

Dossier de sûreté pour le colis EB3-A400/300

0008-SBH-2015-001 Rev. 1

version publique - traduction française

SOMMAIRE

Sommaire	2
1.1 Informations administratives	3
1.1.1 Introduction.....	3
1.1.2 Nom du colis	3
1.1.3 Identification du concepteur du colis.....	3
1.1.4 Type du modèle de colis	3
1.1.5 Indice de sûreté-Criticité	3
1.1.6 Identification et Restrictions	3
1.1.7 Modes de Transport pour lesquels le colis a été conçu.....	4
1.1.8 Référence aux réglementations et normes valables.....	4
1.2 Spécification du contenu radioactif	5
1.2.1 Définition du contenu admissible	5
1.3 Spécification de l'emballage	6
1.3.1 Description de l'emballage EB3-A400/300	6
1.4 Caractéristiques de performance du colis	7
1.4.1 Principes de conception fondamentaux.....	7
1.4.2 Caractéristiques de performance	7
1.4.3 Hypothèses utilisées pour l'analyse de sûreté.....	8
1.5 Analyses.....	9
1.5.1 Analyse mécanique.....	9
1.5.2 Analyse thermique	10
1.5.3 Analyse du confinement.....	10
1.5.4 Analyse de radioprotection.....	11
1.5.5 Analyse de la sûreté-criticité	11
1.6 Utilisation	12
1.6.1 Contrôles avant la première utilisation	12
1.6.2 Contrôles avant chaque transport.....	12
1.6.3 Exigences de manutention et d'arrimage.....	12
1.7 Maintenance.....	13
1.7.1 Maintenance et contrôles à intervalles de temps périodiques pendant la vie utile de l'emballage	13
1.8 Système de gestion de la qualité.....	14
1.8.1 Fabrication des emballages en série	14
1.8.2 Documentation de fabrication	14
1.8.3 Utilisation, maintenance et réparation.....	14
1.8.4 Éléments de sûreté du colis.....	15

1.1 INFORMATIONS ADMINISTRATIVES

1.1.1 INTRODUCTION

Pour permettre le transport de 860 fûts DOT 7A chargés de cendres contenant de l'uranium non irradié, le modèle de colis EB3 A400/300 a été agréé en France comme colis de type IP-2 pour matières radioactives fissiles pour le transport par route, rail et mer en mai 2015, et prolongé en décembre 2021.

84 emballages ont été fabriqués en 2023-2024, et depuis, les transports ont commencé. Cependant, il n'y aura pas assez de temps pour finaliser tous les transports jusqu'à l'expiration de l'agrément ; l'intention du dossier de sûreté est de recevoir une nouvelle prolongation pour ce modèle de colis.

Ce document est un résumé en français du dossier de sûreté (original en anglais), préparé afin qu'il soit consultable par le public sur le site de l'ASNR.

1.1.2 NOM DU COLIS

La désignation du présent colis est : EB3-A400/300.

1.1.3 IDENTIFICATION DU CONCEPTEUR DU COLIS

Le concepteur et détenteur de l'agrément du colis EB3-A400/300 est :

Orano NCS GmbH
Margarete-von-Wrangell-Straße 7
63457 Hanau
Allemagne

Dans le rapport qui suit, Orano NCS GmbH sera désigné en tant que "O-NCS".

1.1.4 TYPE DU MODELE DE COLIS

L'emballage EB3-A400/300 chargé du contenu permissible, tel que décrit en section 1.2, répond aux exigences [ADR 2025] et [SSR-6] pour un colis de type IP-2 contenant de la matière fissile conforme aux exigences de LSA-II.

1.1.5 INDICE DE SURETE-CRITICITE

L'indice de sûreté-criticité du colis EB3-A400/300 est CSI = 0,58.

1.1.6 IDENTIFICATION ET RESTRICTIONS

Un numéro de série de fabrication unique est assigné à chaque emballage EB3-A400/300. Ce numéro est valable pour toute la vie utile du colis. Il est peint à l'extérieur de l'emballage EB3-A400/300 à côté de « SERIAL No. ».

1.1.7 MODES DE TRANSPORT POUR LESQUELS LE COLIS A ETE CONÇU

Le colis EB3-A400/300 a été conçu pour le transport routier, ferroviaire et maritime.

Le transport aérien est interdit.

