

Fontenay-aux-Roses, le 21 février 2022

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

AVIS IRSN N° 2022-00036

Objet : Transport - Extension d'agrément du modèle de colis DN30

Réf. : [1] Lettre ASN CODEP-DTS-2021-046325 du 21 octobre 2021.
[2] Règlement de transport de l'AIEA - SSR-6 - Édition de 2018.
[3] Norme ISO 7195 - Novembre 2020.
[4] Norme ANSI N14.1 - Décembre 2019.

Par la lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) sollicite l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la demande d'extension d'agrément présentée par la société DAHER (appelée « Orano NCS » depuis le 1^{er} octobre 2021 et dénommée ci-après « le requérant »), concernant le transport du modèle de colis DN30 en tant que colis de type A chargé de matières fissiles.

Le requérant demande l'agrément, par rapport au règlement cité en deuxième référence, du modèle de colis DN30 comprenant un cylindre 30B ayant été entreposé pendant au moins dix ans et dans lequel est présent un pied de cuve¹ dont l'uranium est issu du retraitement (contenu n° 5).

L'ASN sollicite également l'avis et les observations de l'IRSN sur le programme de contrôle avant transport des cylindres 30B objets de la présente demande d'extension. Ce programme a été établi par Électricité de France (EDF), propriétaire des cylindres, conformément aux dispositions de la norme citée en troisième référence pour les cylindres qui n'ont pas subi leur contrôle périodique quinquennal.

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

1. DESCRIPTION DU MODÈLE DE COLIS

Le modèle de colis est constitué d'une coque DN30 dans laquelle est placé un cylindre 30B contenant un pied de cuve.

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).

La coque DN30 n'a pas été modifiée dans le cadre de la présente demande d'extension d'agrément. Pour rappel, elle est de forme cylindrique et composée de deux demi-coques constituées d'une demi-virole interne en acier inoxydable, de matériaux microporeux, de blocs de mousses et d'une demi-virole externe en acier inoxydable.

Le cylindre 30B est un réservoir cylindrique en acier au carbone fermé par un fond bombé et équipé d'une jupe à chacune de ses extrémités. Il est conçu, fabriqué, utilisé et maintenu conformément aux normes citées en troisième et quatrième références. Les opérations de remplissage et de vidange du cylindre sont réalisées par l'intermédiaire d'une vanne et le lavage de la cavité du cylindre lors des opérations de maintenance est effectué par l'intermédiaire d'un bouchon. Le certificat d'agrément de transport en vigueur du modèle de colis DN30 en tant que colis de type A chargé de matières fissiles spécifie une épaisseur minimale du cylindre 30B égale à 11 mm. Cette valeur est supérieure à la valeur minimale égale à 7,94 mm indiquée dans la norme citée en troisième référence. Aussi, le requérant a spécifié, dans le projet de certificat d'agrément, une épaisseur minimale égale à 7,94 mm pour les contenus n° 3 et n° 4 déjà agréés, ainsi que pour le nouveau contenu n° 5.

Les caractéristiques radiologiques du contenu n° 5 sont semblables à celles d'un contenu déjà agréé pour le transport du modèle de colis DN30 en tant que colis de type B(U) chargé de matières fissiles. Afin de permettre le transport du modèle de colis chargé de ce nouveau contenu en tant que colis de type A chargé de matières fissiles, le requérant a évalué la durée d'entreposage du cylindre 30B nécessaire pour que l'activité de ce contenu soit inférieure ou égale à $1 A_2^{2,3}$ lors de la mise au transport. Pour cela, il a retenu une valeur de A_2 des isotopes de l'uranium correspondant uniquement à une absorption pulmonaire rapide. L'IRSN souligne la possible présence de composés dans les pieds de cuve dont la valeur de A_2 correspond à une absorption pulmonaire moyenne, ce qui pourrait conduire à augmenter l'activité en A_2 du pied de cuve. Aussi, il revient au requérant de vérifier l'absence d'impact de la présence, dans les pieds de cuve, de composés de l'uranium présentant une absorption pulmonaire rapide, moyenne ou lente tel que prescrit dans la réglementation citée en deuxième référence. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 1 en annexe 2 au présent avis.**

