

Fontenay-aux-Roses, le 17 octobre 2023

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2023-00152

Objet : Transport – Renouvellement d'agrément du modèle de colis DN30.

Réf. :

- [1] Lettre ASN CODEP-DTS-2022-059521 du 6 décembre 2022.
- [2] Règlement de transport de l'AIEA – SSR-6 – édition de 2018.
- [3] Norme internationale ISO 7195, novembre 2020.
- [4] Norme américaine ANSI N14.1, décembre 2019.
- [5] Norme ASTM International C996, janvier 2020.
- [6] Guide de l'AIEA n° SSG-26 (Rev. 1), édition de 2018.
- [7] Guide de l'ASN n°28 du 25 juillet 2017.

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la conformité au règlement, cité en deuxième référence, du modèle de colis DN30, tel que décrit dans le dossier de sûreté joint à la demande de renouvellement d'agrément présentée par la société Orano NCS GmbH, dénommée ci-après « le requérant ».

L'emballage DN30 est conçu pour le transport d'un cylindre 30B chargé d'hexafluorure d'uranium (UF₆) enrichi au maximum à 5 % en ²³⁵U ou d'un « pied de cuve »¹. Ce modèle de colis a été agréé pour la première fois en France le 26 décembre 2018. Il est actuellement agréé pour le transport par voies routière, ferroviaire, maritime et fluviale en tant que colis du type B(U), industriel (IP) ou A pour matières fissiles, selon le contenu transporté. Les certificats actuellement en vigueur expirent le 26 décembre 2023.

En particulier, l'ASN sollicite l'avis de l'IRSN sur les réponses du requérant aux demandes formulées par l'ASN à l'issue des précédentes instructions, sur les réponses du requérant aux engagements qu'il avait pris à l'issue de l'expertise par l'IRSN de la première demande d'agrément, ainsi que sur le retour d'expérience concernant l'utilisation, la maintenance et l'exploitation des emballages DN30.

De l'évaluation des documents transmis, tenant compte des éléments apportés par le requérant au cours de l'expertise, l'IRSN retient les principaux points suivants.

¹ Le « pied de cuve » est constitué d'UF₆ non extrait lors de la vidange du cylindre et d'un « fond solide » (formé de composés non volatiles ou partiellement volatiles non extraits du cylindre lors de la vidange et d'une croûte formée au fond du cylindre, issue de la réaction de l'UF₆ avec l'acier du cylindre).

1. DESCRIPTION DU MODÈLE DE COLIS

Le modèle de colis est constitué de l’emballage DN30, appelé par la suite « surcoque », dans lequel est placé un cylindre 30B contenant de l’UF₆ ou un pied de cuve. La masse maximale du colis chargé spécifiée dans le dossier de sûreté est de 4 100 kg.

1.1. DESCRIPTION DE L’EMBALLAGE

1.1.1. Généralités

La surcoque DN30 est de forme cylindrique : elle est composée de deux demi-coques en acier inoxydable, elles-mêmes constituées d’une demi-virole interne, de matériaux microporeux, de blocs constitués de deux types de mousse en fonction de leur position et d’une demi-virole externe munie de bouchons fusibles pour permettre le dégazage de la mousse en cas d’incendie. Les surfaces internes des deux demi-coques sont recouvertes d’un matériau intumescent. Le système de fermeture de l’emballage est composé de six mâchoires soudées sur les surfaces externes de chaque demi-coque. Chaque mâchoire est constituée de deux parties, une supérieure et une inférieure, comportant chacune quatre dents percées d’un trou dans lequel est insérée une tige d’assemblage des deux parties. Cette tige est bloquée en translation à l’aide d’une vis équipée de rondelles de type NORDLOCK afin d’éviter qu’elle se dévisse. Ces rondelles ne sont pas mentionnées dans le dossier de sûreté. **L’IRSN estime que le requérant pourrait ajouter la mention des rondelles de type NORDLOCK dans le dossier de sûreté et dans l’annexe relative aux consignes d’utilisation. Dans l’attente, l’IRSN a ajouté l’utilisation de ces rondelles dans les projets de certificat.**

Dans le cadre de la présente demande de renouvellement d’agrément, le concept de l’emballage ne fait l’objet que de deux modifications mineures : la possibilité de remplacer un des bouchons fusibles sur chaque demi-virole externe par une soupape thermique et la possibilité d’utiliser différents types de vis pour l’arrimage. Ces modifications sont détaillées dans la suite du présent avis.

