

Fontenay-aux-Roses, le 30 juin 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n°2017-00214

Objet : Transport - Prorogation - Emballage TN 24 DH chargé de combustibles irradiés ou de conteneurs standards de déchets compactés

Réf. 1. Lettre ASN CODEP-DTS-2016-032211 du 8 août 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 DH chargé de combustibles irradiés ou de conteneurs standards de déchets compactés (CSD-C) en tant que colis de type B(U) pour matières fissiles.

Le modèle de colis TN 24 DH est utilisé actuellement en Belgique pour le transport et l'entreposage à sec de longue durée d'assemblages de combustibles irradiés ou le transport de CSD-C à partir du site de La Hague vers la Belgique et les Pays-Bas. Le requérant inclut à sa demande de prorogation une extension du certificat d'agrément au contenu n° 4 constitué d'un nouveau type d'assemblages de combustibles irradiés.

Le dossier de sûreté transmis à l'appui de cette demande a été complété pour tenir compte du nouveau contenu n°4, de modifications apportées aux caractéristiques du contenu n°3 et des demandes formulées par l'ASN à la suite de précédentes expertises de l'IRSN, notamment celles relatives à la précédente demande de prorogation d'agrément du modèle de colis TN 24 DH.

Ce dossier de sûreté ainsi que les compléments présentés par le requérant au cours de l'instruction ont été expertisés par l'IRSN par rapport au règlement cité en deuxième référence.

De cette expertise, il ressort les principaux points suivants.

1 DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS

1.1 Description de l'emballage

L'emballage TN 24 DH est de forme générale cylindrique. Il est formé radialement d'une virole épaisse en acier, recouverte de résine neutrophage traversée par des conducteurs thermiques. Cinq versions de l'emballage existent dont une dédiée au transport de CSD-C. La cavité est fermée par deux couvercles vissés ; le couvercle primaire est équipé de joints métalliques pour

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

Siège social
31, av. de la Division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
Standard +33 (0)1 58 35 88 88
RCS Nanterre 8 440 546 018

les versions de l'emballage dédiées au transport d'assemblages de combustibles irradiés ou de joints en élastomère pour la version dédiée au transport de CSD-C ; le couvercle secondaire de toutes les versions de l'emballage 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 recouvert de tôles d'acier, ainsi que de couronnes en aluminium. La masse du colis est d'environ 125 tonnes. 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 DH sont les suivantes :

- un nouveau type de résine neutrophage peut recouvrir la virole de l'emballage TN 24 DH ;
- la possibilité est donnée 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 DH 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) ou des conteneurs standards de déchets compactés (CSD-C) . Les contenus n° 1 à 4 sont constitués d'au maximum 28 assemblages de combustible irradiés ; ils se distinguent par leur enrichissement initial en uranium 235, leur puissance thermique et le type de panier dans lequel ils sont chargés. Le contenu présenté en annexe 2 du certificat d'agrément est formé de 24 CSD-C disposé dans un panier comportant huit logements. Les CSD-C sont superposés strictement par trois dans chaque logement. Ils contiennent des déchets métalliques produits lors des opérations de traitement des combustibles irradiés dans les usines AREVA NC de La Hague.

Dans le cadre de la présente demande, le requérant a augmenté le taux de combustion maximal des assemblages de combustible irradiés correspondant aux contenus 1 à 4, ajouté le contenu n° 4 constitué d'au maximum 28 assemblages de combustible irradiés de « type 15x15 » et a augmenté la masse maximale de métal lourd par assemblage du contenu n° 3.

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 DH 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 la possibilité de lubrification des vis de fixation du système de fermeture et des capots amortisseurs. **Les éléments de justification de la tenue de ces organes en conditions de transport de routine et de tenue à la fatigue des organes d'arrimage n'appellent pas de remarque.**

En revanche, 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 14 % 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 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 DH 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 DH 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 DH 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 du modèle de colis TN 24 DH 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 (panier, assemblages ou CSD-C) 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 pour les conditions normales et accidentelles de transport. À 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 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 entre les assemblages et la cavité (de l'ordre de la dizaine de centimètres), 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 lors d'un impact différé du chargement sur le couvercle primaire. **Ceci fait l'objet de la recommandation 1 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 le 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 brutale

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 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 présentée en annexe 2 au présent avis.**

3 COMPORTEMENT MECANIQUE DES CONTENUS

L'étude du comportement mécanique du contenu du colis TN 24 DH chargé de CSD-C n'a pas été révisée dans le cadre de la présente demande. Cela n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.