L'ensemble des caractéristiques du contenu n° 5 est présenté dans le projet de certificat d'agrément, **ce qui est satisfaisant**. Néanmoins, le projet de certificat indique une masse maximale d' UF_6 pour le pied de cuve, issue de la version de 2005 de la norme citée en troisième référence et non de la dernière révision de la norme. Par ailleurs, elle concerne le pied de cuve dans son ensemble et non pas l' UF_6 contenu dans le pied de cuve. **L'IRSN propose de corriger le projet de certificat d'agrément sur ces points.**

2. DÉMONSTRATION DE SÛRETÉ

2.1. COMPORTEMENT MÉCANIQUE ET THERMIQUE

Dans le cadre de la présente demande d'extension d'agrément, le requérant n'a pas modifié la démonstration de la tenue mécanique et thermique du modèle de colis dans les différentes conditions de transport. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN** dans la mesure où, d'une part le concept de la coque n'a pas été modifié, d'autre part les évolutions des caractéristiques du nouveau contenu par rapport aux contenus actuellement autorisés n'ont pas de conséquence sur le comportement mécanique et thermique du modèle de colis. Par ailleurs, la réduction de l'épaisseur minimale du cylindre 30B n'a pas d'influence sur les comportements mécanique et thermique du modèle de colis qui dépendent principalement des caractéristiques des composants de la coque.

² La réglementation citée en deuxième référence fixe un critère d'activité maximale de $1 A_2$ pour les colis de type A.

³ Une valeur de A_2 , exprimée en Bq, est associée à chaque radionucléide dans la réglementation citée en deuxième référence. Elle correspond à l'activité maximale en Bq conduisant à une dose de 50 mSv à 1 m d'un colis endommagé au bout de 30 minutes pour des scénarios représentatifs de ceux rencontrés en transport.

2.2. CONFINEMENT

Le requérant n'a pas mis à jour l'étude de confinement du modèle de colis DN30. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN** dans la mesure où le comportement mécanique et thermique du modèle de colis n'est pas modifié par la présente demande d'extension et que le nouveau contenu est moins pénalisant que les contenus déjà agréés.

2.3. RADIOPROTECTION

Conditions de transport de routine

Le requérant évalue que le débit d'équivalent de dose (DED) au contact du modèle de colis chargé du contenu n° 5 respecte le critère réglementaire égal à 2 mSv/h en conditions de transport de routine pour que le transport puisse s'effectuer de manière non-exclusive. Pour ce faire, il s'appuie sur une étude de sensibilité montrant que le DED au contact du modèle de colis augmente lorsque l'épaisseur du cylindre 30B diminue de 11 mm à 7,94 mm, épaisseur minimale spécifiée dans le projet de certificat d'agrément pour le cylindre 30B. Cette étude de sensibilité ne tient pas compte des produits de fission et des radionucléides légers présents dans le contenu. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 2 en annexe 2 au présent avis.** Toutefois, le requérant justifie que le dépassement du critère réglementaire dû à l'augmentation du DED est compensé par différents conservatismes. L'IRSN considère que les justifications présentées sont recevables. **Aussi, l'IRSN estime que la démonstration du respect du critère réglementaire de DED en conditions de transport de routine, pour le modèle de colis chargé d'un cylindre 30B d'épaisseur minimale égale à 7,94 mm telle que spécifiée dans le projet de certificat d'agrément, est acceptable.** Cependant, s'agissant du respect d'un critère réglementaire, l'IRSN rappelle que ces éléments doivent être présentés dans le dossier de sûreté du modèle de colis DN30.

