

Fontenay-aux-Roses, le 13 juin 2016

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2016-00195

Objet : Transport - Validation d'agrément - Emballage NPC chargé d'oxydes d'uranium

- Réf.**
1. **Lettre ASN CODEP-DTS-2012-039868 du 19 juillet 2012**
 2. Règlement de transport des matières radioactives, AIEA, N° SSR-6, Édition 2012

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) demande l'avis et les observations de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la demande de validation d'agrément, présentée par la société ENUSA Industrias Avanzadas (ENUSA), concernant le modèle de colis NPC (« New Powder Container »). Ce modèle de colis est actuellement agréé par l'autorité de sûreté américaine, en tant que colis de type A pour matières fissiles.

L'emballage NPC est destiné à transporter 9 conteneurs, dénommés ICCA, chargés d'oxydes d'uranium sous différentes formes. La teneur en isotope 235 de l'uranium est au plus de 5 %.

Les justifications de sûreté présentées par le requérant en appui de cette demande ont été expertisées par l'IRSN par rapport au règlement cité en seconde référence. De cette expertise, il ressort les points importants ci-après.

Description du modèle de colis NPC

Description de l'emballage

L'emballage NPC, de forme générale cubique, est constitué d'un caisson et d'un couvercle vissé, en acier inoxydable. Sa structure interne est composée d'une couche en fibres de céramique et d'un empilement de blocs de mousse polyuréthane, assurant les protections thermique et mécanique du contenu. Des logements, doublés d'une virole en acier, sont aménagés dans ces blocs de mousse pour accueillir les conteneurs ICCA. Ces conteneurs cylindriques sont constitués de deux viroles en acier, délimitant un espace rempli d'un matériau neutrophage. Le couvercle de fermeture des conteneurs ICCA, muni d'un joint en silicone moulé, est maintenu au moyen d'un anneau en acier inoxydable fermé par un boulon.

L'IRSN estime que la description de l'emballage dans le dossier de sûreté devrait être complétée afin de spécifier les conditions de serrage des éléments vissés, en indiquant notamment les conditions de graissage des vis et des boulons de fixation des couvercles de l'emballage et des conteneurs ICCA.

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 B 440 546 018

En outre, le requérant devrait préciser si les couches de mousse de polyuréthane et de fibres de céramique sont assemblées à l'aide de colles. En effet, certains matériaux polymères utilisables contenant des éléments corrosifs et une humidité résiduelle, ils peuvent entraîner un risque de corrosion des parois en acier de l'emballage.

Ces points font l'objet de la recommandation n°2 présentée en annexe 1 au présent avis.

Définition du contenu

Le contenu transporté est constitué d'oxydes d'uranium, sous forme homogène (poudres) ou hétérogène (pastilles notamment). Les mélanges entre différentes formes physiques ne sont pas autorisés dans un même colis. Le requérant a précisé en cours d'instruction que l'uranium transporté n'est pas issu du traitement de combustibles irradiés. L'IRSN considère que ce point devrait être précisé dans le dossier de sûreté.

La masse de matière chargée dans un conteneur ICCA est limitée à 60 kg. Le requérant a confirmé lors de l'instruction que celle-ci est systématiquement préconditionnée dans des double-enveloppes en polyéthylène introduites dans des bouteilles en polyéthylène. Un conteneur ICCA renferme systématiquement trois bouteilles, dont certaines peuvent être laissées vides.

Le requérant se base sur les caractéristiques des conteneurs ICCA pour justifier l'absence de dispersion de la matière dans les différentes conditions de transports. À cet égard, l'IRSN considère que les soudures de ces conteneurs devraient être contrôlées à 100 % à l'issue de leur fabrication. Enfin, les conteneurs ICCA font l'objet d'un test en pression en fin de fabrication. Toutefois, il n'est pas précisé si le conteneur est équipé de son système de fermeture lors de ce test.

Ces points font l'objet des observations n°2 et 3 présentée en annexe 2 au présent avis.

