

Fontenay-aux-Roses, le 30 octobre 2020

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

## AVIS IRSN N° 2020-00168

---

**Objet :** Transport - Prorogation d'agrément du modèle de colis GMA 2500

---

**Réf. :**

- [1] Lettre ASN CODEP-DTS-2020-033618 du 15 juin 2020.
- [2] Règlement de transport de l'AIEA - TS-R-1 - Edition de 2009.
- [3] Guide de l'ASN n°7, Transport à usage civil de substances radioactives sur la voie publique - Tome 1 : Demandes d'agrément et d'approbations d'expédition, révision 2 du 15 février 2016.
- [4] Guide de l'ASN N°7, Transport à usage civil de substances radioactives sur la voie publique - Tome 2 : Dossier de sûreté des modèles de colis, Guide européen Package Design Safety Report, version de décembre 2014.

---

Par 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 de prorogation d'agrément présentée par la société ACTEMIUM (le requérant) pour le modèle de colis GMA 2500, destiné au transport, par voies terrestre et aérienne, d'une source sous forme spéciale de cobalt 60 (<sup>60</sup>Co).

Le modèle de colis est actuellement agréé jusqu'au 30 novembre 2020 comme colis de type B(M) pour le transport par voie terrestre. Le caractère multilatéral de la demande d'agrément résulte d'une limitation de la température ambiante minimale admissible à 0 °C lors des transports permettant d'éviter le risque de rupture brutale de certains composants de l'emballage.

Les justifications de sûreté présentées par le requérant ont été expertisées par l'IRSN au regard du règlement cité en deuxième référence. De l'évaluation des documents transmis, tenant compte des informations apportées par le requérant en cours d'expertise, l'IRSN retient les éléments suivants.

## 1. DESCRIPTION DU MODÈLE DE COLIS

### 1.1. DESCRIPTION DE L'EMBALLAGE

L'emballage GMA 2500 est un gammagraphe. Il est constitué d'un porte-source en acier inoxydable entouré d'une protection radiologique en uranium appauvri, elle-même enveloppée d'une cage cylindrique remplie de polyuréthane et fermée à chaque extrémité par une cloison (avant et arrière) en acier. Un système mécanique assure, en fonctionnement, le mouvement du porte-source en dehors de cette protection. En configuration de

transport, le porte-source est verrouillé à l'intérieur de la protection radiologique par un doigt obturateur en uranium appauvri disposé dans un support. Le positionnement et le déplacement de ce doigt est assuré par une tige de liaison et son immobilisation est garantie par une goupille de sûreté qui vient se visser dans la tête d'un support dit obturateur/doigt. Ce mécanisme d'obturation est protégé par un bloc vissé à l'avant de la cage. Un carénage de protection en acier constitue l'enveloppe externe de l'emballage.

L'emballage GMA 2500 est manutentionné et arrimé au moyen de chaînes fixées aux organes d'arrimage (notamment une nervure en forme de T vissée sur la partie supérieure de l'emballage). Lors de son transport, il est arrimé directement à la plate-forme (plancher) du véhicule de transport sans son chariot de transfert à roulettes utilisé sur site.

## 1.2. PROPRIETES MECANIQUES DES MATERIAUX

Lors des précédentes demandes de prorogation, l'ASN a demandé au requérant de mettre en œuvre, lors des opérations de maintenance annuelle des emballages, le remplacement systématique de la goupille de sûreté, de la tige de liaison et du support obturateur/doigt, de façon à ce que ceux-ci présentent des caractéristiques mécaniques supérieures ou égales à celles des pièces du spécimen utilisé lors des essais de chute réglementaires. L'ASN a également demandé au requérant de caractériser la cloison avant interne et la visserie afin, le cas échéant, de prévoir un remplacement systématique de ces pièces. Aussi, depuis 2007, le requérant a mené des caractérisations sur les pièces constituant les emballages de série qui ont montré que certains éléments importants pour la sûreté (goupilles de sûreté, tiges de liaison, cloisons avant internes et supports obturateur/doigt) présentent des caractéristiques mécaniques inférieures à celles des spécimens utilisés pour les essais réglementaires.