Enfin, le requérant n'a pas évalué le DED au contact et à 2 m des surfaces externes du véhicule de transport pour le modèle de colis chargé du contenu n° 5. Cependant, ces DED sont couverts par ceux évalués par le requérant pour un contenu plus pénalisant et qui respecte les critères réglementaires de DED. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Conditions normales et accidentelles de transport

Le requérant n'a pas modifié la démonstration du respect du critère réglementaire d'augmentation du DED maximal au contact du colis en conditions normales de transport. **Ceci est acceptable** dans la mesure où cette augmentation est liée aux jeux internes entre la coque et le cylindre, ainsi qu'aux déformations de la coque à l'issue de la chute représentative des conditions normales de transport, qui ne sont pas modifiés dans le cadre de la présente demande d'extension d'agrément.

Enfin, pour rappel, la réglementation ne fixe aucun critère de DED pour les colis de type A chargés de matières fissiles à l'issue des conditions accidentelles de transport.

2.4. PRÉVENTION DES RISQUES DE CRITICITÉ

Le requérant a réalisé une nouvelle étude afin de prendre en compte l'absence de contrôle d'étanchéité des cylindres 30B avant transport pour ce modèle de colis en tant que colis de type A chargé de matières fissiles contenant des pieds de cuve. Il conclut au maintien de la sous-criticité du transport de tous les contenus. L'IRSN rappelle que l' UF_6 réagit avec l'humidité de l'air et qu'une partie de la matière fissile présente dans les pieds de cuve est de l' UO_2F_2 qui est plus pénalisant en termes de réactivité. Même si la prise en compte de ce composé ne conduit pas à dépasser le critère réglementaire, l'IRSN estime que le requérant devrait présenter, dans le dossier de sûreté du modèle de colis DN30, la démonstration du respect du critère réglementaire pour une quantité pénalisante d' UO_2F_2 . **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 3 en annexe 2 au présent avis.**

2.5. UTILISATION

Programme de contrôle spécifié par la norme ISO 7195

Les cylindres 30B objets de la présente demande sont entreposés en extérieur depuis au moins dix ans, sans avoir bénéficié de leur maintenance quinquennale pendant cette période. Aussi, EDF, propriétaire des cylindres, a présenté un programme de contrôle visant à répondre aux exigences de la norme citée en troisième référence. Les contrôles concernent le contenu (quantité de matière dans le cylindre, durée d'entreposage) et l'état général du cylindre (corps et jupes du cylindre, corps de la vanne et du bouchon). Ils sont pour la plupart visuels et certains nécessitent des mesures dimensionnelles en cas de présence d'une éraflure, d'un caniveau ou d'une rainure sur le corps du cylindre. En cas de défaut constaté, le cylindre n'est pas transportable en l'état, une étude au cas par cas sera réalisée pour déterminer la stratégie de traitement. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

L'IRSN relève que ce programme de contrôle n'est mentionné ni dans le dossier de sûreté du modèle de colis ni dans le projet de certificat d'agrément alors qu'il est un préalable au chargement des cylindres 30B dans la coque DN30. **L'IRSN propose d'ajouter la mention de ce programme de contrôle dans le projet de certificat d'agrément.**

Corrosion des cylindres

Même si les cylindres 30B objets de la présente demande sont entreposés sur des cales, de la corrosion peut apparaître notamment sur la surface externe en partie basse ou sur toute zone de la surface externe où la peinture n'est plus présente. En outre, un phénomène de corrosion interne peut se produire du fait de l'entrée d'air hydraté dans le cylindre par la vanne et le bouchon qui ne sont pas totalement étanches. L'hydratation progressive de l' UF_6 conduit à la formation d'acide fluorhydrique et d'un composé d'uranium hydraté, composé dont la réaction de réduction avec l'acide fluorhydrique entraîne un phénomène de corrosion sur l'acier du cylindre.