Afin de répondre à un de ses engagements, le requérant a ajouté une annexe au dossier de sûreté qui rassemble l’ensemble des propriétés mécaniques et thermiques des matériaux des composants du modèle de colis. **Ceci est satisfaisant sur le principe. L’IRSN estime que le requérant pourrait préciser le type de traitement thermique appliqué sur l’acier des tiges des systèmes de fermeture et les seuils de consolidation² des mousses déterminés expérimentalement.**

1.1.2. Caractérisation des mousses

Afin de répondre à une demande de l’ASN relative à l’influence du taux d’humidité des mousses sur leurs propriétés mécaniques, le requérant a effectué des nouveaux essais de compression suivant deux orientations de la mousse (parallèle et perpendiculaire) sur des échantillons soumis à de forts taux d’humidité pendant une durée d’entreposage d’une semaine, **ce qui est satisfaisant sur le principe.** Le requérant déduit de la variation, avant et après entreposage, des contraintes de compression moyennées dans les deux directions que la sûreté du colis n’est pas mise en cause. Néanmoins, la moyenne de ces contraintes pouvant varier jusqu’à 15 % avant et après entreposage, **l’IRSN estime que le requérant pourrait indiquer les valeurs de contrainte de compression pour chacune des deux directions, en précisant les incertitudes associées. En outre, il pourrait faire l’analyse des variations de contrainte avant et après entreposage et évaluer leurs conséquences sur la sûreté du modèle de colis.**

Afin de répondre à une demande de l’ASN relative à l’influence d’une variation de la densité des mousses sur leur comportement, le requérant se fonde sur des calculs numériques (abordés plus loin dans l’avis) montrant l’impact d’une variation de la loi de comportement des mousses sur les déformations du colis en CAT, **ce qui est**

² Taux maximal de déformation des mousses au-delà duquel celles-ci n’absorbent plus l’énergie.

satisfaisant. Toutefois, l'IRSN estime que le requérant pourrait justifier que la plage de variation des contraintes de compression étudiée couvre la plage de variation de la densité spécifiée dans le dossier de sûreté. En outre, le requérant pourrait apporter les justifications complémentaires afin de démontrer que la loi de comportement de la mousse retenue est représentative au-delà d'un taux d'écrasement de 80 %.

En conclusion, l'IRSN estime que le requérant a répondu de manière incomplète aux demandes de l'ASN précitées relatives à la caractérisation des mousses.

1.1.3. Caractérisation du matériau intumescent

Afin de répondre à une demande de l'ASN relative à la valeur de la conductivité thermique du matériau intumescent, le requérant a réévalué cette valeur à une température de 20 °C, qui est du même ordre de grandeur que la valeur fournie par le fabricant. **Ceci est satisfaisant. L'IRSN estime que le requérant pourrait préciser, dans le dossier de sûreté, l'incertitude associée à la valeur de la conductivité thermique du matériau intumescent.**

Afin de répondre à une demande de l'ASN relative au comportement mécanique du matériau intumescent, le requérant a réalisé de nouveaux essais afin de confirmer que l'expansion maximale du matériau intumescent dans la surcoque n'est pas de nature à engendrer des efforts dans les composants du cylindre 30B risquant d'affecter leur intégrité. Il a, dans ce cadre, pris en compte une montée en température progressive du four, dans lequel sont placés les échantillons, plus représentative de l'épreuve réglementaire de feu. Le requérant obtient des valeurs de pression plus élevées que précédemment mais qui restent néanmoins inférieures à la pression externe spécifiée dans la norme ISO 7195 en troisième référence relative à la conception des cylindres 30B. **Ceci est satisfaisant.**

En conclusion, l'IRSN estime que le requérant a répondu de manière satisfaisante aux demandes de l'ASN précitées relatives à la caractérisation du matériau intumescent.

