

Fontenay-aux-Roses, le 11 juin 2021

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2021-00098

Objet :	Transport - Prorogation et extension d'agrément du modèle de colis TN 24 BH chargé d'assemblages combustibles irradiés
Réf. :	[1] Lettre ASN CODEP-DTS-2020-054670 du 8 décembre 2020. [2] Lettre ASN CODEP-DTS-2020- 059831 du 8 décembre 2020. [3] Règlement de transport de l'AIEA - SSR-6 - Edition de 2012.

Par lettres citées en première et deuxième références, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur le dossier de sûreté associé aux demandes de prorogation et d'extension d'agrément présentées par la société Orano TN (devenue, en novembre 2020, Orano Nuclear Packages and Services, dite « Orano NPS », et dénommée ci-après « le requérant ») pour le modèle de colis TN 24 BH.

Ces demandes concernent le transport, par voies routière, ferroviaire et fluviale, du modèle de colis TN 24 BH chargé d'assemblages combustibles à base d'oxyde d'uranium (UO_2) ou d'oxyde d'uranium et de gadolinium ($UO_2 - Gd_2O_3$), irradiés dans des réacteurs suisses à eau bouillante (REB). Cet emballage est actuellement utilisé pour le transport puis l'entreposage d'assemblages combustibles irradiés.

À l'occasion des présentes demandes d'agrément, le requérant a mis à jour certaines parties du dossier de sûreté, notamment dans le but de répondre aux demandes formulées par l'ASN à l'issue des précédentes instructions relatives à ce modèle de colis. De l'évaluation des documents transmis, tenant compte des informations apportées par le requérant au cours de l'expertise, l'IRSN retient les éléments suivants.

1. DEFINITION DU MODELE DE COLIS

Pour rappel, l'emballage TN 24 BH, de forme générale cylindrique, est constitué d'un corps forgé en acier au carbone, d'une protection neutronique en résine borée et d'une virole externe en acier inoxydable. Le système de fermeture de l'emballage comporte deux couvercles équipés de joints en EPDM ou métalliques et fixés au corps à l'aide de vis. Ces couvercles sont munis chacun d'un orifice obturé par une tôle.

Dans le cadre des présentes demandes d'agrément, le requérant a réduit le diamètre interne des joints en EPDM des couvercles primaire et secondaire. Ce point est discuté au paragraphe 4.2.

L'emballage est équipé de deux couronnes en aluminium qui ceinturent le corps, ainsi que de deux capots amortisseurs, constitués de blocs de bois recouverts de tôles en acier inoxydable pour le capot de tête et d'aluminium et de résine borée recouverte de tôles en acier inoxydable pour le capot de fond. L'emballage est pourvu de deux paires de tourillons fixés par des vis et utilisés pour les opérations d'arrimage et de manutention.

Les colis peuvent être équipés, soit de tourillons pleins, soit de tourillons creux. Ces derniers doivent être systématiquement utilisés pour les nouveaux emballages depuis le 1^{er} mai 2016. La demande du requérant concerne uniquement le transport de colis équipés de tourillons creux ; cependant, les éléments présentés dans le dossier de sûreté et dans le projet de certificat ne permettent pas d'exclure le transport de colis TN 24 BH fabriqués avant le 1^{er} mai 2016 et équipés de tourillons pleins. **L'IRSN propose d'ajouter dans le projet de certificat d'agrément que le colis doit être équipé de tourillons creux.**

La cavité interne de l'emballage accueille un panier délimitant 65 ou 69 logements dans chacun desquels un assemblage combustible REB au plus peut être chargé. Trois paniers (dits options 1, 2 ou 3), constitués d'éléments en aluminium boré et en acier, sont actuellement autorisés. Dans le cadre de la présente demande, le requérant présente un nouveau panier dit « option 4 ». Ce panier diffère du panier « option 3 » par sa constitution avec des éléments en aluminium boré, dont la teneur minimale en bore est plus élevée que pour le panier « option 3 », ou non boré.

