

Fontenay-aux-Roses, le 10 février 2017

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN n° 2017-00057

Objet : Transport - Extension - Emballage IR 200 chargé de combustibles UNGG, RNR, R&D et eau lourde

- Réf.**
1. **Lettre ASN CODEP-DTS-2016-028947 du 20 juillet 2016**
 2. Règlement de transport des matières radioactives de l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique - collection Normes de sûreté, N° SSR-6, édition de 2012
 3. Norme française ISO 9588 - Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques - Traitements après revêtement sur fer ou acier pour diminuer le risque de fragilisation par l'hydrogène

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 d'extension d'agrément présentée par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) pour l'emballage IR 200 en tant que colis, d'une part de types B(U) et B(M) pour matières fissiles, d'autre part de type B(U).

Cette demande vise à répondre à des besoins de transport d'éléments combustibles, irradiés ou non, actuellement entreposés dans des installations du CEA des sites de Marcoule et de Saclay. Dans ce cadre, le CEA demande, d'une part l'extension des agréments du modèle de colis IR 200 en vigueur en ajoutant des sous contenus et en modifiant les caractéristiques de contenus actuellement autorisés au transport, d'autre part un troisième agrément du modèle de colis, en tant que colis de type B(U), pour le transport de contenus fissiles exceptés.

Les contenus introduits diffèrent principalement de ceux des certificats d'agrément en vigueur, de par le taux d'irradiation, la teneur en matières fissiles, la masse de métal lourd et le temps de refroidissement des combustibles. Le CEA a également modifié les paramètres d'irradiation (taux de combustion et durée de refroidissement) ainsi que les masses de métal lourd des combustibles constituant le contenu n°1 et les sous contenus n°2.2 et 5.1 des certificats d'agrément en vigueur. Ces évolutions sont notamment liées à la révision de la démonstration du respect des critères d'intensité maximale de rayonnement ionisants autour du colis pour tenir compte de caractéristiques enveloppes des contenus, tel que requis à présent par la réglementation citée en deuxième référence.

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

Les justifications de sûreté présentées par le requérant ont été expertisées par l'IRSN par rapport au règlement cité en deuxième référence. De cette expertise, il ressort les points importants suivants.

Description du modèle de colis

Emballage

L'emballage IR 200 est constitué d'un corps cylindrique, à l'intérieur duquel les contenus sont placés, équipé à chaque extrémité d'un capot amortisseur de chocs. La fermeture de la cavité interne de l'emballage est assurée notamment par :

- coté tête, un système à barillet, muni d'une protection radiologique en plomb, surmonté par un couvercle muni de joints d'étanchéité en élastomère ;
- coté fond, un couvercle de fond muni de joints d'étanchéité en élastomère.

Le plan de concept du modèle de colis a été révisé en tenant compte de modifications intervenues depuis sa demande d'agrément ou de demandes formulées par l'ASN à cette occasion. Le requérant a notamment spécifié un jeu entre le poussoir et le couvercle de fond. Ces modifications n'appellent pas de remarque.

En outre, le requérant indique que les quatre oreilles d'arrimage, utilisées exclusivement lors du déplacement du colis en position verticale à l'intérieur d'une installation, pourront être supprimées de certains exemplaires. Néanmoins, il garde la possibilité d'utiliser le mode de transport vertical à l'intérieur d'installations. **Dans l'attente de la mise à jour du dossier de sûreté, l'IRSN a modifié les projets de certificat afin d'indiquer que le transport du colis en position verticale à l'intérieur d'une installation, lorsqu'il n'est pas équipé des oreilles d'arrimage dédiées à ce mode de transport, doit faire l'objet d'une autorisation particulière dans le cadre du référentiel de sûreté de l'installation concernée.**

Par ailleurs, les jeux, d'une part entre le barillet et la tige de tête, d'autre part entre le barillet et le couvercle de tête, limitent la transmission potentielle des efforts entre le barillet et les composants de fermeture de la cavité côté tête en cas d'impact du contenu sur le barillet. Aussi, l'IRSN considère que ces jeux devraient, dans le cadre de la prochaine demande de prorogation d'agrément du colis, être spécifiés sur le plan de concept de l'emballage. **Ceci fait l'objet de la recommandation n° 1.1 présentée en annexe 1 au présent avis.**