Comportement mécanique du modèle de colis

Arrimage et manutention

Le modèle de colis NPC est manutentionné au moyen d'un chariot élévateur par l'intermédiaire de passages de fourche aménagés dans la partie inférieure de l'emballage. La tenue mécanique de ces passages de fourche est justifiée pour une sollicitation représentant environ 3 fois la masse maximale de l'emballage. À cet égard, l'IRSN estime que le requérant devrait en complément justifier la tenue des soudures des passages de fourche en tenant compte des sollicitations notamment transversales. En outre, une analyse des risques d'endommagement par fatigue de ces organes devrait être réalisée.

Ces points font l'objet de l'observation n°4 présentées en annexe 2 au présent avis.

Comportement mécanique du colis en conditions normales et accidentelles de transport

Les analyses du requérant du comportement mécanique du colis lors des épreuves réglementaires simulant les conditions normales et accidentelles de transport reposent, d'une part sur des essais réalisés avec des spécimens de l'emballage et des conteneurs ICCA (échelle réelle), d'autre part sur des calculs numériques. Ces calculs concernent une configuration de chute qui n'a pas été réalisée lors des essais et l'estimation des déplacements des conteneurs ICCA à l'intérieur de la cavité du colis.

Représentativité des spécimens utilisés lors des essais

Les propriétés mécaniques réelles des composants en acier, ainsi que des éléments vissés, des spécimens d'emballage et de conteneurs ICCA utilisés lors des essais n'ont pas été caractérisées. Il est donc uniquement possible de considérer qu'elles sont comprises dans les plages de tolérance définies dans les normes et codes de construction applicables. Ainsi, il n'est pas démontré que ces spécimens d'essais présentent un comportement mécanique moins favorable que ceux de série.

Aussi, l'IRSN estime que le requérant devrait évaluer les conséquences sur le comportement mécanique du modèle de colis lors des épreuves réglementaires, des écarts entre les propriétés mécaniques des spécimens d'essais, réelles ou considérées de manière conservative, et les propriétés minimales garanties pour les composants du colis sur la plage de températures réglementaires. Sur cette base, il devrait le cas échéant revoir les spécifications des aciers utilisés pour les emballages. Concernant les éléments vissés, l'IRSN estime que le requérant devrait *a minima* justifier que les caractéristiques du système de fermeture des conteneurs ICCA utilisés lors des essais sont moins favorables que celles des systèmes de fermeture des conteneurs ICCA utilisés lors des transports.

Par ailleurs, lors des essais, le requérant a utilisé un contenu factice composé de sable, de poudres de fluorescéine et de grenaille de plomb conditionnée dans des sacs en matière plastique. Toutefois, la représentativité de ce contenu n'est pas justifiée de façon satisfaisante, notamment en termes de densité et de granulométrie des matières transportées.

Ces points font l'objet de la recommandation n°4 présentée en annexe 1 au présent avis.

Essais de chute

Quatre séquences de chute (de 1,2 m et 9 m sur cible indéformable puis de 1 m sur pinçon) ont été réalisées. Lors de ces séquences, les spécimens de colis ont chuté à plat coté fond ou avec un angle coté couvercle (avec un objectif d'impact au niveau des coins notamment). Compte tenu des résultats des premiers essais, le modèle de colis a été modifié avant la réalisation de la dernière séquence. À l'issue de ces essais, les points suivants ont été relevés :

- les vis du couvercle des spécimens n'ont pas cisailées ;
- quelques éclats de mousse provenant du couvercle et du caisson ont été observés ;
- les conteneurs ICCA ont impacté le couvercle et le fond des spécimens ;
- la position des axes des conteneurs ICCA est restée quasi-inchangée ;
- aucune présence de poudre de fluorescéine n'a été pas détectée en dehors des conteneurs.