Pour l'étude du comportement mécanique du contenu du colis TN 24 DH constitué d'assemblages de combustibles irradiés, le requérant considère dans les études relatives aux conditions normales et accidentelles de transport que tous les crayons de combustible contenus dans l'emballage sont ruptés et que chaque crayon rupté disperse une quantité de matière limitée dans la cavité.

À la suite de l'expertise de la précédente demande de prorogation d'agrément, l'ASN a demandé au requérant de transmettre une justification du comportement mécanique des assemblages chargés dans l'emballage TN 24 DH au cours de la période d'entreposage avant le transport. Dans le cadre de la présente demande de prorogation, le requérant n'a pas apporté d'éléments de réponse à cette 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 en raison des mécanismes de dégradation envisageables lors d'une longue période d'entreposage ; or, une telle dégradation pourrait conduire à remettre en cause l'hypothèse relative à la quantité de matières radioactives dispersée dans la cavité 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

L'étude du comportement thermique du modèle de colis a été mise à jour par le requérant afin de prendre en compte le nouveau contenu (contenu n° 4) et la possibilité d'utilisation d'une nouvelle résine neutrophage.

Dans l'étude thermique, le requérant considère une dispersion limitée de matières radioactives dans la cavité, aussi bien en conditions normales qu'en conditions accidentelles de transport. Au cours de l'instruction, le requérant a transmis une autre évaluation en considérant un taux de dispersion plus important de matières radioactives. Toutefois, l'IRSN estime que les hypothèses retenues concernant la quantité de matière dispersée ne sont pas suffisamment justifiées par le requérant, en particulier en conditions accidentelles de transport. Or, une dispersion plus importante de matières radioactives dans la cavité est susceptible de conduire au dépassement des critères de température retenus pour certains éléments de l'emballage, en particulier celui des joints en élastomère du couvercle secondaire qui participent à la seconde barrière d'étanchéité à l'eau du colis. En effet, les températures calculées pour ces joints sont proches du

critère retenu de tenue à la température. Rappelons que la justification de la quantité limitée d'eau retenue dans les études de criticité repose sur la présence de deux barrières d'étanchéité à l'eau efficaces.

En outre, l'IRSN note que le requérant n'a pas évalué spécifiquement l'augmentation des températures des composants du colis liée au décentrage radial du panier susceptible de survenir en conditions accidentelles de transport. En effet, le requérant a considéré, sans justification particulière, que cette augmentation était identique à celle évaluée en conditions normales de transport lié à un tel décentrage. Or, le décentrage radial pourrait avoir un effet plus important sur les températures en conditions accidentelles qu'en conditions normales de transport. **Aussi, l'IRSN estime que le requérant devrait vérifier le caractère pénalisant de l'hypothèse prise en compte pour les calculs des températures en conditions accidentelles de transport, concernant le décentrage radial du panier dans la cavité de l'emballage. Ceci fait l'objet de l'observation 2.B présentée en annexe 2 au présent avis.**

De plus, le requérant n'a pas apporté d'élément de réponse à la demande de l'ASN formulée à la suite de l'expertise de la précédente demande de prorogation d'agrément relative à l'étude de l'influence du phénomène de poursuite de la combustion du bois des capots après l'épreuve de feu, sur les températures maximales atteintes par le colis (joints en élastomère notamment), **ce qui n'est pas satisfaisant.**

Eu égard à la faible marge estimée par rapport au critère de température pour les joints en élastomère, **l'IRSN estime que le requérant devrait vérifier que la prise en compte des phénomènes précités (dispersion plus importante de matières radioactives dans la cavité et poursuite de la combustion du bois des capots) n'est pas de nature à remettre en cause l'étanchéité à l'eau de ces joints et donc la quantité d'eau maximale pouvant pénétrer dans la cavité retenue dans les études de criticité. Ceci fait l'objet de l'observation 2.A présentée en annexe 2 au présent avis.**

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

5 CONFINEMENT

5.1 Relâchement d'activité

L'étude de relâchement d'activité du modèle de colis TN 24 DH chargé d'assemblages de combustibles irradiés a été mise à jour dans le cadre de la présente demande de prorogation d'agrément, afin de tenir compte notamment de la mise à jour du taux de relâchement des gaz de fission en dehors des gaines ruptées (conformément aux recommandations de l'ASN), du nouveau contenu n° 4, des évolutions sur les températures de l'emballage liées à la mise à jour de l'étude thermique et sur le taux de fuite du colis mesuré avant le transport.

