

DOSSIER DE SURETE

Titre :	DOSSIER DE SURETE - MARIANNE B(U) F - CONTENU DU DOSSIER DE SURETE	
Référence :	PDSR 000 22 097 1.1 A VP	Nombre de pages : 9
Résumé :	Ce document présente le contenu du Dossier de Sûreté pour le colis MARIANNE B(U) F.	

SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. DOCUMENTS DE REFERENCE	3
3. CONTENU DU DOSSIER DE SURETE – 1 ^{ER} NIVEAU (VERSION PUBLIQUE).....	3
4. LANGUES UTILISEES	4
5. APERÇU DU CONTENU	4
5.1. Partie 1	4
5.2. Partie 2.....	5
6. CONTENU DU DOSSIER DE SURETE – 2 ND NIVEAU (VERSION COMPLETE).....	7
7. QUESTIONS ET REPONSES ASN/IRSN	9

DOSSIER DE SURETE

1. OBJET

Ce chapitre présente et liste tous les documents constituant le Dossier de Sûreté du colis MARIANNE de type B(U) F selon la réglementation du transport routier des matières radioactives définie par l'AIEA [1].

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

[1] AIEA - TS-R-1 - 2009 - Règlement de transport des matières radioactives

[2] Fax IRSN - PSN-EXP/SSTC/

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

[3] Fax IRSN - P5N-EXP/55TC/

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

3. CONTENU DU DOSSIER DE SURETE - 1^{ER} NIVEAU (VERSION PUBLIQUE)

N° de chapitre	Titre du chapitre	Référence du document
	Partie 1	
1.1	Contenu du dossier de sûreté	PDSR 000 22 097 1.1 VP
1.2	Informations administratives	PDSR 000 22 097 1.2 VP
1.3	Spécification du contenu	PDSR 000 22 097 1.3 VP
1.4	Spécification de l'emballage	PDSR 000 22 097 1.4 VP
1.5	Spécification de la performance du colis	PDSR 000 22 097 1.5 VP
1.6	Conformité avec les exigences réglementaires	PDSR 000 22 097 1.6 VP
1.7	Utilisation	PDSR 000 22 097 1.7 VP
1.8	Maintenance	PDSR 000 22 097 1.8 VP
1.9	Management de la qualité	PDSR 000 22 097 1.9 VP
1.10	Illustration du colis	PDSR 000 22 097 1.10 VP
	Partie 2	
2.2	Analyses techniques	PDSR 000 22 097 2.2 VP
2.2.1	Analyse structurelle	PDSR 000 22 097 2.2.1 VP
2.2.2	Analyse thermique	PDSR 000 22 097 2.2.2 VP
2.2.3	Analyse du confinement	PDSR 000 22 097 2.2.3 VP
2.2.4	Analyse du débit de dose externe	PDSR 000 22 097 2.2.4 VP
2.2.5	Analyse de sûreté-criticité	PDSR 000 22 097 2.2.5 VP
2.2.6	Analyse de la radiolyse	PDSR 000 22 097 2.2.6 VP

DOSSIER DE SURETE

4. LANGUES UTILISEES

La version précédente du dossier de sûreté étant écrite en français, certaines parties de la version actuelle sont restées en français. Afin de faciliter la compréhension et le procédé d'instruction du rapport par les autorités compétentes non françaises, chaque chapitre est composé de :

- Un résumé en anglais
- Si pertinent, des annexes en diverses langues (Français ou Anglais).

NOTA : tous les documents publiés dans la version publique sont en langue française

5. APERÇU DU CONTENU

5.1. PARTIE 1

5.1.1. Contenu du dossier de sûreté

Il s'agit du présent document, qui détaille la liste des documents constituant le Dossier de Sûreté et qui donne un état (révision) pour chaque document.

A la fin du document, un tableau liste l'emplacement (dans le dossier de sûreté) des réponses aux questions posées par l'ASN/IRSN (autorités françaises compétentes) pendant le processus d'instruction de renouvellement de l'agrément.

5.1.2. Informations administratives

Ce document résume les informations administratives, telles que le type de colis, l'identification de l'emballage et du conditionnement, les modes de transport, et les références de la réglementation en vigueur.

5.1.3. Spécification du contenu

Ce document présente tous les aspects pertinents du contenu autorisé. A noter qu'aujourd'hui, seul le contenu 1 précédemment défini est transporté.