Le contenu décrit dans l'annexe 1 du projet de certificat (dénommé « contenu n°1 » dans la suite du présent avis) peut être chargé dans les trois types de paniers existants (dits options 1, 2 ou 3). La demande du requérant concerne une modification mineure d'un des types de combustible actuellement autorisés du contenu n°1, ainsi que l'extension à un nouveau contenu décrit dans l'annexe 2 du projet de certificat et dénommé « contenu n°2 » dans la suite du présent avis ; le contenu n°2 est chargé dans un nouveau panier dit « option 4 ».

Plusieurs plans de chargement sont possibles en fonction des contenus et des paniers, avec une répartition homogène ou hétérogène de la puissance thermique du contenu. Pour ce qui concerne le chargement homogène du contenu n°1 dans un panier « option 1 » ou « option 2 », la puissance maximale par assemblage spécifiée dans le projet de certificat conduit à une puissance maximale du contenu supérieure à la limite de puissance spécifiée pour certaines configurations de chargement. **Aussi, l'IRSN propose de réduire, dans le projet de certificat, la puissance maximale par assemblage ainsi que la puissance thermique linéaire maximale par assemblage pour cette configuration.**

2. COMPORTEMENT MECANIQUE

Le chapitre du dossier de sûreté du modèle de colis TN 24 BH relatif au comportement mécanique a été modifié afin de prendre en compte les demandes formulées par l'ASN à l'issue de l'expertise des précédentes demandes de prorogation et d'extension. **En dehors des sujets traités ci-après, les éléments présentés par le requérant relatifs au comportement mécanique sont globalement satisfaisants pour l'IRSN.**

2.1. CONDITIONS DE TRANSPORT DE ROUTINE

2.1.1. Tenue des vis de fixation du système de fermeture de la cavité interne

En réponse à une demande de l'ASN relative au risque de matage des composants du système de fermeture, le requérant a évalué que la pression sous tête de vis et sous rondelle, pour les couvercles et leur tige d'orifice, ne conduit pas à une déformation plastique de ces composants. **L'IRSN estime que ces calculs permettent de répondre à la demande de l'ASN.** Néanmoins, l'IRSN relève que les valeurs des coefficients de frottement, qui sont des paramètres sensibles pour ces calculs, ne sont pas justifiées dans le dossier de sûreté alors qu'elles dépendent de nombreux paramètres. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 2 en annexe 2 au présent avis.**

2.1.2. Arrimage et manutention du colis

La démarche utilisée pour démontrer la tenue mécanique des tourillons et de leurs vis de fixation n'a pas été modifiée dans le cadre de la présente demande d'agrément. Néanmoins, les accélérations représentatives des conditions de transport de routine (CTR) ont été mises à jour afin de prendre en compte celles préconisées dans les derniers standards internationaux (annexe IV du guide AIEA n°SSG-26 dont la mise à jour est actuellement en projet). **Cette mise à jour ne met pas en cause la sûreté du modèle de colis.**

Le requérant retient, dans ses calculs, une répartition des efforts appliqués sur les tourillons sur un secteur angulaire. Cet angle est spécifié dans le chapitre du dossier de sûreté relatif à l'utilisation de l'emballage. Toutefois, le requérant n'a pas transmis les caractéristiques des moyens d'arrimage et de levage du colis, nécessaires pour garantir le conservatisme de cet angle, en particulier le diamètre du support de tourillon. L'IRSN considère qu'il est difficile en exploitation de vérifier un angle d'appui et estime qu'une mesure de diamètres serait moins sujette à erreur. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 3 en annexe 2 au présent avis.**

2.2. RUPTURE BRUTALE

En réponse à une demande de l'ASN relative au risque de rupture brutale de l'acier à basse température lors des chutes représentatives des conditions accidentelles de transport, en tenant compte de la géométrie du modèle de colis TN 24 BH, le requérant a mis à jour le calcul des contraintes maximales. Sur la base d'une étude des zones de l'enveloppe de confinement présentant des concentrations de contraintes importantes et des épaisseurs faibles, le requérant conclut que le risque de rupture brutale du modèle de colis est écarté. **Ces éléments permettent de répondre à la demande de l'ASN.**