Les essais de chute ont été réalisés en portant initialement les spécimens d'essais à -40 °C ou 55 °C, de façon à simuler les températures associées aux conditions normales de transport. Toutefois, compte tenu du délai de préparation des essais, cette température a évolué avant la chute. Aussi, l'IRSN estime que le requérant devrait évaluer les températures des composants des spécimens, notamment de la mousse polyuréthane, au moment des chutes. Ce point fait l'objet de la recommandation n°5.1 de l'annexe 1 au présent avis.

En outre, la température de 55 °C est inférieure à celle maximale estimée dans les études thermiques pour les conditions normales de transport (79 °C à la surface du couvercle). L'influence de cet écart, notamment sur les propriétés d'écrasement de la mousse polyuréthane, devrait être évaluée. Ce point fait l'objet de la recommandation n°6.1 et de l'observation n°5.1 des annexes 1 et 2 du présent avis.

Par ailleurs, la configuration d'une chute d'une hauteur de 9 m du colis à plat avec un impact sur le couvercle n'a pas été étudiée par le requérant. Cette configuration pourrait entraîner un écrasement plus important des couches de fibres de céramique et de mousse polyuréthane situées dans le couvercle de l'emballage, réduisant la protection thermique dans cette zone. Ce complément d'étude fait l'objet de la recommandation n°5.2 présentée en annexe 1 au présent avis.

Le requérant a transmis une analyse, reposant sur des calculs numériques, visant à évaluer les risques de perforation du corps de l'emballage dans la configuration, non étudiée lors des essais, d'une chute sur poinçon du colis incliné de 24°. L'IRSN estime les hypothèses de modélisation retenues dans cette analyse critiquables. En outre, selon l'IRSN, la modélisation des phénomènes rencontrés lors de déformations plastiques importantes voire de ruptures, qui peuvent être observés à l'issue des épreuves de poinçonnement, est complexe. Aussi, l'IRSN estime que la configuration de chute précitée devrait faire l'objet de compléments basés sur une approche expérimentale. Ceci fait l'objet de la recommandation n°5.3 présentée en annexe 1 au présent avis.

Enfin, le requérant a transmis une étude numérique évaluant l'entraxe minimale entre les conteneurs ICCA à l'issue des chutes, qui est un paramètre pris en compte dans l'étude de criticité. Les conclusions de cette étude n'appellent pas de remarque de l'IRSN.

Comportement mécanique du conteneur ICCA

Les essais de chute réalisés ne permettent pas d'évaluer les conséquences d'un impact de la matière sur le couvercle des conteneurs ICCA. A cet égard, le requérant a indiqué que le contenu est conditionné dans des bouteilles en polyéthylène chargées dans la cavité des conteneurs ICCA. Par ailleurs, l'ajout de bouteilles vides est prescrit en cas de chargement incomplet d'un conteneur. Aussi, le jeu entre ces bouteilles et le couvercle du conteneur est toujours de l'ordre de 1 cm. L'IRSN estime que ce jeu n'est pas de nature à mettre en cause la tenue du couvercle du conteneur en cas d'impact décalé du contenu. Ce point, qui pourrait faire l'objet d'un complément dans le dossier de sûreté, fait l'objet de l'observation n°5.2 présentée en annexe 2 au présent avis.

Enfin, les propriétés de la mousse des spécimens d'essais étaient pénalisantes au regard des risques d'écrasement, mais pas en terme de rigidité notamment à basse température (-40°C). Dans un tel cas, les niveaux d'accélération des conteneurs ICCA pourraient être plus importants et entraîner des dommages plus sévères notamment au niveau de leur système de fermeture. L'IRSN estime que des compléments devraient être apportés sur ce point. Ceci fait l'objet de la recommandation n°5.4 présentée en annexe 1 du présent avis.

Comportement thermique du colis

L'étude du comportement thermique du colis repose sur des calculs numériques pour les conditions normales de transport et des essais de feu, réalisés sur les spécimens utilisés lors des essais de chute, pour celles accidentelles. Les températures déterminées en conditions normales de transport n'appellent pas de remarque.