1.2. DESCRIPTION DES CONTENUS

1.2.1. Cylindre 30B

Le cylindre 30B, muni d'une vanne et d'un bouchon, est un réservoir cylindrique en acier au carbone, fermé à chaque extrémité par un fond bombé, permettant d'assurer le confinement de la matière radioactive. Il est conçu, fabriqué, utilisé et maintenu conformément à la norme ISO 7195 en troisième référence et à la norme ANSI N14.1 en quatrième référence.

1.2.2. Contenus radioactifs

Les contenus transportés sont constitués d'UF₆, dont l'uranium est enrichi jusqu'à 5 % en ²³⁵U, ou d'un pied de cuve. L'uranium peut être d'origine naturelle ou issu du retraitement. Le requérant distingue deux configurations de chargement : les cylindres 30B dits « pleins », qui peuvent contenir entre 11,4 kg et 2 277 kg d'UF₆, et les cylindres 30B dits « vides », qui peuvent contenir jusqu'à 11,4 kg de pied de cuve. Or la norme ISO 7195 citée en troisième référence précise que la quantité maximale de pied de cuve dans un cylindre 30B est de 11,3 kg. **Aussi, l'IRSN propose de modifier les projets de certificat d'agrément sur ce point.**

La composition de l'UF₆ peut ne pas être conforme à celle présentée dans la norme ASTM C996 citée en cinquième référence. À cet égard, le requérant avait pris l'engagement de mettre à jour le dossier de sûreté afin de préciser, pour les contenus dont la composition n'est pas conforme à la norme ASTM, les points qui diffèrent de celle-ci. **Ces précisions ont été ajoutées au dossier de sûreté sauf pour l'UF₆ présent dans les pieds de cuve. L'IRSN estime que cet ajout pourrait également être réalisé pour les pieds de cuve.**

L'activité des contenus du modèle de colis du type A doit être inférieure à 1 A₂ et celle des contenus du modèle de colis du type IP et du type B(U) doit être inférieure à 227 A₂. Afin de vérifier que ces critères sont respectés, le requérant se fonde notamment sur les valeurs de A₂ définies dans la réglementation en deuxième référence.

En réponse à une demande de l'ASN de considérer l'UF₄ car il conduit à une absorption pulmonaire plus pénalisante que celle de l'UF₆, le requérant a pris en compte un mélange de 20 % d'UF₄ et de 80 % d'UF₆ et a évalué que les valeurs de A₂ pour le pied de cuve sont peu différentes de celles précédemment évaluées en considérant 100 % d'UF₆. Il conclut que ces nouvelles valeurs ne mettent pas en cause la définition du contenu. Le requérant a justifié, au cours de l'expertise, l'absence de prise en compte de l'UF₄ pour les cylindres pleins du fait que la proportion d'UF₄ sera plus faible et aura donc un impact encore plus faible sur les valeurs de A₂. **Ces éléments n'appellent pas de remarque de la part de l'IRSN et permettent de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN précitée. Ainsi, le requérant pourrait compléter le dossier de sûreté s'agissant des cylindres pleins.**

2. DÉMONSTRATION DE SÛRETÉ

2.1. COMPORTEMENT MÉCANIQUE

2.1.1. Conditions de transport de routine

Organes de manutention

Afin de répondre à un de ses engagements relatif à la tenue mécanique des soudures des deux passages de fourche sur les profilés situés sous la partie inférieure de l'emballage, le requérant a mis à jour le dossier de sûreté afin de prendre en compte la combinaison des accélérations dans les directions latérale et longitudinale en retenant les accélérations maximales définies dans le guide SSG-26 cité en sixième référence. Il évalue que la contrainte dans ces soudures présente une marge d'un facteur 2 environ par rapport à la limite d'élasticité du matériau à 70 °C. Bien qu'aucune accélération verticale n'ait été prise en compte, l'IRSN considère que, compte tenu des marges existantes, ceci n'a pas d'impact sur la démonstration de la sûreté du modèle de colis. **Selon l'IRSN, le requérant pourrait néanmoins justifier l'absence de prise en compte d'une accélération verticale.**

