 4.B formulée en annexe 2 au présent avis.**

5.3 Quantité maximale d'eau pénétrant dans le colis lors de l'épreuve d'immersion

L'étude du comportement du colis lors des épreuves réglementaires d'immersion du dossier de sûreté a été mise à jour en considérant le taux de fuite à l'eau du couvercle primaire, au lieu de celui du couvercle secondaire qui est plus élevé d'un ordre de grandeur. Cette modification n'a pas été justifiée par le requérant. L'IRSN estime que le requérant devrait retenir, de façon pénalisante, le taux de fuite le plus élevé afin de tenir compte d'une éventuelle défaillance de la première barrière de confinement liée, par exemple, à un défaut de serrage ou aux conséquences de l'impact différé du contenu sur le couvercle primaire. **Ceci fait l'objet de l'observation 5.A formulée en annexe 2 au présent avis.** Néanmoins, l'IRSN estime que la prise en compte de cette hypothèse n'est pas de nature à remettre en cause les conclusions de l'étude de sûreté-criticité.

6 RADIOPROTECTION

L'étude de radioprotection visant à justifier le respect des critères réglementaires en matière de débits d'équivalent de dose pour les conditions de transport de routine et les conditions accidentelles de transport n'a pas été modifiée par le requérant par rapport à la précédente demande de prorogation d'agrément. Il n'a également transmis aucun élément nouveau concernant l'influence du vieillissement de la résine neutrophage sur les performances radiologiques du colis.

Il convient de rappeler que, dans le cadre de l'expertise relative à la précédente demande de prorogation, l'IRSN avait indiqué que l'étude de radioprotection ne permettait pas de garantir que le modèle de colis respecte, en conditions de transport de routine, les exigences réglementaires relatives aux débits d'équivalent de dose au voisinage du colis pour tous les contenus définis dans le dossier de sûreté, en particulier le contenu maximal. Dans le cadre de la demande de prorogation précédente, l'ASN a demandé au requérant de proposer une démarche ou des dispositions permettant de garantir le respect des débits d'équivalent de dose autour du colis avant chargement des contenus en tenant compte des caractéristiques réelles du contenu et du vieillissement de la résine neutrophage. Sur ce point, le requérant a indiqué qu'une nouvelle méthode pour démontrer la conformité des colis aux exigences réglementaires sera transmise prochainement ; **celle-ci n'a donc pas pu être évaluée par l'IRSN.** Le requérant a indiqué que cette méthode vise à établir un système d'inéquations permettant à un expéditeur de justifier le respect des débits d'équivalent de doses réglementaires à partir des caractéristiques réelles des assemblages de combustible irradiés devant être transportés. Dans l'attente de la transmission de cette méthode, l'ASN a demandé que la notice d'utilisation de l'emballage précise les dispositions que l'expéditeur doit prendre pour s'assurer du respect des exigences réglementaires avant le chargement dans le colis. Sur ce point, le dossier de sûreté (chapitre « utilisation » du colis) indique que l'expéditeur doit vérifier que les caractéristiques du contenu à charger sont dans les limites définies par le certificat d'agrément et que les débits d'équivalent de dose ne dépassent pas les critères d'admissibilité. **À cet égard, l'IRSN estime que le requérant devrait préciser que les calculs de débits d'équivalent de dose autour du colis réalisés par l'expéditeur avant chargement doivent être effectués pour vérifier le respect de l'ensemble des limites réglementaires relatives aux conditions de transport de routine et accidentelles. Ceci fait l'objet de l'observation 6.A présentée en annexe 2 au présent avis.**

En outre, l'IRSN estime que l'étude de radioprotection devrait être mise à jour concernant les performances radiologiques des résines neutrophages pouvant être utilisées (vieillessement...), en tenant compte de l'observation 6.B présentée en annexe 2 au présent avis.

Enfin, l'étude de radioprotection relative aux conditions normales de transport n'a pas été modifiée par le requérant par rapport à la précédente demande de prorogation d'agrément, contrairement à la demande formulée par l'ASN. À cet égard, l'IRSN estime que le requérant devrait vérifier que les débits d'équivalent de dose maximaux à la surface du colis en conditions normales de transport ne dépassent pas de plus de 20 % ceux calculés pour les conditions de transport de routine, en prenant en compte l'observation 6.C présentée en annexe 2 au présent avis.

7 SURETE-CRITICITE

L'étude de sûreté criticité de l'emballage TN 24 XLH n'a pas été mise à jour dans le cadre de la présente demande de prorogation d'agrément. Cette étude n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.