Concernant la conformité des propriétés mécaniques des matériaux, dans son avis de 2016 relatif à la précédente demande de prorogation, l'IRSN a conclu que les matériaux retenus par le requérant pour le remplacement de la goupille de sûreté et de la tige de liaison n'appelaient pas de remarque. Les propriétés mécaniques retenues pour les matériaux des autres éléments importants pour la sûreté (cloisons avant internes et supports obturateur/doigt) décrites dans la présente demande n'appellent pas de remarque. Concernant les vis et les écrous importants pour la sûreté de l'emballage, les démonstrations considèrent une nuance d'acier dont les caractéristiques mécaniques n'ont pas été mesurées sur le spécimen d'essais de chute. Aussi, dans le cadre de la présente demande de prorogation, le requérant prévoit de remplacer ces vis et écrous par des composants de classe 10.9 dite de « haute qualité ». L'IRSN relève que la limite d'élasticité des vis et écrous de classe dite « haute qualité » est supérieure à la limite à la rupture retenue dans le dossier de sûreté, ce qui est satisfaisant. **L'ensemble des éléments présentés ci-dessus permettent de répondre de manière satisfaisante aux demandes de l'ASN relatives aux propriétés mécaniques des matériaux des emballages de série GMA 2500 au regard de celles des spécimens de chute.**

Concernant le remplacement systématique des pièces, le requérant a indiqué qu'à ce jour le remplacement des pièces n'a pas été réalisé en intégralité sur les emballages de série, alors que la fréquence maximale d'entretien d'un emballage est de douze mois. L'IRSN considère que les exemplaires qui comportent des éléments importants pour la sûreté dont les caractéristiques mécaniques sont inférieures à celles des pièces du spécimen utilisé lors des essais de chute réglementaires ne doivent plus être transportés en l'état. À cet égard, le requérant a indiqué que ces exemplaires sont transportés dans une coque PO-07, ce qui permet, de manière ponctuelle, de pallier les insuffisances des emballages. Aussi, l'IRSN propose de modifier le projet de certificat pour préciser que les exemplaires dont les remplacements de pièces n'ont pas été effectués doivent être transportés dans une coque PO-07 agréée. **Néanmoins, conformément aux demandes antérieures de l'ASN, l'IRSN considère que le requérant doit procéder au remplacement des goupilles de sûreté, des tiges de liaison, des cloisons avant internes, des supports obturateur/doigt, des vis et des écrous importants pour la sûreté de l'emballage, sur l'ensemble des emballages GMA 2500 de série, par des pièces permettant d'assurer la représentativité du modèle de colis par rapport aux spécimens d'essais.**

Concernant les vis et les écrous importants pour la sûreté de l'emballage, le requérant indique qu'il ne dispose pas de spécification d'approvisionnement pour leur fabrication. Or, les éléments de visserie dont la classe est supérieure ou égale à 10.9 peuvent être sujets à la rupture brutale en raison de la présence éventuelle dans ces derniers d'hydrogène résiduel issu des procédés de fabrication. Aussi, des spécifications de fabrication sont nécessaires pour limiter ce risque. **Ceci conduit l'IRSN à formuler la recommandation n° 1 en annexe 1 au présent avis.**

### 1.3. DESCRIPTION DU CONTENU ET DE L'ENVELOPPE DE CONFINEMENT

Les sources transportées sont constituées d'une double enveloppe en acier, pressurisée sous argon, renfermant du <sup>60</sup>Co métallique sous forme de disques. Ces sources, agréées en tant que matière radioactive sous forme spéciale selon la réglementation citée en deuxième référence, constituent une partie de l'enveloppe de confinement du modèle de colis.

Le certificat d'agrément des sources actuellement utilisées, valide jusqu'au 11 octobre 2023, est intégré au dossier de sûreté. À cet égard, la source de type COG 132 agréée par ce certificat possède une activité maximale (20 TBq) supérieure à celle autorisée dans l'emballage GMA 2500 (18,5 TBq). Aussi, l'activité maximale de la source COG 132 a été limitée à 18,5 TBq dans le projet de certificat d'agrément du modèle de colis GMA 2500, ce qui est satisfaisant. Cependant, le requérant n'a pas intégré de description détaillée des sources autorisées en transport (géométrie et activité maximale) dans son dossier de sûreté. **Ceci n'est pas conforme aux préconisations du guide de l'ASN cité en troisième référence, ce qui conduit l'IRSN à formuler l'observation n° 1 en annexe 2 au présent avis.**

## 2. DEMONSTRATION DE SURETE

La démonstration de sûreté de l'emballage ne comporte pas de modification majeure dans le cadre de la présente demande d'agrément. Aussi, l'expertise de l'IRSN a principalement porté sur la mise à jour du dossier de sûreté, sur l'analyse du retour d'expérience d'exploitation et sur les réponses aux demandes de l'ASN formulées lors de la délivrance des précédents agréments.