Organes d'arrimage

Afin de répondre à un de ses engagements, le requérant a réévalué la valeur du couple de serrage des vis utilisées pour la fixation des pieds de pose du colis³ afin de prendre en compte notamment la nouvelle classe de qualité des vis, un nouveau coefficient de frottement et les accélérations du guide SSG-26 en sixième référence. Néanmoins, le requérant ne détermine toujours pas la tolérance associée au couple de serrage et ne justifie pas la valeur de coefficient de frottement utilisée. La réponse à l'engagement nécessitant également l'évaluation du couple de serrage minimal des vis de fixation des pieds de pose du colis, en tenant compte des incertitudes sur le coefficient de frottement et les moyens de serrage utilisés, **l'IRSN estime que le requérant n'a pas répondu de manière satisfaisante à cet engagement.**

Par ailleurs, en réponse à une demande de l'ASN relative à la tenue en fatigue des organes d'arrimage, le requérant a mis à jour la démonstration concernant le transport par rail et par route en se fondant sur des valeurs d'accélération qui ont été mesurées sur un colis pesant 80 tonnes, alors que le colis DN30 pèse au plus 4,1 tonnes. **L'IRSN estime que le requérant pourrait justifier la représentativité des mesures utilisées au regard de la masse du modèle de colis DN30.** De plus, ces mesures ont été réalisées lors d'un transport par rail. Le requérant a justifié que les accélérations sur route sont couvertes par les accélérations sur rail en s'appuyant sur les valeurs indiquées dans le guide SSG-26 en sixième référence. **L'IRSN estime que l'applicabilité de cette méthode n'est pas démontrée** étant donné que les mesures sur lesquelles le requérant se fonde n'ont pas été réalisées selon les conditions de détermination des accélérations fournies par le guide (distance parcourue, trajet, type de réseau ferroviaire...). Le requérant évalue des dommages en fatigue des pieds de pose inférieurs au critère avec une marge suffisante. Compte tenu de celle-ci, **l'IRSN estime que les remarques précitées ne sont pas de nature**

³ Deux pieds de pose en acier inoxydable sont soudés sur la demi-coque inférieure et permettent de visser le colis sur la plateforme de transport.

à mettre en cause les conclusions de l'évaluation de la tenue en fatigue des organes d'arrimage du colis pour un transport ferroviaire et routier. Toutefois, ceci mériterait d'être confirmé par le requérant. Aussi, l'IRSN estime que le requérant ne répond pas de manière totalement satisfaisante à la demande de l'ASN relative à la tenue en fatigue des organes d'arrimage. En outre, la démonstration repose sur une hypothèse de 25 transports par an pendant 50 ans. L'IRSN note que le nombre de transports annuels retenu semble faible par rapport à celui utilisé pour la démonstration de la tenue à la fatigue de modèles de colis équivalents au modèle de colis DN30. Aussi, **l'IRSN estime que le caractère enveloppe du nombre de transports annuel pourrait être justifié par le requérant.** Concernant le transport par voie maritime, le requérant a fourni une nouvelle démonstration prenant en compte les valeurs d'accélération indiquées dans le guide SSG-26 en sixième référence appliquées de manière constante. Les dommages en fatigue ainsi déterminés sont inférieurs aux critères, avec une marge d'un facteur 2,6 au moins. **L'IRSN estime que cette analyse est convenable et pourrait être intégrée dans le dossier de sûreté.** Enfin, le requérant indique qu'il n'a pas démontré la tenue à la fatigue des vis de fixation du colis sur la plateforme de transport car elles ne font pas partie du modèle de colis. L'IRSN rappelle que l'article 612 de la réglementation de l'AIEA en deuxième référence dispose que les adjonctions au colis qui ne font pas partie intégrante de celui-ci ne doivent pas en réduire la sûreté. **Il appartient donc au requérant de démontrer la tenue à la fatigue des vis des pieds de pose du modèle de colis DN30.**

Dispositif de fermeture de l'emballage

Afin de répondre à une demande de l'ASN relative au risque d'auto-desserrage des vis permettant de bloquer la tige du système de fermeture du colis, le requérant a transmis les résultats des mesures de couple de desserrage réalisées sur les vis de 29 emballages. L'IRSN précise à cet égard que la mesure du couple de desserrage en présence de rondelles de type NORDLOCK n'est pas une donnée fiable. **Néanmoins, l'absence de dévissage de l'assemblage vissé, observée pour un nombre de vis élevé et après un transport de plusieurs milliers de kilomètres, et la présence de rondelles de type NORDLOCK permettent de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN précitée.**

2.1.2. Conditions normales et accidentelles de transport

Pour rappel, la démonstration de la tenue mécanique du modèle de colis à l'issue des chutes représentatives des CAT repose sur des campagnes d'essais avec un spécimen représentatif du modèle de colis à l'échelle 1, à température ambiante, ainsi que sur des calculs numériques complémentaires, effectués avec le code LS-DYNA, permettant notamment d'évaluer le comportement mécanique du modèle de colis sur la plage de températures réglementaires.

