

Fontenay-aux-Roses, le 25 octobre 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n°2018-00284

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

- Réf.
1. Lettre ASN CODEP-DTS-2017-018372 du 2 juin 2017.
 2. Lettre ASN CODEP-DTS-2017-027062 du 24 juillet 2017
 3. Règlement de transport de l'AIEA SSR-6, édition 2012.
 4. Norme internationale ISO 7195 « Packaging of uranium hexafluoride for transport ».
 5. Norme américaine ANSI N14.1 « Uranium Hexafluoride - Packaging for Transport ».
 6. Norme ASTM International C996 « Standard Specification for Uranium Hexafluoride Enriched to Less Than 5 % 235U ».

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a sollicité l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la conformité du modèle de colis dénommé DN30 au règlement des transports de matière radioactive cité en troisième référence. Par lettre citée en deuxième référence, l'ASN a également demandé au Président du groupe permanent d'experts pour les transports (GPT) l'examen de ce sujet par ce groupe.

La demande d'agrément du modèle de colis DN30, transmise en décembre 2016 par la société DAHER, dénommée ci-après requérant, concerne le transport par voies routière, ferroviaire et maritime d'un emballage DN30 chargé d'un cylindre 30B rempli d'hexafluorure d'uranium (UF₆) ou « vide » (contenant alors uniquement des résidus uranifères). Compte tenu de la quantité d'UF₆ pouvant être transportée et de sa composition, le modèle de colis DN30 doit satisfaire aux exigences réglementaires applicables aux modèles de colis industriels de type 2, A ou B(U) pour matière fissile.

Les principales conclusions de l'expertise réalisée par l'IRSN, qui sera présentée au GPT lors d'une prochaine réunion de ce groupe, sont détaillées dans le présent avis. Cette expertise tient compte des compléments transmis par le requérant et des engagements qu'il a adressés à l'ASN à l'issue de l'expertise.

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

1 DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS

L'emballage DN30, de forme générale cylindrique, est composé de deux demi-coques creuses, constituées de tôles en acier délimitant un espace rempli de blocs de mousse de polyuréthane et d'un matériau microporeux. Ces matériaux protègent, des agressions mécaniques et thermiques, le cylindre 30B transporté, qui assure le confinement de la matière radioactive. La demi-coque inférieure est en outre équipée de dispositifs de protection de la vanne et du bouchon du cylindre. Par ailleurs, la face interne des demi-coques est recouverte d'un matériau intumescent, destiné à limiter les transferts thermiques dans la cavité de l'emballage en cas notamment d'incendie.

Les demi-coques sont, lors des transports, assemblées par un système de fermeture de type « mortaise et tenon », comportant six mâchoires soudées sur chaque demi-coque (trois dispositifs sur deux génératrices). Chaque mâchoire de fermeture est constituée de deux parties, une supérieure et une inférieure, comportant chacune quatre dents percées d'un trou en leur centre dans lequel est insérée une tige solidarissant les deux parties.

Les cylindres 30B sont conçus, fabriqués, utilisés et maintenus conformément aux exigences des normes ISO 7195 et ANSI N14.1, citées en quatrième et cinquième références.

Il est à souligner que le requérant a apporté, tout au long de la conception, des améliorations significatives au modèle de colis DN30, notamment suite aux premières campagnes d'essais de chute et de feu, renforçant ainsi le niveau de sûreté de ce colis. Ceci concerne en particulier les matériaux utilisés. A cet égard, il a réalisé des campagnes expérimentales de caractérisation des matériaux de l'emballage, au regard des configurations associées aux différentes conditions de transport.

L'IRSN estime satisfaisants les éléments de description des composants de l'emballage présentés dans le dossier de sûreté transmis en appui de la demande d'agrément précitée. En outre, le requérant s'est engagé à les compléter sur certains points (propriétés mécaniques et thermiques des composants, masse maximale du colis...).

Par ailleurs, les essais de caractérisation des matériaux réalisés par le requérant sont globalement adaptés. Toutefois, l'IRSN considère qu'ils doivent être complétés pour conforter les résultats acquis concernant le comportement :

- du matériau intumescent présent sur les faces internes de la cavité de l'emballage, compte tenu de son expansion en température ;
- des blocs de mousse présents dans la structure de l'emballage, en tenant compte des effets du vieillissement et d'une évolution de leur taux d'humidité.

De plus, le requérant devrait justifier les sollicitations des échantillons de mousse retenues lors des essais de caractérisation du matériau.