Les contrôles effectués en fabrication pour garantir le défaut de référence considéré par le requérant dans ces calculs ne sont pas présentés dans le chapitre du dossier de sûreté relatif à la fabrication de l'emballage. Le requérant a indiqué au cours de l'expertise que ces contrôles incluent un contrôle par ultrasons permettant de s'assurer de la conformité à la classe de qualité 3 de la norme NF EN 10228-3. Pour cette classe de qualité 3, le défaut doit avoir une taille inférieure à 5 mm, ce qui couvre la valeur prise en compte dans les calculs du requérant. Par ailleurs, le requérant ne fournit pas d'éléments relatifs aux processus de fabrication permettant de garantir la valeur retenue pour la ténacité dynamique minimale de l'acier de la virole. Compte tenu, en particulier, de la sensibilité de la nuance d'acier aux paramètres des traitements thermiques, la maîtrise de la fabrication devrait faire l'objet d'une attention particulière afin de s'assurer que les marges présentées par le requérant sont garanties. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 5 en annexe 2 au présent avis.**

2.3. TENUE DES ASSEMBLAGES COMBUSTIBLES

La tenue mécanique des assemblages combustibles irradiés n'est pas démontrée en conditions normales ou accidentelles de transport (CNT ou CAT). Aussi, les démonstrations relatives à la prévention des risques de criticité et au confinement de la matière radioactive sont réalisées en considérant la ruine totale des contenus, ce qui est pénalisant. Concernant l'étude du comportement thermique du modèle de colis et l'étude de radioprotection, le requérant considère, en réponse aux demandes de l'ASN, que les assemblages combustibles sont intègres en CNT et qu'une partie de la matière radioactive est dispersée dans la cavité interne de l'emballage en CAT. Les conséquences de cette dispersion sont examinées aux paragraphes 3 et 5 du présent avis.

Pour ce qui concerne les CAT, le requérant prend en compte une dispersion de 12 % de la matière radioactive. Il considère que cette valeur est pénalisante au regard des conclusions du *Fuel Integrity Project* (FIP) concernant le comportement en chute des assemblages combustibles de type REP et REB et qu'elle permet de couvrir les interrogations concernant une période d'entreposage de plusieurs décennies. L'IRSN rappelle que les résultats issus du programme FIP ne sont applicables qu'aux assemblages combustibles non irradiés. Toutefois, compte tenu de l'état de l'art sur ce sujet ainsi que des marges identifiées par le requérant, **la prise en compte d'une dispersion de 12 % de la matière radioactive en CAT n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

Par ailleurs, en réponse à la demande de l'ASN relative à l'intégrité des gaines de crayons combustibles en CNT à l'issue d'une période d'entreposage, le requérant se fonde sur les effets du fluage des gaines dans le temps (gaz présents dans la cavité interne non agressifs pour les gaines, pas de vieillissement des gaines sous irradiation, maîtrise en entreposage de la température de surface des colis, température maximale des gaines inférieure à la valeur évaluée en CNT, décroissance de la température des gaines pendant la période d'entreposage) pour justifier cette intégrité. **Ceci est globalement satisfaisant et permet de répondre à la demande de l'ASN.** Néanmoins, l'IRSN estime que d'autres phénomènes que le fluage des gaines pourraient être à considérer. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 6 en annexe 2 au présent avis.**

3. COMPORTEMENT THERMIQUE

En réponse à la demande de l'ASN d'évaluer les conséquences d'un endommagement associé à un poinçonnement au droit de la tige du couvercle secondaire sur les températures du modèle de colis, le requérant a modifié son modèle numérique pour inclure le capot de tête et évaluer le comportement thermique du modèle de colis lors de l'épreuve réglementaire de feu en considérant un écrasement et un poinçonnement du bois du capot à l'issue des chutes représentatives des CAT. Ces nouveaux calculs ne mettent pas en cause la sûreté du modèle de colis et **permettent de répondre à la demande de l'ASN.**