Pour les conditions accidentelles de transport, outre les remarques formulées précédemment sur la température initiale des spécimens, les essais de feu ont été réalisés avec les spécimens en position verticale de transport. Néanmoins, des configurations où les zones sollicitées lors des essais de chute seraient positionnées vers le bas, en regard des flammes, conduiraient à des températures maximales

aux niveaux des couvercles des conteneurs ICCA plus importantes, du fait de la réduction de la protection thermique en fibres de céramique et mousse polyuréthane dans ces zones. Aussi, l'IRSN considère que le requérant devrait justifier l'orientation du colis retenue lors des essais de feu. Ce point fait l'objet de l'observation n°6.3 présentée en annexe 2 du présent avis.

En outre, comme indiqué précédemment, le requérant devrait évaluer le comportement thermique du colis à l'issue d'une chute de ce dernier en position verticale avec un impact sur le couvercle.

Néanmoins, l'IRSN estime que, compte tenu de la plage d'utilisation des joints en silicone équipant les conteneurs ICCA, la prise en compte des remarques formulées ci-avant ne devrait pas mettre en cause le maintien de l'intégrité de ces joints.

Enfin, l'IRSN estime que le requérant devrait évaluer les conséquences associées à la dilatation du joint d'étanchéité des conteneurs ICCA lors de l'épreuve de feu, notamment à l'égard des efforts exercés. Ce point fait l'objet de l'observation 6.2 présentée en annexe 2 du présent avis.

Risque de dispersion de la matière fissile

L'analyse des risques de dispersion de la matière en dehors des conteneurs est requise du fait :

- en conditions normales de transport, des exigences applicables aux colis de type A ;
- en conditions accidentelles de transport, de l'analyse de sûreté-criticité du modèle de colis qui ne considère pas de matière fissile en dehors des conteneurs ICCA.

Selon les exigences réglementaires, le modèle de colis doit subir, à l'issue des essais de chute et de feu, une épreuve d'immersion sous 0,9 m d'eau pendant 8 heures. Le requérant a réalisé cette épreuve en utilisant les spécimens des conteneurs ICCA ayant subi ces essais. Lors de cette dernière, il a été amené à retirer des grains sable accumulés à l'interface du système de fermeture de l'un des conteneurs testés. Selon l'IRSN, la présence de ces grains est probablement due à un décollement transitoire du couvercle des conteneurs au moment de l'impact des chutes. Bien qu'il n'ait pas été observé de poudre de fluorescéine en dehors des conteneurs ICCA à l'issue des chutes, ceci montre que les marges de sécurité, à l'égard d'une dispersion de matière en dehors des conteneurs, sont potentiellement limitées. Or, comme développé ci-avant, le caractère majorant des essais réalisés n'est pas acquis (représentativité des spécimens et des contenus, configuration des essais...).

Toutefois, le contenu factice utilisé lors des essais a été disposé directement dans la cavité des conteneurs ICCA. Aucun des conditionnements primaires (doubles-enveloppes ou bouteilles) n'a été considéré. Or, ces conditionnements limitent les risques de dispersion significative de la matière. Cependant, leur comportement lors des épreuves réglementaires n'a pas été spécifiquement analysé. En tout état de cause, l'IRSN estime que les conditionnements primaires de la matière (doubles-enveloppes et bouteilles en polyéthylène) devraient être clairement spécifiés dans le certificat d'agrément. La fermeture de ces conditionnements devra en outre faire l'objet de contrôles.

De plus, l'IRSN estime que, d'une part le requérant devrait analyser le comportement des conditionnements primaire lors des épreuves réglementaires, d'autre part renforcer le système de fermeture des conteneurs ICCA pour exclure tout décollement du couvercle en conditions accidentelles de transport.

Ces points font l'objet des recommandations n°3.1, 6.1 et 6.12 de l'annexe 1 au présent avis.

Radioprotection

Les rayonnements ionisant autour du colis sont très faibles du fait de la nature du contenu transporté. Le requérant estime que les mesures réalisées avant expédition sont suffisantes pour garantir la conformité de ce colis aux exigences réglementaires.