Le programme de contrôle ne comporte aucun contrôle de la corrosion. EDF justifie que le niveau de corrosion sera suffisamment faible pour garantir l'épaisseur minimale des cylindres avant transport au regard de la valeur spécifiée dans la norme citée en troisième référence. Il précise que les cylindres feront l'objet de mesures d'épaisseur de parois par ultrasons au moment de la phase de maintenance avant qu'ils ne soient re-certifiés puis remplis. L'IRSN relève que ces contrôles ne seront réalisés qu'après le transport des cylindres et que les justifications relatives à l'impact limité des phénomènes de corrosion ne sont confirmées par aucune mesure *in situ* ou retour d'expérience. Pour l'IRSN, EDF doit apporter des garanties d'absence de corrosion significative en préalable à la campagne de transport. **Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 1 en annexe 1 au présent avis.**

Pression dans les cylindres

Le requérant a supprimé le contrôle d'étanchéité avant transport des cylindres 30B pour le modèle de colis de type A contenant des pieds de cuve fissiles. Aussi, afin de respecter les exigences de la réglementation citée en deuxième référence (la pression interne ne doit pas être supérieure à la pression atmosphérique et l' UF_6 doit être sous forme solide lorsque le colis est présenté au transport), EDF a évalué la cinétique de remontée en pression dans les cylindres 30B. Il montre que la pression à l'intérieur du cylindre 30B reste inférieure à la pression atmosphérique pendant plus de 25 ans en tenant compte du taux de fuite maximal du cylindre spécifié dans la norme citée en troisième référence. Par ailleurs, un contrôle visuel du cylindre, ainsi que de la vanne et du bouchon, seront réalisés avant transport afin d'identifier notamment les vannes ou les bouchons qui auraient subi un choc pendant cette période. **Compte tenu de l'absence de manipulation pendant la période d'entreposage et de la réalisation d'un contrôle visuel avant transport, le calcul réalisé par EDF n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.** En outre, EDF indique que les cylindres 30B ont été vidés puis pompés avant leur entreposage. La procédure de pompage consiste à abaisser la pression dans les cylindres jusqu'à une valeur inférieure à la pression de vapeur saturante de l' UF_6 . L'absence de remontée en pression permet ainsi de garantir

l'absence d'UF₆ solide en quantité significative à l'issue de l'opération de pompage. **Ceci n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN. L'ensemble des éléments présentés par EDF permet de justifier le respect du paragraphe 420 du règlement cité en deuxième référence.**

Mesures de DED avant transport

Dans le cadre de la présente demande, le requérant a réduit le nombre de mesures de DED, soit cinq points de mesure au lieu de quatorze précédemment, à réaliser avant transport au contact de la coque DN30 chargée d'un cylindre 30B contenant de l'UF₆ dont l'uranium est d'origine naturelle ou d'un cylindre vidé ayant contenu de l'UF₆ dont l'uranium était d'origine naturelle. Pour justifier cette réduction, le requérant se base sur une série de mesures réalisées au contact de coques DN30 contenant un cylindre 30B plein. **L'IRSN relève que le résultat de ces mesures est cohérent avec le retour d'expérience (REX) mentionné par d'autres requérants.**

Dans le cas d'une coque DN30 chargée d'un cylindre contenant de l'UF₆ dont l'uranium est issu du retraitement, du fait d'un REX limité, le requérant introduit la possibilité de réduire le nombre de mesures de DED au contact de la coque sous certaines conditions. En particulier, la réalisation de mesures complètes (en quatorze points) doit être réalisée sur trente cylindres d'une même campagne de transport avant de pouvoir conclure sur la réduction ou pas du nombre de mesures. **Ceci n'appelle pas de remarque de principe de la part de l'IRSN.** Cependant, le requérant veillera à préciser ces éléments dans le dossier de sûreté du modèle de colis. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 4 en annexe 2 au présent avis. Dans l'attente de la mise à jour du dossier de sûreté, l'IRSN propose de compléter le projet de certificat d'agrément sur ce point.**