Par ailleurs, en réponse à la demande de l'ASN relative à l'influence de la dispersion de matière radioactive sur la température des joints en EPDM, le requérant évalue la température des composants du modèle de colis en tenant compte d'une dispersion de 12 % de la matière radioactive dans la cavité interne au plus près des joints. Les températures obtenues sont utilisées pour évaluer le taux de remplissage des gorges de joint (cf. paragraphe 4.2.1). La puissance thermique maximale du contenu considérée pour ces calculs est couverte par celle spécifiée dans le projet de certificat, ce qui n'est pas le cas de la puissance thermique linéaire maximale par assemblage combustible. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 7 en annexe 2 au présent avis.**

4. CONFINEMENT

4.1. RELACHEMENT D'ACTIVITE

La méthode utilisée pour évaluer le relâchement d'activité n'a pas été modifiée dans le cadre de la présente demande d'agrément. Le terme source, évalué avec le code ORIGEN 2, est inchangé et couvre les caractéristiques des contenus n°1 et n°2. Toutefois, les bibliothèques des combustibles REB disponibles pour le code ORIGEN 2 ne sont validées que pour un taux de combustion inférieur au taux de combustion maximal des contenus n°1 et n°2. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 8 en annexe 2 au présent avis.**

4.2. COMPORTEMENT DES JOINTS

4.2.1. Taux de remplissage des gorges

Les calculs de taux de remplissage des gorges concernent les joints en EPDM du système de fermeture du modèle de colis. En réponse à la demande de l'ASN relative au risque d'extrusion de ces joints, le requérant a réalisé un calcul complémentaire de taux de remplissage en CAT dans lequel il prend en compte l'augmentation de la température des joints due à la dispersion de matière radioactive dans la cavité interne de l'emballage et à la poursuite de la combustion du bois des capots à l'issue de l'épreuve de feu. **Ces calculs permettent de répondre à la demande de l'ASN.** Le requérant tient compte dans ces calculs de la tolérance sur le diamètre interne des joints, évaluée à partir de la formule issue d'une norme. Cette tolérance n'est spécifiée, ni dans le chapitre du dossier de sûreté relatif à la description de l'emballage, ni sur le plan de concept de l'emballage, alors qu'il s'agit d'un paramètre sensible pour ces calculs. Dans l'attente de la mise à jour du dossier de sûreté sur ce point, **l'IRSN propose d'ajouter dans le projet de certificat la tolérance sur le diamètre interne des joints en EPDM.**

Les calculs du requérant montrent que le taux de remplissage des gorges pour les nouveaux emballages qui seront équipés d'un nouveau concept de joint de couvercles à partir du 30 juin 2021 (réduction du diamètre de tige) reste inférieur au critère de 100 % dans toutes les conditions de transport. **Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.** En outre, les colis actuellement entreposés seront équipés d'un couvercle secondaire avec le nouveau concept de joint pour leur transport après entreposage. En revanche, les couvercles primaires de ces colis sont équipés de l'ancien concept de joint externe. Le requérant évalue que la prise en compte de l'ensemble des hypothèses enveloppes conduit à un taux de remplissage maximal des gorges de 104,6 % en CAT. Par ailleurs, ce taux de remplissage en CNT est égal à 103,1 %. Le requérant estime, sur la base d'un courrier de l'ASN et compte tenu de la pression de serrage sur le couvercle, que ces valeurs de taux de remplissage sont acceptables car inférieures à 105 %. Or le courrier précise, d'une part que le critère de 105 % ne s'applique qu'en CAT et pour certaines nuances de joints, d'autre part que les taux de remplissage doivent rester inférieurs à 100 % en CNT. **L'IRSN estime donc que les taux**

de remplissage évalués par le requérant pour l'ancien concept de joint externe du couvercle primaire ne permettent pas d'exclure le risque d'extrusion de ce joint en CNT et en CAT et pourraient avoir des conséquences sur le niveau d'étanchéité du modèle de colis. Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 1 en annexe 1 au présent avis.

4.2.2. Taux de compression des joints

Le requérant évalue que le taux de compression minimal des joints EPDM du système de fermeture du modèle de colis est égal à 16,1 % en considérant une valeur forfaitaire de déformation rémanente à la compression des joints (DRC) égale à 20 %. La valeur de ce taux de compression est supérieure au critère de 15 % usuellement considéré. Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.