Masse du colis prise en compte dans les calculs numériques

Les calculs numériques réalisés afin de démontrer la tenue mécanique du modèle de colis en conditions normales (CNT) et accidentelles de transport (CAT) prennent en compte une masse du colis de 3 825 kg. À cet égard, le requérant a transmis au cours de l'expertise les résultats préliminaires d'un calcul numérique pour une masse totale du colis chargé de 4 100 kg. Ces résultats montrent des déformations plastiques de la tôle interne de la virole localement plus élevées que dans le calcul initial réalisé avec une masse de 3 825 kg. Ces déformations ne semblent pas, en première approche, mettre en cause la sûreté du modèle de colis DN30. En outre, le requérant a indiqué qu'il réaliserait une étude de sensibilité relative à la masse du modèle de colis afin de conforter les résultats précités. **L'IRSN estime que le requérant pourrait considérer, dans l'étude de sensibilité, l'influence de la masse sur l'ensemble des configurations de chute, ainsi que les incertitudes associées au modèle numérique. Dans ce cadre, il appartient au requérant de tenir compte des recommandations énoncées dans le guide de l'ASN n°28, cité en septième référence, relatif à la qualification des outils de calcul scientifique utilisés dans les démonstrations de sûreté nucléaire.**

Recalage du modèle numérique

En réponse à des demandes de l'ASN relatives au recalage du modèle numérique et à l'influence de l'accumulation du contenu au droit de la vanne du cylindre 30B, le requérant a révisé l'étude du comportement

mécanique du modèle de colis DN30. Ainsi, le requérant a comparé les déformations du cylindre 30B obtenues par calcul numérique à celles obtenues à la suite des essais de chute. Pour cela, il a développé deux types de jauge permettant d'identifier les déformations, soit sur la virole du cylindre, soit sur le fond bombé du cylindre. Ces jauges ont été utilisées sur trois cylindres ayant chuté. L'IRSN note que ces jauges ne permettent pas d'identifier de faibles déformations, la déformation minimale détectable n'étant en outre pas précisée par le requérant. Néanmoins, cette méthode n'a pas mis en évidence de déformations notables, ce qui est cohérent avec les résultats des calculs numériques. **L'IRSN considère que le requérant pourrait intégrer cette analyse dans le dossier de sûreté et préciser la valeur de déformation minimale détectable avec les jauges.** De plus, le requérant a effectué de nouveaux calculs numériques en considérant, avant chute, la rupture des soudures des dispositifs de protection de la vanne et du bouchon, permettant de simuler les fissures observées à la suite des essais. En outre, de nouveaux calculs ont été réalisés pour la chute sur poinçon en prenant en compte une disparition totale de la mousse et de la virole externe au droit de l'impact du poinçon afin de maximiser les endommagements du cylindre 30B. Le requérant indique que ces nouveaux calculs ont permis de vérifier qu'en considérant ces hypothèses pénalisantes, la vanne, le bouchon et la virole du cylindre 30B ne sont pas impactés. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN. L'IRSN considère donc que l'ensemble de ces nouveaux calculs permet de répondre de manière satisfaisante aux demandes de l'ASN susmentionnées.**

Comportement des mousses

Les lois de comportement des mousses ont été déterminées numériquement et recalées à partir des résultats d'essais de compression réalisés sur des échantillons de mousse confinés dans une virole en acier. En réponse à une demande de l'ASN relative à l'étude de la sensibilité de la contrainte d'écrasement des mousses, le requérant a évalué le comportement mécanique du modèle de colis en prenant en compte une plage de variation des lois de comportement plus importante que précédemment, de $\pm 20\%$ pour le premier type de mousse et de $\pm 10\%$ pour le second type de mousse. L'augmentation des déformations plastiques de l'emballage qui en résulte est de l'ordre de 2% . **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN et permet de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN précitée.**