5.1.4. Spécification de l'emballage

Ce document présente la conception de l'emballage et donne les caractéristiques disponibles pour les matériaux constitutifs. Les plans d'ensemble et nomenclatures de l'emballage sont fournis.

5.1.5. Spécification de la performance du colis

Ce document aide à la compréhension de la relation entre le respect des exigences de la réglementation, la conception de l'emballage, et les analyses présentées dans la partie 2 du dossier de sûreté.

5.1.6. Conformité avec les exigences réglementaires

Ce document est basé sur une matrice de conformité avec la réglementation en vigueur. Il aide à comprendre comment le respect des exigences réglementaires est justifié par des analyses ou des choix de conception présentés dans les parties 1 et 2 du dossier de sûreté.

DOSSIER DE SURETE

5.1.7. Utilisation

Ce document a pour but de présenter à l'opérateur les instructions d'utilisation.

5.1.8. Maintenance

Ce document a pour but de donner à l'opérateur les instructions et les fréquences de maintenance pour la maintenance préventive de l'emballage.

5.1.9. Management de la qualité

Ce document a pour but de sensibiliser tous les intervenants sur la nécessité de réaliser toutes les opérations sous un système d'assurance qualité.

5.1.10. Illustration du colis

Ce document présente une illustration du colis.

5.2. PARTIE 2

5.2.1. Analyses techniques

Ce document intègre tous les chapitres suivants, et résume les analyses effectuées pour évaluer la conformité du colis avec la réglementation.

5.2.2. Analyse structurelle

L'analyse structurelle du colis est présentée, en conditions de routine, normales de transport et accidentelles de transport.

Elle démontre que le colis résiste à toutes les sollicitations mécaniques exigées par la réglementation, en continuant d'assurer toutes ses fonctions de sûreté.

5.2.3. Analyse thermique

Le comportement des composants du colis est analysé au travers de calculs thermiques impliquant des conditions normales et accidentelles de transport.

Il est démontré que le colis résiste à toutes les sollicitations thermiques (exposition au soleil et au feu) exigées par la réglementation, en continuant d'assurer toutes ses fonctions de sûreté.

5.2.4. Analyse du confinement

Ce document présente l'analyse du taux de relâchement d'activité, et la conformité avec les critères de la réglementation dans des conditions normales et accidentelles de transport.

DOSSIER DE SURETE

5.2.5. Analyse du débit de dose externe

Ce document présente l'évaluation du débit de dose externe autour du colis. La conformité avec les exigences de protection radiologique applicables en vigueur est démontrée, en conditions normales et accidentelles de transport.

5.2.6. Analyse de sûreté-criticité

Ce document présente l'évaluation d'un colis isolé et d'un réseau de colis, comme l'exige la réglementation. La conformité avec les exigences de sûreté-criticité applicables en vigueur est démontrée, en conditions normales et accidentelles de transport.

5.2.7. Analyse de la radiolyse

Cette analyse a été spécifiquement ajoutée dans la présente révision du dossier de sûreté. Basée sur l'évaluation du relâchement d'hydrogène dans la cavité de l'emballage, cette analyse démontre que même si une masse d'eau est présente dans la cavité après séchage du colis, la concentration en hydrogène n'atteint jamais la limite inférieure d'inflammabilité sur une année.

Ce calcul a été effectué en prenant également en compte les joints (présents dans la cavité) qui contiennent de l'hydrogène.

DOSSIER DE SURETE

6. CONTENU DU DOSSIER DE SURETE – 2ND NIVEAU (VERSION COMPLETE)

Ce second niveau de découpage a pour but de lister toutes les annexes incluses dans chaque chapitre (*version complète du PDSR*).