5. RADIOPROTECTION

5.1. MODELISATION ET HYPOTHESES

Pour mémoire, une nouvelle méthode basée sur un système d'inéquations et développée par le requérant afin de justifier le respect des critères de débits d'équivalent de dose (DED) en CTR pour les contenus chargés dans les paniers option 1 ou 2, a été expertisée par l'IRSN dans le cadre de la dernière demande d'extension d'agrément et a fait l'objet de demandes de l'ASN. Cette méthode a été étendue aux paniers option 3 et 4 dans le cadre de la présente demande. Les inéquations sont déterminées en prenant en compte le vieillissement de la résine pendant la durée de transport. L'emballage TN 24 BH étant prévu d'être utilisé pour l'entreposage de combustibles irradiés pendant plusieurs dizaines d'années, le vieillissement de la résine pendant cette durée n'est donc pas couvert. Par ailleurs, le dossier de sûreté et le projet de certificat n'excluent pas le rechargement, avec un contenu présentant les caractéristiques maximales autorisées, d'un emballage dont la résine a vieilli à l'issue d'une première période d'entreposage. Ainsi, **l'IRSN propose d'introduire dans le projet de certificat une exigence interdisant le rechargement de l'emballage TN 24 BH avec un nouveau contenu.**

En réponse à la demande de l'ASN relative à l'influence des différentes caractéristiques du combustible sur les calculs de DED avec la méthode des inéquations, le requérant indique que le retour d'expérience des mesures de DED réalisées au contact de deux colis TN 24 BH a montré que les mesures sont inférieures d'au moins 60 % par rapport aux valeurs calculées avec les inéquations. Il en conclut que l'analyse d'influence demandée n'est pas nécessaire. L'IRSN relève que ces mesures ne concernent que deux colis pour lesquels les contenus présentaient des caractéristiques très proches. En tout état de cause, l'IRSN considère que le nombre de mesures réalisées n'est statistiquement pas suffisant pour statuer sur la robustesse de cette méthode dans son application au modèle de colis TN 24 BH. **Ceci conduit à formuler l'observation n° 10 en annexe 2 au présent avis.**

Enfin, le requérant a transmis le profil axial de taux de combustion des assemblages combustibles irradiés représentatifs de ceux susceptibles d'être transportés dans l'emballage TN 24 BH. Le profil retenu dans les calculs de DED n'est pas majorant en partie basse de l'assemblage, alors que les DED autour de l'emballage sont les plus élevés au droit de cette partie. Le requérant considère, sans les justifier ni les quantifier, qu'il existe des conservatismes au niveau des hypothèses de modélisation. **Ce point est pris en compte dans l'observation n° 11 en annexe 2 au présent avis.**

5.2. CONDITIONS ACCIDENTELLES DE TRANSPORT

À l'issue de la précédente demande de prorogation d'agrément, le requérant s'était engagé à justifier le caractère dimensionnant des DED calculés en CTR par la méthode des inéquations par rapport à ceux calculés en CAT en considérant la ruine des combustibles en CAT. Dans le cadre de la présente demande, le requérant indique que les conclusions de ses études ne sont pas modifiées en considérant une dispersion de 12 % de la matière fissile côté fond et une perte du capot de fond. Il évalue que, si le critère réglementaire de DED à 1 m du colis en CAT est atteint, alors le critère réglementaire de DED au contact du colis en CTR est dépassé, ce qui permet de conclure que le critère de DED en CTR est dimensionnant. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

5.3. ACTIVATION DES STRUCTURES METALLIQUES DES ASSEMBLAGES

En réponse à la demande de l'ASN relative à la description de la méthode d'évaluation de l'activation des parties métalliques des extrémités des assemblages, le requérant a complété son dossier de sûreté. Dans ses calculs de DED, le requérant prend désormais en compte l'activation du ^{59}Co présent dans ces parties en appliquant une méthode consistant, d'une part à évaluer le flux neutronique en fin d'irradiation des assemblages avec un taux de combustion homogène sur toute la hauteur de l'assemblage, d'autre part à appliquer ce flux de manière déterministe sur les sections efficaces de capture du ^{59}Co . **Ceci permet de répondre à la demande de l'ASN.**