Dans le cas d'une coque DN30 chargée d'un cylindre 30B contenant un pied de cuve issu d'UF₆ dont l'uranium provient du retraitement, si aucune mesure de DED au contact du cylindre n'est disponible, le nombre de points de mesure au contact de la coque n'est pas réduit par rapport à l'ancienne version du dossier de sûreté (quatorze points). Par contre, si des mesures de DED au contact du cylindre 30B sont disponibles, la mesure de DED au contact de la coque n'est réalisée qu'au droit des points de DED maximal. **Cette démarche n'appelle pas de remarque de la part de l'IRSN.**

Pour l'ensemble des situations (uranium naturel / uranium de retraitement, cylindre plein / cylindre contenant un pied de cuve...), le requérant indique que si la mesure à 1 m du colis n'est pas réalisable pour des questions d'accès, le DED maximal à 1 m du colis peut être déterminé avec un coefficient évalué par calcul. Or, ce calcul ne prend pas en compte le cas des cylindres pleins, ni la variabilité des caractéristiques radiologiques des pieds de cuve. **Ceci conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 5 en annexe 2 au présent avis.**

3. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés et en tenant compte des informations transmises par la société Orano NCS et par EDF, l'IRSN estime que le modèle de colis DN30 chargé du contenu n° 5, tel que défini dans le projet de certificat d'agrément tenant compte des modifications proposées par l'IRSN, est conforme à l'édition 2018 du règlement de transport de l'AIEA applicable aux modèles de colis de type A chargés de matières fissiles.

Néanmoins, le requérant devra prendre en compte la recommandation formulée en annexe 1 au présent avis. Enfin, afin d'améliorer la démonstration de sûreté, l'IRSN estime que le requérant devrait tenir compte des observations formulées en annexe 2 au présent avis.

IRSN

Le Directeur général

Par délégation

Eric LETANG

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

ANNEXE 1 À L'AVIS IRSN N° 2022-00036 DU 21 FÉVRIER 2022

Recommandation de l'IRSN

Recommandation N° 1

L'IRSN recommande qu'EDF s'assure de l'absence de corrosion significative, en préalable à la campagne de transport des cylindres 30B contenant un pied de cuve issu d'UF₆ de retraitement et dont la date de validité des contrôles périodiques est dépassée, sur un échantillon à définir parmi les cylindres 30B les plus corrodés visuellement.

ANNEXE 2 À L'AVIS IRSN N° 2022-00036 DU 21 FÉVRIER 2022

Observations de l'IRSN

Observation N° 1

L'IRSN estime que le requérant devrait justifier la valeur de A_2 retenue pour le calcul de l'activité des contenus du modèle de colis DN30, en évaluant, dans les pieds de cuve, la proportion de composés de l'uranium présentant une absorption pulmonaire rapide, moyenne ou lente.

Observation N° 2

L'IRSN estime que le requérant devrait justifier que la prise en compte des produits de fission et des radionucléides légers présents dans le contenu n° 5 ne met pas en cause les résultats de l'étude de sensibilité du débit d'équivalent de dose au contact du modèle de colis DN30 en fonction de l'épaisseur du cylindre 30B.

Observation N° 3

L'IRSN estime que le requérant devrait présenter, dans le dossier de sûreté du modèle de colis DN30, la démonstration du respect du critère réglementaire, relatif à la prévention des risques de criticité, pour une quantité pénalisante d' UO_2F_2 égale à 11,3 kg conformément à la version en vigueur de la norme ISO 7195.

Observation N° 4

L'IRSN estime que le requérant devrait préciser, dans le dossier de sûreté du modèle de colis DN30, les conditions de réduction du nombre de mesures de débit d'équivalent de dose au contact de la coque chargée d'un cylindre 30B contenant de l' UF_6 dont l'uranium est issu du retraitement.

Observation N° 5

L'IRSN estime que le requérant devrait justifier, dans le dossier de sûreté du modèle de colis DN30, la valeur du coefficient retenue pour évaluer le débit d'équivalent de dose maximal à 1 m du colis, en considérant le cas de cylindres pleins ou contenant un pied de cuve et en tenant compte de la variabilité des caractéristiques radiologiques des contenus.