Concernant ces points, le requérant s'est engagé à réaliser des essais complémentaires, ce qui est satisfaisant.

Les contenus objets de la demande d'agrément précitée sont constitués d'hexafluorure d'uranium (UF₆) ou de résidus uranifères, conditionnés dans un cylindre 30B. Le requérant distingue deux configurations de chargement :

- les cylindres 30B dits « pleins », qui peuvent contenir entre 11,34 kg et 2 277 kg d'UF₆ ;
- les cylindres 30B dits « vides », ne renfermant plus d'UF₆, et pouvant contenir jusqu'à 11,34 kg de résidus uranifères (se formant principalement lors des opérations de remplissage et de vidange des cylindres). Ces résidus sont appelés « pieds de cuve » par la suite.

L'enrichissement en isotope 235 de l'uranium est au plus de 5 %.

Le requérant a défini quatre contenus qui diffèrent par la composition isotopique des matières contenues. Un de ces contenus respecte la norme ASTM C99 citée en sixième référence ; pour les trois autres, les concentrations en radioisotopes sont détaillées dans le dossier de sûreté. L'UF₆ peut être issu d'uranium naturel ou de retraitement de combustibles usés ; dans ce dernier cas, les cylindres 30B utilisés sont systématiquement lavés avant un nouveau remplissage (pour éviter l'accumulation de résidus).

Ceci n'appelle pas de remarque. L'IRSN estime que la composition isotopique et les concentrations maximales des radioéléments des contenus devront être spécifiées dans les certificats d'agrément du modèle de colis DN30.

2 COMPORTEMENT MECANIQUE DU COLIS

2.1 Conditions de transport de routine

Les opérations de manutention du modèle de colis DN30 sont effectuées à l'aide d'un engin de levage utilisant quatre oreilles soudées sur les pieds de pose de l'emballage DN30 ou d'un chariot élévateur dont les fourches se logent dans deux passages soudés sur la partie inférieure de l'emballage.

Le dimensionnement de ces organes de manutention n'appelle pas de remarque de l'IRSN. Toutefois, formellement, le requérant devrait justifier l'intégrité des passages de fourche en considérant la combinaison des accélérations rencontrées dans les différentes directions lors des opérations de manutention du colis.

L'arrimage du modèle de colis DN30 lors des transports est réalisé par l'intermédiaire de ses pieds de pose qui sont chacun fixés sur la plateforme de transport à l'aide de vis. **A cet égard, l'IRSN estime que le requérant devrait vérifier la pertinence du couple de serrage appliqué aux vis de fixation du colis sur le moyen de transport, en tenant compte des risques de desserrage des vis et en excluant leur plastification.**

Par ailleurs, le requérant justifie la tenue à la fatigue des organes d'arrimage du colis en tenant compte d'une accélération dans la direction verticale égale à 0,3 g. L'IRSN estime que cette valeur devrait être justifiée au regard des sollicitations rencontrées lors des différents modes de transport. Aussi, le requérant s'est engagé à compléter l'analyse de la tenue à la fatigue des organes d'arrimage du colis en considérant des sollicitations justifiées sur la base de celles qui seront rencontrées lors des transports pendant toute la durée d'exploitation prévue des emballages. **Ceci est satisfaisant.** En outre, l'analyse du requérant a montré l'existence de marges de sécurité ; **de plus, des opérations de maintenance sont prévues tous les cinq ans.**

Enfin, le requérant a ajouté lors de l'expertise de l'IRSN des dispositions visant à limiter les risques d'ouverture des systèmes de verrouillage des demi-coques, liés notamment aux vibrations rencontrées lors des transports. **Ceci est satisfaisant.** Il s'est de plus engagé à mesurer le couple de serrage des systèmes de fermeture de l'emballage lors des premiers transports.

2.2 Conditions normales et accidentelles de transport

L'étude du comportement mécanique du modèle de colis à l'issue des épreuves réglementaires simulant les conditions normales et accidentelles de transport (chutes libres de 1,2 m, de 9 m et de 1 m sur poinçon) repose, d'une part sur des essais réalisés avec un spécimen représentatif du modèle de colis à l'échelle réelle, d'autre part sur des calculs numériques complémentaires. Ces derniers visent principalement à apprécier l'influence de la variation de propriétés mécaniques des composants du colis dans la plage de température réglementaire.