Toutefois, l'IRSN estime que la méthode retenue par le requérant pourrait conduire à sous-estimer l'activité des structures métalliques, notamment du fait, d'une part de la prise en compte d'un taux de combustion homogène sur toute la hauteur de l'emballage, d'autre part de l'absence de justification de la modélisation retenue pour les bouchons des assemblages. De plus, les épaisseurs de blindage les plus faibles de l'emballage se situent au niveau des extrémités des assemblages activées et la contribution au DED total des émissions gamma dues à l'activation des embouts est de l'ordre de 15 %. **Ces points font l'objet de l'observation n° 11 en annexe 2 au présent avis.**

6. PREVENTION DU RISQUE DE CRITICITE

La démonstration de la sous-criticité du transport du modèle de colis TN 24 BH chargé du contenu n°1 ou du contenu n°2 repose sur un scénario considérant une quantité limitée d'eau dans la cavité interne du colis, en cohérence avec les exigences du paragraphe 680 a) de la réglementation citée en troisième référence relatives à la présence de barrières d'étanchéité multiples de haute qualité. Le scénario couvre les caractéristiques du contenu n°2 et les nouvelles caractéristiques du contenu n°1. La méthode d'évaluation et les résultats restent donc inchangés. **Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

L'IRSN souligne que les configurations liées aux opérations de chargement et de déchargement du colis sous eau n'ont pas été expertisées, étant donné que chaque installation a ses propres configurations à étudier en fonction, d'une part des équipements utilisés, d'autre part des situations de fonctionnement ou d'incident envisageables.

7. INSTRUCTIONS D'UTILISATION ET DE MAINTENANCE

7.1. QUALIFICATION DE LA PROCEDURE DE SECHAGE DE LA CAVITE INTERNE

Pour rappel, chaque assemblage combustible REB peut contenir au maximum deux crayons, dit « crayons d'eau », présentant des zones percées non débouchantes susceptibles de retenir de l'eau malgré les opérations de séchage de la cavité de l'emballage. La présence d'eau affecte les risques de radiolyse et de criticité.

En réponse à la demande de l'ASN relative à la quantification du volume d'eau résiduel présent dans les crayons d'eau après séchage, le requérant a réalisé un essai de séchage sur une maquette représentative du modèle de colis TN 24 BH chargé de deux tubes représentatifs des zones de rétention d'un crayon d'eau. **Ces essais permettent de répondre à la demande de l'ASN.**

Néanmoins, les opérations de séchage présentées dans le chapitre du dossier de sûreté relatif à l'utilisation de l'emballage ne mentionnent pas la séquence de balayage à l'air sec mise en œuvre pendant l'essai, ce qui ne permet pas de garantir que ce balayage, dont l'influence sur l'efficacité du séchage n'est en outre pas justifiée, soit mis en œuvre en exploitation. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 12 en annexe 2 au présent avis.**

Enfin, la description des crayons d'eau fournie dans le projet de certificat et dans le dossier de sûreté ne permet pas de garantir que les crayons utilisés pour l'essai sont représentatifs. **L'IRSN propose de préciser, dans le projet de certificat, les caractéristiques des crayons d'eau en cohérence avec celles retenues pour l'essai de séchage.**

7.2. VERIFICATION DU RESPECT DU CRITERE DE DED AVANT TRANSPORT

La méthode utilisée pour vérifier, avant chargement, le respect du critère réglementaire de DED au contact du colis en CTR est fondée sur la vérification du respect des inéquations mentionnées au paragraphe 5. Le terme source des assemblages combustibles à transporter doit être calculé, soit avec la version de 2009 du code d'évolution ORIGEN-ARP, soit avec un autre code d'évolution si ce dernier est qualifié pour les caractéristiques des assemblages à transporter. L'IRSN a évalué que, pour le contenu de référence, la version du code ORIGEN-ARP de 2009 sous-estime de façon significative le terme source des neutrons et des gammas primaires de haute énergie par rapport à sa version 2017. Ces écarts conduisent à sous-estimer le DED total de 10 %, ce dernier étant principalement dû aux neutrons. Bien que le retour d'expérience ait montré des marges à l'égard du critère réglementaire en CTR, **ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 13 en annexe 2 au présent avis.**