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, eau pénétrant dans le colis lors de l'épreuve d'immersion, eau liée aux hydrates de bores). **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 de cette étude.**

Cependant, afin d'améliorer les démonstrations de sûreté du modèle 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 des gorges de joints en élastomère du couvercle primaire dans le cas de l'emballage TN 24 DH chargé de CSD-C n'a pas été mise à jour dans le cadre de la présente demande de prorogation d'agrément. En revanche, le requérant a mis à jour l'étude du taux de remplissage maximal des gorges des joints en élastomère du couvercle secondaire des versions du modèle de colis contenant des assemblages de combustibles irradiés afin de prendre en compte le redimensionnement des gorges de joints demandé par l'ASN à la suite de la précédente demande de prorogation. Des calculs effectués, le requérant conclut que le risque d'extrusion des joints en élastomère est exclu pour les plages de températures correspondant aux conditions normales et accidentelles de transport.

Le coefficient de dilation volumique retenu par le requérant dans le cas du chargement d'assemblages combustibles n'a pas été justifié par le requérant. Or, l'IRSN estime que cette valeur n'est pas pénalisante pour les joints utilisés pour ce modèle de colis. Aussi, l'IRSN a évalué, en tenant compte d'un coefficient de dilatation raisonnablement pénalisant, des dimensions et tolérances spécifiées dans le plan de concept du modèle de colis et des évaluations des températures maximales susceptibles d'être atteintes par les joints, le taux de remplissage maximal des gorges internes et externes du système de fermeture. Des calculs effectués, l'IRSN estime que le risque d'extrusion des joints en élastomère de la tôle d'orifice du couvercle secondaire ne peut pas être exclu pour les températures maximales calculées relatives aux conditions accidentelles de transport. Aussi, l'IRSN estime que le requérant devrait modifier les dimensions des joints ou des gorges de la tôle d'orifice du couvercle secondaire afin d'exclure ce risque. **Ceci fait l'objet de la recommandation n° 2 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 dilation thermique des joints en élastomère. **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 d'évaluation du taux de compression des joints en élastomère du couvercle secondaire et de sa tôle d'orifice. 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 DH. **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 relative aux épreuves réglementaires d'immersion, présentée dans le dossier de sûreté, a été mise à jour en considérant le taux de fuite 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. Dans cette étude, le requérant a estimé que la quantité d'eau susceptible de pénétrer dans la cavité serait faible. À cet égard, 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. En effet, la quantité d'eau retenue dans cette étude est

notablement supérieure à la quantité d'eau estimée par l'IRSN, qui serait susceptible de pouvoir pénétrer dans la cavité de l'emballage lors de l'épreuve d'immersion.

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 d'agrément, 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 respectent 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.**

Concernant le transport de CSD-C avec un emballage TN 24 DH, l'IRSN avait relevé lors de la précédente demande de prorogation d'agrément que le requérant avait pris en compte, pour l'étude de radioprotection du colis chargé de CSD-C, une composition chimique de résine intègre compte tenu de la faible température maximale atteinte par celle-ci. Cependant, il n'est pas exclu que l'emballage puisse avoir été précédemment chargé avec des assemblages combustibles irradiés, entraînant un vieillissement de la résine. À défaut de justification quant à l'impact d'une résine dégradée sur le respect des critères réglementaires de radioprotection, l'IRSN avait ajouté lors de l'expertise de la précédente demande

de prorogation d'agrément, avec l'accord du requérant, une mention dans le projet certificat interdisant le chargement de CSD-C dans un emballage ayant été préalablement chargé avec des assemblages combustibles irradiés. Au cours de l'instruction le requérant a proposé de modifier cette mention afin d'autoriser le chargement de CSD-C et d'assemblages combustibles dans un emballage ayant été préalablement entreposé avec des assemblages de combustibles irradiés sous réserve d'apporter les démonstrations adéquates à l'autorité. **L'IRSN estime que la nature des démonstrations à apporter devrait être précisée et a modifié le projet de certificat en ce sens. À cet égard, l'IRSN estime que le requérant devrait vérifier le respect des critères réglementaires de radioprotection en prenant en compte le vieillissement de la résine neutrophage. A défaut d'une telle justification, le requérant devrait prescrire que le nouveau contenu chargé dans l'emballage doit présenter des caractéristiques radiologiques inférieures au contenu déchargé, pour ce qui concerne l'intensité des rayonnements émis à l'extérieur de l'emballage.**