8 RISQUE DE RADIOLYSE

Le dossier de sûreté transmis par le requérant ne présente pas d'étude des risques de formation de dihydrogène par radiolyse des matières présentes dans la cavité et notamment de l'eau. Toutefois, au cours de l'instruction, le requérant a présenté une étude montrant que la concentration en dihydrogène liée à la radiolyse de l'eau pouvant être présente dans la cavité est inférieure à la limite d'inflammabilité et donc que tout risque d'explosion est exclu. L'IRSN estime que cette justification est acceptable. Toutefois, le dossier de sûreté devrait être complété en prenant en compte l'observation 7.A présentée en annexe 2 au présent avis.

9 UTILISATION ET MAINTENANCE

Le requérant a mis à jour le dossier de sûreté afin d'inclure la possibilité de lubrifier les vis de fixation du système de fermeture et des capots amortisseurs sous les têtes de vis. Toutefois, le requérant n'impose pas cette lubrification. Pour l'IRSN, cette disposition devrait être systématiquement retenue dans la mesure où elle contribue à maîtriser la précharge et à limiter le risque de desserrage de ces vis. Ceci fait l'objet de l'observation 8.A présentée en annexe 2 au présent avis.

Le requérant considère que la conception de l'emballage et du contenu permet d'éviter des zones de rétention d'eau ; aussi, il considère l'absence d'eau résiduelle dans la cavité à l'issue de la phase de séchage. A cet égard, l'IRSN estime que la procédure de séchage retenue ne permet pas totalement d'exclure une faible quantité d'eau résiduelle dans la cavité du colis après séchage. Le dossier de sûreté devrait être complété en tenant compte de l'observation 8.B présentée en annexe 2 au présent avis.

Pour ce qui concerne le programme de contrôle de l'emballage, l'IRSN note que le requérant ne prévoit pas le contrôle de certains équipements qui participent à la sûreté du colis. Il s'agit notamment du dispositif de dissipation thermique de l'emballage et de la résine neutrophage. Aussi, l'IRSN estime que le requérant devra compléter son programme de contrôle en prenant en compte la recommandation 3.A formulée en annexe 1 au présent avis. En outre, le requérant devrait tenir compte de l'observation 8.C présentée en annexe 2 au présent avis, qui vise à apporter dans le dossier de sûreté la justification de la périodicité de remplacement de certains équipements de l'emballage (vis, organe d'arrimage et de manutention...). Enfin, le dossier de sûreté mériterait d'être complété par les critères retenus pour la déclaration des écarts. Ce point fait l'objet de l'observation 9.A présentée en annexe 2 au présent avis.

10 CONCLUSION

De l'évaluation du dossier de sûreté et des informations complémentaires transmises en cours d'instruction, l'IRSN considère que le modèle de colis TN 24 XLH 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) chargés de matières fissiles sous réserve de la prise en compte des recommandations mentionnées en annexe 1.

Par ailleurs, l'IRSN considère que, pour améliorer les démonstrations de sûreté du modèle de colis TN 24 XLH, le requérant devrait tenir compte des observations identifiées en annexe 2 au présent avis.

Pour le directeur général, par délégation

Jean-Paul DAUBARD

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe 1 à l'Avis IRSN n°2017-00172 du 23 mai 2017

Recommandations

1. Comportement mécanique du colis

A. Justifier le maintien de l'étanchéité du modèle de colis résultant de l'impact décalé du chargement sur le couvercle primaire, en considérant les jeux maximaux entre les éléments du chargement et la cavité, dans les configurations de chutes libres du colis en positions oblique et axiale avec un impact sur tête. Vérifier en particulier le respect des critères liés aux contraintes maximales dans les vis et le couvercle primaire ainsi que le respect du niveau d'étanchéité lié au décollement du couvercle.

2. Comportement des joints

A. Evaluer le taux de remplissage maximal des gorges de la tige d'orifice des couvercles secondaires existants en tenant compte des dimensions réelles des gorges et des joints et, si nécessaire, modifier leurs dimensions afin de garantir un taux maximal de remplissage des gorges inférieur ou égal à 100 % dans toutes les conditions de transport.

3. Maintenance

A. Introduire, dans le programme de maintenance, un contrôle du dispositif de dissipation thermique de l'emballage et du vieillissement de la résine neutrophage en cas de rechargement d'un emballage après entreposage.

Annexe 2 à l'Avis IRSN n° 2017-00172 du 23 mai 2017
Observations à prendre en compte dans le dossier de sûreté

1. Comportement mécanique du colis

A. Conditions de transport de routine

- a. Présenter les résultats de l'étude de la faisabilité relative à l'augmentation de la précharge minimale des vis des capots, afin de réduire le risque de desserrage de ces vis lors du transport.
- b. Analyser le comportement des tourillons en manutention en cas de levage à l'arraché et de dépose brutale.

B. Conditions normales de transport

- a. Évaluer le comportement du modèle de colis TN 24 XLH en tenant compte du cumul des épreuves simulant les conditions normales et accidentelles de transport. Justifier, en particulier, que les sollicitations du colis qui résultent des épreuves simulant les conditions normales de transport ne sont pas de nature à modifier les conclusions de l'étude du comportement du modèle de colis TN 24 XLH pour les seules conditions accidentelles de transport.

C. Conditions accidentelles de transport

- a. Présenter les hypothèses de modélisation du modèle numérique relatives au comportement des blocs de bois utilisé lorsque ceux-ci dépassent la limite de compaction.
- b. Présenter, en complément du volume de bois totalement compacté, le volume de bois qui talonne à la suite d'une chute accidentelle, afin d'apprécier les marges d'absorption d'énergie disponible.
- c. Evaluer les jeux axiaux maximaux, d'une part entre la cavité et le panier, d'autre part entre la cavité et les assemblages, sur toute la gamme de température en conditions normales de transport, y compris à froid.
- d. Etudier la possibilité d'optimiser le jeu axial entre les assemblages et la cavité (calage des assemblages par exemple).
- e. Dans le cadre de l'évaluation du risque de rupture fragile du colis :
 - i. Présenter la qualification des liaisons soudées entre deux composants en acier constitutif de la virole de l'emballage.
 - ii. Démontrer l'absence de risque de rupture brutale du couvercle primaire.
- f. Justifier que les conditions d'entreposage ne sont pas de nature à modifier les caractéristiques des gaines des crayons de combustibles irradiés ou, à défaut, considérer les assemblages ruinés dans toutes les démonstrations de sûreté.

2. Comportement thermique de l'emballage

- A. Evaluer les températures maximales atteintes avec un emballage équipé de la nouvelle résine.

3. Relâchement d'activité

- A. Prendre en compte dans l'étude de relâchement d'activité, l'augmentation de pression interne associée à la présence éventuelle d'eau dans la cavité.

4. Comportement des joints

- A. Prendre en compte, dans l'étude de comportement en température des joints en élastomère, une valeur raisonnablement pénalisante du coefficient de dilatation thermique de ces joints.

- B. Justifier l'absence de risque de perte d'étanchéité du couvercle secondaire et de sa tige d'orifice dû à un défaut de compression des joints, sur la base d'une vérification du respect du critère du taux de compression minimal de ces joints pour toutes les conditions de transport.
5. Épreuves réglementaires d'immersion
- A. Réévaluer la quantité maximale d'eau susceptible de pénétrer dans la cavité en considérant le taux de fuite le plus pénalisant des deux barrières de confinement de l'emballage.
6. Radioprotection
- A. Indiquer dans le chapitre utilisation de l'emballage que les calculs de débits d'équivalent de dose autour du colis réalisés par l'expéditeur avant chargement doivent être effectués pour vérifier le respect des limites réglementaires relatives aux conditions de transport de routine et celles relatives aux conditions de transport accidentelles.
 - B. Prendre en compte, dans l'étude de radioprotection, l'impact sur les performances radiologiques des résines, des effets de la température maximale d'utilisation du colis et du vieillissement (en cas de rechargement après entreposage).
 - C. Justifier que les débits d'équivalent de dose maximaux à la surface du colis en conditions normales de transport ne dépassent pas de plus de 20 % ceux calculés pour les conditions de transport de routine, en prenant en compte les possibles déplacements des assemblages de combustibles irradiés dans la cavité, une épaisseur d'écrasement maximal du capot justifiée et une épaisseur de résine neutrophage justifiée.
7. Risque de radiolyse
- A. Intégrer une étude des risques de radiolyse, tenant compte de l'ensemble des matières radiolysables (eau et hydrates de bore) susceptibles d'être présentes dans la cavité, et de la quantité d'air résiduelle présente dans la cavité du colis à l'issue des opérations d'inertage.
8. Utilisation et maintenance
- A. Spécifier, pour les futurs emballages à charger, la lubrification des vis de fixation du système de fermeture et des capots amortisseurs sur les filets et sous les têtes de vis.
 - B. Evaluer la quantité d'eau résiduelle pouvant être présente dans la cavité du colis après la procédure de séchage.
 - C. Justifier la périodicité de remplacement des vis de fixation des couvercles, des bouchons et des capots et des joints de confinement ainsi que la périodicité des contrôles des organes d'arrimage et de manutention, et d'étanchéité de l'enveloppe de confinement, en particulier de ses soudures au regard du retour d'expérience issu de la fabrication, de l'utilisation et de la maintenance des emballages.
9. Assurance de la qualité
- A. Définir les critères permettant de classer les écarts affectant la sûreté et devant être déclarés aux autorités compétentes.