7.3. VIEILLISSEMENT

L'édition 2018 de la réglementation AIEA a introduit les paragraphes 503 e), 613A, 809 f) et 809 k) relatifs au vieillissement et au transport après entreposage. La présente demande d'agrément s'appuie sur la conformité du modèle de colis à l'édition 2012 de la réglementation AIEA qui ne traite pas explicitement de ces deux problématiques. Néanmoins, la durée d'entreposage pouvant s'étendre sur plusieurs décennies, **il serait pertinent que le dossier de sûreté soit complété par une étude du vieillissement des matériaux constituant le modèle de colis pendant la période d'entreposage.**

8. SYSTEME DE MANAGEMENT DE LA QUALITE

Lors des différentes instructions relatives au modèle de colis TN 24 BH, le requérant a apporté, sous forme de courriers, de nombreuses justifications complémentaires portant sur des enjeux de sûreté. Toutefois, elles n'ont pas été intégrées dans le dossier de sûreté. Aussi, dans le cadre de l'amélioration continue, l'IRSN estime que le requérant devrait veiller à inclure dans le dossier de sûreté les justifications complémentaires portant sur des enjeux ou des organes de sûreté, apportées en cours d'expertise ou en réponse aux demandes de l'ASN. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 14 en annexe 2 au présent avis.**

9. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés et en tenant compte des informations transmises par la société Orano NPS au cours de l'expertise, l'IRSN considère que le modèle de colis TN 24 BH, tel que défini dans le projet de certificat tenant compte des modifications proposées par l'IRSN, est conforme aux prescriptions réglementaires applicables aux modèles de colis du type B(U) pour matière fissile, selon l'édition 2012 du règlement de l'AIEA cité en troisième référence.

Toutefois, le requérant devra prendre en compte la recommandation formulée en annexe 1 du présent avis. Par ailleurs, afin d'améliorer les démonstrations de sûreté du modèle de colis TN 24 BH, le requérant devrait tenir compte des observations formulées en annexe 2 du présent avis.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Anne-Cécile JOUVE

Adjointe au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE 1 A L'AVIS IRSN N° 2021-00098 DU 11 JUIN 2021

Recommandation de l'IRSN

Recommandation n° 1

L'IRSN recommande qu'en préalable au transport des colis TN 24 BH équipés de l'ancien concept de joint EPDM de diamètre de tore égal à 10 mm, le requérant démontre l'absence d'extrusion du joint externe du couvercle primaire, d'une part pour les conditions normales de transport en considérant la puissance thermique réelle lors du premier transport réalisé pour chaque exemplaire d'emballage afin de vérifier que le joint n'a pas extrudé, d'autre part pour les conditions normales et accidentelles de transport en considérant la puissance thermique réelle lors du transport réalisé après entreposage.

ANNEXE 2 A L'AVIS IRSN N° 2021-00098 DU 11 JUIN 2021

Observations de l'IRSN

Observation n° 1

L'IRSN estime que le requérant devrait compléter le chapitre du dossier de sûreté relatif à la description de l'emballage TN 24 BH afin de spécifier les dimensions des rondelles, ainsi que leurs caractéristiques mécaniques à température ambiante et à la température des conditions normales de transport.

Observation n° 2

L'IRSN estime que le requérant devrait compléter le dossier de sûreté du modèle de colis TN 24 BH par la justification des valeurs retenues pour les coefficients de frottement, avec ou sans graissage, des vis des couvercles primaire et secondaire, ainsi que de leur tape d'orifice.

Observation n° 3

L'IRSN estime que le diamètre des supports de tourillons devrait être spécifié dans le chapitre du dossier de sûreté relatif aux instructions d'utilisation de l'emballage TN 24 BH, en cohérence avec les démonstrations de sûreté.