1.1.8 REFERENCE AUX REGLEMENTATIONS ET NORMES VALABLES

La vérification de sûreté du colis EB3-A400/300 repose sur les réglementations et normes suivantes :

- [SSR-6] Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 2018 Edition, SSR-6, IAEA, Vienna, 2018
- [ADN 2025] Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voie de navigation intérieure (ADN) valable depuis le 1^{er} janvier 2025
- [ADR 2025] Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses pour route (ADR) valable depuis le 1^{er} janvier 2025
- [IMDG 2025] International Maritime Code for Dangerous Goods (IMDG-Code), Amendment 38-16, valable depuis le 1^{er} janvier 2025
- [RID 2025] Règlement concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses (RID) valable depuis le 1^{er} janvier 2025

La vérification de sûreté est basée sur [SSR-6] et [ADR 2025]. Les autres réglementations valables [ADN 2025], [IMDG 2025] et [RID 2025] sont couvertes par cette vérification et sont uniquement mentionnées dans le cas d'exigences supplémentaires non spécifiées dans [ADR 2025].

1.2 SPECIFICATION DU CONTENU RADIOACTIF

1.2.1 DEFINITION DU CONTENU ADMISSIBLE

La matière radioactive à l'intérieur des fûts DOT 7A de 30 gallons est constituée de produits d'incinération (cendres) contenant de l'uranium non irradié sous forme d' U_3O_8 . En outre, les cendres contiennent du carbone et certains résidus métalliques non brûlables.

La masse maximale est de 13,7 kg d'uranium par fût, avec un enrichissement maximal en U-235 de 3,6 % massique et une masse maximale de 0,35 kg d'U-235.

La matière satisfait aux exigences applicables de LSA-II, car la valeur A_2 pour l'uranium enrichi à 20 % ou moins est illimitée.

Le béryllium et les matériaux ayant une densité d'hydrogène supérieure à celle de l'eau ne sont pas autorisés dans le contenu.

1.3 SPECIFICATION DE L'EMBALLAGE

1.3.1 DESCRIPTION DE L'EMBALLAGE EB3-A400/300

Le système d'emballage consiste en trois types de fûts différents placés les uns dans les autres :

- le fût extérieur EB3-A400/300
- le fût EB1-A200 placé dans le fût EB3-A400/300
- le fût DOT 7A placé dans le fût EB1-A200

Entre le fût EB3-A400/300 et le fût EB1-A200, des calages sont utilisées pour centrer et protéger le fût EB1-A200. De plus, l'espace vide entre les fûts est rempli de laine de roche pour l'isolation thermique.

Entre le fût EB1-A200 et le fût DOT 7A, des calages sont également utilisées pour centrer le fût DOT 7A.

La masse maximale admissible du colis est de 300 kg.

Les principales dimensions nominales de l'emballage sont les suivantes :

- diamètre extérieur : 788 mm
- diamètre intérieur : 710 mm
- hauteur : 1099 mm

La figure 1 montre une photo des trois différents fûts et des deux calages.



Figure 1

Photo des composants de l'emballage EB3-A400/300

1.4 CARACTERISTIQUES DE PERFORMANCE DU COLIS

1.4.1 PRINCIPES DE CONCEPTION FONDAMENTAUX

L'emballage EB3-A400/300 consiste en un fût extérieur EB3-A400/300 et un fût intérieur EB1-A200, qui accommode le fût DOT 7A.

Les fûts EB3-A400/300 et EB1-A200 sont conçus par la société EWB.

Pour le transport public de l'uranium non irradié qui est chargé dans les fûts DOT 7A, l'emballage EB3-A400/300 a été conçu par O-NCS. Le fût extérieur EB3-A400/300 et la laine de roche protègent le fût intérieur EB1-A200 contre les impacts mécaniques et thermiques tels que définis dans [ADR 2025] et [SSR 6], de manière à assurer la fonction de confinement du fût EB1-A200 dans les conditions de routine de transport (CRT), les conditions normales de transport (CNT) et les conditions accidentelles de transport (CAT).

1.4.2 CARACTERISTIQUES DE PERFORMANCE

1.4.2.1 *Sous conditions de routine de transport*

Sous CRT, les principales caractéristiques de performance sont :

- manutention sûre du colis EB3-A400/300
- arrimage sûr du colis EB3-A400/300
- conception adaptée aux accélérations et vibrations attendues
- opérations de manutention faciles sous les conditions environnementales attendues
- résistance à la corrosion
- utilisation à long terme en tenant compte des températures et des conditions ambiantes attendues

1.4.2.2 *Sous conditions normales de transport*

Sous CNT, les principales caractéristiques de performance sont :

- protection du fût EB1-A200 contre les conditions mécaniques attendues

1.4.2.3 *Sous conditions accidentelles de transport*

Sous CAT, les principales caractéristiques de performance sont :

- protection du fût EB1-A200 contre les conditions mécaniques attendues
- protection du fût EB1-A200 contre les conditions mécaniques attendues

1.4.3 HYPOTHESES UTILISEES POUR L'ANALYSE DE SURETE

1.4.3.1 Enveloppe de confinement

La fonction de confinement est assurée par le fût EB1-A200 incluant son couvercle et son joint. Le confinement doit empêcher la perte ou la dispersion du contenu dans toutes les conditions de transport.

Cette fonction de confinement est préservée si le joint d'étanchéité n'est pas endommagé ou si le fût intérieur EB1-A200 ne subit pas de déformations entraînant une rupture. Ceci est démontré par l'analyse mécanique et thermique pour toutes les conditions de transport.

1.4.3.2 Débits de dose

En raison de la nature et de la quantité limitée du contenu provenant de l'expérience avec d'autres colis comparables, les débits de dose seront très faibles et bien inférieurs aux valeurs autorisées. Par conséquent, aucun calcul explicite n'est nécessaire.

1.4.3.3 Sûreté-criticité

La preuve de la sûreté-criticité est basée sur le fût intérieur EB1-A200. La fonction de confinement du fût EB1-A200 doit être préservée conformément au point 1.4.3.1.

1.5 ANALYSES

1.5.1 ANALYSE MECANIQUE

1.5.1.1 CRT

La tenue mécanique de l'enveloppe de confinement en CRT est vérifiée à partir des données d'entrée suivantes :

- températures
- coefficients de sécurité
- pressions
- accélérations
- couple de serrage des vis

et comprend :

- l'analyse des vis des deux couvercles
- l'analyse des deux joints et leurs compressions rémanentes
- l'analyse des différences de pression

Ces analyses sont effectuées par des calculs manuels utilisant des formules bien établies pour les contraintes et les déformations.

1.5.1.2 CNT

La tenue mécanique de l'enveloppe de confinement en CNT est vérifiée à partir des données d'entrée suivantes :

- températures
- épreuves mécaniques en CNT

et comprend :

- l'analyse de l'épreuve d'aspersion d'eau
- l'analyse de l'épreuve de chute libre (1,2 m)
- l'analyse de l'épreuve de gerbage
- l'analyse de l'épreuve de pénétration

À part la seconde analyse qui a été réalisé en utilisant des prototypes d'essais réels pour les séquences d'essais sélectionnées, ces analyses sont effectuées par des calculs manuels.

1.5.1.3 CAT

La tenue mécanique de l'enveloppe de confinement en CAT est vérifiée à partir des données d'entrée suivantes :

- températures suite à l'épreuve thermique
- épreuves mécaniques en CAT

et comprend :

- l'analyse de l'épreuve mécanique (chutes III et II)
- l'analyse de l'épreuve d'immersion dans l'eau
- l'analyse de l'influence de l'épreuve thermique sur la sûreté structurelle du colis

Les deux premières analyses ont été réalisées en utilisant des prototypes d'essais réels pour les séquences d'essais sélectionnées (en combinant avec CNT) ; la troisième analyse est effectuée par un calcul manuel.

1.5.1.4 Conclusion

Toutes ces analyses démontrent la résistance de l'emballage EB3-A400/300 aux sollicitations mécaniques qu'il peut subir au cours de la durée utile du colis, de même que la tenue aux épreuves de chute réglementaires. L'emballage garde ainsi sa fonction de confinement.

1.5.2 ANALYSE THERMIQUE

1.5.2.1 CRT et CNT

L'analyse des températures stables attendues avec l'insolation solaire est effectuée numériquement avec la méthode des éléments finis et le logiciel ANSYS Workbench.

1.5.2.2 CAT

L'analyse des températures maximales transitoires attendues pendant l'épreuve thermique, en tenant en compte des déformations subies suite aux épreuves de chute, est effectuée numériquement avec la méthode des éléments finis et le logiciel ANSYS Workbench.

1.5.2.3 Conclusion

La température maximale du joint d'étanchéité du fût EB1-A200 est inférieure à la température de fonctionnement continue du joint. Par conséquent, la fonction de confinement de l'emballage est maintenue.

1.5.3 ANALYSE DU CONFINEMENT

Un test à bulles sur le fût EB1-A200 suite aux épreuves de chute de CNT et CAT a prouvé l'étanchéité de l'enveloppe de confinement. L'analyse thermique démontre que les températures maximales sous CAT n'affectent pas la fonction de sûreté du joint d'étanchéité. En conséquence, le système de confinement reste intact sous CAT, et la perte ou la dispersion de matières radioactives n'est pas possible.

De plus, le fût intérieur EB1-A200 est testé sur l'étanchéité après chargement du fût DOT 7A par un test à bulles ou test hélium (avant chaque transport).

1.5.4 ANALYSE DE RADIOPROTECTION

En raison de la nature et de la quantité limitée du contenu provenant de l'expérience avec d'autres colis comparables, les débits de dose seront très faibles et bien inférieurs aux valeurs autorisées. Par conséquent, aucun calcul explicite n'est nécessaire.

1.5.5 ANALYSE DE LA SURETE-CRITICITE

1.5.5.1 Hypothèses

Les calculs de sûreté-criticité ont été réalisés avec le logiciel SCALE et en utilisant les données de la bibliothèque du groupe 238 ENDF/B-VII.

Les hypothèses pessimistes suivantes ont été prises :

- le mélange fissile est supposé avoir la forme et la position cylindrique la plus pénalisante dans la cavité
- la matière fissile est supposée contenir un réseau de sphères U_3O_8 en suspension dans l'eau, avec une taille et un pas de réseau des sphères optimaux
- la matière fissile est entourée d'un réflecteur de carbone

1.5.5.2 Réseau en CNT avec 5 N colis

Le réseau cylindrique en CNT se compose de 732 colis. Ce nombre dépasse largement la quantité requise de 430 colis, et un réseau cylindrique est une hypothèse de couverture.

Le réseau est entouré d'un réflecteur d'eau d'au moins 30 cm d'épaisseur sur tous les côtés ; les espaces entre les emballages adjacents sont vides.

1.5.5.3 Réseau en CAT avec 2 N colis

Le réseau cylindrique en ACT se compose de 444 colis. Ce nombre dépasse largement la quantité requise de 172 colis, et un réseau cylindrique est une hypothèse de couverture.

Le réseau est entouré d'un réflecteur d'eau d'au moins 30 cm d'épaisseur sur tous les côtés ; les espaces entre les emballages adjacents sont vides.

1.5.5.4 Conclusion

Pour toutes les conditions de transport, la sous-criticité est démontrée grâce au respect du critère de sûreté-criticité $k_{eff} + 2\sigma \leq 0,95$.

1.6 UTILISATION

L'utilisation est subdivisée selon quatre phases de vie utile de l'emballage EB3-A400/300 :

1. essais et contrôles avant la première utilisation
2. utilisation régulière et contrôles avant chaque transport
3. inspections périodiques à intervalles de temps définis
4. réparations afin de remettre en service l'emballage EB3-A400/300

Toutes ces phases sont déterminées dans le plan de fabrication ainsi que dans les instructions de manutention, de maintenance et d'inspection. L'utilisateur devra s'assurer qu'il est en possession de la révision valable disponible des spécifications et instructions correspondantes au moment d'appliquer ces dernières.

1.6.1 CONTROLES AVANT LA PREMIERE UTILISATION

Les contrôles à effectuer avant la première utilisation de l'emballage EB3-A400/300 sont spécifiés sur le plan de fabrication.

1.6.2 CONTROLES AVANT CHAQUE TRANSPORT

Les contrôles à effectuer avant chaque transport du colis EB3-A400/300 sont spécifiés dans les instructions de manutention et d'inspection.

1.6.3 EXIGENCES DE MANUTENTION ET D'ARRIMAGE

La manutention du colis EB3-A400/300 est assurée dans des conditions de sûreté normales au moyen d'un équipement de levage classique, tel qu'un chariot élévateur (lorsque le colis est sur une palette). Si d'autres systèmes de manutention sont utilisés, tels que des grappins à fût ou le roulement des fûts sur le sol, une attention particulière doit être accordée à ces opérations de manutention pour s'assurer que les emballages ne sont pas endommagés.