### 2.1. COMPORTEMENT MECANIQUE DU MODELE DE COLIS

En réponse à une demande de l'ASN relative à l'endommagement par fatigue du système d'arrimage, le requérant a modifié le chapitre du dossier de sûreté relatif au comportement mécanique du modèle de colis afin d'intégrer une étude de la tenue à la fatigue de la nervure supérieure en forme de T de l'emballage. Dans cette étude, le requérant évalue par un calcul analytique la contrainte maximale subie par la nervure en T en cas d'arrimage ou de manutention du colis et conclut que cette contrainte est environ sept fois inférieure à la contrainte limite à la rupture de l'acier constituant la nervure. En cours d'expertise, le requérant a évalué la tenue à la fatigue des organes d'arrimage et de manutention du colis et conclut que la contrainte maximale qui s'applique en cas de manutention ou d'arrimage ne contribue pas à l'endommagement de la nervure. **Ceci n'appelle pas de remarque et répond de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

Par ailleurs, le requérant ne présente pas d'analyse relative à l'arrimage lors d'un transport par voie aérienne. L'IRSN s'est assuré que les accélérations retenues par le requérant dans son analyse du comportement mécanique du système d'arrimage lors d'un transport par voie terrestre devraient couvrir le transport par voie aérienne.

### 2.2. COMPORTEMENT THERMIQUE DU MODELE DE COLIS

Le requérant n'a pas mis à jour l'étude de comportement thermique en conditions normales de transport (CNT) du modèle de colis. En revanche, en réponse à une demande de l'ASN, il a intégré une évaluation de l'élévation de température au sein du colis provoquée par la combustion de la mousse en polyuréthane durant l'épreuve thermique représentative des conditions accidentelles de transport (CAT). Pour rappel, l'analyse thermique du

modèle de colis en CNT et en CAT repose sur une modélisation numérique tridimensionnelle réalisée à l'aide du code de calcul NASTRAN.

Le requérant n'a pas examiné l'influence sur les études du comportement thermique du modèle de colis du remplacement des éléments importants pour la sûreté évoqués ci-avant. À cet égard, l'acier retenu pour remplacer la cloison avant interne présente une conductivité thermique environ 2 à 3 fois moins élevée. L'IRSN estime toutefois que le remplacement de l'acier de cette cloison ne devrait pas modifier les conclusions des études du comportement thermique en CNT et CAT figurant dans le dossier de sûreté.

Le requérant évalue l'élévation de température du bloc de protection en uranium appauvri provoquée par la combustion de la mousse en polyuréthane en CAT, en considérant notamment que toute l'énergie libérée par cette combustion est emmagasinée par le bloc de protection en uranium appauvri. En cumulant cette élévation de température aux résultats obtenus dans l'étude thermique initiale, il conclut que la température de la source atteint 713 °C. L'IRSN relève que la température de la source serait d'environ 700 °C pendant environ une heure. Compte tenu de sa qualification, la source est qualifiée pour résister à une température de 800 °C durant une heure. Aussi, l'IRSN considère que, compte tenu de la marge d'environ 100 °C entre la température atteinte par la source et sa température de qualification et des hypothèses pénalisantes retenues dans les calculs, les propriétés de confinement de la source radioactive ne sont pas mises en cause. **Cette étude permet donc de répondre de manière satisfaisante à la demande de l'ASN.**

### 2.3. RADIOPROTECTION

Le dossier de sûreté présente les mesures de débit d'équivalent de dose en conditions de transport de routine (CTR) réalisées après chargement d'une source de cobalt <sup>60</sup>Co de 10,45 TBq dans un emballage conforme au modèle de colis. Au cours de l'expertise, le requérant a montré que les débits d'équivalents de dose pour un colis chargé d'une source de 18,5 TBq calculés au contact et à 2 m de l'emballage respectent les critères réglementaires. Toutefois, l'IRSN relève que la valeur calculée au contact du modèle de colis chargé d'une source de 18,5 TBq est inférieure à celle mesurée à 5 cm de l'emballage de série contenant une source de 10,45 TBq, ce qui n'est pas acceptable, sur le principe, du point de vue de la démonstration de sûreté ; ce point relatif au système de management par la qualité est traité au paragraphe 2.5. Toutefois, les valeurs calculées et mesurées étant inférieures aux critères de radioprotection avec des marges significatives, la sûreté des transports n'est pas mise en cause.