Observation n° 4

L'IRSN estime que le requérant devrait, dans son analyse du risque de rupture brutale des composants de l'emballage TN 24 BH :

- considérer un comportement linéaire élastique des matériaux, en conformité avec le code RCC-M ;
- utiliser les valeurs tabulées dans les codes de mécanique de la rupture (RCC-M, RSE-M, R6, ASME).

Observation n° 5

L'IRSN estime que, s'agissant de la fabrication de la virole interne, le requérant devrait compléter le chapitre du dossier de sûreté relatif à la fabrication de l'emballage TN 24 BH afin, d'une part de spécifier que le contrôle par ultrasons doit permettre de s'assurer de la conformité à la classe de qualité 3 de la norme NF EN 10228-3, d'autre part de préciser les dispositions prises pour garantir une ténacité dynamique minimale à -40 °C justifiant l'absence de rupture brutale.

Observation n° 6

L'IRSN estime que le requérant devrait consolider les données relatives à la tenue mécanique des assemblages combustibles irradiés chargés dans le modèle de colis TN 24 BH après une période d'entreposage en tenant compte notamment de l'influence de l'ensemble des conditions d'entreposage (à sec pendant plusieurs décennies).

Observation n° 7

L'IRSN estime que, dans l'étude du comportement thermique du modèle de colis TN 24 BH en conditions accidentelles de transport avec dispersion de matière radioactive dans la cavité interne de l'emballage, le requérant devrait conforter le fait que la prise en compte des puissances thermiques linéaires maximales par assemblage spécifiées dans le certificat d'agrément ne met pas en cause la sûreté du modèle de colis.

Observation n° 8

L'IRSN estime que le requérant devrait justifier la qualification du code d'évolution utilisé pour évaluer l'activité et la quantité de radioéléments des contenus n°1 et n°2 du modèle de colis TN 24 BH utilisées dans l'étude du relâchement d'activité.

Observation n° 9

L'IRSN estime que le requérant devrait mettre à jour le dossier de sûreté afin de prendre en compte, dans le calcul du taux de remplissage des gorges de joints de l'emballage TN 24 BH, la tolérance sur l'angle des gorges trapézoïdales des couvercles et de leurs tapes d'orifice.

Observation n° 10

L'IRSN estime que, pour la prochaine demande de prorogation d'agrément du modèle de colis TN 24 BH, le requérant devrait compléter la note de retour d'expérience de la maintenance et de l'utilisation des emballages avec un comparatif des calculs de débit d'équivalent de dose réalisés avant transport à partir des inéquations et des résultats des mesures de débit d'équivalent de dose réalisées avant transport.

Observation n° 11

L'IRSN estime que le requérant devrait vérifier, dans l'étude de radioprotection du modèle de colis TN 24 BH, que le respect des critères réglementaires n'est pas mis en cause par

- la prise en compte d'un profil majorant de taux de combustion des assemblages combustibles côté fond ;
- la prise en compte d'un taux de combustion non homogène sur toute la hauteur du combustible.

Dans le cadre de cette vérification, le requérant devrait justifier les valeurs de la hauteur et de la proportion zirconium/eau retenues pour les bouchons des assemblages combustibles.

Observation n° 12

L'IRSN estime que le requérant devrait justifier que la séquence de balayage en air sec de la cavité interne du modèle de colis TN 24 BH a une influence faible sur la quantité résiduelle d'eau à l'issue de l'essai de séchage. À défaut, cette séquence devrait être ajoutée dans le chapitre du dossier de sûreté relatif aux instructions d'utilisation de l'emballage.

Observation n° 13

L'IRSN estime que le requérant devrait utiliser la dernière version du code ORIGEN-ARP pour la vérification du respect du critère réglementaire de débit d'équivalent de dose en conditions de transport de routine avant le transport des colis TN 24 BH.

Observation n° 14

L'IRSN estime que le requérant devrait intégrer dans le dossier de sûreté les compléments apportés lors des demandes d'agrément du modèle de colis TN 24 BH, en particulier ceux qui revêtent une importance pour la sûreté (hypothèses, démonstrations complémentaires, marges de sûreté...).