En réponse à une demande de l'ASN relative à l'impact sur la tenue mécanique du colis du phénomène de dilatation thermique des mousses, le requérant a effectué de nouveaux calculs numériques pour simuler la chute du modèle de colis en position inclinée avec impact côté vanne, à la température maximale des CNT. Pour ces calculs, il prend en compte une expansion de la mousse conduisant au contact entre celle-ci et les tôles en acier de la surcoque, afin de vérifier si la réponse structurelle du colis serait plus rigide dans ce cas. Les résultats montrent que les endommagements du modèle de colis et notamment du dispositif de protection de la vanne sont globalement moindres par rapport à la configuration où un jeu est pris en compte. Les contraintes sur le cylindre 30B sont également plus faibles. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN et permet de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN précitée.**

2.2. RADIOPROTECTION

Afin de répondre à une demande de l'ASN relative à la justification de l'absence de nécessité de transport sous utilisation exclusive pour le contenu du modèle de colis du type A constitué de pieds de cuve issus d'UF₆ de retraitement, le requérant a effectué de nouveaux calculs de débit d'équivalent de dose (DED) pour justifier le respect du critère réglementaire au contact du colis, avec une épaisseur d'acier du cylindre 30B de 7,94 mm. Dans ce cadre, il prend en compte des hypothèses enveloppes pour le terme source mais globalement moins pénalisantes que précédemment. **L'IRSN estime que ces éléments permettent de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN précitée.**

2.3. PRÉVENTION DES RISQUES DE CRITICITÉ

En réponse à une demande de l'ASN relative au caractère pénalisant de la quantité de matière fissile prise en compte dans l'étude de criticité, le requérant a complété sa démonstration en considérant une masse de 11,4 kg

d'UO₂F₂ (au lieu de 9,974 kg). Ceci a conduit à une valeur de réactivité plus élevée respectant néanmoins le critère d'admissibilité pour le réseau de colis. **L'IRSN estime que ceci permet de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN précitée.**

2.4. UTILISATION, MAINTENANCE, FABRICATION ET RETOUR D'EXPÉRIENCE

2.4.1. Blocage du système de fermeture

Le retour d'expérience présenté par le requérant fait état, pour une soixantaine de colis, d'un blocage de la tige du système de fermeture rendant ainsi difficile son retrait de la structure. Ce blocage est dû à la formation de dioxyde de carbone, par réaction entre les mousses et de l'eau, conduisant à une surpression dans l'espace interviroles de la surcoque. L'action immédiate préconisée par le requérant est, dans un premier temps, d'enlever un des bouchons fusibles pendant au moins une minute pour permettre l'évacuation du gaz puis de le remettre en place et de réaliser les tests d'étanchéité du bouchon fusible. Le requérant a précisé que cette opération, qui dure environ trois minutes, a été effectuée sur des colis du type A ne contenant pas forcément de cylindre 30B, et que les opérateurs ont reçu une dose d'au plus 0,5 µSv. **L'IRSN estime que le requérant pourrait indiquer dans la notice d'utilisation du modèle de colis DN30 que, lorsqu'un dégazage manuel est nécessaire en présence d'un cylindre dans la surcoque, une estimation préalable de la dose reçue par l'opérateur doit être réalisée.** D'après les premiers résultats, les surpressions ne sont pas réapparues après le dégazage. Étant donné qu'il n'est pas formellement démontré que les surpressions ne peuvent pas se reproduire après un premier dégazage, **l'IRSN considère que le requérant pourrait présenter un retour d'expérience sur ce point pour la prochaine demande de renouvellement.** Dans un second temps, le requérant préconise de remplacer, sur chaque demi-coque, un bouchon fusible par une soupape thermique, ce qui permettra le dégazage sans action humaine. **Cette modification proposée par le requérant n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.** Le requérant prévoit un contrôle visuel annuel et un contrôle d'étanchéité quinquennal des bouchons fusibles et des soupapes thermiques. **Il appartiendra au requérant, au titre du retour d'expérience, de présenter une analyse détaillée des résultats de ces contrôles.**