Formellement, l'IRSN estime que le requérant devrait évaluer l'intensité de rayonnement maximale à proximité du modèle de colis et justifier que l'augmentation de l'intensité maximale de rayonnement en conditions normales de transport est inférieure à 20 %. Cette évaluation devra tenir compte notamment des mouvements possibles de la matière dans la cavité des conteneurs ICCA. Ce point fait l'objet de l'observation n°7.1 présentée en annexe 2.

Sûreté-Criticité

La sous-criticité du modèle de colis est démontrée sous réserve d'assurer :

- une distance minimale entre les conteneurs ICCA (centre à centre) de 28,575 cm ;
- l'intégrité des conditionnements primaires en polyéthylène (non mélange avec la matière fissile), notamment à l'issue de l'épreuve de feu ;
- l'absence de dispersion significative de matière fissile en dehors des conteneurs ICCA.

Le maintien de la distance minimale entre conteneurs ICCA précitée en conditions accidentelles de transport est justifié par les calculs numériques réalisés par le requérant.

L'intégrité des bouteilles en polyéthylène à l'issue de l'épreuve de feu est justifiée par le requérant sur la base d'essais réalisés pour des températures représentatives des conditions accidentelles de transport. Ces essais montrent un fluage des parois des bouteilles ne conduisant pas à la fusion du matériau. Le comportement en température des doubles-enveloppes en polyéthylène n'a pas été étudié. Toutefois, l'IRSN estime qu'un mélange intime de ces enveloppes (300 g par conteneur) et de la matière fissile n'est pas de nature à mettre en cause la sous-criticité du modèle de colis. À cet égard, le requérant devrait spécifier que la masse des enveloppes en polyéthylène est limitée à 300 g par conteneur. Ceci fait l'objet de la recommandation n°1.1 présentée en annexe 1 au présent avis.

La sous-criticité du modèle de colis est donc justifiée sous réserve d'exclure la dispersion significative de matière en dehors des conteneurs ICCA (cf. § Risque de dispersion de la matière fissile). Compte tenu des calculs réalisés, le nombre maximal de colis par transport est égal à 71 (CSI de 0,7).

Fabrication, utilisation et maintenance du colis

Les contrôles des propriétés d'écrasement des couches de mousse polyuréthane approvisionnées ou encore la réalisation des surépaisseurs de matériau neutrophage des conteneurs n'appellent pas de remarque.

Les opérations de maintenance périodiques des emballages sont décrites sommairement dans le dossier de sûreté. L'IRSN estime que cette description devrait être complétée afin de faire apparaître, *a minima*, le détail de ces opérations, en incluant les critères et actions correctives associées, réalisées sur les composants importants pour la sûreté du modèle de colis. À cet égard, il conviendra de définir la liste de ces composants. Le requérant devrait en outre justifier que ces opérations, et leur périodicité, garantissent les propriétés de ces composants.

Enfin, l'IRSN estime que les opérations de maintenance réalisées pour les couches de mousse polyuréthane, principalement visuelles, ne garantissent pas que leurs propriétés d'écrasement restent conformes à celles spécifiées, au regard des phénomènes potentiels de vieillissement. Aussi, le cas échéant, le requérant devrait analyser l'influence du vieillissement de ces mousses.

Ces points font l'objet des recommandations n°7 et 8 présentées en annexe 1 du présent avis.

Enfin, le retour d'expérience acquit lors des opérations de maintenance montre un remplacement régulier de systèmes de fermeture des couvercles et des joints des conteneurs ICCA ainsi que de couches de mousse polyuréthane et de bouchons fusibles. **À cet égard, l'IRSN estime que le requérant devrait identifier l'origine de ces remplacements et, le cas échéant, mettre en place des actions correctives.** Ceci fait l'objet de l'observation n°9 présentée en annexe 2 du présent avis.