Par ailleurs, pour les éléments vissés, le requérant spécifie dans le chapitre de description de l'emballage des classes minimales de qualité pour les vis. Ceci permet formellement l'utilisation de vis de classes de qualité élevées, supérieures à celles mentionnées dans le dossier de sûreté, pour lesquelles un retour d'expérience récent montre un risque de fragilisation du à la présence d'hydrogène en cours de fabrication. Aussi, l'IRSN recommande que le CEA supprime la possibilité d'utiliser des vis de classe de qualité supérieure à celles prévues. En tout état de cause, l'utilisation de vis de classe de qualité 14.9 devrait être exclue pour la fixation de composants assurant une fonction de sûreté. **Ceci fait l'objet de la recommandation n° 1.2 présentée en annexe 1 au**

présent avis. Dans l'attente de la révision du dossier de sûreté, l'IRSN a spécifié ces restrictions dans les projets de certificats d'agrément.

Description des contenus

Les contenus concernés par la demande d'extension d'agrément du modèle de colis IR 200 sont :

- des nouveaux sous contenus et contenus :
 - sous contenu n°3.5 : éléments combustibles irradiés dans un réacteur à neutrons rapides (RNR) ;
 - sous contenu n°5.2 : éléments combustibles de type uranium naturel graphite gaz (UNGG) ;
 - sous contenu n°5.3 : éléments uranifères irradiés dans un réacteur à eau lourde ;
 - contenu n°8 : éléments combustibles ayant subi une première irradiation dans un réacteur à eau pressurisé (REP) ou à eau bouillante (REB) puis une seconde irradiation dans un réacteur REP ou un réacteur de recherche MTR (Material Test Reactor) ;
- des contenus modifiés par rapport à ceux actuellement autorisés :
 - contenus n°1, n°2.2 et n°5.1 : modification des paramètres d'irradiation (taux de combustion, durée de refroidissement) et des masses de métal lourd des éléments combustibles.

Les éléments transportés peuvent être :

- intègres, sous formes d'aiguilles, de crayons, de plaques ou de capsules étanches pouvant contenir des morceaux de crayons, d'aiguilles ou des pastilles ;
- ruptés, c'est-à-dire des éléments ayant perdu leur étanchéité notamment lors de l'irradiation ;
- non intègres, constitués de tronçons de combustibles (cartouche, barreau, crayon ou aiguille), de pastilles, de poudres ou de fragments de combustibles.

Le transport d'éléments ruptés est uniquement autorisé dans le cadre d'un agrément de type multilatéral du modèle de colis IR 200. En effet, la température d'utilisation de la nuance de joint qui équipe pour ces transports les composants de fermeture de la cavité du colis est limitée à -27°C. Cette nuance a été retenue du fait de son coefficient de perméation aux gaz de fission plus élevé. En outre, la présence d'eau dans les éléments ruptés ne pouvant être exclue, la durée de transport du colis est limitée.

Enfin, les contenus présentés dans le certificat de type B(U) pour le transport de contenus fissiles exceptés sont identiques aux contenus n°1, 2, 3, 4, 5, 7 et 8 des autres certificats d'agrément, exception faite de la limitation de la masse de matière fissile à 45 g.

Le requérant indique que la conformité du chargement avant expédition est garantie par l'expéditeur. Cette conformité repose sur le respect, soit des caractéristiques des combustibles irradiés considérés dans les études (teneur en matières fissiles, taux de combustion...), soit des caractéristiques des termes sources radiologiques des combustibles irradiés considérés dans les études (activités des aérosols et gaz...). Dans ce cas de figure, la vérification de la conformité du chargement avant expédition repose sur des calculs d'évolution réalisés par l'expéditeur avec les caractéristiques « réelles » des combustibles.