L'IRSN estime que la démarche retenue par le requérant est satisfaisante sur le principe. En outre, les campagnes d'essai ont été conséquentes et permettent de disposer d'une base expérimentale apportant des garanties sur le comportement du modèle de colis. Elles apportent également des éléments permettant de valider les modèles numériques utilisés dans les démonstrations de sûreté.

Par ailleurs, l'IRSN estime la représentativité des spécimens et du lest utilisé pour simuler l'UF₆ satisfaisante.

Les observations et mesures effectuées à l'issue des essais montrent un comportement satisfaisant du colis. En particulier, les taux de fuite relevés sur les cylindres 30B utilisés pour les tests sont conformes au critère mentionné dans les normes citées en quatrième et cinquième références. De plus, il n'a pas été observé de contact entre les parois de la surcoque et la vanne ou le bouchon du cylindre 30B, qui sont les éléments les plus sensibles à l'égard du risque de perte d'étanchéité du cylindre.

Les études numériques réalisées par le requérant pour l'analyse de l'influence de certains paramètres confirment les conclusions des essais réalisés. Par ailleurs, les études de validation du modèle de calcul utilisé montrent globalement, pour les déformations, un accord satisfaisant entre les résultats des calculs et les mesures effectuées lors des essais de chute, avec toutefois des écarts plus importants dans le cas de chutes sur poinçon. Néanmoins, les résultats obtenus à l'aide des modèles numériques devraient être consolidés. En particulier, l'IRSN estime que le requérant devrait simuler la rupture de composants de l'emballage, comme observé lors des essais.

À cet égard, le requérant s'est engagé à :

- justifier le recalage du modèle numérique à partir des déformations relevées sur les cylindres chargés dans les spécimens utilisés lors des essais de chute ;
- effectuer des calculs supplémentaires en simulant la rupture des composants constatée expérimentalement, afin de réévaluer les déformations plastiques maximales atteintes sur le cylindre 30B dans différentes configurations de chute du colis.

Par ailleurs, il s'est engagé à effectuer des études de sensibilité relatives, d'une part au phénomène de dilatation de la mousse présente dans la structure de l'emballage, d'autre part à la variation de la contrainte d'écrasement de la mousse tenant compte des sollicitations dynamiques.

Nonobstant, l'IRSN estime acceptables les endommagements considérés par le requérant dans ses analyses de sûreté (confinement, radioprotection, sûreté-criticité...) pour tenir compte des épreuves mécaniques associées aux conditions normales et accidentelles de transport.

3 COMPOTEMENT THERMIQUE DU COLIS

L'étude du comportement thermique du modèle de colis dans toutes les conditions de transport repose sur, d'une part deux campagnes d'essais de feu réalisées avec un spécimen représentatif du modèle de colis, d'autre part des calculs numériques.

A cet égard, les essais ont été effectués avec un spécimen représentatif du concept final d'emballage dans lequel était chargé un cylindre vide. Par contre, les chutes du spécimen réalisées en préalable à l'essai de feu ont été effectuées avec un cylindre plein. Ceci maximise les endommagements du spécimen et sa température lors de l'épreuve de feu simulant les conditions accidentelles de transport (feu de 800 °C pendant 30 minutes).

En outre, les spécimens utilisés ont été chauffés, afin que la température des composants soit représentative de celle déterminée en régime permanent dans les conditions normales de transport, préalablement à la réalisation des essais d'incendie.

Dans ce contexte, les calculs numériques réalisés visent à évaluer uniquement l'influence d'une variation des propriétés thermiques des composants du colis ainsi que celle des conditions d'ambiance réglementaires lors de la phase de refroidissement du colis. **L'IRSN estime toutefois que le requérant devrait consolider les résultats obtenus par les études numériques en tenant compte de propriétés thermiques des composants justifiées.** Ceci concerne notamment le matériau intumescent, au regard des jeux radiaux dans la cavité de l'emballage, et les blocs de mousse, en considérant leur endommagement à l'issue des épreuves de chute réglementaires. Le requérant s'est engagé à réaliser des études complémentaires tenant compte des points précités. **Ceci est satisfaisant.**

L'IRSN estime acceptables les endommagements considérés par le requérant dans ses analyses de sûreté (confinement, radioprotection, sûreté-criticité...) pour tenir compte de l'épreuve thermique associée aux conditions accidentelles de transport.

4 CONFINEMENT

Conformément aux exigences réglementaires applicables aux modèle de colis de type B, le requérant a démontré le respect des critères de relâchement d'activité dans toutes les conditions de transport.