7 SURETE-CRITICITE

L'étude de sûreté-criticité de l'emballage TN 24 DH a été mise à jour dans le cadre de la présente demande de prorogation d'agrément pour prendre en compte le contenu n° 4 constitué d'assemblages de combustibles irradiés. **Les éléments présentés visant à justifier la sous criticité de ce nouveau contenu n'appellent pas de remarque.**

La justification de la sous-criticité de l'emballage chargé de CSD-C n'a pas été révisée depuis la précédente demande de prorogation. Cependant, le requérant a transmis en appui de sa demande des éléments de réponse aux demandes exprimées par l'ASN à l'issue des précédentes expertises réalisées. L'IRSN estime que ces éléments de réponse permettent de compléter, de façon globalement satisfaisante, la justification de la sous-criticité de l'emballage. **Toutefois, le dossier de sûreté du modèle de colis TN 24 DH devrait être complété en tenant compte de l'observation 7.A formulée en annexe 2 au présent avis.**

Le certificat en cours de validité du modèle de colis TN 24 DH présente la liste des matériaux réflecteurs neutroniques dont la présence n'est pas autorisée dans les CSD-C (graphite, béryllium, plomb et alumine). Or, le projet de certificat d'agrément transmis par le requérant dans le cadre de la présente demande de prorogation ne fait plus apparaître dans cette liste que le plomb et l'alumine. Le requérant n'a pas transmis d'élément permettant de justifier cette évolution. Par conséquent, **l'IRSN a modifié le certificat d'agrément avec l'accord du requérant afin de mentionner que la présence de plomb et d'alumine ne sont pas autorisées dans les CSD-C.**

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 transmis 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 8.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 sur les filets et 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 9.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. À 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 9.B présentée en annexe 2 au présent avis.**

Pour ce qui concerne les vis utilisées, l'IRSN note que le modèle de colis TN 24 DH comporte des vis de diamètre identique mais de longueurs potentiellement différentes (vis du couvercle primaire, du couvercle secondaire, du capot de tête et du capot de fond). En cours d'instruction le requérant a indiqué que le numéro d'item est gravé sur les vis concernées. Cette disposition n'est pas totalement suffisante pour éviter qu'une inversion de vis puisse avoir lieu, ce qui conduirait au transport de colis dont le système de fermeture ou de maintien des capots est potentiellement défaillant. Aussi, l'IRSN estime que le requérant devrait définir des dispositions d'exploitation visant à ce que le bon positionnement des vis du couvercle primaire, du couvercle secondaire, du capot de tête et du capot de fond soit vérifiée en préalable au transport. **Ceci fait l'objet de l'observation 9.C présentée en annexe 2 au présent avis.**

Le requérant indique dans le dossier de sûreté que pour tout chargement de combustibles irradiés dans un emballage ayant lieu après le 31 juillet 2012, il est nécessaire d'attendre 30 min entre la mise en place des vis et leur serrage. Or, le requérant n'a pas justifié que cette durée est suffisante pour atteindre l'équilibre thermique au regard des températures atteintes par les éléments de visserie. **Ceci fait l'objet de l'observation 9.D présentée en annexe 2 au présent avis.**

Pour ce qui concerne le programme de contrôle de l'emballage, le requérant ne prévoit pas le contrôle de certains composants qui participent à la sûreté du colis, notamment du dispositif de dissipation thermique de l'emballage et de la résine neutrophage après une période d'entreposage. **Aussi, l'IRSN estime que le requérant devra compléter son programme de contrôle en prenant en compte la recommandation 3 formulée en annexe 1 au présent avis. En outre, le requérant devrait tenir compte de l'observation 9.E 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...).**

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 DH 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 au présent avis. Les modifications apportées par l'IRSN au projet de certificat sont rappelées en annexe 3 au présent avis.

Par ailleurs, l'IRSN considère que, pour améliorer les démonstrations de sûreté du modèle de colis TN 24 DH, 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° 2017-00214 du 30 juin 2017

Recommandations

1. Comportement mécanique du colis

Justifier le maintien de l'étanchéité du modèle de colis résultant de l'impact différé 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 la 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

Modifier les dimensions des joints en élastomère ou des gorges qui équipent la tige du couvercle secondaire des versions de l'emballage dédiées au transport de combustibles irradiés afin de garantir un taux maximal de remplissage des gorges inférieur ou égal à 100 % dans toutes les conditions de transport.

3. Maintenance

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 de ce dernier chargé d'assemblages de combustibles irradiés.

Annexe 2 à l'Avis IRSN n° 2017-00214 du 30 juin 2017

Observations à prendre en compte dans la prochaine mise à jour du dossier de sûreté

1. Comportement mécanique de l'emballage
 - A. Conditions de transport de routine
 - a. Présenter les résultats de l'étude de la faisabilité d'augmenter la précharge minimale des vis des capots, afin de réduire le risque de desserrage de ces vis lors du transport.
 - B. Conditions normales de transport
 - a. Évaluer le comportement du modèle de colis TN 24 DH en tenant compte du cumul des épreuves simulant les conditions normales et accidentelles de transport. Justifier 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 DH 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 des capots, 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. Évaluer les jeux axiaux maximaux, d'une part entre la cavité et le panier, d'autre part entre la cavité et les assemblages de combustibles irradiés ou les CSD-C, sur toute la gamme de température en conditions normales de transport, y compris à froid.
 - d. Étudier la possibilité d'optimiser le jeu axial entre les assemblages de combustibles irradiés et la cavité (calage des assemblages par exemple).
 - e. Présenter, dans le cadre de l'évaluation du risque de rupture fragile du colis, la qualification des liaisons soudées entre deux composants en acier constitutif de la virole de l'emballage.
 - 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. Vérifier que le critère de tenue à la température des joints en élastomère du couvercle secondaire est respecté en considérant, d'une part 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, d'autre part une quantité de matières radioactives dispersée dans la cavité justifiée ou pénalisante.
 - B. Vérifier le caractère pénalisant de l'hypothèse retenue concernant le **décentrage radial du panier dans la cavité de l'emballage** en conditions accidentelles de transport, qui est identique à celle **retenue** en conditions normales de transport, **pour les calculs des températures des composants du colis**.
 - C. Évaluer 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.
 - 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 d'étanchéité de l'emballage.
6. Radioprotection
 - A. Mentionner dans le chapitre « utilisation » du dossier de sûreté 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 accidentelles de transport.
 - 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 de son vieillissement (en cas de rechargement d'un emballage après son entreposage chargé d'assemblages de combustibles irradiés).
 - 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 combustible irradiés dans la cavité, une épaisseur d'écrasement maximal du capot justifiée et une épaisseur de résine neutrophage justifiée.
7. Sûreté-criticité
 - A. Mettre à jour l'étude de criticité relative au transport des CSD-C afin de prendre en compte une densité de zirconium dans la partie non fissile correspondant à un taux de compactage de 75 %.
8. 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.

9. 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. Évaluer la quantité d'eau résiduelle pouvant être présente dans la cavité du colis après la procédure de séchage.
- C. Définir des dispositions d'exploitant visant à ce que le bon positionnement des vis du couvercle primaire, du couvercle secondaire, du capot de tête et du capot de fond soit vérifié en préalable au transport.
- D. Justifier le critère de durée d'atteinte de l'équilibre thermique retenu entre la mise en place des vis et leur serrage au regard des températures atteintes par les éléments de visserie.
- E. Justifier la périodicité de remplacement des vis de fixation des couvercles et des capots et des joints de confinement ainsi que la périodicité des contrôles des organes d'arrimage et de manutention ainsi que de l'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.

Annexe 3 à l'Avis IRSN n° 2017-00214 du 30 juin 2017
Modifications apportées par l'IRSN au projet de certificat

1. Annexe 0 paragraphe 2

A. Ajout de la phrase : « Le chargement de CSD-C et d'assemblages combustibles dans un emballage ayant été préalablement entreposé avec des assemblages de combustible irradiés est autorisé sous réserve de vérifier le respect des critères réglementaire de radioprotection en prenant en compte le vieillissement de la résine neutrophage. **À défaut d'une telle justification, le nouveau contenu chargé dans l'emballage doit présenter des caractéristiques radiologiques inférieures au contenu déchargé, pour ce qui concerne l'intensité des rayonnements émis à l'extérieur de l'emballage.** »

2. Annexe 1

A. Précision sur l'enrichissement en ^{235}U dans le tableau de description des contenus : « mass. »

3. Annexe 2

A. Modification du nom de l'emballage au paragraphe « Matière fissile » : « ~~TN-81~~ TN 24 DH »

B. Ajout de la phrase : « (si le débit de dose est supérieur à 30 Gy/h les logements périphériques doivent être remplis) »

C. Ajout de la phrase : « Les CSD-C ne doivent pas contenir de graphite, de béryllium ni de pièces massives en plomb ou en alumine ».