Par ailleurs, le requérant a démontré par un calcul analytique que la surpression obtenue dans l'espace intervirole (majorée à 1 bar au regard des 200 mbar mesurés) n'a pas d'impact sur l'intégrité des viroles. **Ceci est satisfaisant. Selon l'IRSN, cette démonstration pourrait être intégrée dans le dossier de sûreté.**

2.4.2. Endommagement du matériau intumescent

Le requérant indique également qu'il a été constaté lors du chargement du cylindre, sur une dizaine de colis, que le matériau intumescent était endommagé compte tenu du faible jeu longitudinal entre les jupes du cylindre 30B et la demi-coque inférieure. Le requérant a mis à jour le dossier de sûreté afin de préciser que le cylindre doit être chargé horizontalement dans l'emballage. En outre, il a développé et fabriqué un outil d'aide au chargement qui permet de limiter le frottement entre le cylindre et l'intérieur de la demi-coque inférieure. L'IRSN note que l'utilisation de cet outil est présentée comme optionnelle. Afin de vérifier l'efficacité de cet outil et la pertinence de rendre son utilisation obligatoire, **l'IRSN estime que le requérant pourrait établir un retour d'expérience sur la fréquence d'utilisation d'un tel outil et sur l'endommagement du matériau intumescent des surcoques concernées par son utilisation.**

2.4.3. Corrosion

Du fait de l'apparition de points de corrosion au niveau de soudures et de rayures peu de temps après la fabrication des emballages, le requérant a modifié sa méthode de nettoyage des soudures. Bien que cette méthode montre globalement de meilleurs résultats, des points de corrosion sont tout de même apparus sur les soudures du système anti-rotation pour quatre colis. Par ailleurs, la nouvelle méthode de nettoyage est également appliquée sur les emballages déjà fabriqués mais uniquement sur les soudures accessibles, c'est-à-dire toutes sauf celles présentes sous le matériau intumescent. Le requérant a proposé de vérifier l'état des

soudures sous le matériau intumescent dans le cas où celui-ci devrait être retiré, **ce qui est satisfaisant. Il appartiendra au requérant de transmettre le retour d'expérience relatif à l'analyse de l'efficacité de cette nouvelle méthode de nettoyage pour la prochaine demande de renouvellement d'agrément.**

2.4.4. Mesures de DED avant transport

Afin de répondre à une demande de l'ASN relative à la mesure du DED avant transport, le requérant a apporté une justification complémentaire relative au coefficient de 0,25 appliqué sur le DED maximal au contact du colis dans le cas où la mesure de DED à 1 m du colis n'est pas possible compte tenu de l'encombrement. Il a complété sa démonstration en se fondant sur les valeurs maximales de DED qu'il a calculées pour un colis chargé d'un cylindre plein ou d'un cylindre contenant un pied de cuve et pour les spectres radiologiques de tous les contenus. Ces ratios sont inférieurs à 0,25. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.** En outre, pour les cas où le DED au contact des colis chargés d'un cylindre contenant un pied de cuve est supérieur à 2 mSv/h et inférieur à 10 mSv/h, le requérant propose de retenir un ratio de 0,2, valeur supérieure aux ratios calculés pour ces colis. **Ceci n'appelle pas remarque de la part de l'IRSN et permet de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN susmentionnée.**

2.4.5. Maintenance

L'opérateur Urenco Limited a informé le requérant de certains défauts constatés en maintenance, notamment l'endommagement de la tête d'une dizaine de vis de maintien de la tige de fermeture. La valeur du couple de serrage de cette vis spécifiée dans le dossier de sûreté est celle recommandée par le fournisseur de rondelles de type NORDLOCK. Aucune tolérance n'y est associée. Le requérant estime que l'application de ce couple de serrage devrait permettre d'éviter l'endommagement de la tête de la vis. Néanmoins, aucun calcul n'a été réalisé par le requérant pour vérifier que ce couple de serrage conduit à des contraintes dans la vis inférieures à la limite d'élasticité du matériau de la vis. Aussi, au regard de ce retour d'expérience, **l'IRSN estime que le requérant pourrait s'assurer que la valeur du couple de serrage spécifiée dans le dossier de sûreté n'entraîne pas une plastification des vis, en prenant en compte une valeur de coefficient de frottement justifiée et une tolérance associée à la valeur du couple de serrage.**

L'opérateur JSC NFC Logistics n'a pas informé Orano NCS de son retour d'expérience relatif à la maintenance. Il appartiendra au requérant de compléter, pour la prochaine demande de renouvellement d'agrément, son analyse en prenant en compte les éléments que l'opérateur JSC NFC Logistics lui fournira.