D'un point de vue réglementaire, ces démarches n'appellent pas de remarque. Toutefois, la démarche basée sur les termes sources nécessite que chaque expéditeur réalise des calculs d'évolution pour les combustibles transportés, en garantissant le caractère enveloppe des hypothèses considérées. À cet égard, il n'est pas spécifié dans le dossier de sûreté d'exigence concernant les outils de calcul utilisés, intégrant leur état de qualification, les méthodes de calculs (choix des données nucléaires et des paramètres de calculs) et les aspects organisationnels associés (qualification du personnel chargé de réaliser ces calculs, procédure de validation des données, des études et des résultats...). En outre, cette démarche peut nécessiter pour certaines configurations de chargement un certain niveau d'expertise des personnels réalisant les calculs.

Aussi, l'IRSN considère que cette méthode de définition des contenus peut constituer un point sensible dans la sûreté du transport. Toutefois, cela concerne des aspects relatifs à l'organisation des transports et à la maîtrise des conditions de transport, qui sortent du cadre strict de la présente instruction.

Le CEA a indiqué au cours de l'instruction que la présence de graphite était autorisée uniquement sous formes de traces dans le contenu n°5 et que du magnésium pouvait faire partie de la composition des gaines combustibles. **Ces éléments n'ayant pas été considérés dans l'étude de criticité du colis, l'IRSN a indiqué dans les projets de certificat d'agrément, avec l'accord du requérant, que la présence de graphite et de magnésium était autorisée uniquement à l'état de traces.**

Concernant la définition du contenu n°8, le requérant ne précise pas le type de réacteur expérimental dans lequel est réalisée la seconde irradiation. Aussi, il devrait confirmer que l'inventaire radiologique et l'activité des radioéléments retenus dans les démonstrations de sûreté ont été déterminés en considérant les paramètres d'irradiation des éléments combustibles de tous les réacteurs MTR concernés par la demande d'agrément. **Ceci fait l'objet de l'observation n°1.1 présentée en annexe 3 au présent avis.**

Description des aménagements internes

Les contenus visés par la présente demande d'agrément peuvent être chargés :

- directement dans la cavité de l'emballage (sans aménagement interne) ;
- dans des aménagements internes dits « aux fins de criticité » de diamètre interne égal à 60 mm ou 120 mm. L'épaisseur des étuis est corrélée à la masse linéique maximale du contenu ;
- dans des aménagements internes visant à faciliter le chargement ou le déchargement des contenus, ou à limiter la contamination de la cavité.

Ainsi, des contenus peuvent être chargés directement dans la cavité de l'emballage sans conditionnement interne. Au regard de la nature des contenus visés par la demande d'extension d'agrément du colis (tronçons, fragments, pastilles, poudres...), l'IRSN estime que cela peut engendrer des contaminations récurrentes de la cavité de l'emballage, ce qui n'est pas une bonne pratique. À cet égard, l'IRSN considère que l'utilisation d'aménagements internes devrait être systématique. **Ce point a été introduit par l'IRSN dans les projets de certificat d'agrément du colis avec l'accord du CEA.**

Enfin, dans une lettre de décembre 2014, l'ASN a demandé au CEA, pour la prochaine demande d'agrément du modèle de colis IR 200, de démontrer l'inétanchéité des aménagements internes utilisés. Cette demande vise à confirmer l'absence de rétention d'hydrogène gazeux, résultant de la décomposition par radiolyse des matières hydrogénées, susceptible de créer un milieu inflammable dans les aménagements internes. Dans le cadre du présent dossier, le CEA n'a pas apporté d'élément sur ce point.

Comportement mécanique et thermique du modèle de colis

Dans le cadre de la demande d'extension d'agrément, le requérant n'a pas modifié les analyses du comportement mécanique et thermique du modèle de colis. En effet, les contenus visés par cette demande ne mettent pas en cause les hypothèses retenues pour ces analyses.

Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.

Confinement

Le CEA considère que les modifications des caractéristiques des contenus n°1, 2 et 5.1 ne mettent pas en cause le caractère enveloppe de l'étude de relâchement d'activité du colis chargé de ces contenus réalisée en appui de la demande d'agrément. **Ceci n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

Pour les nouveaux contenus (n°3.5, 5.2, 5.3 et 8), une nouvelle étude du relâchement d'activité du colis en conditions normales et accidentelles de transport a été transmise. De l'expertise de cette étude, l'IRSN retient que :

- pour le contenu n°3.5, le relâchement d'activité du colis chargé d'éléments combustibles intègres au chargement est déterminé en considérant un taux de rupture de leur enveloppe qui n'est pas étayé au regard du taux de combustion maximal de ces combustibles ;
- le coefficient de perméation du tritium au travers de certains joints en élastomère a été pris égal à celui de l'hélium, sans justification du conservatisme de cette démarche.

Aussi, le CEA devrait compléter son analyse en tenant compte des observations n°2.1 et n°2.2 présentées en annexe 3 au présent avis.

À cet égard, selon l'étude du requérant, les valeurs maximales d'activité relâchée du colis atteignent le critère réglementaire en conditions normales de transport (CNT). Ainsi, le requérant n'a pas retenu dans ses études de marges par rapport à ce critère réglementaire, pour par exemple prendre en compte les incertitudes liées à la qualification des codes utilisés pour déterminer l'inventaire radiologique des contenus et l'activité des radioéléments. Pour mémoire, ce type de démarche avait été considéré dans les démonstrations de sûreté transmises en appui de la demande d'agrément du colis.

Par conséquent, l'IRSN estime que le requérant devrait justifier la qualification des codes de calculs utilisés pour les configurations étudiées. **Ceci fait l'objet de la recommandation n°2.1 présentée en annexe 1 du présent avis.**

Dans l'attente de ces éléments et au regard des éléments précités, l'IRSN recommande que le CEA limite la masse de métal lourd des nouveaux contenus introduits dans la demande d'extension d'agrément, afin de ménager des marges de sûreté. **En première approche, l'IRSN a réduit, dans les projets de certificat d'agrément du colis, les masses maximales admissibles de métal lourd pour les sous contenus n° 3.5, 5.2, 5.3 et le contenu n° 8 de 15 %.**

Radioprotection

Dans le cadre de la demande d'extension, le requérant a mis à jour l'étude de radioprotection pour prendre en compte des contenus enveloppes. Pour rappel, avant l'édition de la réglementation citée en deuxième référence, des contenus « réalistes » étaient utilisés pour ces études. Cela a conduit le CEA à revoir les caractéristiques radiologiques du contenu n° 1 et des sous contenus n° 2.2 et 5.1. **Les études réalisées n'appellent pas de remarque de l'IRSN.**

À cet égard, les intensités maximales de rayonnement au contact du colis sont supérieures à 2 mSv/h, tout en restant inférieures à 10 mSv/h. **En application de la réglementation, l'IRSN a spécifié, avec l'accord du CEA, dans les projets de certificat d'agrément que la réalisation des transports du colis devait uniquement être réalisée sous utilisation exclusive.**

En outre, le chapitre d'utilisation du dossier de sûreté du colis devrait reprendre les dispositions réglementaires associées à ce type de transport. **Ceci fait l'objet de la recommandation 3.1 présentée en annexe 1 au présent avis. Dans l'attente, l'IRSN a introduit ces dispositions dans les projets de certificat d'agrément du colis.**

Par ailleurs, le CEA justifie que les dommages évalués en conditions normales de transport n'engendrent pas une augmentation du débit d'équivalent de dose au contact de l'emballage supérieure à 20 %, tel que requis par la réglementation. À cet égard, l'IRSN estime que le CEA devrait confirmer que les mouvements internes des contenus dans la cavité du colis ne sont pas de nature à engendrer une telle augmentation du débit d'équivalent de dose. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 3.1 présentée en annexe 3 au présent avis.**

Sûreté-criticité

Le CEA a transmis une étude de criticité du colis chargé du sous contenu n° 3.5. En effet, les études réalisées à l'occasion de la demande d'agrément couvrent les sous contenus n° 5.2, 5.3 et le contenu n° 8. Par ailleurs, les modifications apportées aux contenus n° 1, 2 et au sous contenu n° 5.1 n'ont pas de conséquences sur les études de criticité associées.

Les études de criticité réalisées n'appellent globalement pas de remarque de l'IRSN. Pour les contenus précités, elles justifient la sous-criticité du colis isolé et d'un réseau de colis. **Toutefois, il conviendrait que le requérant prenne en compte les observations n° 4.1 à 4.3 en annexe 3 du présent avis pour les futurs dossiers.**

Radiolyse et thermolyse

Le CEA n'a pas révisé, dans le cadre de la présente demande d'agrément, l'étude du risque de création d'une atmosphère inflammable dans la cavité du colis qui résulterait de la dégradation par radiolyse ou thermolyse de matières hydrogénées. Pour rappel, ces démonstrations considèrent pour les contenus intègres une masse maximale admissible de matière hydrogénée de 0,336 g. Concernant les éléments ruptés, le requérant prend en compte un nombre maximal de 20 crayons ruptés par colis.

À cet égard, les études réalisées par le CEA considèrent que le dihydrogène de radiolyse se répartit dans le volume libre de la cavité du colis. Ceci implique que les aménagements internes utilisés ne sont pas étanches au gaz. Comme indiqué ci-avant, dans le cadre de la demande d'agrément, l'ASN a demandé au requérant, à défaut de démonstration, de garantir que l'ensemble des aménagements internes utilisés sont inétanches. **Dans l'attente de ces éléments, l'IRSN estime que les aménagements internes et les conditionnements primaires utilisés devraient être inétanches. En outre, si les aménagements internes ou les conditionnements primaires ont préalablement été entreposés sous eau, il conviendra de contrôler l'absence de pénétration d'eau en leur sein. Ces points ont été introduits dans les projets de certificat sans l'accord du requérant.**

Par ailleurs, le dossier transmis indique que le conditionnement primaire utilisé pour le sous contenu n°8.1 peut être un étui soudé. L'IRSN estime que l'inétanchéité de ce conditionnement n'est pas acquise. Néanmoins, dans son dossier, le requérant exclu pour le contenu n°8, les matières dont la concentration en hydrogène est supérieure à celle de l'eau, radiolysables, thermolysables, contenant du sodium.. **Ce point a été introduit dans les projets de certificat avec l'accord du requérant.**

Utilisation du colis

L'inertage et la mise en dépression de la cavité du colis ne sont pas spécifiés dans la liste des opérations à effectuer avant expédition du colis. En outre, le CEA devrait formaliser les contrôles, réalisés avant fermeture de l'enveloppe de confinement du colis, visant à garantir l'absence d'eau dans les aménagements internes et la cavité du colis. L'IRSN souligne l'importance de ce contrôle en cas de présence potentielle de sodium. **Ces points font l'objet des observations n°5.1 et 5.2 présentées en annexe 3 au présent avis.**

Assurance de la qualité

Le CEA a transmis en appui de la demande d'agrément du colis des notes qui viennent en complément du dossier de sûreté. L'IRSN estime que ce principe documentaire tend à complexifier les référentiels de sûreté.

Aussi, l'IRSN recommande que le CEA mette à jour le dossier de sûreté du modèle de colis IR 200 en incluant les éléments transmis dans le cadre de cette instruction. Ceci fait l'objet de la recommandation n°4.1 présentée en annexe 1 du présent avis.

Conclusion

Compte tenu des justifications de sûreté présentées, l'IRSN considère que le modèle de colis IR 200 chargé des contenus en objets, tel que défini dans les projets de certificat modifiés par l'IRSN, est

conforme aux prescriptions réglementaires applicables, d'une part aux modèles de colis de types B(U) et B(M) pour matières fissiles, d'autre part aux modèles de colis de type de type B(U). Les modifications apportées par l'IRSN aux projets de certificat d'agrément sont précisées en annexe 2 du présent avis.

Il conviendra que le requérant CEA prenne en compte les recommandations rappelées en annexe 1 au présent avis dans le cadre de la prochaine demande d'agrément du colis.

Enfin, l'IRSN considère que, pour améliorer les démonstrations de sûreté, le requérant devrait tenir compte des observations identifiées en annexe 3 du présent avis.

Pour le Directeur général et par délégation,
Igor LE BARS,
Adjoint au Directeur de l'expertise de sûreté

Annexe 1 à l'avis IRSN n° 2017-00057 du 10 février 2017

Recommandations de l'IRSN

1 Définition du modèle de colis

- 1.1 Spécifier, sur le plan de concept du modèle de colis et dans le chapitre du dossier de sûreté relatif à la description de l'emballage, le jeu minimal entre d'une part, le barillet et la tôle de tête, d'autre part, le barillet et le couvercle de tête.
- 1.2 Réviser le chapitre de description de l'emballage afin d'exclure la possibilité d'utiliser des vis de classe de qualité supérieures à 12.9, notamment pour la fixation de composants assurant une fonction de sûreté.

2 Définition du contenu

- 2.1 Transmettre le dossier de qualification des codes de calculs utilisés. Ces dossiers devront *a minima* préciser pour chaque filière de réacteur (REP, REB, RNR, UNGG et réacteur à eau lourde) et pour chaque code de calcul, le taux de combustion et les taux d'enrichissement couverts par les bibliothèques de données nucléaires.

3 Utilisation

- 3.1 Spécifier dans le chapitre du dossier de sûreté relatif à l'utilisation du colis les dispositions réglementaires relatives au transport du colis sous utilisation exclusive.

4 Assurance de la qualité

- 4.1 Mettre à jour le dossier de sûreté du modèle de colis IR 200 en incluant les éléments transmis en appui de la demande d'extension d'agréments.

Annexe 2 à l'avis IRSN n° 2017-00057 du 10 février 2017

Modifications apportées par l'IRSN au projet de certificat transmis par le requérant

Les points mentionnés ci-après en caractères gras sont ceux pour lesquels le requérant n'a pas donné son accord.

1 Modifications apportées à l'ensemble des projets de certificat

- 1.1 Ajout de la mention : « la fixation de composants assurant une fonction de sûreté est réalisée à l'aide de vis de classe de qualité inférieure ou égale à 12.9 ».
- 1.2 Retrait de la mention « le contenu peut être transporté sans aménagement interne ».
- 1.3 Les masses maximales admissibles de métal lourd fixées comme critères dans les démonstrations de sûreté relatives au relâchement d'activité pour les sous contenus n°3.5, 5.2, 5.3 et du contenu n°8 sont diminuées de 15 %.
- 1.4 Ajout de la mention « la réalisation des transports du colis est réalisée uniquement sous utilisation exclusive.
L'intensité de rayonnement ne doit pas dépasser 10 mSv/h en tout point de la surface externe du colis ou suremballage et ne peut dépasser 2 mSv/h que si :
 - le véhicule est équipé d'une enceinte qui, dans les conditions de transport de routine, empêche l'accès des personnes non autorisées à l'intérieur de l'enceinte ;
 - des dispositions sont prises pour immobiliser le colis ou le suremballage de sorte qu'il reste dans la même position à l'intérieur de l'enceinte du véhicule dans les conditions de transport de routine ;
 - il n'y a pas d'opérations de chargement ou de déchargement entre le début et la fin de l'expédition. ».
- 1.5 Ajout de la mention « l'uranium du sous contenu n°8 type 2 est naturel ou appauvri ».
- 1.6 Ajout de la mention « les gaz utilisés lors de l'éventuelle pressurisation de la nouvelle enveloppe des éléments combustibles du contenu n°8 avant leur seconde irradiation sont des gaz non radioactifs ».
- 1.7 Ajout de la mention « les aménagements internes et les conditionnements primaires utilisés lors du chargement, en préalable aux opérations de transport, n'ont pas été entreposés sous eau. Dans le cas contraire, des contrôles spécifiques sont réalisés afin de garantir l'absence d'eau en leur sein ».
- 1.8 La masse maximale admissible de métal lourd du sous contenu n°8.2 type 2 fixée comme critère dans la démonstration de sûreté relative à la radioprotection est corrigée afin d'assurer la cohérence de ce paramètre avec les analyses de sûreté présentées par le requérant.
- 1.9 Ajout de la mention « les aménagements internes et les conditionnements primaires utilisés sont inétanches ».
- 1.10 Ajout de la mention « le transport en moyen de transport confiné n'est pas autorisé sur le territoire français, sauf autorisation de l'Autorité compétente française ».

- 1.11 Ajout de la mention « le transport du colis en position verticale à l'intérieur d'une installation, lorsqu'il n'est pas équipé des oreilles d'arrimage dédiées à ce mode de transport, doit faire l'objet d'une autorisation particulière dans le cadre du référentiel de sûreté de l'installation concernée ».
- 1.12 Contenu n°8, ajout de la mention : « Sont exclues, les matières dont la concentration en hydrogène est supérieure à celle de l'eau, radiolysables, thermolysables, présentant des risques subsidiaires et contenant du sodium ».

- 2 Modification des projets de certificat du modèle de colis de type B(U)F et B(M)F - Sous contenus n°5.2 et n°5.3
 - 2.1 Ajout de la mention « la présence de graphite et de magnésium est autorisée uniquement à l'état de traces ».
 - 2.2 Ajout de la mention « l'enrichissement en ²³⁵U du sous contenu n°5.2 est de 1,65 % ».
 - 2.3 Ajout de la mention « préalablement au transport des sous contenus n°5.2 et 5.3 la cavité de l'emballage est inertée à l'azote ».

- 3 Modification du projet de certificat du modèle de colis de type B(U)
 - 3.1 Le projet de certificat est modifié afin de spécifier des paramètres de définition des contenus cohérents (temps de refroidissement, enrichissement, taux de combustion, masse de métal lourd) avec les analyses de sûreté présentées par le requérant.

Annexe 3 à l'avis IRSN n° 2017-00057 du 10 février 2017

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

1 Définition du contenu

- 1.1 Confirmer que l'inventaire radiologique et l'activité des radioéléments retenus dans les démonstrations de sûreté du contenu n° 8 ont été déterminés en considérant les paramètres d'irradiation des éléments combustibles de tous les réacteurs de type MTR concernés par la présente demande d'extension d'agrément.

2 Confinement

- 2.1 Justifier le conservatisme du taux de rupture considéré en conditions normales de transport pour les éléments qui constituent le sous contenu n° 3.5, au regard de leurs paramètres d'irradiation.
- 2.2 Démontrer le conservatisme de l'approche qui consiste à assimiler le coefficient de perméation du tritium à celui de l'hélium au travers des joints en élastomère.

3 Radioprotection

- 3.1 Confirmer que les mouvements internes des contenus dans la cavité du colis ne sont pas de nature à engendrer une augmentation du débit d'équivalent de dose au contact de l'emballage supérieure à 20 % à l'issue des épreuves simulant les conditions normales de transport.

4 Criticité

- 4.1 Développer l'analyse de la qualification du schéma de calcul APOLLO2 - MORET 4 du formulaire CRISTAL V1.0 utilisé pour les calculs justifiant la sous-criticité du sous contenu n° 5.2 et du contenu n° 8, en détaillant notamment les expériences critiques représentatives des milieux et des configurations considérées, ou justifier l'existence de marges suffisantes vis-à-vis d'un biais éventuel.
- 4.2 Justifier le caractère pénalisant de la teneur maximale en plutonium après irradiation retenue pour le combustible UNGG (0,4 %) quel que soit l'enrichissement en ^{235}U avant irradiation dans la limite de 1,65 %, en s'appuyant par exemple sur des calculs d'évolution réalisés pour différentes teneurs initiales en ^{235}U .
- 4.3 Corriger dans le chapitre du dossier de sûreté relatif à criticité du colis, la justification de la sous-criticité des combustibles UNGG (contenu n° 5.2) en mentionnant que la teneur maximale en ^{235}U du combustible irradié est de 1,65 % et non pas de 0,72 %.

5 Utilisation

- 5.1 Compléter le chapitre d'utilisation du dossier de sûreté afin de mentionner l'inertage et la mise en dépression de la cavité du colis dans la liste des opérations à effectuer avant expédition du colis en spécifiant la fraction d'azote dans les gaz présents dans la cavité du colis permettant d'exclure la création d'un mélange inflammable sur toute la durée du transport du colis.
- 5.2 Formaliser des contrôles, avant fermeture de l'enveloppe de confinement du colis, afin de garantir l'absence d'eau dans les aménagements internes et la cavité du colis.

- 5.3 Mettre à jour le chapitre d'utilisation de l'emballage afin de préciser que les mesures de taux de fuite et du taux d'hydrogène doivent être réalisées par du personnel qualifié COFREND 2 *a minima* (ou équivalent) selon une procédure vérifiée par du personnel qualifié COFREND 3 (ou équivalent), selon les normes en vigueur.