Toutefois, l'étude réalisée démontre que ces critères sont respectés sous réserve, pour les cylindres vides contenant des résidus d' UF_6 issu d'uranium de retraitement, d'une période d'entreposage préalable au transport de 9 ou 25 ans suivant la composition isotopique initiale des contenus. Ces délais étant importants, au cours de l'instruction, le requérant a indiqué qu'il transmettra une nouvelle démarche pour ces contenus, qui permettra de revoir ces durées d'entreposage des cylindres avant transport. **Ceci n'appelle pas de remarque.**

5 RADIOPROTECTION

Le requérant a démontré le respect des critères réglementaires d'intensités maximales de rayonnement au contact et au voisinage du colis dans toutes les conditions de transport.

Ces justifications reposent sur des calculs numériques qui ont été effectués en considérant :

- une épaisseur des cylindres 30B supérieure à celle mentionnée dans les normes citées en quatrième et cinquième références. Sur ce point, le requérant s'est engagé à spécifier une épaisseur minimale des cylindres 30B dans le dossier de sûreté, cohérente avec cette valeur ;
- une composition isotopique des contenus déterminée en tenant compte de durées d'entreposage des cylindres. A cet égard, pour les cylindres vides contenant des résidus d' UF_6 issu d'uranium de retraitement, il retient une période d'entreposage préalable au transport de 9 ou 25 ans. **Toutefois, ces délais étant importants, au cours de l'instruction, le requérant a proposé une nouvelle démarche, fondée sur la mesure du débit d'équivalent de dose maximal au contact des cylindres avant transport.**

Ces points n'appellent pas de commentaire de l'IRSN.

6 SURETE-CRITICITE

Quel que soit le nombre de colis transportés simultanément, le requérant a démontré la maîtrise des risques de criticité pour le modèle de colis DN30 dans toutes les conditions de transport en tenant compte de la présence des pieds de cuve et d'une épaisseur d'acier cumulée des cylindres et de l'emballage.

Ces points n'appellent pas de remarque de l'IRSN.

7 FABRICATION, UTILISATION ET MAINTENANCE DU COLIS

Le requérant présente, dans le dossier de sûreté, les contrôles à réaliser lors des opérations de fabrication et de maintenance du colis. En outre, les instructions d'utilisation du modèle de colis sont décrites dans une annexe de ce dossier.

Pour ce qui concerne les essais de réception des emballages, le requérant réalise, avant la première utilisation, un essai de tenue des organes de manutention de la surcoque, en considérant la masse maximale du modèle de colis, égale à 4 120 kg, majorée de 1 015 kg. **Or, selon les normes applicables aux organes de levage, un essai de levage doit être effectué en considérant 1,5 fois la charge de service maximale. Le requérant s'est engagé à mettre à jour le dossier de sûreté afin de mentionner cette exigence, ce qui est satisfaisant.**

Concernant les opérations de maintenance du colis, le requérant s'est engagé à compléter les contrôles effectués en intégrant un examen par ressuage des soudures des pieds de pose, des systèmes de fermeture et des organes de levage du colis. De plus, il s'est engagé à réviser le critère de perte de masse maximale des exemplaires de surcoque à la baisse (0,5 kg par demi-coque au lieu de 5 kg par emballage). **Ces points sont satisfaisants.**

8 ASSURANCE DE LA QUALITE

Le requérant définit, dans l'annexe du dossier de sûreté relative aux principes d'assurance de la qualité, les actions de vérification de la conformité entre le dossier de sûreté et les documents d'application, ainsi que les responsabilités correspondantes. En outre, cette annexe précise les dispositions prises pour informer les clients ou partenaires concernés directement ou indirectement par l'utilisation ou la maintenance des emballages, des exigences de sûreté relatives à ces activités décrites dans le dossier de sûreté.

Le requérant s'est engagé à mettre à jour le dossier de sûreté pour y ajouter un tableau qui liste tous ses composants avec leur ordre d'importance pour la sûreté et les contrôles correspondants durant les opérations de fabrication et de maintenance. Ceci est satisfaisant.

9 CONCLUSION

Après expertise du dossier de sûreté transmis par le requérant et des compléments apportés au cours de l'instruction, et compte tenu des engagements pris par le requérant auprès de l'ASN, l'IRSN estime que le modèle de colis DN30, destiné au transport de cylindres 30B, est conforme aux prescriptions de l'édition 2012 de la réglementation des transports de l'AIEA applicable aux colis de types A, B ou industriels de type 2 pour matière fissile.

Pour le directeur général, par délégation

Igor LE BARS

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté