

Dossier de sûreté pour le colis DN30

0023-BSH-2016-001 rév. 8

version publique – traduction française

Sommaire

Sommaire	2
1.1 Informations administratives	4
1.1.1 Nom du colis	4
1.1.2 Identification du concepteur du colis	4
1.1.3 Type du modèle de colis	4
1.1.4 Indice de sûreté-criticité	4
1.1.5 Identification et restrictions pour le modèle de colis	4
1.1.6 Modes de transport pour lesquels le colis est conçu	5
1.1.7 Température de transport la plus basse pour laquelle le colis est conçu	5
1.1.8 Pression de service normale maximale	5
1.1.9 Référence aux règlements et normes applicables	5
1.2 Spécification des contenus radioactifs	7
1.2.1 Spécification générale	7
1.2.1.1 Masse admissible d'UF ₆	7
1.2.1.2 Pureté d'UF ₆	7
1.2.1.3 Conditions admissibles pour une utilisation répétée	7
1.2.1.4 Matière non fissile et fissile	7
1.2.1.5 Radioactivité totale et spécifique	8
1.2.1.6 Compositions de base pour la définition des contenus autorisés	8
1.2.2 Définition du contenu admissible pour chaque type d'emballage	13
1.2.2.1 Contenu admissible dans un emballage de type IF	13
1.2.2.2 Contenu admissible dans un emballage de type AF	13
1.2.2.3 Contenu admissible dans un emballage de type B(U)F	13
1.2.2.4 Contraintes d'activité pour les pieds de cuve d'UF ₆ retraité dans un emballage de type AF	14
1.2.2.5 Contraintes de taux de dosage pour les pieds de cuve d'UF ₆ retraité	18
1.2.3 État physique et chimique	22
1.2.4 Forme spéciale de matière radioactive faiblement dispersable	22
1.2.5 Nature et caractéristiques de la radiation émise	22
1.2.6 Limitation du taux de production de chaleur du contenu	23
1.2.7 Masse de matière fissile et de nucléides	24
1.2.8 Autres propriétés dangereuses	24
1.2.9 Contenus non autorisés	24
1.3 Spécification de l'emballage	25
1.3.1 Composants et dessins de conception de l'emballage	25
1.3.2 Description de l'emballage DN30	26
1.3.2.1 Cylindre 30B	26
1.3.2.2 DN30 PSP	26
1.3.2.3 Caractéristiques de sécurité de conception de l'emballage DN30	27
1.3.2.4 Caractéristiques de manipulation de l'emballage DN30	28
1.3.2.5 Caractéristiques d'attache de l'emballage DN30	31
1.3.3 Les composants de l'emballage importants pour le système de contention	33
1.3.4 Les composants de l'emballage importants pour le blindage	33
1.3.5 Les composants de l'emballage importants pour le système de confinement	33
1.3.6 Les composants de l'emballage importants pour la protection thermique	33
1.3.7 Les composants de l'emballage importants pour la dissipation de chaleur	33
1.3.8 La protection contre la corrosion	34

1.3.9	La protection contre la contamination	34
1.3.10	Les composants absorbant les chocs de l'emballage	34
1.3.11	Le concept de transport	34
1.3.11.1	Concept de transport pour tous les types d'emballage avec un taux de dosage maximum à la surface de 2 mSv/h	34
1.3.11.2	Concept de transport pour tous les types d'emballage avec un taux de dosage maximum à la surface dépassant 2 mSv/h mais ne dépassant pas 10 mSv/h.....	35
1.4	Caractéristiques de performance de l'emballage	36
1.4.1	Principes de conception principaux	36
1.4.2	Caractéristiques de performance	36
1.4.2.1	Caractéristiques de performance pour RCT.....	36
1.4.2.2	Caractéristiques de performance pour NCT.....	36
1.4.2.3	Caractéristiques de performance pour ACT	36
1.4.3	Hypothèses utilisées pour l'analyse de sûreté.....	37
1.4.3.1	Fonction de contention	37
1.4.3.2	Taux de dosage	37
1.4.3.3	Sûreté en matière de criticité.....	37
1.5	Opération	38
1.5.1	Exigences de tests et contrôles avant la première utilisation	38
1.5.2	Exigences de tests et contrôles avant chaque transport	38
1.5.3	Exigences pour la manipulation et l'attache	38
1.5.4	Chargement et déchargement du contenu de l'emballage.....	38
1.5.5	Assemblage des composants de l'emballage.....	39
1.5.5.1	Chargement du cylindre 30B dans le DN30 PSP.....	39
1.5.5.2	Déchargement du cylindre 30B du DN30 PSP.....	39
1.5.6	Équipement supplémentaire et commandes opérationnelles	40
1.5.7	Précautions et mesures dues aux autres propriétés dangereuses du contenu	40
1.6	Maintenance	41
1.6.1	Exigences de maintenance et d'inspection avant chaque expédition	41
1.6.2	Exigences de maintenance et d'inspection à intervalles périodiques.....	41
1.7	Système de gestion	42
1.7.1	Conception, PDSR, documentation et dossiers.....	42
1.7.1.1	Généralités	42
1.7.1.2	Conception.....	42
1.7.1.3	Documents et dossiers	43
1.7.2	Fabrication et tests.....	43
1.7.2.1	Fabrication de cylindres 30B	43
1.7.2.2	Fabrication de DN30 PSP en série.....	43
1.7.2.3	Test d'échantillons et de prototypes	43
1.7.2.4	Stockage des échantillons de lots	44
1.7.3	Opération	44
1.7.4	Maintenance et réparation	45
1.7.5	Conformité de toute activité avec le PDSR.....	45
1.7.6	Déviations	45
1.7.7	Éléments de sûreté du DN30 PSP.....	45
1.8	Illustration de l'emballage	50

1.1 Informations administratives

1.1.1 Nom du colis

Le colis est appelé : **DN30**

1.1.2 Identification du concepteur du colis

Le concepteur et détenteur de l'agrément du colis DN30 est :

Orano NCS GmbH

Dans le présent rapport, Orano NCS GmbH sera appelé « Orano NCS ».

1.1.3 Type du modèle de colis

L'emballage DN30 chargé avec le contenu autorisé tel que décrit dans la section 1.2 satisfait aux exigences conformément à [ADR 2021] et à [IAEA SSR 6] pour un colis de :

- type IF pour UF₆ contenant de l'uranium de grade commercial ou retraité conforme aux exigences pour LSA-II, et un enrichissement ne dépassant pas 5 % U-235 en uranium
- type AF pour UF₆ contenant de l'uranium de grade commercial ou retraité dans des quantités inférieures ou égales à A₂, et un enrichissement ne dépassant pas 5 % U-235 en uranium
- type B(U)F pour UF₆ contenant de l'uranium de qualité commerciale ou retraité avec un enrichissement ne dépassant pas 5 % U-235 en uranium

1.1.4 Indice de sûreté-criticité

Pour l'emballage DN30, l'indice de sûreté-criticité (CSI) est :

$$CSI = 0$$

1.1.5 Identification et restrictions pour le modèle de colis

Un numéro de série de fabrication unique est affecté à chaque emballage DN30 et est valide pour toute la durée de vie d'utilisation. Ce numéro est estampillé sur la plaque signalétique sous l'entrée « n° de série du fabricant ».

Le numéro de série présente le modèle suivant :

XX-YYYY-ZZZZ

Sachant que :

- | | | |
|------|---|---|
| XX | = | désignation du fabricant (abréviation affectée par Orano NCS) |
| YYYY | = | année de fabrication |
| ZZZZ | = | numéro séquentiel |

La liste de tous les numéros de série est gérée et classée par Orano NCS. Tous les utilisateurs de l'emballage DN30 devront mettre à jour l'état de l'emballage individuel après la réalisation des inspections périodiques régulières. Les emballages avec des inspections périodiques régulières en retard (retard de plus d'1 an) seront marqués dans cette liste comme « pas en utilisation ».

Chaque emballage individuel peut être marqué avec un numéro de série de détenteur différent du numéro de série du fabricant. Ce numéro de série de détenteur peut être inscrit sur la plaque signalétique sous l'entrée « N° de série du détenteur » ou sur une plaque signalétique supplémentaire apposée sur l'emballage de protection structurelle DN30 (PSP). Le numéro de série de détenteur peut changer à chaque fois que cela est requis par le détenteur.

1.1.6 Modes de transport pour lesquels le colis est conçu

Le colis DN30 est conçu pour :

- transport routier, ferroviaire, maritime et fluvial intérieur.
- Si le débit de dose à la surface du colis DN30 dépasse 2 mSv/h, les modes de transport sont limités à la route et au rail.
- Le transport aérien n'est pas autorisé.
- Le tri à la bosse des wagons transportant les colis DN30 n'est pas autorisé.

1.1.7 Température de transport la plus basse pour laquelle le colis est conçu

La température la plus basse autorisée pour le transport du colis DN30 est -40 °C.

1.1.8 Pression de service normale maximale

La pression de service normale maximum pour le colis DN30 est définie comme la pression au point triple de l'UF₆ (voir Tableau 16) :

$$MNOP = 152 \text{ kPa}$$

Remarque : la PSNM du cylindre 30B est spécifiée dans [ISO 7195] et [ANSI N14.1] avec 1,38 MPa. Cette définition s'applique à l'utilisation du cylindre 30B dans le processus d'enrichissement et de fabrication de combustible et non pour son utilisation comme élément de l'emballage DN30.

1.1.9 Référence aux règlements et normes applicables

L'analyse de sûreté du DN30 PSP est basée sur les réglementations et normes suivantes :

- [IAEA SSR 6] Règlement de transport des matières radioactives, édition 2018, SSR-6 (rév. 1), AIEA, Vienne, 2018
- [ADN 2021] Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voies de navigation intérieures (ADN) tel qu'applicable depuis le 1er janvier 2021
- [ADR 2021] Accord relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR) tel qu'applicable depuis le 1er janvier 2021

- [ANSI N14.1] American National Standard, For Nuclear Materials – Uranium Hexafluoride – Packagings for Transport, 2019
- [ASTM C996] Spécification standard pour l'hexafluorure d'uranium enrichie à moins de 5 % ^{235}U
- [IMDG 2021] International Maritime Code for Dangerous Goods (code IMDG), amendement 38-16, tel qu'applicable depuis le 1er janvier 2021
- [ISO 7195] Énergie nucléaire — Emballages pour le transport de l'hexafluorure d'uranium (UF_6), 3e édition, novembre 2020
- [RID 2021] Règlement concernant le transport international ferroviaire de marchandises Dangereuses (RID) tel qu'applicable depuis le 1er janvier 2021

L'analyse de sûreté est basée sur [IAEA SSR 6] et [ADR 2021]. Les autres réglementations applicables [ADN 2021], [IMDG 2021] et [RID 2021] sont couvertes par cette analyse et sont uniquement mentionnées en cas d'exigences supplémentaires non spécifiées dans [ADR 2021].

1.2 Spécification des contenus radioactifs

L'UF₆ est contenu dans l'emballage primaire le cylindre 30B conformément à [ISO 7195] et à [ANSI N14.1]. Le DN30 PSP loge le cylindre 30B et fournit une protection mécanique et thermique pendant CRT, CNT et CAT.

1.2.1 Spécification générale

Les cylindres 30B sont remplis d'uranium dans la composition chimique d'hexafluorure d'uranium (UF₆).

1.2.1.1 Masse admissible d'UF₆

- La masse admissible d'UF₆ dans tous les types de colis spécifiés plus bas, contenant de l'UF₆ autre que les pieds de cuve, est entre 0 kg et 2277 kg.
- La masse admissible d'UF₆ y compris toutes les autres compositions chimiques dans tous les types de colis spécifiés plus bas, contenant des pieds de cuve, est entre 0 kg et 11,4 kg.

1.2.1.2 Pureté d'UF₆

- La concentration d'UF₆ ne doit pas être inférieure à 99,5 g UF₆ pour 100 g. Cela correspond à un rapport de numéro atomique H/U ne dépassant pas 0,088.

1.2.1.3 Conditions admissibles pour une utilisation répétée

Les cylindres conformes à [ISO 7195] et à [ANSI N14.1] et inclus dans la période de recertification valide spécifiée dans ces normes peut être à nouveau rempli dans les conditions suivantes :

- Pour l'uranium conforme à [ASTM C996], enrichi, de grade commercial, le nouveau remplissage de cylindres contenant des pieds de cuve est autorisé¹.
- Pour l'uranium retraité, le nouveau remplissage de cylindres contenant des pieds de cuve n'est pas autorisé. Le nouveau remplissage de cylindres propres et rincés avec de l'uranium retraité est autorisé.

1.2.1.4 Matière non fissile et fissile

L'uranium est classé comme une matière fissile :

- uranium enrichi avec un enrichissement max. de 5% U-235 d'uranium avec une composition isotopique naturelle
- uranium enrichi retraité avec un enrichissement max. de 5% U-235 d'uranium

¹ UF₆ naturel commercial et UF₆ naturel appauvri inclus

1.2.1.5 Radioactivité totale et spécifique

L'uranium est classé conformément à sa radioactivité totale ou spécifique.

Activité totale inférieure ou égale à A_2 :

- uranium avec composition isotopique naturelle
- uranium retraité avec une radioactivité totale inférieure à A_2 du mélange de nucléides présents dans l'uranium

Activité spécifique inférieure ou égale à $10^{-4} A_2/g$:

- uranium retraité avec une activité spécifique inférieure ou égale à $10^{-4} A_2/g$

Activité totale supérieure à A_2 et activité spécifique supérieure à $10^{-4} A_2/g$:

- pieds de cuve d'uranium retraité avec une activité spécifique supérieure à $10^{-4} A_2/g$

1.2.1.6 Compositions de base pour la définition des contenus autorisés

Les contenus autorisés sont basés sur :

- la composition de l'uranium de grade commercial telle que donnée dans [ASTM C996] et listée dans Tableau 1
- la composition de l'uranium retraité telle que donnée dans [ASTM C996] et listée dans Tableau 2
- les compositions de l'uranium retraité telles que listées dans le Tableau 4 et le Tableau 6. Ces compositions sont en dehors de l'étendue de [ASTM C996]
- Dans toutes les compositions, les nucléides des chaînes de désintégration des nucléides listés peuvent être présents.

1.2.1.6.1 Compositions de l' UF_6 basées sur ASTM C996

Les définitions suivantes sont strictement basées sur les spécifications données dans [ASTM C996].

Tableau 1 : Teneur en UF_6 enrichi de qualité commerciale, conforme à ASTM C996¹⁾²⁾

Radionucléide	Concentration maximale % massique	Rayonnement gamma max. MeVBq/kgU	Activité alpha max. Bq/kgU	Remarque
U-232	$1,0 \times 10^{-8}$			
U-234	$5,5 \times 10^{-2}$			
U-235	$5,0 \times 10^0$			
U-236	$2,5 \times 10^{-2}$			
U-238	reste			
Tc-99	$1,0 \times 10^{-6}$			

¹⁾ un UF_6 naturel commercial, ou un UF_6 naturel appauvri sont inclus

²⁾ des impuretés de remplissages répétés d'un cylindre contenant des pieds de cuve d' UF_6 conforme au Tableau 1 sont autorisées

Tableau 2 : Teneur autorisée en UF₆ retraité enrichi conforme à ASTM C996¹⁾

Radionucléide	Concentration maximale % massique	Rayonnement gamma max. MeVBq/kgU	Activité alpha max. Bq/kgU	Remarque
U-232				Voir Tableau 3
U-234	$2,0 \times 10^{-1}$			
U-235	$5,0 \times 10^0$			
U-236	$3,0 \times 10^0$			
U-238	reste			
Produits de fission		$4,4 \times 10^5$		
Tc-99	$5,0 \times 10^{-4}$			
Neptunium et plutonium			$3,3 \times 10^3$	

¹⁾ l'UF₆ retraité non enrichi, ou l'UF₆ retraité appauvri sont inclus

Tableau 3 : Concentration autorisée de U-232 comme fonction de la période entre le traitement / l'analyse et le début du transport pour un UF₆ retraité enrichi conforme à ASTM C996

Période entre le traitement et le début du transport	Concentration (µg/gU)
Sur 1 mois	$5,0 \times 10^{-2}$
Sur 1 an	$4,0 \times 10^{-2}$
Sur 2 ans	$3,0 \times 10^{-2}$
Aucune contrainte de temps	$2,0 \times 10^{-2}$

1.2.1.6.2 Compositions de UF₆ dépassant ASTM C996

La définition suivante dépasse [ASTM C996].

Tableau 4 : Teneur autorisée en UF₆ retraité enrichi à transporter dans un emballage de type IF ou B(U)F²⁾

Radionucléide	Concentration maximale % massique	Rayonnement gamma max. MeVBq/kgU	Activité alpha max. Bq/kgU	Remarque
U-232				Voir Tableau 5
U-234	1,0 x 10 ⁰			
U-235	5,0 x 10 ⁰			
U-236	5,0 x 10 ⁰			
U-238	reste			
Produits de fission ¹⁾		2,4 x 10 ⁶		
Tc-99	1,0 x 10 ⁰			
Neptunium et plutonium			1,0 x 10 ⁷	

¹⁾ comprend max. 1,2 x 10⁶ MeVBq/kgU Co-60

²⁾ l'UF₆ retraité non enrichi, ou l'UF₆ retraité appauvri sont inclus

Les concentrations maximales autorisées qui diffèrent de celles définies dans [ASTM C996] pour l'UF₆ retraité sont U-232, U-234, U-236, Tc-99, les produits de fission et le neptunium et plutonium.

Les concentrations maximales autorisées de composants de chlorocarbure, hydrocarbure et halo-hydrocarbure ainsi que les impuretés sont conformes à celles définies dans [ASTM C996].

Tableau 5 : Concentration autorisée de U-232 comme fonction de la période entre le traitement / l'analyse et le début du transport pour un UF₆ retraité enrichi à transporter dans un emballage de type IF ou B(U)F

Période entre le traitement et le début du transport	Concentration (µg/gU)
Sur 1 mois	6,0 x 10 ⁻²
Sur 1 an	4,0 x 10 ⁻²
Sur 2 ans	3,0 x 10 ⁻²
Aucune contrainte de temps	2,0 x 10 ⁻²

1.2.1.6.3 Compositions d'UF₆ retraité avec contenus de nucléides limités pour satisfaire aux limites de type A

Dans la définition suivante, les nucléides sont limités de manière que le transport dans un emballage de type AF est autorisé.

Tableau 6: Teneur autorisée en UF₆ retraité enrichi à transporter dans un emballage de type AF²⁾

Radionucléide	Concentration maximale % massique	Rayonnement gamma max. MeVBq/kgU	Activité alpha max. Bq/kgU	Remarque
U-232	6,0 x 10 ⁻⁸			
U-234	3,0 x 10 ⁻⁴			
U-235	5,0 x 10 ⁰			
U-236	2,5 x 10 ⁻²			
U-238	reste			
Produits de fission ¹⁾		4,4 x 10 ⁵		
Tc-99	5,0 x 10 ⁻⁴			
Neptunium et plutonium			3,3 x 10 ³	

¹⁾ y compris Co-60

²⁾ l'UF₆ retraité non enrichi, ou l'UF₆ retraité appauvri sont inclus

Les concentrations maximales autorisées qui diffèrent de celles définies dans [ASTM C996] pour l'UF₆ retraité sont U-232, U-234, et U-236.

Les concentrations maximales autorisées de composants de chlorocarbure, hydrocarbure et halo-hydrocarbure ainsi que les impuretés sont conformes à celles définies dans [ASTM C996].

1.2.1.6.4 Compositions de pieds de cuve d'UF₆ retraité conformes à ASTM C996

Le contenu du cylindre 30B satisfait aux conditions définies dans le Tableau 7.

Tableau 7 : Teneur autorisée en pieds de cuve d'UF₆ enrichi retraité, conforme à ASTM C996¹⁾

Radionucléide	Concentration maximale (wt%)
U-232	5 x 10 ⁻⁶
U-234	2 x 10 ⁻¹
U-235	5
U-236	3
U-238	100

Radionucléide	Rayonnement gamma maximal (MeV·Bq)
Produits de fission	$6,78 \times 10^8$

Radionucléide	Activité maximale (Bq)
Tc-99	$4,87 \times 10^9$

Radionucléides	Activité alpha maximale (Bq)
Neptunium et plutonium	$5,08 \times 10^6$

¹⁾ l'UF₆ retraité non enrichi, ou l'UF₆ retraité appauvri sont inclus

1.2.1.6.5 Compositions de pieds de cuve d'UF₆ retraité dépassant ASTM C996

Le contenu du cylindre 30B satisfait aux conditions définies dans le Tableau 8.

Tableau 8 : Teneur autorisée en pieds de cuve d'UF₆ enrichi retraité, dépassant ASTM C996¹⁾

Radionucléide	Concentration maximale (wt%)
U-232	6×10^{-6}
U-234	1
U-235	5
U-236	5
U-238	100

Radionucléide	Rayonnement gamma maximal (MeV·Bq)
Produits de fission comprenant un maximum de $1,85 \times 10^9$ MeV·Bq de Co-60	$3,70 \times 10^9$

Radionucléide	Activité maximale (Bq)
Tc-99	$9,75 \times 10^{12}$

Radionucléides	Activité alpha maximale (Bq)
Neptunium et plutonium	$1,54 \times 10^{10}$

¹⁾ l'UF₆ retraité non enrichi, ou l'UF₆ retraité appauvri sont inclus

1.2.2 Définition du contenu admissible pour chaque type d'emballage

Le contenu admissible pour l'emballage DN30 est décrit ci-dessous en détail pour chaque type d'emballage différent. Différentes restrictions s'appliquent en fonction du type d'emballage. On utilise la classification générale suivante :

- l'UF₆ contenant de l'uranium de qualité commerciale avec une composition naturelle, y compris des pieds de cuve, peut être transporté dans tous les types d'emballages²
- l'UF₆ contenant de l'uranium retraité, hors pieds de cuve, peut être transporté dans des emballages de type IF ou B(U)F en fonction de l'activité spécifique³ ; un emballage de type AF est uniquement possible dans des conditions très restreintes (voir Tableau 6)
- l'UF₆ contenant des pieds de cuve d'uranium retraité doit être transporté dans des emballages de type B(U)F ; en outre, les contraintes concernant le taux de dosage telles que définies dans la section 1.2.2.5 doivent être satisfaites ; un emballage de type AF est uniquement possible dans des conditions très restreintes (voir Tableau 6).

1.2.2.1 Contenu admissible dans un emballage de type IF

La matière radioactive est conforme à l'une des spécifications suivantes 2.1 a) à c) :

- a) UF₆ avec une composition conforme au Tableau 1
- b) UF₆ avec une composition conforme au Tableau 2
- c) UF₆ avec une composition conforme au Tableau 4

Radioactivité total autorisée : 227 A₂

1.2.2.2 Contenu admissible dans un emballage de type AF

La matière radioactive est conforme à l'une des spécifications suivantes 2.2 a) à e) :

- a) UF₆ avec une composition conforme au Tableau 1
- b) UF₆ avec une composition conforme au Tableau 6
- c) Pieds de cuve de UF₆ avec une composition conforme au Tableau 1
- d) Pieds de cuve de UF₆ avec une composition conforme au Tableau 6
- e) Pieds de cuve de UF₆ avec une composition conforme au Tableau 7⁴ et conforme aux contraintes d'activité de la section 1.2.2.4

Radioactivité total autorisée : 1 A₂

1.2.2.3 Contenu admissible dans un emballage de type B(U)F

La matière radioactive est conforme à l'une des spécifications suivantes 2.3 a) à g) :

- a) UF₆ avec une composition conforme au Tableau 1

² On utiliserait généralement un emballage de type AF pour ce matériel

³ Dans certains pays, les emballages de type IP-2 pour matière fissile ne sont pas autorisés

⁴ Généralement, ce type de contenu ne peut être transporté dans un emballage de type AF qu'après de longues période de stockage du cylindre à pieds de cuve afin de permettre la désintégration du Th-228

- b) UF₆ avec une composition conforme au Tableau 2
- c) UF₆ avec une composition conforme au Tableau 4
- d) Pieds de cuve de UF₆ avec une composition conforme au Tableau 1
- e) Pieds de cuve de UF₆ avec une composition conforme au Tableau 7
 - i. La composition des pieds de cuve doit être conforme à la contrainte du taux de dosage de la section 1.2.2.5 (**Équation 1 : Taux de dosage de surface ne dépassant pas 2 mSv/h**)
 - ii. La composition des pieds de cuve doit être conforme à la contrainte du taux de dosage de la section 1.2.2.5 (**Équation 2 : Taux de dosage de surface ne dépassant pas 10 mSv/h**)
- f) Pieds de cuve de UF₆ avec une composition conforme au Tableau 8.
 - i. La composition des pieds de cuve doit être conforme à la contrainte du taux de dosage de la section 1.2.2.5 (**Équation 1 : Taux de dosage de surface ne dépassant pas 2 mSv/h**)
 - ii. La composition des pieds de cuve doit être conforme à la contrainte du taux de dosage de la section 1.2.2.5 (**Équation 2 : Taux de dosage de surface ne dépassant pas 10 mSv/h**)
- g) Pieds de cuve de UF₆ avec une composition conforme au Tableau 6

Radioactivité total autorisée : 227 A₂

1.2.2.4 Contraintes d'activité pour les pieds de cuve d'UF₆ retraité dans un emballage de type AF

Pour la radioactivité des pieds de cuve conforme au Tableau 7 , l'activité de tous les nucléides excepté U-232 et son produit de désintégration Th-228 est calculée ici de manière conservatrice pour atteindre 0,344 A₂. En tenant compte de cette valeur conservatrice et pour garantir que l'activité totale des pieds de cuve pour le contenu 2.2 e) ne dépasse pas 1 A₂, il faut satisfaire à la condition suivante :

$$A(\text{U-232}) + A(\text{Th-228}) \leq 0.656 A_2$$

Sachant que

A(U-232) l'activité de U-232

A(Th-228) l'activité de Th-228

L'activité de U-232 dépend de sa concentration dans les pieds de cuve (équivalente à sa concentration dans le cylindre plein avant le vidage). L'activité de Th-228 est déterminée par la concentration de U-232 dans le cylindre plein avant le vidage, par la durée entre le remplissage et le vidage du cylindre (âge de la matière) et par la durée de stockage dans le cylindre à pieds de cuve avant le transport. Une petite activité est ajoutée par la désintégration constante du U-232 présent dans les pieds de cuve.

Le Tableau 9 au Tableau 13 établissent la liste de l'activité de U-232 et Th-228 comme une fonction de la durée entre le remplissage et le vidage du cylindre plein et la durée de stockage du cylindre à pieds de cuve après le vidage :

- Le Tableau 9 établit la liste de l'activité de U-232+Th-228 pour une concentration de U-232 de max. 15 ppb pour un âge de la matière entre 91 jours et 10 ans et des durées de stockage du cylindre à pieds de cuve entre 2 et 10 ans
- Le Tableau 10 établit la liste de l'activité de U-232+Th-228 pour une concentration de U-232 de max. 20 ppb pour un âge de la matière entre 91 jours et 10 ans et des durées de stockage du cylindre à pieds de cuve entre 3 et 12 ans
- Le Tableau 11 établit la liste de l'activité de U-232+Th-228 pour une concentration de U-232 de max. 30 ppb pour un âge de la matière entre 91 jours et 10 ans et des durées de stockage du cylindre à pieds de cuve entre 4 et 12 ans
- Le Tableau 12 établit la liste de l'activité de U-232+Th-228 pour une concentration de U-232 de max. 40 ppb pour un âge de la matière entre 91 jours et 10 ans et des durées de stockage du cylindre à pieds de cuve entre 5 et 15 ans
- Le Tableau 13 établit la liste de l'activité de U-232+Th-228 pour une concentration de U-232 de max. 50 ppb pour un âge de la matière entre 91 jours et 10 ans et des durées de stockage du cylindre à pieds de cuve entre 6 et 15 ans

Le transport comme emballage de type AF n'est pas possible pour des combinaisons de concentration de U-232, un âge de la matière et une durée de stockage pour laquelle l'activité de U-232 et de Th-228 seule dépasse 1 A₂ (cellules du tableau marquées avec une ligne diagonale) ou pour des durées de stockage inférieures à la durée de stockage minimale donnée dans la deuxième colonne de chaque tableau.

Le transport comme emballage de type AF pourrait être possible pour des combinaisons de concentration de U-232, un âge de la matière et une durée de stockage pour laquelle l'activité de U-232 et de Th-228 ne dépasse pas 1 A₂ mais dépasse la valeur de 0,656 A₂ (cellules des tableaux marquées en gris). Pour ces contenus, une analyse détaillée des nucléides autres que U-232 et Th-228 dans les pieds de cuve pourrait prouver que l'activité totale des pieds de cuve est inférieure à 1 A₂.

Le transport comme emballage de type AF est possible dans tous les cas pour des combinaisons de concentration de U-232, un âge de la matière et une durée de stockage pour laquelle l'activité de U-232 et de Th-228 ne dépasse pas 0,656 A₂. Ici, tous les nucléides autorisés dans la matière, conformes à [ASTM C996] comme défini dans le Tableau 7 sont déjà comptabilisés. Aucune autre analyse de la composition des pieds de cuve n'est requise. Le transport est également possible comme emballage de type AF pour toutes les durées de stockage supérieures à la durée de stockage donnée dans la dernière colonne de chaque tableau.

Tableau 9 : Activité de U-232+Th-228 comme fonction de la durée entre le remplissage et le vidage du cylindre plein et le temps de stockage du cylindre à pieds de cuve après le vidage pour une concentration de U-232 de 15 ppb (mass des pieds de cuve 11,4 kg)

Âge ¹⁾ (jours)	Durée de stockage minimale du cylindre à pieds de cuve après le vidage (années)								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
91	0,85	0,62	0,46	0,35	0,28	0,22	0,18	0,16	0,14
122	1,10	0,79	0,58	0,44	0,33	0,26	0,21	0,18	0,15

Âge ¹⁾ (jours)	Durée de stockage minimale du cylindre à pieds de cuve après le vidage (années)								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
152	1,34	0,96	0,70	0,52	0,39	0,30	0,24	0,19	0,16
183	1,57	1,12	0,81	0,60	0,44	0,34	0,27	0,21	0,18
213	1,79	1,28	0,92	0,67	0,50	0,38	0,29	0,23	0,19
244	2,01	1,43	1,03	0,75	0,55	0,41	0,32	0,25	0,20
274	2,22	1,58	1,13	0,82	0,60	0,45	0,34	0,27	0,21
304	2,43	1,72	1,23	0,89	0,65	0,48	0,36	0,28	0,22
335	2,63	1,86	1,33	0,95	0,69	0,51	0,39	0,30	0,24
365	2,82	2,00	1,42	1,02	0,74	0,54	0,41	0,31	0,25
548	3,86	2,72	1,92	1,37	0,98	0,71	0,53	0,39	0,30
730	4,72	3,32	2,34	1,66	1,18	0,85	0,62	0,46	0,35
1095	6,01	4,22	2,96	2,09	1,49	1,06	0,77	0,57	0,42
1825	7,47	5,23	3,67	2,59	1,83	1,30	0,94	0,68	0,50
3650	8,32	5,82	4,08	2,87	2,03	1,44	1,03	0,75	0,55

¹⁾ Âge = durée entre le remplissage et le vidage du cylindre plein

Tableau 10 : Activité de U-232+Th-228 comme fonction de la durée entre le remplissage et le vidage du cylindre plein et le temps de stockage du cylindre à pieds de cuve après le vidage pour une concentration de U-232 de 20 ppb (masse des pieds de cuve 11,4 kg)

Âge ¹⁾ (jours)	Durée de stockage minimale du cylindre à pieds de cuve après le vidage (années)								
	3	4	5	6	7	8	9	10	12
91	0,83	0,62	0,47	0,37	0,29	0,24	0,21	0,18	0,15
122	1,06	0,78	0,58	0,44	0,35	0,28	0,23	0,20	0,16
152	1,28	0,93	0,69	0,52	0,40	0,32	0,26	0,22	0,17
183	1,50	1,08	0,79	0,59	0,45	0,35	0,28	0,24	0,18
213	1,71	1,23	0,90	0,66	0,50	0,39	0,31	0,25	0,19
244	1,91	1,37	0,99	0,73	0,55	0,42	0,33	0,27	0,19
274	2,11	1,51	1,09	0,80	0,59	0,45	0,35	0,28	0,20
304	2,30	1,64	1,18	0,86	0,64	0,48	0,38	0,30	0,21
335	2,48	1,77	1,27	0,92	0,68	0,51	0,40	0,31	0,22
365	2,66	1,89	1,36	0,98	0,72	0,54	0,42	0,33	0,22
548	3,62	2,56	1,82	1,31	0,95	0,70	0,53	0,40	0,26
730	4,42	3,12	2,21	1,58	1,14	0,83	0,62	0,47	0,29
1095	5,62	3,95	2,79	1,98	1,42	1,03	0,75	0,56	0,34
1825	6,97	4,89	3,45	2,44	1,74	1,25	0,91	0,67	0,39
3650	7,76	5,44	3,83	2,70	1,92	1,38	1,00	0,73	0,42

¹⁾ Âge = durée entre le remplissage et le vidage du cylindre plein

Tableau 11 : Activité de U-232+Th-228 comme fonction de la durée entre le remplissage et le vidage du cylindre plein et le temps de stockage du cylindre à pieds de cuve après le vidage pour une concentration de U-232 de 30 ppb (masse des pieds de cuve 11,4 kg)

Âge ¹⁾ (jours)	Durée de stockage minimale du cylindre à pieds de cuve après le vidage (années)							
	4	5	6	7	8	9	10	12
91	0,93	0,70	0,55	0,44	0,37	0,31	0,28	0,23
122	1,17	0,87	0,67	0,52	0,42	0,35	0,30	0,24
152	1,40	1,03	0,78	0,60	0,48	0,39	0,33	0,26
183	1,62	1,19	0,89	0,68	0,53	0,43	0,35	0,27
213	1,84	1,34	0,99	0,75	0,58	0,46	0,38	0,28
244	2,05	1,49	1,10	0,82	0,63	0,50	0,40	0,29
274	2,26	1,63	1,20	0,89	0,68	0,53	0,43	0,30
304	2,46	1,77	1,29	0,96	0,73	0,56	0,45	0,31
335	2,65	1,91	1,39	1,02	0,77	0,59	0,47	0,32
365	2,84	2,04	1,48	1,09	0,82	0,63	0,49	0,33
548	3,84	2,74	1,96	1,43	1,05	0,79	0,61	0,39
730	4,68	3,32	2,37	1,71	1,25	0,93	0,70	0,44
1095	5,93	4,19	2,97	2,13	1,54	1,13	0,84	0,50
1825	7,34	5,17	3,66	2,61	1,87	1,36	1,00	0,58
3650	8,16	5,74	4,06	2,88	2,07	1,50	1,10	0,63

¹⁾ Âge = durée entre le remplissage et le vidage du cylindre plein

Tableau 12 : Activité de U-232+Th-228 comme fonction de la durée entre le remplissage et le vidage du cylindre plein et le temps de stockage du cylindre à pieds de cuve après le vidage pour une concentration de U-232 de 40 ppb (masse des pieds de cuve 11,4 kg)

Âge ¹⁾ (jours)	Durée de stockage minimale du cylindre à pieds de cuve après le vidage (années)							
	5	6	7	8	9	10	12	15
91	0,94	0,73	0,59	0,49	0,42	0,37	0,31	0,26
122	1,16	0,89	0,70	0,56	0,47	0,40	0,32	0,27
152	1,38	1,04	0,80	0,64	0,52	0,44	0,34	0,27
183	1,59	1,18	0,90	0,71	0,57	0,47	0,36	0,28
213	1,79	1,33	1,00	0,78	0,62	0,51	0,37	0,29
244	1,99	1,46	1,10	0,84	0,66	0,54	0,39	0,29
274	2,18	1,60	1,19	0,91	0,71	0,57	0,40	0,30
304	2,36	1,72	1,28	0,97	0,75	0,60	0,42	0,30
335	2,54	1,85	1,37	1,03	0,79	0,63	0,43	0,31
365	2,71	1,97	1,45	1,09	0,83	0,66	0,45	0,31
548	3,65	2,62	1,90	1,40	1,05	0,81	0,52	0,34

Âge ¹⁾ (jours)	Durée de stockage minimale du cylindre à pieds de cuve après le vidage (années)							
	5	6	7	8	9	10	12	15
730	4,42	3,16	2,28	1,66	1,23	0,94	0,58	0,36
1095	5,58	3,97	2,84	2,05	1,51	1,13	0,67	0,39
1825	6,89	4,88	3,47	2,50	1,81	1,34	0,78	0,42
3650	7,66	5,41	3,84	2,75	1,99	1,46	0,84	0,44

¹⁾ Âge = durée entre le remplissage et le vidage du cylindre plein

Tableau 13 : Activité de U-232+Th-228 comme fonction de la durée entre le remplissage et le vidage du cylindre plein et le temps de stockage du cylindre à pieds de cuve après le vidage pour une concentration de U-232 de 50 ppb (masse des pieds de cuve 11,4 kg)

Âge ¹⁾ (jours)	Durée de stockage minimale du cylindre à pieds de cuve après le vidage (années)						
	6	7	8	9	10	12	15
91	0,92	0,74	0,61	0,52	0,46	0,38	0,33
122	1,11	0,87	0,70	0,59	0,50	0,40	0,34
152	1,30	1,00	0,80	0,65	0,55	0,43	0,34
183	1,48	1,13	0,88	0,71	0,59	0,45	0,35
213	1,66	1,25	0,97	0,77	0,63	0,47	0,36
244	1,83	1,37	1,05	0,83	0,67	0,49	0,36
274	1,99	1,49	1,13	0,88	0,71	0,50	0,37
304	2,15	1,60	1,21	0,94	0,75	0,52	0,38
335	2,31	1,71	1,29	0,99	0,79	0,54	0,38
365	2,46	1,81	1,36	1,04	0,82	0,56	0,39
548	3,27	2,38	1,75	1,32	1,01	0,65	0,42
730	3,95	2,85	2,08	1,54	1,17	0,73	0,44
1095	4,96	3,55	2,57	1,88	1,41	0,84	0,48
1825	6,10	4,34	3,12	2,27	1,67	0,97	0,53
3650	6,76	4,81	3,44	2,49	1,83	1,05	0,55

¹⁾ Âge = durée entre le remplissage et le vidage du cylindre plein

1.2.2.5 Contraintes de taux de dosage pour les pieds de cuve d'UF₆ retraité

1.2.2.5.1 Contraintes de taux de dosage pour les pieds de cuve d'UF₆ retraité pour les contenus 2.2 e), 2.3 e)(i) et 2.3 f)(i)

Pour garantir que les taux de dosage sur l'emballage DN30 avec des contenus de pieds de cuve d'UF₆ retraité sont sous les limites réglementaires, l'Équation 1 suivante doit être satisfaite pour le contenu de type B(U)F e)(i) et f)(i) pour des emballages à transporter par voie routière, ferroviaire, maritime et fluviale intérieure, sachant que le taux de dosage à la surface de l'emballage ne dépasse pas 2 mSv/h.

Les facteurs pour les nucléides clés du taux de dosage à utiliser dans cette équation sont donnés dans le Tableau 14.

Équation 1 : Taux de dosage de surface ne dépassant pas 2 mSv/h

$$\sum_{i=1}^n W(i) \times a(i) \leq 1950 \mu\text{Sv/h}$$

sachant que

$W(i)$ = facteur de taux de dosage du Tableau 14 pour des emballages à transporter par voie routière, ferroviaire, maritime et fluviale intérieure, sachant que le taux de dosage à la surface de l'emballage ne dépasse pas 2 mSv/h.

$a(i)$ = radioactivité du nucléide (i) dans la composition des pieds de cuve dans GBq

n = nombre de nucléides pertinents dans la composition des pieds de cuve

Tableau 14 : Facteurs de taux de dosage de surface pour les nucléides clés dans les cylindres à pieds de cuve avec des contenus 2.2 e), 2.3 e)(i) et 2.3 f)(i)

Nucléide (i)	Facteur de taux de dosage $W(i)$ $\mu\text{Sv/h}$ par GBq
Co-60	1,26E+03
Cs-134	6,88E+02
Cs-137	2,58E+02
Pa-233	4,36E+01
Np-237	4,49E+01
Sb-125	1,64E+02
U-232	5,57E+02
Th-228	5,87E+02
Th-234	1,50E+01

Par ailleurs, une condition relative au taux de dosage simplifié pour les emballages DN30 avec des pieds de cuve de UF_6 retraité est définie dans la procédure de test 0023-PA-2015-017. Cela est basé sur des calculs de blindage qui comparent les taux de dosage de surface sur un cylindre 30B vide avec des taux de dosage sur un emballage DN30 chargé avec le même cylindre :

1. Mesure et enregistrement du taux de dosage à la surface du cylindre vide, comme spécifié dans la Illustration 1
2. Détermination du taux de dosage maximum DL (surface du cylindre vide)
3. Le taux de dosage maximum doit être soit
 - a. DL (surface du cylindre vide) inférieur à 5 000 $\mu\text{Sv/h}$ pour permettre un transport par voie routière, ferroviaire, maritime et fluviale intérieure dans des conditions d'utilisation exclusives (le taux de dosage de surface ne dépasse pas 2 mSv/h), ou

- b. DL (surface du cylindre vide) inférieur à 2 000 $\mu\text{Sv/h}$ pour permettre un transport par voie routière, ferroviaire, maritime et fluviale intérieure dans des conditions d'utilisation non exclusives

1.2.2.5.2 Contraintes de taux de dosage pour les pieds de cuve d' UF_6 retraité pour les contenus 2.3 e)(ii) et 2.3 f)(ii)

Pour garantir que les taux de dosage sur l'emballage DN30 avec des contenus de pieds de cuve d' UF_6 retraité sont sous les limites réglementaires, l'Équation 2 doit être satisfaite pour le contenu de type B(U)F e)(ii) et f)(ii) pour des emballages à transporter par voie routière et ferroviaire, sachant que le taux de dosage à la surface de l'emballage peut dépasser 2 mSv/h mais ne dépasse pas 10 mSv/h.

Les facteurs pour les nucléides clés du taux de dosage à utiliser dans cette équation sont donnés dans le Tableau 15.

Équation 2 : Taux de dosage de surface ne dépassant pas 10 mSv/h

$$\sum_{i=1}^n W(i) \times a(i) \leq 9950 \mu\text{Sv/h}$$

sachant que

$W(i)$ = facteur de taux de dosage du Tableau 15 pour des emballages à transporter par voie routière et ferroviaire, sachant que le taux de dosage à la surface de l'emballage peut dépasser 2 mSv/h mais ne dépasse pas 10 mSv/h

$a(i)$ = radioactivité du nucléide (i) dans la composition des pieds de cuve dans GBq

n = nombre de nucléides pertinents dans la composition des pieds de cuve

Tableau 15 : Facteurs de taux de dosage de surface pour les nucléides clés dans les cylindres à pieds de cuve avec des contenus 2.3 e)(ii) et 2.3 f)(ii)

Nucléide (i)	Facteur de taux de dosage $W(i)$ $\mu\text{Sv/h}$ par GBq
Ag-110	1,32E+03
Ce-144	3,64E+01
Co-60	1,26E+03
Cs-134	6,88E+02
Cs-137	2,58E+02
Nb-95	3,43E+02
Pa-233	4,36E+01
Np-237	4,49E+01
Ru-103	1,86E+02
Ru-106	1,19E+02
Sb-125	1,64E+02

Nucléide (i)	Facteur de taux de dosage W(i) μSv/h par GBq
Zr-95	3,74E+02
U-232	5,57E+02
Th-228	5,87E+02
Th-234	1,50E+01

Le taux de dosage à la surface de l’emballage DN30 et à 1 m de distance de l’emballage DN30 peut être calculé à partir du taux de dosage mesuré sur la surface du cylindre 30B vide de la manière suivante :

1. Mesure et enregistrement du taux de dosage à la surface du cylindre vide, comme spécifié dans la Illustration 1
2. Détermination du taux de dosage maximum DL (surface du cylindre vide)
3. Calcul du taux de dosage à la surface de l’emballage DN30 de la manière suivante :

$$DL(\text{surface DN30}) = 0,55 \times DL(\text{surface du cylindre vide})$$

4. Calcul du taux de dosage à 1 m de distance de la surface de l’emballage DN30 de la manière suivante

$$DL(\text{surface DN30}) = 0,11 \times DL(\text{surface du cylindre vide})$$

5. Calcul de l’indice de transport (TI) de l’emballage DN30 à partir de DL(surface du cylindre vide) donné en μSv/h comme suit

$$TI = 0,011 \times DL(\text{surface du cylindre vide})$$

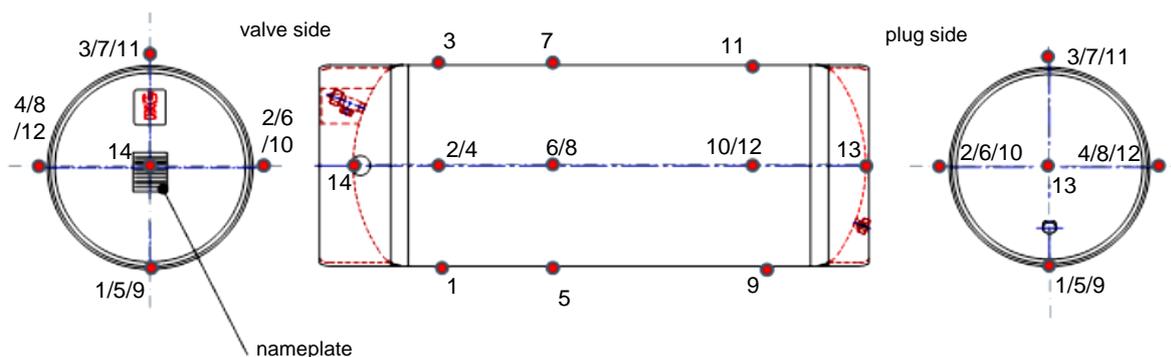


Illustration 1 : Définition des points de mesure du taux de dosage sur des cylindres vides contenant des pieds de cuve d’uranium retraité

1.2.3 État physique et chimique

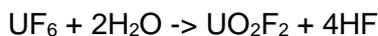
Pendant le transport, l'UF₆ présent dans l'emballage DN30 est sous forme solide. Le Tableau 16 montre certaines propriétés de l'UF₆.

Tableau 16: Propriétés de l'UF₆

Propriété	Valeur
Densité à l'état solide (20 °C)	5,1 g/cm ³
Densité à l'état liquide (64,1 °C)	3,6 g/cm ³
Densité à l'état liquide (121 °C)	3,3 g/cm ³
Point de sublimation	56,6 °C (101 kPa)
Point triple	64,1 °C (152 kPa)
Chaleur de sublimation (64,1 °C)	135 kJ/kg
Chaleur de fusion (64,1 °C)	56 kJ/kg
Chaleur en cas de vaporisation (64,1 °C)	81 kJ/kg
Pression critique	4,61 MPa
Température critique	230,2 °C
Chaleur spécifique, solide (27 °C)	477 J/(kg·K)
Chaleur spécifique, liquide (72 °C)	544 J/(kg·K)

Concernant les propriétés chimiques, l'UF₆ réagit légèrement à la plupart des métaux (nickel, monel, cuivre et aluminium) pour créer une fluorure du métal et d'autres composés d'uranium. Il réagit fortement aux hydrocarbures, d'où l'importance de l'absence d'hydrocarbures dans les cylindres vides avant le remplissage dans UF₆.

L'UF₆ ne réagit pas avec l'azote, l'oxygène, de dioxyde de carbone ou l'air sec. Cependant, l'UF₆ réagit fortement avec l'eau et la vapeur d'eau dans l'air produisant un brouillard de HF-H₂O. Ce brouillard est hautement nocif en cas d'inhalation.



L'UF₆ pourrait contenir des impuretés dues à des réactions chimiques. Ces impuretés, telles que HF ou UO₂F₂·5.5H₂O, sont également prises en compte dans l'analyse de sûreté en matière de criticité.

1.2.4 Forme spéciale de matière radioactive faiblement dispersable

Le contenu radioactif de l'emballage DN30 ne se présente pas sous une forme spéciale ou faiblement dispersable.

1.2.5 Nature et caractéristiques de la radiation émise

La radiation émise par le contenu de l'emballage DN30 est essentiellement un rayonnement gamma avec une très petite part de rayonnement neutronique.

1.2.6 Limitation du taux de production de chaleur du contenu

Le Tableau 17 montre le taux de production de chaleur de 2277 kg de l'UF₆ conformément à la composition donnée dans le Tableau 2. La principale contribution provient de l'U-234 avec une concentration de 0,2 wt% dans U. En tenant compte de la valeur plus élevée pour U-234 de 1,0 wt% dans U spécifiée dans le Tableau 4, le taux de production de chaleur enveloppante pour UF₆ tel que défini dans ce rapport est de 3 W. La contribution des traces de produits de fission et d'autres actinides à la puissance thermique est négligeable.

Tableau 17 : Taux de production de chaleur de 2277 kg UF₆ conforme à la composition donnée dans le Tableau 2

Nucléide	Composition (g/gU)	Taux de production de chaleur (W)
Tl-208		1,32E-02
Pb-212		2,91E-03
Bi-212		2,61E-02
Po-212		5,30E-02
Po-216		6,38E-02
Rn-220		5,92E-02
Ra-224		5,35E-02
Th-228		5,09E-02
Th-231		1,63E-04
Th-234		1,87E-04
Pa-234m		2,33E-03
Pa-234		8,61E-06
U-232	5,00E-08	5,00E-02
U-234	2,00E-03	5,52E-01
U-235	5,00E-02	4,56E-03
U-236	3,00E-02	8,08E-02
U-238	9,18E-01	1,20E-02
Total	1,00E+00	1,02E+00

1.2.7 Masse de matière fissile et de nucléides

La masse maximale de la matière fissile est calculée à partir de :

Masse totale maximale d'UF₆ = 2277 kg

Enrichissement maximal dans U-235 = 5 % massique

$m_{\text{fiss}} = 2277 \times 0,05 \times 238 / (238 + 6 \times 19) = 77 \text{ kg U-235}$

Il y a des traces de nucléides de plutonium fissile dans l'uranium retraité (voir Tableau 2, Tableau 4, Tableau 6, Tableau 7 et Tableau 8).

1.2.8 Autres propriétés dangereuses

En plus de la classification comme radioactif (classe 7), l'UF₆ est également classé comme toxique (classe 6) et corrosif (classe 8) conformément à [ADR 2021], tableau A. En conséquence, la pancarte POISON et CORROSIF doit être utilisée en plus de la pancarte RADIOACTIF.



1.2.9 Contenus non autorisés

Les contenus non conformes aux définitions de cette section 1.2 ne sont pas autorisés.

1.3 Spécification de l'emballage

1.3.1 Composants et dessins de conception de l'emballage

L'emballage DN30 est composé de l'emballage structural protecteur DN30 (Protective Structural Packaging - PSP) et du cylindre 30B spécifié dans [ISO 7195] et dans [ANSI N14.1]. Le DN30 PSP offre à la fois une protection mécanique et thermique pour le cylindre 30B et son contenu radioactif et il est conçu pour satisfaire aux conditions RCT, NCT et ACT telles que requises par [ADR 2021] et [IAEA SSR 6].

Les principaux composants de l'emballage sont :

- cylindre 30B spécifié dans [ISO 7195] et [ANSI N14.1] avec vanne et bouchon installés,
- coque inférieure avec deux pieds soudés à la structure extérieure pour l'attache pendant le transport, comprenant quatre points d'attache pour la manipulation, à utiliser pour l'emballage chargé, et deux passages de fourche, permettant de manipuler l'emballage vide ou chargé,
- coque supérieure avec deux points d'attache pour la manipulation de la coque supérieure,
- dispositif de protection de la vanne attaché à la coque inférieure au moyen de charnières,
- dispositif de protection du bouchon monté sur la coque inférieure,
- dispositif empêchant la rotation composé de deux goupilles montées sur la coque inférieure,
- système de fermeture composé d'un total de six blocs d'acier soudés à la coque supérieure et six blocs d'acier soudés à la coque inférieure, formant ensemble des mâchoires de type mortaise et tenon, connectées par des goupilles en acier,
- blocs d'acier soudés à la coque inférieure et à la coque supérieure pour le scellement de l'emballage.

La liste complète des pièces et l'ensemble des dessins du cylindre 30B sont spécifiés dans [ISO 7195] et dans [ANSI N14.1].

Pour le dessins du DN30 PSP, voir section 1.8.

1.3.2 Description de l'emballage DN30

L'emballage DN30 est composé des éléments suivants :

- le cylindre 30B spécifié dans [ISO 7195] et dans [ANSI N14.1],
- l'emballage structurel protecteur DN30 (PSP).

1.3.2.1 Cylindre 30B

Le cylindre 30B est décrit dans [ISO 7195] et dans [ANSI N14.1]. Les données principales en sont extraites et sont listées dans le Tableau 18.

Tableau 18 : Données principales du cylindre 30B

Élément	Valeur
Diamètre nominal :	762 mm
Longueur nominale :	2070 mm
Épaisseur de paroi :	13 mm
Poids de tare nominal :	635 kg
Poids net maximum :	2277 kg
Volume minimum :	0,736 m ³

1.3.2.2 DN30 PSP

Le DN30 PSP se présente sous la forme d'un cylindre constitué de deux demi-coques. Chaque demi-coque est constituée d'une demi-virole interne et d'une demi-virole externe, en acier inoxydable. La demi-virole interne est recouverte d'une matière intumescence.

Les surfaces externes des demi-coques comportent dix-huit vannes ou bouchons fusibles (neuf par demi-coques). L'espace entre les deux viroles est comblé par une mousse en polyisocyanurate rigide (PIR) et une matière isolante thermique.

La jonction horizontale entre les demi-coques est réalisée par un joint de type éthylène-propylène-diène monomère (EPDM).

La coque repose au sol par quatre pieds.

La coque est composé des éléments suivants :

- la coque inférieure avec pieds intégrés, points d'attache pour la manipulation adaptés à l'emballage chargé, dispositif de protection de la vanne, dispositif de protection du bouchon, dispositif empêchant la rotation et moitié inférieure du dispositif de fermeture
- la coque supérieure avec points d'attache intégrés, pour la manipulation de la coque supérieure, et la moitié supérieure du dispositif de fermeture.

Les données principales sont listées dans le Tableau 19.

Tableau 19 : Données principales du DN30 PSP

Élément	Valeur
Largeur nominale	1216 mm
Hauteur nominale	1329 mm
Longueur nominale	2437 mm
Poids de tare nominale	1100 kg
Poids brut nominal	4012 kg
Poids brut maximum	4100 kg

1.3.2.3 Caractéristiques de sécurité de conception de l'emballage DN30

1.3.2.3.1 Système de protection mécanique

Le système de protection mécanique est composé de la structure en acier inoxydable / mousse de la demi-coque inférieure et de la demi-coque supérieure du DN30 PSP. Il empêche les impacts mécaniques excessifs sur le cylindre 30B pendant RCT, NCT et ACT.

1.3.2.3.2 Système de protection thermique

Le système de protection thermique est composé de la structure en acier inoxydable / mousse de la demi-coque inférieure et de la demi-coque supérieure du DN30 PSP, chacune étant équipée de neuf bouchons thermiques (ou huit bouchons thermiques et une vanne thermique) vissés dans les coques extérieures en acier, de la couche d'isolation thermique entre la mousse RTS 120 et la coque intérieure en acier, et de la matière intumescence sur les surfaces intérieures du DN30 PSP. Il empêche les impacts thermiques excessifs sur le cylindre 30B ainsi que sa vanne et son bouchon pendant RCT, NCT et ACT.

1.3.2.3.3 Système de fermeture

Les deux demi-coques du DN30 PSP sont connectées par le système de fermeture composé de 6 dispositifs robustes de type mortaise et tenon et de la bride.

Les deux parties de chaque système de mortaise et tenon possèdent quatre dents chacune avec un trou au centre. Lorsqu'elles sont fermées, les deux demi-coques sont connectées par une goupille insérée dans ces trous. Cette goupille est sécurisée par un boulon M16. La conception du système de mortaise et tenon est telle que ni la goupille de connexion ni le boulon de fixation ne sont exposés aux impacts mécaniques mais sont protégés par le corps massif du système. Le système empêche des mouvements relatifs excessifs de la demi-coque supérieure et de la demi-coque inférieure dans le sens vertical dans RCT, NCT et ACT.

La bride présente une forme de U à l'envers. Elle empêche des mouvements relatifs excessifs de la demi-coque supérieure et de la demi-coque inférieure dans tous les sens horizontaux dans RCT, NCT et ACT. En outre, dans des orientations de chute à plat, la bride sera déformée de telle manière que les demi-coques supérieure et inférieure seront fixées ensemble.

1.3.2.3.4 Système de protection de la vanne

Le système de protection de la vanne est composé d'un casquette en acier inoxydable rempli de mousse PIR. Il présente une forme de U et entoure la vanne du cylindre 30B pendant le transport. Il est connecté à la demi-coque inférieure du DN30 PSP par deux charnières. À l'état

ouvert, il est tourné en position horizontale pour permettre le chargement et le déchargement du cylindre. Lorsque le cylindre rempli est chargé dans le PSP, le dispositif est tourné sur 90° dans une orientation verticale afin d'être en contact avec la tête du cylindre. Le protection de la vanne empêche le contact de la vanne avec toute partie du PSP ou toute autre pièce du cylindre 30B, excepté son point de contact d'origine (filet) pendant RCT, NCT et ACT.

Un casquette de protection est placée à l'intérieur de la forme en U du dispositif de protection de la vanne. Le casquette est composé d'une fine feuille en acier inoxydable et l'intérieur est couvert de matière intumescente.

1.3.2.3.5 Dispositif de protection du bouchon

Le dispositif de protection du bouchon est composé d'un pot en acier inoxydable soudé à la coque intérieure de la demi-coque inférieure du PSP. Ce dispositif permet au bouchon de se déplacer dans le sens axial sans entrer en contact avec une autre pièce du PSP pendant RCT, NCT et ACT. L'intérieur du pot est couvert de matière intumescente.

1.3.2.3.6 Système empêchant la rotation

Le système empêchant la rotation est composé de deux dispositifs empêchant la rotation installés sur les côtés de la bride intérieure de la demi-coque inférieure du PSP. Le dispositif est composé d'une goupille en acier inoxydable logée dans deux manchons, un manchon interne en contact avec la goupille et un manchon externe soudé à la bride. Un guidon est soudé sur la goupille en acier pour permettre la rotation et les mouvements latéraux. À l'état ouvert, la goupille en acier est repliée dans la bride de sorte que le cylindre peut être chargé et déchargé. Dans cet état, la demi-coque supérieure du PSP ne peut pas être placée sur la demi-coque inférieure car la position du guidon empêche le placement de la bride supérieure sur la bride inférieure. La connexion des demi-coques supérieure et inférieure est uniquement possible lorsque le système empêchant la rotation est correctement engagé.

1.3.2.3.7 Système d'étanchéité

Pour le scellement de l'emballage DN30, deux joints d'étanchéité sont soudés aux moitiés supérieure et inférieure attenantes à un dispositif de fermeture. Ces joints permettent l'utilisation de scellés haute sûreté conformes à l'ISO 17712:2010 / C-TPAT.

1.3.2.4 Caractéristiques de manipulation de l'emballage DN30

1.3.2.4.1 Levage de l'emballage DN30 chargé et de l'emballage DN30 PSP vide

L'emballage DN30 peut être soulevé :

- À l'aide des 4 oreilles de manutention soudées sur la partie supérieure des pieds,
- À l'aide d'un élévateur à fourche,
- À l'aide d'élingues de manutention.

La manipulation du PSP vide doit être effectuée de la même manière que pour l'emballage chargé.

1.3.2.4.1.1 Levage à l'aide des 4 oreilles de levage

Pour le levage de l'emballage DN30 à l'aide des 4 oreilles de manutention soudées sur la partie supérieure des pieds, il faut utiliser des manilles et les fixer sur les oreilles de levage. Il est préférable d'utiliser des élingues de levage en polyester ou en nylon.

L'angle entre l'axe vertical des oreilles de manutention et les élingues / chaînes ne doit pas être de plus de 30° (voir Illustration 2).

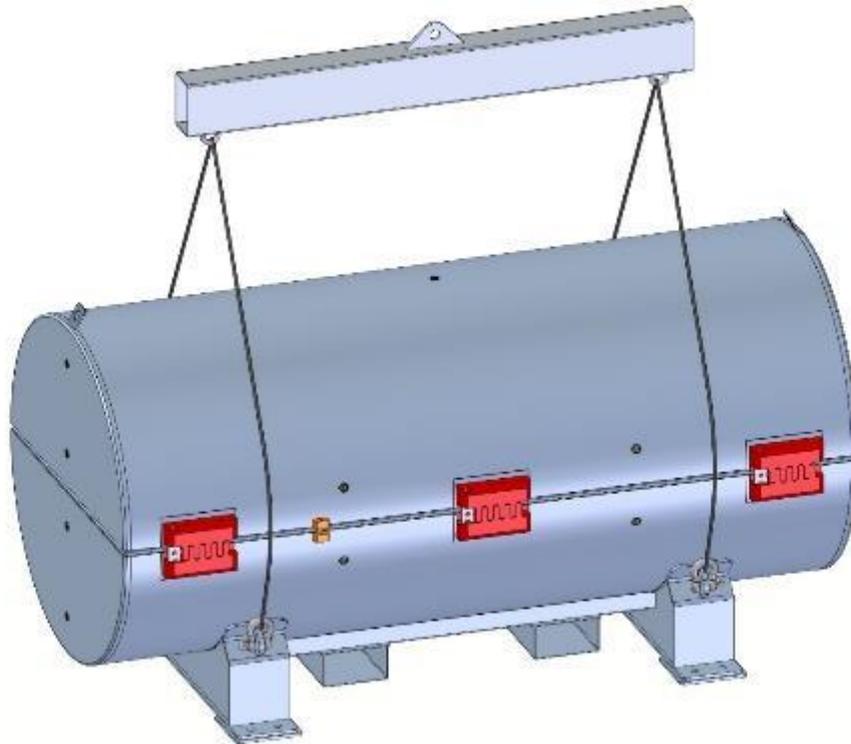


Illustration 2 : Levage de l'emballage DN30 à l'aide des 4 oreilles de levage

1.3.2.4.1.2 Levage à l'aide d'un élévateur à fourche

L'emballage DN30 peut être manipulé et soulevé à l'aide d'un élévateur à fourche. À cette fin, deux passages de fourche sont soudés sur la demi-coque inférieure du DN30 PSP (voir Illustration 3).

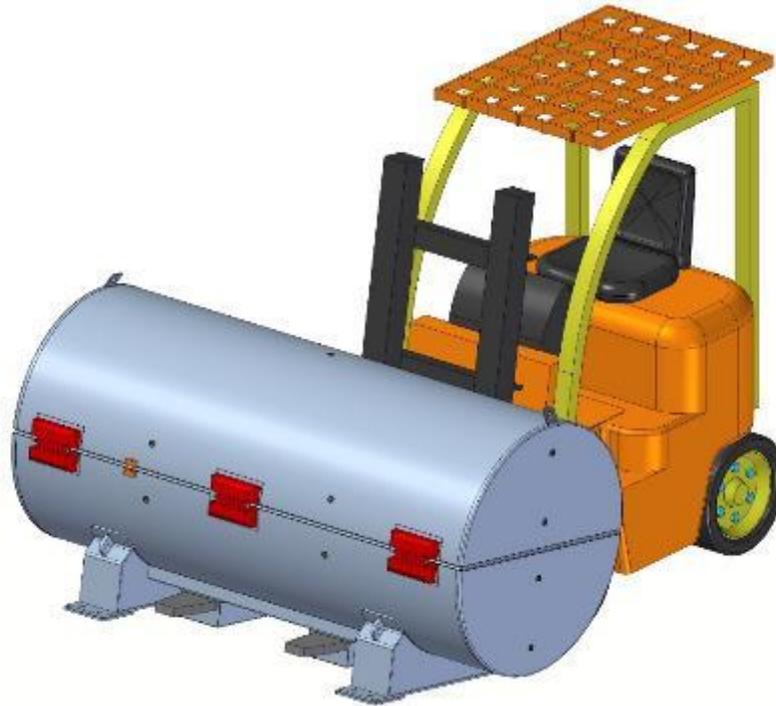


Illustration 3 : Levage de l’emballage DN30 à l’aide d’un élévateur à fourche

1.3.2.4.1.3 Levage à l’aide d’élingues (uniquement pour le DN30 PSP vide)

L’emballage DN30 vide peut être manipulé par des élingues attachées à la demi-coque inférieure de l’emballage DN30 conformément à Illustration 4. Cette méthode est uniquement pour la manipulation sur site et non dans des espaces publics, c’est également une option pour la manipulation du PSP avec un cylindre.

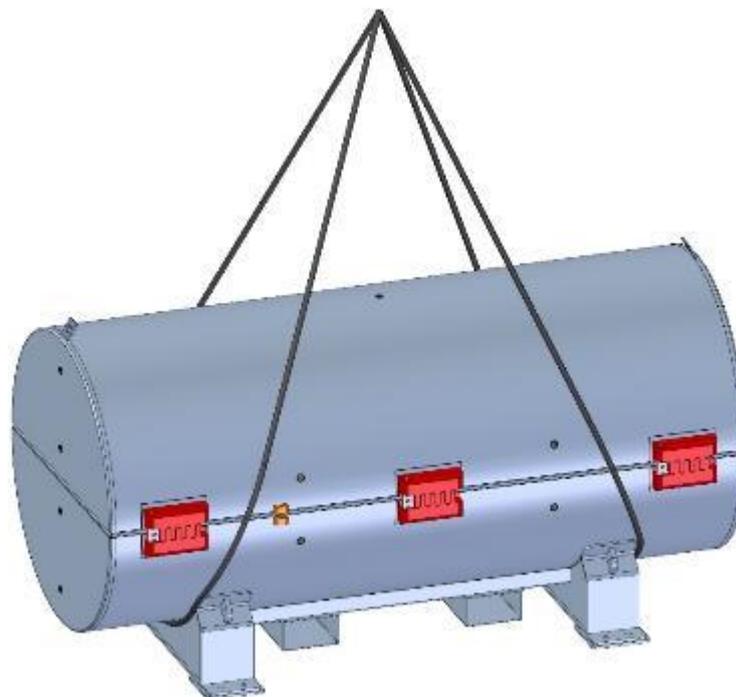


Illustration 4 : Levage du DN30 PSP vide à l’aide d’élingues

1.3.2.4.2 Levage de la demi-coque supérieure de l'emballage DN30

En général, l'emballage DN30 chargé ou le DN30 PSP vide est monté avec ses pieds sur des flatracks dédiés lors du transport. Une fois à destination, seule la demi-coque supérieure a besoin d'être retirée pour le chargement et le déchargement des cylindres 30B des emballages DN30 PSP.

Pour la manipulation, voir Illustration 5, de la demi-coque supérieure, deux oreilles de manutention sont présentes, une sur chaque extrémité, et soudées à la coque extérieure du PSP. Ces oreilles de manutention sont uniquement conçues pour la manipulation de la demi-coque supérieure du DN30 PSP. Ils doivent être bloqués pendant le transport afin d'éviter une utilisation involontaire de ces points d'attache pour le levage de l'emballage chargé, par ex. par l'insertion de boulons.

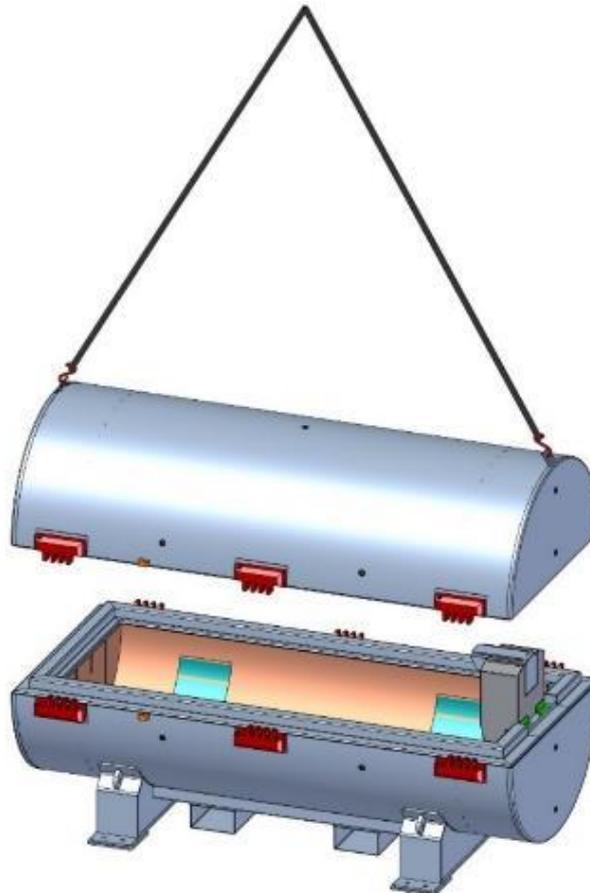


Illustration 5 : Levage de la demi-coque supérieure de l'emballage DN30

1.3.2.5 Caractéristiques d'attache de l'emballage DN30

Le DN30 PSP est équipé de deux pieds en vue de l'attache. Ces socles des pieds sont composés de 2 feuilles en acier inoxydable de 10 mm d'épaisseur qui présentent chacune deux trous à chaque extrémité. Les dimensions et le positionnement de ces trous sont compatibles avec les PSP actuellement utilisés. Pendant le transport, le DN30 PSP est boulonné sur un flatrack dédié (voir Illustration 6).

L'attache à l'aide de sangles conformément à la Illustration 7 est uniquement autorisée pour le transport de DN30 PSP non chargés avec un cylindre 30B et dans le cas où aucun flatrack dédié n'est disponible. Dans ce cas, un schéma d'attache doit être dessiné sur la base d'un calcul de l'attache.

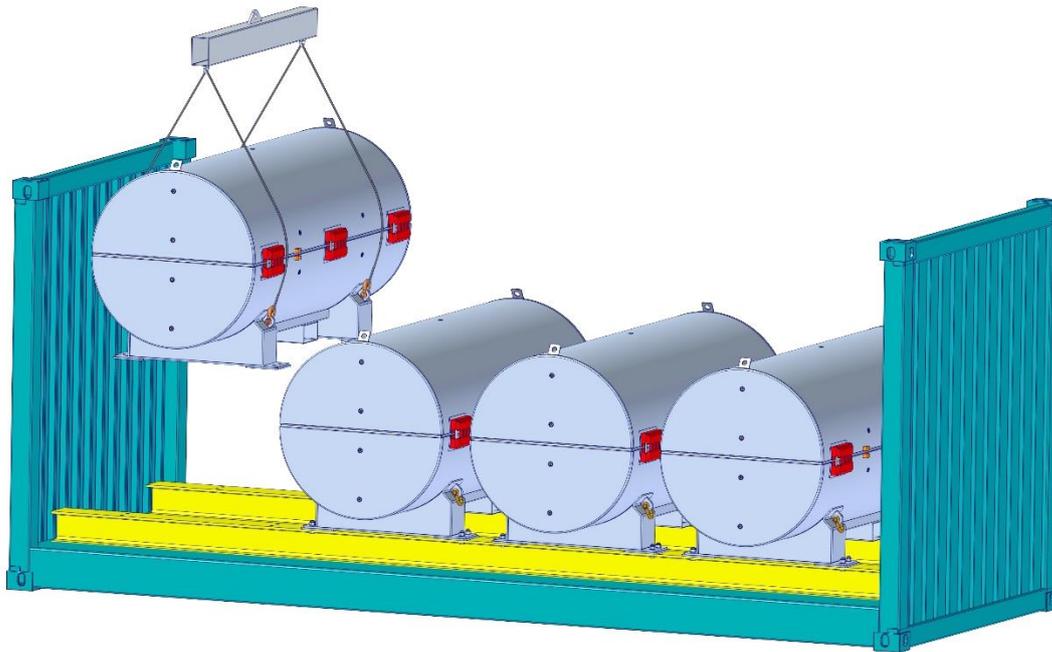


Illustration 6 : Méthode générale d'attache pour l'emballage DN30 / DN30 PSP

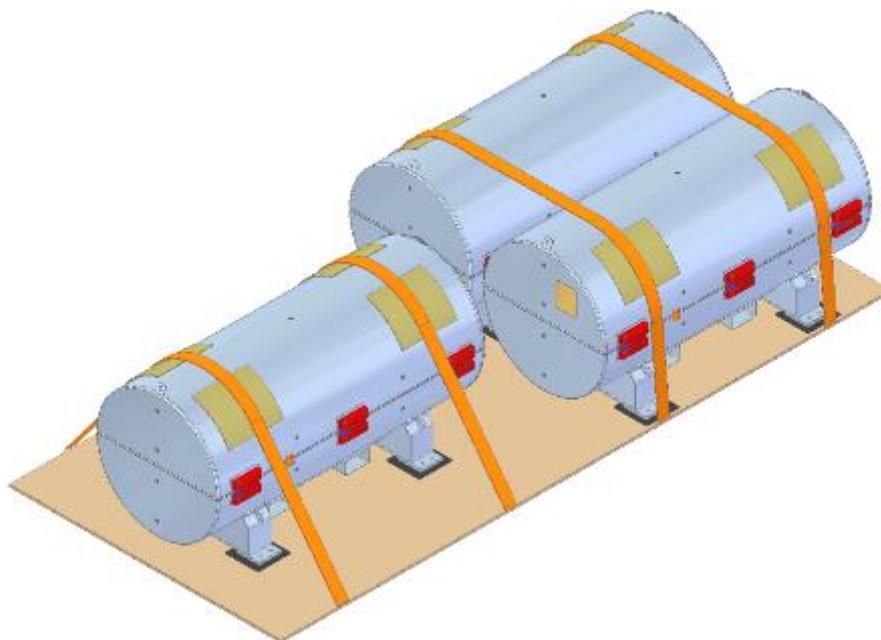


Illustration 7 : Attache du DN30 PSP sans cylindre à l'aide de sangles

1.3.3 Les composants de l'emballage importants pour le système de contention

Le système de contention est composé des éléments suivants :

- le cylindre 30B et les têtes aux côtés des joints de soudure rattachant l'enveloppe de pression,
- le corps de la vanne et la tige, y compris le raccord fileté entre la vanne et le corps du cylindre,
- le bouchon, y compris le raccord fileté entre le bouchon et le corps du cylindre.

Ce système de contention est conforme aux exigences définies dans [ISO 7195] et dans [ANSI N14.1].

1.3.4 Les composants de l'emballage importants pour le blindage

L'emballage DN30 ne possède pas de composants avec un blindage comme objectif premier. Cependant, un certain niveau de blindage est fourni par la coque du cylindre 30B ainsi que par les coques intérieure et extérieure du DN30 PSP.

1.3.5 Les composants de l'emballage importants pour le système de confinement

Le système de confinement est composé des éléments suivants :

- les composants du système de contention.

Uniquement pour les cylindres 30B avec une épaisseur de paroi de moins de 11 mm, les coques intérieure et extérieure du DN30 PSP devraient être ajoutées au système de confinement.

1.3.6 Les composants de l'emballage importants pour la protection thermique

Les composants suivants du DN30 PSP sont importants pour la protection thermique :

- les coques intérieure et extérieure
- la mousse RTS 120 et RTS 320
- la couche d'isolation thermique microporeuse entre la coque intérieure et la mousse RTS 120
- la matière intumescente attachée à l'intérieur de la coque intérieure

1.3.7 Les composants de l'emballage importants pour la dissipation de chaleur

Du fait du très bas niveau de puissance thermique, il n'y a pas de composant dédié pour la dissipation de chaleur.

1.3.8 La protection contre la corrosion

Toutes les surfaces extérieures et intérieures du DN30 PSP sont fabriquées en acier inoxydable austénitique et sont donc résistantes à la corrosion.

Le cylindre 30B est généralement revêtu d'une peinture haute qualité qui empêche une corrosion excessive.

La corrosion à l'intérieur du cylindre 30B est négligeable. L'expérience à long terme et mondiale avec ce concept de cylindre démontre qu'il n'y a pas de corrosion excessive sur la période de recertification de 5 ans ou en cas de stockage avec UF₆ ou des pieds de cuve qui pourraient compromettre les fonctions de sûreté du cylindre.

Il n'y a aucune possibilité de corrosion en raison de l'interaction de la matière intumescence ou de sa colle car la matière est certifiée sans halogène.

1.3.9 La protection contre la contamination

Toutes les surfaces extérieures et intérieures du DN30 PSP sont fabriquées en acier inoxydable austénitique et sont donc faciles à décontaminer.

La matière intumescence est protégée par un revêtement facile à décontaminer.

Le cylindre 30B est généralement revêtu d'une peinture qui peut être facilement décontaminée. Dans la configuration de transport, la surface du cylindre 30B n'est pas accessible de l'extérieur.

1.3.10 Les composants absorbant les chocs de l'emballage

Les composants suivants du DN30 PSP sont importants pour l'absorption des chocs :

- les coques intérieure et extérieure
- la mousse RTS 120 et RTS 320
- le dispositif de protection de la vanne

1.3.11 Le concept de transport

1.3.11.1 Concept de transport pour tous les types d'emballage avec un taux de dosage maximum à la surface de 2 mSv/h

Ce concept de transport s'applique à tous les types d'emballage et contenus définis dans les sections 1.2.2.1 et 1.2.2.2 ainsi qu'à l'emballage de type B(U)F avec les contenus a) à d), e)(i) et f(i) et g) définis dans la section 1.2.2.3 (tous les contenus à autoriser pour les modes de transport routier, ferroviaire, maritime et fluvial intérieur).

En général, l'emballage DN30 est transporté sur des flatracks dédiés. Un maximum de quatre emballages DN30 peut être installé sur un flatrack 20' en les boulonnant via les trous fournis dans les pieds. En alternative, du fait de leur faible poids brut, un transport individuel est réalisable pour les emballages contenant des quantités résiduelles en amarrant les emballages à l'aide de sangles au moyen de transport.

- Les composants de l'emballage importants pour le levage sont décrits à la section 1.3.2.4.

- Les composants de l'emballage importants pour l'attache sont décrits à la section 1.3.2.5.

1.3.11.2 Concept de transport pour tous les types d'emballage avec un taux de dosage maximum à la surface dépassant 2 mSv/h mais ne dépassant pas 10 mSv/h

Ce concept de transport s'applique à l'emballage de type B(U)F avec les contenus e)(ii) et f(ii) et g) définis dans la section 1.2.2.3 (contenus à autoriser pour les modes de transport routier et ferroviaire uniquement).

Si le taux de dosage à la surface de l'emballage DN30 dépasse 2 mSv/h, les mesures suivantes sont prises afin de satisfaire aux exigences de [IAEA SSR 6] paragraphe 573 :

1. Les emballages DN30 sont transportés soit dans des containers ISO dédiés ou sur des remorques dédiées conçues à cet effet.
2. Les containers ISO ou les remorques doivent être équipé(e)s d'une enceinte qui, pendant des conditions de routine de transport, empêche l'accès de personnes non autorisées à l'intérieur de l'enceinte.
3. Cette enceinte peut être composée d'un blindage supplémentaire, selon les exigences, afin d'assurer que le taux de dosage maximum à la surface du véhicule, tel que requis par [IAEA SSR 6] paragraphe 573, ne dépasse pas 2 mSv/h et que le taux de dosage maximum à une distance de 2 m du véhicule ne dépasse pas 0,1 mSv/h.
4. Si l'agencement géométrique de la charge assure par distance que les exigences relatives au taux de dosage maximum à la surface du véhicule et au taux de dosage maximum à 2 m de distance du véhicule sont satisfaites, une enceinte composée d'une bâche de camion standard suffit.
5. Les emballages DN30 doivent être sécurisés dans le container ISO ou sur le camion de manière que leur position à l'intérieur de l'enceinte reste fixe pendant des conditions de routine de transport.
6. La sécurisation des emballages DN30 peut être réalisée par le boulonnage des emballages DN30 au container ISO ou au camion via les trous dans les pieds. Dans ce cas, il suffit d'utiliser quatre boulons par emballage DN30 (les contenus e)(ii) et f(ii) sont des pieds de cuve RepU) car la masse brute nominale de l'emballage est de seulement 1746 kg et représente donc seulement 44% de la masse d'un emballage DN30 entièrement chargé.
7. Des mesures alternatives pour la fixation de l'emballage DN30 chargé avec des pieds de cuve sont également autorisées, par exemple avec des sangles. Dans ce cas, l'expéditeur doit développer des schémas d'attache appropriés par écrit.

1.4 Caractéristiques de performance de l’emballage

1.4.1 Principes de conception principaux

L’emballage DN30 est composé du DN30 PSP qui accueille le cylindre 30B. Le DN30 PSP est conçu par Orano NCS tandis que la conception du cylindre 30B est définie et spécifiée dans [ISO 7195] et [ANSI N14.1].

Le cylindre 30B est essentiellement conçu pour une utilisation comme récipient sous pression dans des installations d’enrichissement et de production de combustible afin d’accueillir un UF₆ enrichi depuis le processus d’enrichissement et alimenter un UF₆ enrichi dans le processus sur le site du producteur de combustible. Il agit à la fois comme emballage primaire pour des transports internes et comme stockage tampon sur ces sites. Ainsi, le concept du cylindre 30B fournit à la fois la fonction de contention et de confinement de l’emballage DN30.

Pour le transport public, le cylindre 30B est protégé par le DN30 PSP contre les impacts mécaniques et thermiques, tels que définis dans [ADR 2021] et [IAEA SSR 6], de sorte que la fonction de contention et de confinement du cylindre 30B soit préservée pour NCT et ACT.

1.4.2 Caractéristiques de performance

1.4.2.1 Caractéristiques de performance pour RCT

Pour un transport RCT, les caractéristiques de performance principales sont :

- manipulation sûre de l’emballage DN30,
- attache sûre de l’emballage DN30,
- conception appropriée pour les accélérations et vibrations à attendre de manière routinière,
- opérations faciles de manipulation dans les conditions environnementales à attendre de manière routinière,
- résistance à la corrosion,
- maniabilité à long terme en tenant compte des températures et des conditions à attendre de manière routinière.

1.4.2.2 Caractéristiques de performance pour NCT

Pour un transport NCT, les caractéristiques de performance principales sont :

- protection du cylindre 30B contre les conditions mécaniques à attendre pour NCT,
- limitations des déformations pour satisfaire à l’exigence relative à l’augmentation du taux de dosage.

1.4.2.3 Caractéristiques de performance pour ACT

Pour un transport ACT, les caractéristiques de performance principales sont :

- protection du cylindre 30B contre les conditions mécaniques à attendre pour ACT,
- protection du cylindre 30B contre les conditions thermiques à attendre pour ACT.

1.4.3 Hypothèses utilisées pour l'analyse de sûreté

1.4.3.1 Fonction de contention

La fonction de contention est fournie par le cylindre 30B ainsi que la vanne et le bouchon installés. En référence à [ADR 2021] n° 6.4.11.8 ou [IAEA SSR 6] paragraphe 680 (b), on suppose que la fonction de contention est préservée si,

- à la suite des tests prescrits dans [ADR 2021] n° 6.4.11.13 b) ou [IAEA SSR 6] paragraphe 685 (b), il n'y a pas de contact physique entre la vanne ou le bouchon et tout autre composant de l'emballage autre que leurs points d'attache d'origine,

et, si en outre

- à la suite des tests prescrits dans [ADR 2021] n° 6.4.17.3 ou [IAEA SSR 6] paragraphe 728, la vanne et le bouchon restent étanches aux fuites.

1.4.3.2 Taux de dosage

La fonction de blindage est fournie par la coque du cylindre 30B ainsi que par les coques intérieure et extérieure du DN30 PSP. Pour RCT et NCT, la mousse entre la coque intérieure et la coque extérieure du DN30 PSP est également prise en compte. Pour ACT, les propriétés de blindage de la mousse sont totalement négligées.

Pour la preuve que l'augmentation du taux de dosage après les tests mécaniques de simulation NCT ne dépasse pas les limites spécifiées dans les réglementations, on prend en compte la réduction de l'épaisseur de paroi du DN30 PSP du fait de la déformation.

1.4.3.3 Sûreté en matière de criticité

La preuve de sûreté en matière de criticité est basée sur le cylindre 30B. Il n'y a aucune exigence concernant le contenu, ni sur son agencement dans le cylindre 30B, ni concernant la répartition des impuretés.

La fonction de contention du cylindre doit être préservée conformément à la section 1.4.3.1.

Les coques en acier inoxydable du DN30 PSP ne font partie du système de confinement que dans le cas où l'épaisseur de paroi d'un cylindre est inférieure à 11 mm. Ni la mousse, ni la distance entre la coque intérieure et la coque extérieure n'ont besoin d'être préservées car ces paramètres ne sont pas importants pour la sûreté en matière de criticité. Dans ce cas, le système de fermeture doit garantir que la demi-coque supérieure et la demi-coque inférieure du DN30 PSP restent connectées pendant RCT, NCT et ACT.

1.5 Opération

L'opération est subdivisée en quatre phases de vie de l'emballage DN30 :

1. tests et contrôles avant sa première utilisation,
2. utilisation régulière ainsi que tests et contrôles avant chaque transport,
3. inspection périodique à intervalles définis,
4. réparations pour remettre l'emballage DN30 en service.

Toutes ces phases sont réglementées dans les spécifications de fabrication et les instructions de manipulation et de test spécifiés ci-dessous. Au moment de l'application de ces spécifications et instructions, l'utilisateur doit s'assurer qu'il dispose de la révision valide disponible des spécifications et instructions correspondantes.

1.5.1 Exigences de tests et contrôles avant la première utilisation

Les exigences de test et les contrôles avant la première utilisation de l'emballage sont spécifiés dans

- [ISO 7195] et [ANSI N14.1] pour le cylindre 30B.
- Spécification n° 0023-SPZ-2016-001 pour le DN30 PSP.

1.5.2 Exigences de tests et contrôles avant chaque transport

Les exigences de test et les contrôles avant chaque transport sont décrits dans

- les instructions de manipulation n° 0023-HA-2015-001.
- les instructions de test n° 0023-PA-2015-017 (Contamination and Dose Rate Measurements). Pour les emballages chargés avec de l' UF_6 retraité, le nombre de points de mesure du taux de dosage peut être réduit après une campagne de trente cylindres 30B avec une plage identique de concentration U-232 si cela n'affecte pas la sûreté.

Pour la maintenance et le traitement des non-conformités et des déviations, voir section 1.6.1.

1.5.3 Exigences pour la manipulation et l'attache

La manipulation de l'emballage DN30 et de ses pièces sont décrits à la section 1.3.2.4. Pour les opérations de manipulation, utiliser des moyens appropriés tels que décrits dans les instructions de manipulation n° 0023-HA-2015-001.

L'attache de l'emballage DN30 est décrite à la section 1.3.2.5. Les procédures à appliquer pour assurer une attache correcte sont spécifiées dans les instructions de manipulation n° 0023-HA-2015-001.

1.5.4 Chargement et déchargement du contenu de l'emballage.

Le DN30 PSP peut uniquement être chargé avec un cylindre 30B. La procédure de manipulation correspondante est décrite dans les instructions de manipulation n° 0023-HA-2015-001.

Le remplissage du cylindre 30B avec UF₆ est décrit dans les manuels d'utilisation spécifiques du site, qui ne font pas partie du présent PDSR. Avant le transport, veiller à ce que le cylindre 30B ait eu suffisamment de temps pour refroidir de sorte que l'UF₆ est à l'état solide.

1.5.5 Assemblage des composants de l'emballage

Pendant l'utilisation du DN30 PSP, seule la demi-coque supérieure a besoin d'être séparée de et installée sur la demi-coque inférieure du DN30 PSP et le cylindre 30B chargé dans ou déchargé du PSP.

1.5.5.1 Chargement du cylindre 30B dans le DN30 PSP

Une vue d'ensemble des étapes de chargement liées à la sûreté pendant le chargement d'un cylindre 30B dans le DN30 PSP est fournie ci-après. Les étapes détaillées de la manipulation sont fournies dans les instructions de manipulation n° 0023-HA-2015-001.

1. Les dispositifs empêchant la rotation sont en position « ouvert ».
2. Le dispositif de protection de la vanne et son casquette sont en position « ouvert ».
3. Abaisser le cylindre 30B en orientation horizontale avec la vanne en position à 12 heures dans la demi-coque inférieure du DN30 PSP.
4. Lorsque le bord inférieur du tablier du cylindre a passé le dispositif de protection de la vanne, faire tourner ce dispositif de protection de la vanne vers la tête du cylindre sur env. 90° jusqu'à ce qu'il soit en contact avec la tête du cylindre. Puis, abaisser le cylindre jusqu'à ce qu'il repose sur la coque intérieure de la demi-coque inférieure du DN30 PSP. Insérer à nouveau le casquette dans le dispositif de protection de la vanne et pousser le casquette en position « fermé ».
5. Mettre les dispositifs empêchant la rotation en position « fermé ».
6. Abaisser la demi-coque supérieure du DN30 PSP sur la demi-coque inférieure.
7. Insérer les goupilles dans les six dispositifs de fermeture à mortaise et tenon et fixer les goupilles à l'aide des boulon de fixation.
8. Installer les scellés ainsi que la / les pièce(s) de blocage sur les trous dans les deux oreilles de manutention de la demi-coque supérieure.

1.5.5.2 Déchargement du cylindre 30B du DN30 PSP

Afin d'éviter les dommages sur tout élément de sûreté pendant le déchargement, les étapes suivantes doivent être réalisées. Des détails sont fournis dans les instructions de manipulation n° 0023-HA-2015-001.

1. Contrôler et retirer les scellés ainsi que la / les pièce(s) de blocage des trous dans les deux oreilles de manutention de la demi-coque supérieure.
2. Desserrer les boulons de fixation et retirer les goupilles des six dispositifs de fermeture à mortaise et tenon.
3. Soulever la demi-coque supérieure du DN30 PSP.
4. Mettre les dispositifs empêchant la rotation en position « ouvert ».

5. Retirer le casquette du dispositif de protection de la vanne et le poser temporairement à côté de la demi-coque inférieure du DN30 PSP.
6. Soulever le cylindre 30B et faire tourner le dispositif de protection de la vanne sur environ 90° jusqu'à ce qu'il repose sur la bride de la demi-coque inférieure.
7. Soulever le cylindre 30B hors de la demi-coque inférieure du DN30 PSP.

1.5.6 Équipement supplémentaire et commandes opérationnelles

Aucun équipement supplémentaire excepté les moyens d'attache n'est utilisé pendant le transport de l'emballage DN30 dans aucune mode de transport.

1.5.7 Précautions et mesures dues aux autres propriétés dangereuses du contenu

Aucune précaution et mesure dues aux autres propriétés dangereuses du contenu ne sont requises excepté le marquage correct, conformément au mode de transport respectif.

1.6 Maintenance

1.6.1 Exigences de maintenance et d'inspection avant chaque expédition

La maintenance de l'emballage DN30 et les contrôles avant chaque utilisation sont décrits dans les instructions de manipulation n° 0023-HA-2015-001. Ces instructions de manipulation se réfèrent aux instructions de test n° 0023-PA-2015-015 dans lesquelles sont définis les critères pour les contrôles et sont spécifiées les mesures en cas de non-conformités ou de déviations.

Si des non-conformités ou des déviations risquent d'affecter la sûreté de l'emballage DN30, l'utilisateur de l'emballage doit informer le propriétaire du certificat d'approbation de l'emballage par écrit concernant la non-conformité ou la déviation. Il relève alors du propriétaire du certificat d'approbation de l'emballage de décider de prendre des mesures appropriées pour retourner l'emballage à l'entretien en conformité complète avec le PDSR et le certificat d'approbation de l'emballage.

1.6.2 Exigences de maintenance et d'inspection à intervalles périodiques

Les inspections périodiques de l'emballage DN30 sont subdivisées en recertification périodique du cylindre 30B et en inspection périodique du DN30 PSP.

La recertification du cylindre 30B est spécifiée dans [ISO 7195] et [ANSI N14.1]. Il n'y a pas d'exigences supplémentaires pour l'utilisation du cylindre 30B comme élément de l'emballage DN30.

Les inspections périodiques du DN30 PSP sont décrites dans les instructions de test n° 0023-PA-2015-015 dans lesquelles sont définis les critères pour les contrôles et sont spécifiées les mesures en cas de non-conformités ou de déviations.

Si des non-conformités ou des déviations risquent d'affecter la sûreté de l'emballage DN30, l'utilisateur de l'emballage doit informer le propriétaire du certificat d'approbation de l'emballage par écrit concernant la non-conformité ou la déviation. Il relève alors du propriétaire du certificat d'approbation de l'emballage de décider de prendre des mesures appropriées pour retourner l'emballage à l'entretien en conformité complète avec le PDSR et le certificat d'approbation de l'emballage.

1.7 Système de gestion

Le système de gestion de la société Orano NCS GmbH est établi dans le Manuel de gestion intégrée.

Le système de gestion est certifié conformément à

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

qui couvrent la conception et le développement, la fabrication et l'utilisation de conditionnements pour emballages nécessitant une approbation par les autorités compétentes en vue du transport de matières radioactives.

1.7.1 Conception, PDSR, documentation et dossiers

1.7.1.1 Généralités

Le cylindre 30B est spécifié dans [ISO 7195] et [ANSI N14.1]. Ces normes définissent la conception, la fabrication, l'inspection et les contrôles avant la première utilisation et le fonctionnement, y compris la maintenance et la recertification périodique du cylindre. Aucun document supplémentaire n'est fourni par Orano NCS pour ce composant de la conception d'emballage DN30.

Orano NCS est responsable de la conception, du développement, des analyses de sûreté, de la planification du fabricant et de la surveillance, de l'inspection et les contrôles avant la première utilisation et le fonctionnement, y compris la maintenance et la recertification périodique du DN30 PSP.

Tous les documents tels que les schémas, les calculs, les spécifications, etc. sont rédigés, contrôlés et publiés conformément aux IMS d'Orano NCS. L'auteur et l'inspecteur doivent être expérimentés dans le domaine respectif de technologie, tandis que la personne en charge de la publication du document doit être autorisée conformément à la structure organisationnelle d'Orano NCS. Pour chaque domaine technologique, les différents rôles des employés d'Orano NCS sont décrits dans les IMS.

Toute modification de la conception, y compris toute révision des spécifications, schémas et instructions, est effectuée conformément aux processus établis dans les IMS et documentés en conséquence.

Si des documents proviennent des fournisseurs, Orano NCS contrôlera ces documents conformément au processus établi dans les IMS.

1.7.1.2 Conception

Orano NCS est responsable de l'ensemble du processus de conception de l'établissement des exigences sur la base des réglementations et normes applicables à l'exécution des schémas, des analyses de sûreté et de la spécification de fabrication. Toutes les étapes individuelles, nécessaires au processus de conception, sont stipulées dans les IMS d'Orano NCS.

Les modifications de la conception requises en raison de progrès existants dans les analyses de sûreté ou provenant du résultat de tests physiques avec des échantillons ou des prototypes sont introduites dans le processus de conception, conformément au processus respectif décrit dans les IMS d'Orano NCS.

1.7.1.3 Documents et dossiers

La traçabilité de chaque document et dossier pertinent pendant le processus de conception est assurée par les exigences des IMS d'Orano NCS concernant une numérotation unique et un système de classement.

Pour chaque document écrit et publié par Orano NCS, le document applicable original est classé avec le document signé comme image. Pour les documents et dossiers de fournisseurs, seule l'image du document a besoin d'être disponible et classée.

1.7.2 Fabrication et tests

1.7.2.1 Fabrication de cylindres 30B

La fabrication de cylindres 30B est spécifiée dans [ISO 7195] et [ANSI N14.1].

1.7.2.2 Fabrication de DN30 PSP en série

La qualification et la sélection du fabricant ainsi que les exigences de QA pendant l'acquisition de matériel, la fabrication et l'inspection finale avant la première utilisation sont spécifiées dans la spécification de fabrication n° 0023-SPZ-2016-001. Cette spécification décrit notamment en détail les exigences suivantes :

- qualification du fabricant,
- étendue des services et responsabilités du fabricant,
- responsabilités d'Orano NCS,
- exigences pour les matériels, y compris certification,
- exigences concernant la fabrication, y compris le soudage,
- exigences concernant le test final d'acceptation,
- traitement des non-conformités,
- plan de séquence de test de fabrication (MTSP).

1.7.2.3 Test d'échantillons et de prototypes

La fabrication et le test d'échantillons et de prototypes sont organisés de manière comparable aux normes spécifiées pour les DN30 PSP en série.

Des échantillons pour le test mécanique et thermique de la mousse utilisée comme matériel d'absorption des chocs et comme isolation thermique sont fabriqués, certifiés et documentés de manière identique à la mousse utilisée dans les prototypes et les DN30 PSP en série.

Des échantillons pour le test thermique de la matière intumescence thermique sont fabriqués, certifiés et documentés de manière identique à la matière intumescence utilisée dans les prototypes et les DN30 PSP en série.

Les tests visant à déterminer les propriétés de la mousse et de la matière intumescence sont documentés dans des rapports récapitulatifs. Des instituts qualifiés ont été impliqués pour ces tests :

- le laboratoire d'essai des matériaux de l'université de Stuttgart (MPA), pour les tests mécaniques.
- l'institut pour la combustion et la dynamique des gaz de l'université de Duisburg-Essen, pour l'analyse de la composition chimique de la mousse sous différentes conditions thermiques.
- la société Influtherm, une société indépendante, spécialisée dans les mesures thermiques et les services pour la mesure des propriétés thermiques de la mousse et de la matière intumescence.
- la société Thermoconcept, une société indépendante, spécialisée dans les mesures thermiques et les services pour la mesure de la conductivité thermique de la matière intumescence expansée.
- la société Mecanium, une société indépendante, spécialisée dans les mesures mécaniques et les services pour la mesure des forces d'expansion de la matière intumescence.

Le BAM a réalisé des tests avec des prototypes. Pour les approbations d'emballage venant d'Allemagne, le BAM est une institution parmi les autorités allemandes compétentes et il est responsable de l'analyse mécanique, thermique et de confinement ainsi que de la QA.

1.7.2.4 Stockage des échantillons de lots

Pendant la fabrication des DN30 PSP en série, plusieurs échantillons sont prélevés de chaque lot de mousse, de matière intumescence et d'isolation thermique et sont stockés sur le site d'Orano NCS pour la durée de vie des DN30 PSP (estimée entre 30 et 50 ans), et ce pour les raisons suivantes :

- la surveillance et l'analyse du processus de vieillissement de ces matériels, car la plupart d'entre eux ne sont pas visibles ou facilement accessibles pendant la maintenance des DN30 PSP.
- la possibilité de réaliser des tests sur les échantillons ayant vieilli sur demande de toute autorité compétente.

1.7.3 Opération

Les exigences de gestion de la qualité pour le fonctionnement sont spécifiées dans les instructions de manipulation n° 0023-HA-2015-001. Elles se réfèrent aux instructions de test n° 0023-PA-2015-015 dans lesquelles sont décrites les non-conformités et les déviations pour lesquelles une réparation est nécessaire.

Dans le cas où le DN30 PSP est loué à un client pour des transports, les instructions de manipulation seront fournies au client concerné, et celui-ci doit confirmer par écrit qu'il se conformera aux exigences stipulées.

Dans le cas où le DN30 PSP est vendu à un client, les instructions de manipulation et les instructions de test concernant la maintenance et les tests périodiques seront fournies au client concerné, et celui-ci doit confirmer par écrit qu'il se conformera aux exigences stipulées.

1.7.4 Maintenance et réparation

Les exigences de gestion de la qualité pour les inspections périodiques du DN30 PSP sont décrites dans les instructions de test n° 0023-PA-2015-015 qui décrivent également les non-conformités et les déviations pour lesquelles une réparation est nécessaire.

Pour une réparation autre qu'un remplacement de pièces, il faut respecter la spécification n° 0023-SPZ-2016-001.

1.7.5 Conformité de toute activité avec le PDSR

La spécification n° 0023-SPZ-2016-001 garantit que les exigences du PDSR en matière de conception sont satisfaites pendant la fabrication et le test d'acceptation finale, avant la première utilisation. Dans le détail, on considère les exigences suivantes :

- spécification des propriétés du matériel dans les fiches de données du matériel pour la conformité avec les propriétés utilisées dans ce PDSR.
- exigences pour les soudeurs et le soudage qui doivent garantir les propriétés structurelles du DN30 PSP telles que définies dans ce PDSR.
- spécification de tests et documentation pendant la fabrication et avant la première utilisation pour garantir que la conception du DN30 PSP est conforme aux schémas.

Les instructions de manipulation n° 0023-HA-2015-001 et les instructions de test n° 0023-PA-2015-015 garantissent que le DN30 est toujours maintenu conforme au PDSR pendant le fonctionnement.

1.7.6 Déviations

Les déviations relatives aux éléments de sûreté listées dans le Tableau 20 doivent être signalées à l'autorité compétente.

Les actions correctives mises en œuvre doivent également être signalées à l'autorité compétente.

1.7.7 Éléments de sûreté du DN30 PSP

Les pièces qui contribuent à la sûreté du DN30 PSP sont récapitulées dans le Tableau 20. La catégorisation de ces éléments est la suivante :

Catégorie 1

Éléments qui assurent directement les objectifs de sûreté de sous-criticité sûre, de contention de la matière radioactive et de contrôle des niveaux de radiation externes (blindage).

Catégorie 2

Éléments qui assurent indirectement les objectifs de sûreté susmentionnés.

Catégorie 3

Tous les autres éléments.

Tableau 20: Éléments de sûreté

Élément		Fonction de sûreté	Catégorie	Critères d'inspection	
				Fabrication	Maintenance
Dispositifs de fermeture	Mâchoire de fermeture (pièces de mortaise et tenon)	Intégrité de l'emballage	2	Soudures Aucun défaut structurel Aucune corrosion Propreté	
	Goupille	Intégrité de l'emballage	2	Soudures Aucun défaut structurel Aucune corrosion Propreté Retirable à la main	
	Boulon de fixation	Supporte l'intégrité de l'emballage	3	Présence Aucun défaut structurel Propreté	
Système d'étanchéité		Aucun	3	Aucune corrosion Aucun défaut structurel Propreté	
Coque extérieure		Protection mécanique et thermique	2	Épaisseur Soudures Aucune corrosion Aucun défaut structurel Propreté Intégralité	Aucune corrosion Aucun défaut structurel Propreté Intégralité

Élément	Fonction de sûreté	Catégorie	Critères d'inspection	
			Fabrication	Maintenance
Mousse	Protection mécanique et thermique	2	Dimensions Assemblage Écart avec la coque extérieure Intégralité Propreté Aucun défaut	
Matière microporeuse	Protection thermique	2	Épaisseur Positionnement Écart avec la mousse Intégralité Propreté Aucun défaut	
Matière intumescente	Protection thermique	2	Épaisseur Positionnement Intégralité Propreté Aucun défaut	Aucun défaut Aucun détachement Propreté
Points de manutention	Manipulation sûre	2	Épaisseur Soudures Aucune corrosion Aucun défaut structurel Propreté Intégralité	Aucun défaut structurel Aucune corrosion Propreté

Élément	Fonction de sûreté	Catégorie	Critères d'inspection	
			Fabrication	Maintenance
Pieds	Manipulation et attache	3	Épaisseur Soudures Aucune corrosion Aucun défaut structurel Propreté Intégralité	Aucun défaut structurel Aucune corrosion Propreté
Coque intérieure	Protection mécanique et thermique	2	Épaisseur Soudures Aucune corrosion Aucun défaut structurel Propreté Intégralité	Aucune corrosion Aucun défaut structurel Absence d'eau libre Intégralité
Dispositif de protection de la vanne	Protection mécanique et thermique	2	Dimensions et épaisseur Soudures Positionnement Déplaçable à la main Aucune corrosion Aucun défaut structurel Propreté Intégralité	Soudures Aucun défaut structurel Aucune corrosion Propreté Déplaçable à la main
Dispositif de protection du bouchon	Protection mécanique et thermique	2	Dimensions et épaisseur Soudures Positionnement Aucune corrosion Aucun défaut structurel Propreté Intégralité	Présence

Élément	Fonction de sûreté	Catégorie	Critères d'inspection	
			Fabrication	Maintenance
Dispositifs empêchant la rotation	Protection mécanique	2	Dimensions et épaisseur Soudures Positionnement Déplaçable à la main Aucune corrosion Aucun défaut structurel Propreté Intégralité	Soudures Aucun défaut structurel Aucune corrosion Propreté Déplaçable à la main
Vannes / bouchons fusibles	Support de protection thermique	3	Présence Aucun défaut Aucune fuite Propreté	
Joint	Étanchéité à l'eau	3	Présence Aucune encoche Propreté	
Cales de silicone	Facilité de manipulation	3	Présence Propreté	

1.8 Illustration de l'emballage

La Illustration 8 et Illustration 9 montrent une illustration de l'emballage DN30. Le cylindre 30B est spécifié et montré dans [ISO 7195] et dans [ANSI N14.1].

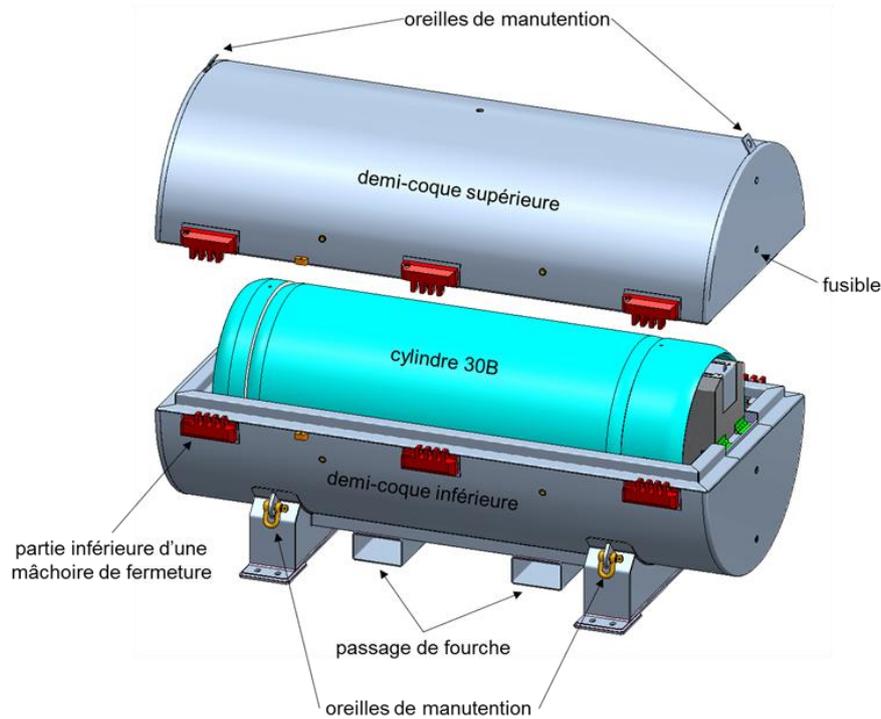


Illustration 8 : Vue d'ensemble du DN30 PSP

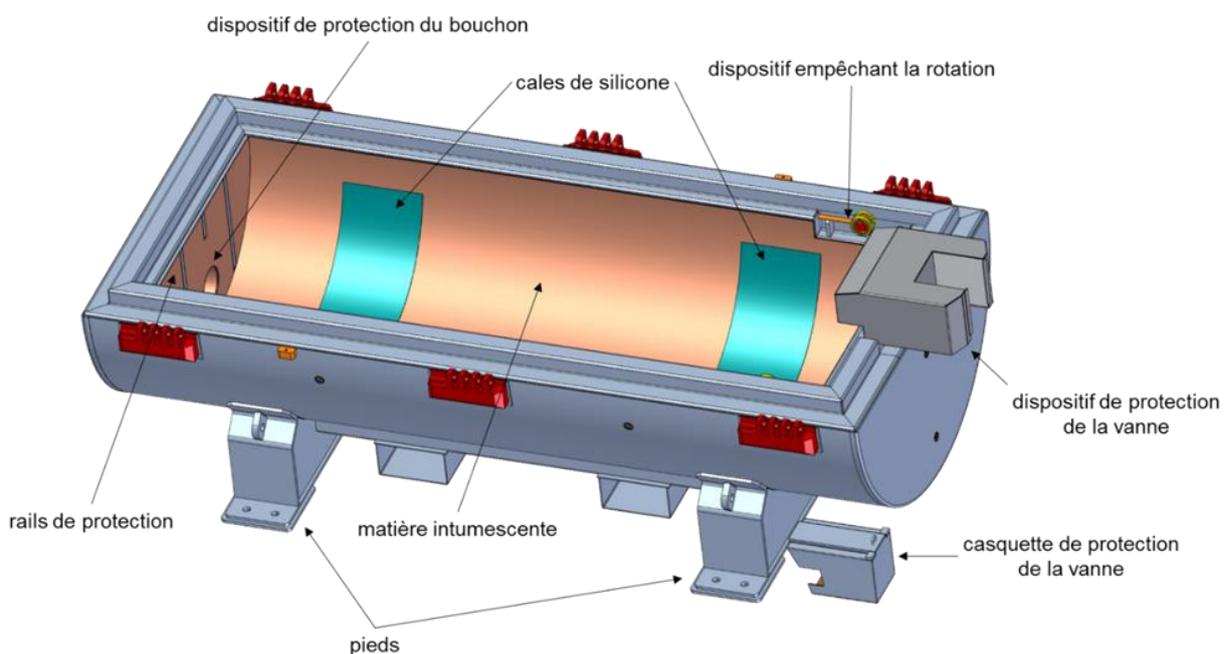


Illustration 9 : Demi-coque inférieure DN30 PSP