Les colis doivent être transportés par lots, chargés dans un conteneur ISO de 20 ou 40 pieds, avec des coussins d'air et attachés par des sangles.

1.7 MAINTENANCE

1.7.1 MAINTENANCE ET CONTROLES A INTERVALLES DE TEMPS PERIODIQUES PENDANT LA VIE UTILE DE L'EMBALLAGE

Les contrôles périodiques de l'emballage EB3-A400/300 sont décrits dans l'instruction de maintenance, dans laquelle les critères de contrôle sont définis et les mesures en cas de non-conformités ou d'écarts sont précisées.

1.8 SYSTEME DE GESTION DE LA QUALITE

Le système de gestion de O-NCS est établi dans le manuel IMS (integrated management system).

Il est certifié en accord avec :

- DIN EN ISO 9001
- DIN EN ISO 14001
- OSHAS 18001
- KTA 1401
- BAM GGR 011

couvrant la conception, le développement, la fabrication et l'utilisation des emballages pour colis exigeant l'approbation des autorités compétentes pour le transport de matières radioactives.

1.8.1 FABRICATION DES EMBALLAGES EN SERIE

Les contrôles à effectuer avant la première utilisation de l'emballage EB3-A400/300 sont spécifiés sur le plan de fabrication.

EWB est le fabricant des prototypes et des emballages de série EB3-A400/300. EWB est certifié par le BAM pour la fabrication d'emballages pour matières radioactives. Pour les agréments de colis provenant d'Allemagne, le BAM fait partie des autorités compétentes allemandes et est responsable des analyses mécaniques, thermiques et de confinement ainsi que de l'assurance de la qualité.

1.8.2 DOCUMENTATION DE FABRICATION

Lors de la fabrication, chaque document créé par O-NCS est soumis à un contrôle interne et une approbation interne. Pour les documents rédigés par les fournisseurs, O-NCS vérifie la pertinence de leur contenu avec le dossier de sûreté.

Pour chaque lot fabriqué, le plan de fabrication est rempli et approuvé par le fabricant et O-NCS, et la documentation de fabrication complète est vérifiée par le fabricant et O-NCS pour s'assurer qu'elle est complète et correcte conformément aux exigences des listes de matériel et du dossier de sûreté. Ensuite, O-NCS délivre un certificat de réception final pour le lot fabriqué. Ces documents sont stockés par O-NCS.

Une copie de cette documentation est ensuite envoyée au propriétaire du lot.

1.8.3 UTILISATION, MAINTENANCE ET REPARATION

Les exigences en gestion de la qualité pour l'utilisation et la maintenance sont spécifiées dans les instructions de manutention et de maintenance respectivement, qui sont envoyées au propriétaire après l'achat des emballages. Le propriétaire doit confirmer par écrit qu'il respectera les exigences qui y sont stipulées.

Les non-conformités et les écarts sont décrits pour lesquels une réparation est nécessaire. Dans tous les cas où une réparation est nécessaire, O-NCS doit être impliqué dans la planification, l'autorisation et l'exécution des mesures de réparation.

1.8.4 ÉLÉMENTS DE SÛRETÉ DU COLIS

Les pièces contribuant à la sûreté du colis EB3-A400/300 sont résumées dans la table 1. La catégorisation de ces éléments est la suivante :

Catégorie 1

Éléments qui garantissent directement les objectifs de sûreté en matière de sous-criticité, de confinement des matières radioactives et de radioprotection (blindage).

Catégorie 2

Éléments qui assurent indirectement les objectifs de sûreté mentionnés ci-dessus.

Catégorie 3

Tous les autres éléments.

Table 1 Éléments de sûreté

Élément	Fonction de sûreté	Catégorie
Coque extérieure (EB3-A400/300)	Protection mécanique	2
Couvercle extérieur	Protection mécanique	2
Joint extérieur	Étanchéité à l'eau	3
Vis extérieures	Protection mécanique	2
Calages extérieurs	Protection mécanique	2
Laine de roche	Protection thermique	2
Coque intérieure (EB1-A200)	Confinement	1
Couvercle intérieure	Confinement	1
Joint intérieur	Confinement	1
Vis intérieures	Confinement	1
Calages intérieurs	Confinement	2
DOT 7A	Barrière	3