En réponse à la demande de l'ASN formulée à la suite de la précédente prorogation visant à justifier que l'augmentation du débit d'équivalent de dose au contact du colis reste inférieure à 20 % à l'issue des épreuves représentatives des CNT, le requérant a indiqué en cours d'expertise qu'une telle augmentation n'est observable que si l'emballage est enfoncé d'environ 5,2 cm dans le sens de la longueur ou de 1,5 cm dans les autres sens. Les résultats des essais de chute ne permettant pas d'observer de tels enfoncements, il conclut que l'augmentation du débit d'équivalent de dose maximal au contact du colis reste inférieure à 20 % à l'issue des épreuves représentatives des CNT. L'IRSN considère que les dommages occasionnés sur le colis par les épreuves représentatives des CNT devraient conduire à des endommagements moindres sur les structures extérieures de l'emballage que ceux observés lors de l'essai de chute réalisé en 1970. Compte tenu de ces éléments et du débit équivalent de dose maximal au contact du colis en CTR relativement peu élevé, **l'IRSN estime que les réponses apportées par le requérant sont acceptables et permettent de répondre de manière globalement satisfaisante à la demande de l'ASN.**

### 2.4. UTILISATION ET MAINTENANCE

Le requérant n'a pas mis à jour les chapitres du dossier de sûreté relatifs aux opérations d'utilisation de l'emballage et à sa maintenance. En cours d'expertise, le requérant a indiqué qu'un seul « incident » a été remonté par un utilisateur durant les cinq dernières années et a présenté une liste des pièces qui ont dû être remplacées ou réparées (accumulateurs des voyants, câble d'alimentation batterie...), sans toutefois présenter d'analyse de ces

éléments. L'IRSN relève que les pièces remplacées ne sont pas considérées comme des éléments importants pour la sûreté du modèle de colis. À l'issue de la précédente demande de prorogation, l'ASN avait demandé que le requérant décrive dans le dossier de sûreté les contrôles effectués lors des opérations de maintenance concernant l'ensemble des constituants des éléments importants pour la sûreté du modèle de colis. Or le dossier de sûreté indique simplement que des opérations de maintenance de l'emballage sont à réaliser annuellement, sans toutefois préciser ces opérations. **Aussi, la demande de l'ASN ne peut être soldée.**

Les documents de maintenance transmis au cours de la précédente expertise présentent les contrôles à effectuer sur les éléments importants pour la sûreté du modèle de colis et intègrent notamment la vérification annuelle du bon état des organes d'arrimage et les contrôles d'absence de corrosion. L'IRSN relève cependant que ces contrôles, qui devraient être inclus au dossier de sûreté, n'indiquent pas que l'absence de point de corrosion est vérifiée sur les vis du bloc de protection de l'obturateur et les écrous des tirants de l'emballage qui sont des éléments importants pour la sûreté. **Aussi, l'IRSN formule l'observation n° 2 en annexe 2 au présent avis.**

Enfin, le requérant ne présente pas de réponse à la demande formulée par l'ASN relative aux risques associés au vieillissement de la mousse en polyuréthane sur les propriétés mécaniques globales du modèle de colis. En cours d'expertise, le requérant a indiqué que les descriptions et fiches techniques à disposition ne permettent pas de s'exprimer sur les conséquences potentielles du vieillissement de la mousse sur le comportement mécanique et thermique du modèle de colis. En outre, aucun contrôle n'est effectué sur cette mousse lors des opérations de maintenance. **Aussi, la demande de l'ASN ne peut être soldée.**

## 2.5. SYSTEME DE MANAGEMENT PAR LA QUALITE

Lors de la précédente prorogation, l'ASN a demandé la mise à jour du dossier de sûreté notamment afin d'y intégrer l'ensemble des démonstrations de sûreté, ainsi que la mise à jour du chapitre du dossier de sûreté relatif à l'assurance de la qualité.

Concernant le système de management par la qualité relatif aux démonstrations de sûreté, comme indiqué au paragraphe 2.2 du présent avis, le requérant n'a pas examiné l'influence du remplacement des éléments importants pour la sûreté sur le comportement thermique du modèle de colis. De plus, le fait que les débits équivalent de dose calculés en CTR soient inférieurs à ceux mesurés sur un emballage de série (cf. paragraphe 2.3) illustre le manque de vérification de la part du requérant dans la réalisation de ses démonstrations de sûreté.

Par ailleurs, le dossier de sûreté transmis par le requérant ne prend pas en compte les demandes formulées dans les lettres antérieures de l'ASN. Les mises à jour ne sont pas tracées dans le dossier de sûreté et aucun élément relatif à la démarche de traitement des écarts n'est présenté, ce qui n'est pas conforme au guide du requérant de l'ASN cité en troisième référence. Enfin, l'organisation du dossier de sûreté ne répond pas aux préconisations du guide de l'ASN cité en quatrième référence.

Compte tenu de l'ensemble de ces éléments, **l'IRSN considère que les demandes précitées de l'ASN ne peuvent être soldées.**

En outre, l'IRSN considère que le système de management par la qualité mis en place doit être renforcé, cela passe par l'identification d'axes de progrès, le développement d'une attitude interrogative et l'analyse du retour d'expérience. **Ceci fait l'objet de l'observation n°3 formulée en annexe 2, participant à l'amélioration de la culture de sûreté au sein de la société ACTEMIUM.**

Pour ce qui concerne les codes de calcul utilisés pour étudier le comportement thermique du colis et calculer les débits d'équivalent de dose en CTR, le requérant n'a pas transmis d'éléments relatifs à leur qualification par rapport aux configurations étudiées. **Ceci fait l'objet de l'observation n° 4 formulée en annexe 2 au présent avis.**

Enfin, pour ce qui concerne le projet de certificat transmis par le requérant au cours de l'expertise, l'annexe t présentant les conditions particulières de transport du modèle de colis, en particulier la limitation de la température

externe, a été supprimée. Ceci est conforme à la réglementation qui n'impose cette annexe que pour des contenus transportés en emballage du type B(M) dont l'activité est supérieure à 3 000 A<sub>1</sub> dans le cas d'une matière radioactive sous forme spéciale ; toutefois, les dispositions opérationnelles justifiant le caractère multilatéral de l'agrément doivent être décrites, ce qui n'apparaît pas dans le projet de certificat transmis par le requérant. L'IRSN propose de réintroduire, dans le projet de certificat, les dispositions opérationnelles figurant dans l'annexe t du certificat en vigueur.

### **3. CONCLUSION**

Sur la base des documents examinés et en tenant compte des informations transmises par le requérant, l'IRSN considère que le modèle de colis GMA 2500 en objet, tel que défini dans le projet de certificat modifié par l'IRSN, est conforme aux prescriptions réglementaires applicables aux modèles de colis du type B(M), chargés de matières radioactives sous forme spéciale, sous réserve de la prise en compte de la recommandation formulée en annexe 1 au présent avis et des propositions de modification du certificat d'agrément.

Parmi les demandes de l'ASN qui n'ont pas fait l'objet de réponse satisfaisante de la part du requérant, l'IRSN considère particulièrement important que la société ACTEMIUM procède au remplacement des goupilles de sûreté, des tiges de liaison, des cloisons avant internes, des supports obturateur/doigt, des vis et des écrous importants pour la sûreté sur l'ensemble des emballages GMA 2500 de série par des pièces permettant d'assurer la représentativité du modèle de colis par rapport aux spécimens d'essais.

Enfin, l'IRSN considère que, pour améliorer ses démonstrations de sûreté, la société ACTEMIUM devrait tenir compte des observations identifiées 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° 2020-00168 DU 30 OCTOBRE 2020**

### **Recommandation de l'IRSN**

#### **Recommandation n° 1**

L'IRSN recommande que la société ACTEMIUM définisse dans le dossier de sûreté du modèle de colis GMA 2500 des spécifications de fabrication des vis et des écrous de classe de qualité 10.9 qui prescrivent :

- la fabrication des vis et des écrous selon la norme NF EN ISO 4042 afin de limiter le risque de fragilisation par hydrogène (tout nettoyage en phase acide est proscrit, dégazage...);
- la réalisation de contrôles visant à garantir la conformité des opérations de fabrication.

## ANNEXE 2 À L'AVIS IRSN N° 2020-00168 DU 30 OCTOBRE 2020

### Observations de l'IRSN

#### Observation n° 1

L'IRSN considère que la société ACTEMIUM devrait intégrer au dossier de sûreté une description (géométrie et activité maximale) des sources autorisées à être transportées en emballage GMA 2500.

#### Observation n° 2

L'IRSN considère que la société ACTEMIUM devrait intégrer aux contrôles à réaliser en maintenance sur les éléments importants pour la sûreté du modèle de colis GMA 2500 une vérification d'absence de point de corrosion sur les vis du bloc de protection de l'obturateur et pour les écrous des tirants de l'emballage qui sont des éléments importants pour la sûreté du modèle de colis.

#### Observation n° 3

L'IRSN considère que la société ACTEMIUM devrait présenter un plan d'actions visant à améliorer son système de management par la qualité relatif à la sûreté du modèle de colis GMA 2500.

#### Observation n° 4

L'IRSN considère que la société ACTEMIUM devrait justifier que le périmètre de qualification des codes de calcul utilisés (NASTRAN et Dosimex 3.0) dans la démonstration de sûreté du modèle de colis GMA 2500 couvre l'utilisation qui en est faite.