Conclusion

Sur la base des justifications de sûreté présentées, l'IRSN estime en particulier que la représentativité des spécimens et des contenus utilisés lors des essais doit être mieux justifiée, ou faire l'objet d'études de sensibilité. De même, l'analyse de certaines configurations de chute du colis, notamment sur un poinçon, devrait être complétée. Aussi, l'IRSN estime que les démonstrations de sûreté devraient être complétées en tenant compte des recommandations de l'annexe 1 au présent avis.

En conséquence, en l'état actuel, l'IRSN considère que le modèle de colis est conforme aux prescriptions réglementaires applicables aux modèles de colis de type A chargés de matière fissile sous réserve de confirmer l'absence de dispersion significative de matière en dehors des conteneurs ICCA en conditions accidentelles de transport. En sens, le requérant devrait, soit renforcer le système de fermeture de ces conteneurs, soit justifier formellement que les conditionnements primaires limitent ce risque pour les conditions accidentelles de transports.

Par ailleurs, l'IRSN considère que, pour améliorer ses démonstrations de sûreté, le requérant devrait tenir compte des observations identifiées en annexe 2.

Pour le Directeur général, par ordre,

Igor LE BARS,

Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Recommandations de l'IRSN

1 Description du contenu

- 1.1 Spécifier que les matériaux plus hydrogénés que l'eau (hors bouteilles en polyéthylène limitées à 3,7 kg par conteneur ICCA) sont limités à 300 g par conteneur ICCA.

2 Description de l'emballage

- 2.1 Spécifier les conditions de serrage des éléments vissés, en indiquant notamment les conditions de graissage des vis et des boulons de fixation des couvercles de l'emballage et des conteneurs ICCA.
- 2.2 Préciser si de la colle est utilisée pour l'assemblage des couches de mousse polyuréthane et de fibres de céramique. Le cas échéant, analyser les risques de corrosion associés au contact des matériaux polymères utilisés avec l'acier de l'emballage.

3 Conteneurs ICCA

- 3.1 Renforcer le système de fermeture des conteneurs ICCA de façon à limiter les risques de décollement du couvercle de ce système, même transitoire, en conditions accidentelles de transport.

4 Représentativité des spécimens d'essais

- 4.1 Évaluer, éventuellement de manière enveloppe, l'influence sur le comportement du modèle de colis, des écarts entre les propriétés mécaniques réelles des spécimens d'essais et les propriétés minimales garanties pour les composants des emballages sur la plage de températures réglementaires. Le cas échéant, revoir les spécifications des propriétés mécaniques des aciers utilisés pour la fabrication des emballages.
- 4.2 Justifier que les propriétés du système de fermeture des conteneurs ICCA sont couvertes par celles des systèmes de fermeture des conteneurs ICCA utilisés lors des essais, en tenant compte notamment de l'effort de pré-serrage du boulon de fermeture de ces systèmes. Le cas échéant, revoir les spécifications des composants en acier des conteneurs ICCA.
- 4.3 Justifier la représentativité du sable et de la poudre de fluorescéine utilisés, en termes de densité et de granulométrie, au regard des poudres d'oxydes d'uranium transportées.

5 Essais de chute réglementaires

- 5.1 Évaluer les températures des composants des spécimens d'essais, notamment de la mousse polyuréthane, au moment des chutes en tenant compte de la phase de préparation de l'essai.
- 5.2 Évaluer, pour une chute d'une hauteur de 9 m du colis en position verticale avec impact sur le couvercle, les écrasements de la mousse et des fibres de céramique du couvercle et les températures maximales des joints des conteneurs ICCA à l'issue de l'épreuve de feu associée.
- 5.3 Sur la base d'une approche expérimentale, évaluer le risque de perforation de l'enveloppe externe de l'emballage pour une chute sur poinçon de ce dernier en position oblique ($\theta=24^\circ$).
- 5.4 Évaluer le comportement du colis à basse température en considérant les contraintes d'écrasement minimale de la mousse polyuréthane au regard des tolérances d'approvisionnement de ce matériau.