3. MÉCANISMES LIÉS AU VIEILLISSEMENT

Afin de répondre à une demande de l'ASN de transmettre les premières conclusions du programme de suivi du vieillissement des mousses, le requérant a effectué des essais de compression et des évaluations de la conductivité thermique sur des échantillons entreposés pendant cinq ans à une température comprise entre 20 °C et 25 °C et avec un taux d'humidité compris entre 50 % et 60 %, la contrainte de compression de la mousse et la conductivité thermique étant alors faiblement modifiées. **Ces premières conclusions permettent de répondre à la demande de l'ASN précitée.** Toutefois, le programme de suivi du vieillissement défini par le requérant ne porte que sur un échantillon de chaque mousse et ne couvre, ni la durée prévisionnelle d'utilisation de l'emballage, ni ses conditions réelles d'entreposage sur site et de transport, **ce qui n'est pas satisfaisant. Ceci fait l'objet de la recommandation en annexe du présent avis.**

Par ailleurs, afin de satisfaire à l'article 613A de la réglementation AIEA en deuxième référence, il appartient au requérant d'introduire dans le dossier de sûreté un chapitre dédié à l'étude du phénomène de vieillissement. Celui-ci présentera pour l'ensemble des composants de l'emballage les mécanismes liés au vieillissement (effets de l'humidité, de la température, du rayonnement, thermomécaniques...).

4. SYSTÈME DE GESTION

Afin de répondre à un de ses engagements, le requérant a mis à jour le dossier de sûreté en constituant une liste des composants importants pour la sûreté, en les classant par enjeu de sûreté et en indiquant les contrôles associés. À cet égard, trois niveaux de classement ont été définis par le requérant. Les catégories 1 et 2 concernent les éléments du colis qui assurent respectivement, directement et indirectement la sûreté des colis au regard des risques de criticité, du confinement et de la radioprotection ; la catégorie 3 concerne tous les autres éléments du colis. Il n'identifie aucun élément dans la catégorie 1. Or, la mousse par exemple est modélisée dans les calculs de radioprotection et, à ce titre, contribue directement à l'estimation du DED. De plus, les tôles en acier de la surcoque sont modélisées dans les calculs de criticité et contribuent également directement au maintien de la sous-criticité. **Selon l'IRSN, le requérant pourrait revoir le classement des éléments importants pour la sûreté.**

5. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés et en tenant compte des informations transmises par la société Orano NCS GmbH au cours de l'expertise, l'IRSN estime que le modèle de colis DN30, tel que défini dans les projets de certificat d'agrément tenant compte des modifications proposées par l'IRSN, est conforme aux prescriptions de l'édition 2018 du règlement de transport de l'AIEA en deuxième référence applicable aux modèles de colis des types B(U), IP et A pour matières fissiles.

En outre, l'IRSN estime que le requérant a répondu de manière satisfaisante à ses engagements pris à l'issue de l'expertise de la demande d'agrément et aux demandes de l'ASN formulées à l'issue des précédentes instructions. Néanmoins, certaines de ses réponses nécessitent d'être complétées. Enfin, l'IRSN estime que la société Orano NCS GmbH doit tenir compte de la recommandation en annexe au présent avis.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Anne-Cécile JOUVE

Adjointe au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE À L'AVIS IRSN N° 2023-00152 DU 17 OCTOBRE 2023

Recommandation de l'IRSN

L'IRSN recommande que le requérant complète le programme de suivi du vieillissement des mousses du modèle de colis DN30 en étudiant, pour un nombre représentatif d'échantillons, le vieillissement de la mousse sur la durée prévisionnelle d'utilisation de l'emballage, au regard de ses conditions réelles d'entreposage sur site et de transport.