6 Conditionnement de la matière radioactive

- 6.1 Spécifier dans le dossier de sûreté le conditionnement du contenu dans des bouteilles et doubles-enveloppes en polyéthylène. Analyser le comportement de ces conditionnements en conditions accidentelles de transport, au regard du risque de dispersion de la matière en dehors des conteneurs.
- 6.2 Spécifier un contrôle de la fermeture des conditionnements primaires (bouteilles et doubles-enveloppes en polyéthylène) et des conteneurs ICCA.

7 Opérations de maintenance

- 7.1 Détailler dans le dossier de sûreté les opérations de maintenance réalisées sur les composants importants pour la sûreté, en précisant les critères et actions correctives associées.
- 7.2 Justifier que les opérations de maintenance, notamment leur périodicité, garantissent le maintien des propriétés des composants au regard des hypothèses prises en compte dans les démonstrations de sûreté.
- 7.3 Justifier l'absence de phénomène de vieillissement des couches de mousse polyuréthane pouvant entraîner la modification de leurs propriétés d'écrasement.

8 Assurance de la qualité

- 8.1 Intégrer au dossier de sûreté la liste des composants importants pour la sûreté.

Observations de l'IRSN pour l'amélioration des démonstrations de sûreté

1 Description de l'emballage

- 1.1 Préciser la température de fusion des pastilles fusibles et de la colle éventuellement utilisée pour leur montage. Vérifier la tenue de ces pastilles en tenant compte de la température maximale atteinte sur la surface externe du colis en conditions normales de transport.

2 Description du contenu

- 2.1 Préciser que l'uranium n'est pas issu du traitement de combustibles irradiés.

3 Conteneurs ICCA

- 3.1 Réaliser un contrôle à 100 % des soudures des conteneurs ICCA après fabrication.
3.2 Préciser si le test de tenue à la pression de 1,65 bar est réalisé avec des conteneurs ICCA équipés de leur système de fermeture.

4 Opérations de manutention

- 4.1 Justifier la tenue des soudures des passages de fourche en tenant compte des sollicitations, notamment transversales, rencontrées lors des opérations de manutention.
4.2 Évaluer les risques d'endommagement par fatigue des organes de manutention du colis.

5 Essais de chute réglementaires

- 5.1 Évaluer le comportement du colis lors des chutes en tenant compte des températures maximales des composants évaluées en conditions normales de transport.
5.2 Confirmer que le jeu entre les bouteilles de polyéthylène et le couvercle du conteneur ICCA n'est pas de nature à entraîner un impact décalé du contenu susceptible de mettre en cause l'étanchéité des conteneurs en conditions normales et accidentelles de transport.

6 Comportement thermique

- 6.1 Compléter l'analyse du comportement thermique du modèle de colis lors de l'essai de feu réglementaire en tenant compte des températures maximales des composants déterminées en conditions normales de transport.
6.2 Évaluer les conséquences de la dilatation des joints des conteneurs ICCA lors de l'épreuve de feu sur le système de fermeture de ces conteneurs.
6.3 Évaluer l'influence de l'orientation du colis dans les flammes retenue lors des essais de feu, au regard de la température des aménagements internes.

7 Radioprotection

- 7.1 Justifier que l'augmentation de l'intensité maximale de rayonnement est inférieure à 20 % à l'issue des épreuves simulant les conditions normales de transport en tenant compte notamment des mouvements possibles du contenu dans les conteneurs ICCA.

8 Sûreté-criticité

- 8.1 Intégrer dans le dossier de sûreté la démonstration prenant en compte le mélange de la matière fissile avec les doubles-enveloppes en polyéthylène à hauteur de 300 g par conteneur ICCA.

9 Opérations de maintenance

- 9.1 Identifier l'origine des remplacements effectués sur les composants des conteneurs ICCA et, le cas échéant, mettre en place des actions correctives pour limiter leur occurrence.