N° de chapitre	Dénomination du chapitre	Référence du document	Révision	N° d'annexe	Dénomination de l'annexe	Référence du document	Révision
Part 1							
1.1	Content list of PDSR	PDSR 000 22 097 1.1					
1.2	Administrative information	PDSR 000 22 097 1.2					
1.3	Specification of content	PDSR 000 22 097 1.3					
				1	Note d'inventaire radiologique	NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE	
				2	Plan des calages internes (porte sources) contenu 1		
1.4	Specification of packaging	PDSR 000 22 097 1.4					
				1	Assembly drawing	NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE	
				2	Part list		
				3	Spécification d'approvisionnement		
				4	Spécification d'approvisionnement		
				5	Gasket procurement specification		
				6	Evolution capots		
1.5	Package performance characteristics	PDSR 000 22 097 1.5					
				1	Conteneur MARIANNE – Classification des composants		
1.6	Compliance with regulatory Requirement	PDSR 000 22 097 1.6					
				1	Matrice de conformité AIEA		
1.7	Operation	PDSR 000 22 097 1.7					
				1	Lifting beam – Assembly drawing	NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE	
				2	Reversing gear – Assembly drawing		
				3	Removable pole – Assembly drawing		
1.8	Maintenance	PDSR 000 22 097 1.8					
1.9	Management systems	PDSR 000 22 097 1.9					
				1	Liste de classification des composants	NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE	
				2	Certificat de conformité des emballages		
				3	Certificat de conformité des capots		
1.10	Package illustration	PDSR 000 22 097 1.10					

DOSSIER DE SURETE

Part 2					
2.2	Technical analysis	PDSR 000 22 097 2.2			
2.2.1	Structural analysis	PDSR 000 22 097 2.2.1			
	Structural static calculations	NT 000 22 097.20	A		
				1	Calculs mécaniques
				2	Note de calculs de calage et d'arrimage
				3	Note de calculs de dépose brutale
				4	Dispositifs d'arrimage et impact sur les chutes en CAT
				5	Tenue à l'immersion
				NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE	
	Free drop test	NT 000 22 097.22	A		
				1	Plan maquette
				2	Nomenclature maquette
				3	Caractérisation de la maquette de chute éch. 2/5
				4	Comparatif maquette/conteneur
				5	Comparatif matériau maquette - échelle 1
				6	Note de justification de l'absence d'influence de la non-représentativité de l'oreille de manutention des capots amortisseurs dans les essais de chute
				7	Rapport d'essai
				8	Rapport d'essai
				9	Rapport d'essai
				10	Rapport d'essai
				11	Rapport d'essai
				NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE	
	Analyse des résultats de calculs de chute	NT 000 22 097.19	A		
				1	Hypothèses prises pour la modélisation
				2	Vues détaillées du maillage
				3	Analyse de la conception de la fixation des capots de l'emballage MARIANNE
				4	Figures et tableaux - chute N°1
				5	Figures et tableaux - chute N°2
				6	Figures et tableaux - chute N°3
				7	Figures et tableaux - chute N°4
				8	Figures et tableaux - chute N°5
				9	Figures et tableaux - chute N°6
				10	Figures et tableaux - chute N°7
				NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE	
	Comparaison des calculs de chute et des résultats obtenus sur la maquette (Chute R1 et R2)	NT 000 22 097.15	A		
2.2.2	Thermal analysis	PDSR 000 22 097 2.2.2			
				1	Conteneur MARIANNE spécification de calculs
				2	Calculs thermiques du conteneur MARIANNE en vue de sa certification - Note de calcul
				3	Calculs thermique du conteneur F/334/B(U) MARIANNE
				4	Procès verbal de l'essai d'incendie d'une maquette de conteneur
				5	Comparatif maquette essai au feu / conteneur
				6	Plan d'ensemble de la maquette d'essai au feu
				7	Recorded measurements of temperatures during fire test
				NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE	
2.2.3	Containment analysis	PDSR 000 22 097 2.2.3			
				1	Confinement et relâchement d'activité en CNT et en CAT
				2	Note Essais joints toriques
				3	Note Essais joints toriques
				4	Note Essais joints toriques
				NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE	
2.2.4	External dose analysis	PDSR 000 22 097 2.2.4			
				1	RadioProtection
				NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE	
2.2.5	Criticality safety analysis	PDSR 000 22 097 2.2.5			
				1	Etude de criticité
				NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE	
2.2.6	Radiolysis analysis	PDSR 000 22 097 2.2.6			
				1	Radiolyse
				NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE	

DOSSIER DE SURETE

7. QUESTIONS ET REPOSES ASN/IRSN

Le tableau suivant liste l'emplacement (dans le dossier de sûreté) des réponses aux questions posées par l'ASN/IRSN (Autorités françaises compétentes) pendant le processus d'instruction de renouvellement de l'agrément.

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

DOSSIER DE SURETE

Titre :	DOSSIER DE SURETE - MARIANNE B(U)F - INFORMATIONS ADMINISTRATIVES	
Référence :	PDSR 000 22 097 1.2 A VP	Nombre de pages : 4
Objet :	Ce chapitre contient les informations administratives nécessaires liées au colis Marianne.	

SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. DOCUMENTS DE REFERENCE	3
3. IDENTIFICATION DU COLIS.....	3
4. HISTORIQUE.....	3
5. IDENTIFICATION DU CONCEPTEUR D'EMBALLAGE.....	3
6. TYPE DE COLIS	4
7. IDENTIFICATION DU MODELE DE COLIS ET D'EMBALLAGE	4
8. MODES DE TRANSPORT POUR LEQUEL L'EMBALLAGE EST CONÇU	4
9. REGLEMENT APPLICABLE DE REFERENCE.....	4

DOSSIER DE SURETE

1. OBJET

Les informations administratives liées au colis MARIANNE sont présentées dans ce chapitre.

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

- [1] AIEA – TS-R-1 – 2009 – règlement de transport des matières radioactives.
- [2] 1902.150.000 L – Plan d’ensemble – REEL

3. IDENTIFICATION DU COLIS

Le présent dossier de sûreté concerne le colis dénommé MARIANNE.

4. HISTORIQUE

En 1995, ATEA (aujourd’hui REEL SAS), a conçu et construit l’emballage MARIANNE pour le compte de Mallinckrodt (Pays-Bas), propriétaire du concept et des trois emballages construits sur ce modèle de colis. Une première évaluation du dossier de sûreté avait conclu à la conformité de la conception de l’emballage B(U).

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

Le présent dossier de sûreté inclut les résultats de ces dernières investigations et évaluations, et a été réécrit pour s’adapter au modèle donné dans le Guide du Dossier de Sûreté Européen (PDSR : Package Design Safety Report) Révision 2.

5. IDENTIFICATION DU CONCEPTEUR D’EMBALLAGE

Le colis MARIANNE a été conçu par la société **REEL SAS**.

REEL S.A.S.
Rue de la Fonderie BP 30225 44472 Carquefou, France

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

Les coordonnées sont données ci-après :

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

Service Equipements nucléaires – Pôle France

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

DOSSIER DE SURETE

REEL SAS a conçu l'emballage pour le compte de **MALLINCKRODT**.

MALLINCKRODT MEDICAL B.V.
Westerduinweg 3
1755 LE Petten, Pays-Bas

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

Les coordonnées sont données ci-après:

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

Centre de Radiochimie

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

6. TYPE DE COLIS

Ce colis est assimilé à un type B(U) selon le règlement AIEA [1].

7. IDENTIFICATION DU MODELE DE COLIS ET D'EMBALLAGE

La définition applicable au modèle de colis est définie par le plan [2].

8. MODES DE TRANSPORT POUR LEQUEL L'EMBALLAGE EST CONÇU

Cet emballage ne peut être transporté que par route. Une bâche est installée sur l'emballage durant son transport.

9. REGLEMENT APPLICABLE DE REFERENCE

L'emballage MARIANNE se réfère au règlement AIEA de transport des matières radioactives (TS-R-1), révision 2009.

DOSSIER DE SURETE

Titre:	DOSSIER DE SURETE – SPECIFICATION DU CONTENU– MARIANNE B(U)F		
Référence:	PDSR 000 22 097 1.3 A VP	Nombre de pages:	10
Résumé:	Ce document présente: <ul style="list-style-type: none">• Les propriétés globales du contenu• La puissance thermique du contenu• Le nombre total de A₂ et la part des produits gazeux		

SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. DOCUMENT DE REFERENCE	3
3. GLOSSAIRE.....	3
4. CONTENU N°1	3
4.1. Limitations en activité, masse et concentrations, hétérogénéité	3
4.2. Etat physique et chimique, forme géométrique, arrangement, paramètres d'irradiation, taux d'humidité, spécification des matières	4
4.3. Radionucléides du contenu.....	5
4.4. Calcul d'inventaire radiologique	6
4.5. Quantité de A ₂	6
4.6. Puissance thermique du contenu	6
4.7. Risque de pyrophoricité	7
5. CONCLUSION	7
ANNEXE 1 : NT 000 22 097.03 REV. B – ETABLISSEMENT DE L'INVENTAIRE RADIOLOGIQUE ET DONNEES DERIVEES	8
ANNEXE 2 : 1337.8028 / 1337.8027 / 1337.8020 – SUPPORTS DE CIBLES INTERNES	8

DOSSIER DE SURETE

1. OBJET

Ce chapitre décrit le contenu transporté par le colis MARIANNE B(U) F.

La production de Molybdène-99 (Mo-99) pour les besoins médicaux peut être réalisée par l'irradiation neutronique des cibles uranium placées en compartiments à proximité du cœur d'un réacteur. Le processus de fission nucléaire de l'isotope fissile U-235 produit une radioactivité intense qui est transportée vers une installation de traitement et de séparation afin d'extraire le Mo-99. Le colis Marianne est utilisé pour effectuer cette tâche.

Le colis MARIANNE B(U) F est conçu pour transporter le contenu N°1 spécifié dans ce document.

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

Ce chapitre est basé principalement sur les résultats de l'inventaire radiologique de l'annexe 1. Cette analyse donne les données d'entrée nécessaires pour l'analyse de la conception du confinement, l'analyse de dose externe, l'analyse de comportement thermique et l'analyse de radiolyse.

2. DOCUMENT DE REFERENCE

[1] AIEA - TS-R-1 - 2009 - Règlement de transport des matières radioactives

3. GLOSSAIRE

CNT : Conditions Normales de Transport

CAT : Conditions Accidentelles de Transport

MTR : Réacteur de Test de Matériaux (Material Test Reactor)

α : Particules Alpha

β : Particules Beta

γ : Radiation gamma

4. CONTENU N°1

4.1. LIMITATIONS EN ACTIVITE, MASSE ET CONCENTRATIONS, HETEROGENEITE

Le contenu N° 1 est un ensemble d'un maximum de **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** cibles.

4.1.1. Cibles

Chaque cible est définie par les caractéristiques données dans le tableau ci-après :

**NON PUBLIE DANS LA VERSION
PUBLIQUE**

Tableau 1 – Caractéristiques d'un UAl_x cible du contenu n°1

La masse totale de ²³⁵U dans chaque cible est **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE**
L'enrichissement maximum de ²³⁵U est **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE**
L'enrichissement minimum de ²³⁵U est **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE**

4.1.2. Contenu

La masse maximale admissible de ²³⁵U pour le contenu N° 1 est **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE**
La masse maximale admissible d'Uranium pour le contenu N° 1 est **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE**

4.2. ETAT PHYSIQUE ET CHIMIQUE, FORME GEOMETRIQUE, ARRANGEMENT, PARAMETRES D'IRRADIATION, TAUX D'HUMIDITE, SPECIFICATION DES MATIERES

Les cibles d'uranium sont des plaques solides **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** . Elles sont fabriquées selon la norme MTR (plaque combustible). Leurs dimensions sont :

- Longueur : **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** mm
- Largeur : **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** mm
- Epaisseur : **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** mm

Les cibles sont fixées dans un assemblage placé dans l'enveloppe de confinement de l'emballage défini par les plans fournis en annexe 2.

4.4. CALCUL D'INVENTAIRE RADIOLOGIQUE

Un calcul de génération et de décroissance d'isotope a été réalisé avec le contenu afin d'évaluer l'inventaire radiologique en termes de masse et d'activité après le retrait du flux neutronique. Cette analyse est basée sur le code ORIGEN-S. Le §6 de l'inventaire radiologique (annexe 1) présente les détails et justifie l'utilisation de ce logiciel.

4.5. QUANTITÉ DE A₂

La quantité de A₂ du contenu N° 1 est calculée selon le règlement IAEA [1] et est donnée dans le tableau 3 suivant, à partir de 12 heures après le retrait du flux neutronique de refroidissement.

Quantité totale de A ₂ (-)	Durée de diminution			
	12 heures	16 heures	1 jour	2 jours
Contenu N°1	NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE			

Tableau 3 : Nombre de A₂ en fonction du temps après retrait

La partie des produits de fission gazeuse est donnée dans le tableau 4 ci-dessous. Cette valeur est utilisée pour l'analyse de confinement.

Quantité A ₂ pour les produits de fission gazeuse (-)	Durée de diminution			
	12 heures	16 heures	1 jour	2 jours
Contenu N°1	NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE			

Tableau 4 : Nombre de A₂ pour les produits de fission gazeuse en fonction du temps après retrait

4.6. PUISSANCE THERMIQUE DU CONTENU

La puissance thermique est décomposée en parties locales ($\alpha + \beta$ contribution) et parties non-locales (γ contribution). La puissance thermique est plus détaillée dans l'inventaire (annexe 1).

4.6.1. Puissance thermique Alpha et Beta

La puissance Alpha + beta s'installe localement. Elle contribue directement à la puissance thermique. Cette puissance est décomposée selon le temps de refroidissement dans le tableau 5 ci-dessous. Elle diminue par un facteur de vingt-cinq après 12 heures de refroidissement.

$\alpha + \beta$ puissance thermique (W)	Durée de diminution			
	Déchargement	12 heures	16 heures	1 jour
Contenu N°1	NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE			

Tableau 5 : Contribution $\alpha + \beta$ à la puissance thermique

DOSSIER DE SURETE

4.6.2. Puissance thermique Gamma

La puissance gamma émise est déposée partiellement dans la cible et d'une manière substantielle à l'extérieur de la cible du fait de la nature neutre de la radiation gamma. Seule la portion d'énergie faible est déposée localement. Cette puissance gamma est dominée par les produits de fission. Cette puissance est décomposée selon le temps de refroidissement dans le tableau 6 ci-dessous. Elle diminue d'un facteur 20 après 12 heures de refroidissement.

γ puissance thermique déposée (W)	Durée de diminution			
	Déchargement	12 heures	16 heures	1 jour
Contenu N°1		NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE		

Tableau 6 : Contribution γ à la puissance thermique

4.6.3. Puissance thermique totale

Il est possible d'additionner les deux contributions de façon pénalisante. De cette façon, la puissance thermique totale pendant la durée de décroissance est présentée dans le tableau 7 ci-dessous :

Puissance thermique totale déposée (W)	Durée de diminution			
	Déchargement	12 heures	16 heures	1 jour
Contenu N°1		NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE		

Tableau 7 : Puissance thermique totale

4.7. RISQUE DE PYROPHORICITE

Les cibles sont entourées par une couche serrée d'aluminium. L'uranium est contenu dans un alliage Uranium-Aluminium et non sous forme d'oxyde. De ce fait, aucun risque de pyrophoricité n'est à prendre en compte.

5. CONCLUSION

Ce chapitre résume les principales caractéristiques du contenu N°1 comprenant :

- Les propriétés globales du contenu
- La puissance thermique du contenu
- La quantité totale de A2 et la part des produits gazeux

Le contenu N° 1 est le seul contenu autorisé à être transporté dans l'emballage MARIANNE.

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : NT 000 22 097.03 REV. B - ETABLISSEMENT DE L'INVENTAIRE
RADIOLOGIQUE ET DONNEES DERIVEES

ANNEXE 2 : 1337.8028 / 1337.8027 / 1337.8020 - SUPPORTS DE CIBLES INTERNES

NB: la pagination de ce document ne prend pas en compte le nombre de pages des annexes

*Annexe 1 : NT 000 22 097.03 Rev. B - Etablissement de l'inventaire radiologique et
données dérivées
18 pages*

**NON PUBLIE DANS LA VERSION
PUBLIQUE**

*Annexe 2 : 1337.8028 / 1337.8027 / 1337.8020 - Support de cibles internes
3 pages*

**NON PUBLIE DANS LA VERSION
PUBLIQUE**

DOSSIER DE SURETE

Titre :	DOSSIER DE SURETE – MARIANNE B(U)F – SPECIFICATION DE L'EMBALLAGE	
Référence :	PDSR 000 22 097 1.4 A VP	Nombre de pages : 17
Résumé :	<p>Ce chapitre présente les caractéristiques globales de l'emballage MARIANNE comprenant :</p> <ul style="list-style-type: none">• Une description globale• Une description des composants constituant l'emballage• La spécification des matériaux utilisés• Les plans d'ensemble / nomenclatures	

SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. DOCUMENTS DE REFERENCE	3
3. DESCRIPTION GLOBALE.....	3
3.1. Description dimensionnelle	3
3.2. Utilisation	3
3.3. Numéro ONU et désignation du transport du colis Marianne.....	4
4. COMPOSANTS CONSTITUANT L'EMBALLAGE	4
5. GENERALITES	4
5.1. Schéma d'ensemble	4
5.2. Le corps de l'emballage.....	4
5.3. Description des dispositifs internes	5
5.4. Les composants de l'emballage nécessaires pour la protection mécanique.....	6
5.5. Le composants du système de confinement du colis.....	6
5.6. Les composants du colis du système d'isolement.....	7
5.7. Les composants du colis pour la limitation du débit de dose externe	7
5.8. les composants de l'emballage pour la protection thermique.....	7
5.9. Les composants de l'emballage pour la dissipation de la chaleur	7
5.10. La protection contre la corrosion	7
5.11. La protection contre la contamination.....	8
5.12. Les composants limitant les chocs.....	8
5.13. Dispositifs de manutention et d'arrimage	8
6. MATERIAUX	9
6.1. Matériaux constituant l'emballage (hors capots).....	9
6.2. Matériaux constituant les capots	9
7. MARQUAGE ET ETIQUETAGE.....	9
7.1. Marquage	9
7.2. Etiquetage	10
ANNEXE 1: PLAN D'ENSEMBLE	11
ANNEXE 2 : NOMENCLATURE	11
ANNEXE 3 : SPECIFICATION D'APPROVISIONNEMENT	11
ANNEXE 4 : SPECIFICATION D'APPROVISIONNEMENT	11
ANNEXE 5 : SPECIFICATION D'APPROVISIONNEMENT DU JOINT.....	11
ANNEXE 6 : EVOLUTION DES CAPOTS	11

DOSSIER DE SURETE

1. OBJET

L'objet de ce document est de définir l'emballage MARIANNE.

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

- [1] AIEA – TS-R-1 – 2009 – Règlement de transport des matières radioactives
- [2] PDSR 000 22 097 1.7 VP – Utilisation
- [3] PDSR 000 22 097 1.8 VP – Maintenance
- [4] PDSR 000 22 097 1.3 VP – Spécification du contenu
- [5] PDSR 000 22 097 2.2.4 VP – Analyse du débit de dose externe
- [6] PDSR 000 22 097 2.2.1 VP – Analyse structurelle
- [7] PDSR 000 22 097 2.2.3 VP – Analyse du confinement
- [8] PDSR 000 22 097 1.6 VP – Conformité avec les exigences réglementaires
- [9] PDSR 000 22 097 1.10 VP – Illustration du colis

3. DESCRIPTION GLOBALE

Cette description est basée sur le plan d'ensemble en annexe 1 et la nomenclature en annexe 2.

3.1. DESCRIPTION DIMENSIONNELLE

Il est constitué globalement de:

- Un corps cylindrique
- Deux capots amortisseurs

Les propriétés de masse du colis MARIANNE et de ses principaux composants ainsi que les dimensions globales de l'emballage équipé sont présentées dans le chapitre [9].

L'emballage est supporté par quatre pieds soudés sur l'enveloppe cylindrique extérieure.

Il transporte un support de cibles étanche contenant la matière radioactive avec les dimensions suivantes :

- diamètre : NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE mm
- Longueur : NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE mm

3.2. UTILISATION

Le conteneur peut être accosté à la paroi d'une cellule. Il est fermé par une porte DPTE® et un bouchon d'évent.

Il est prévu que l'emballage soit :

- Chargé / déchargé à sec après accostage horizontal ou vertical (selon la disposition de la cellule chaude); soit
- Chargé / déchargé verticalement après immersion en piscine

Les procédures d'utilisation du colis MARIANNE sont décrites dans le chapitre 1.7 [2].

DOSSIER DE SURETE

3.3. NUMERO ONU ET DESIGNATION DU TRANSPORT DU COLIS MARIANNE

Le colis MARIANNE porte le numéro ONU 3328 – MATIERES RADIOACTIVES EN COLIS DU TYPE B(U), FISSILES (voir exigences réglementaires [1] et conformité chapitre [8]).

4. COMPOSANTS CONSTITUANT L'EMBALLAGE

5. GENERALITES

Tous les composants de l'emballage sont présentés dans ce paragraphe. Ils sont conçus pour une utilisation normale à une température ambiante d'au moins -40°C à 70°C.

Les principaux matériaux du colis sont **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE**. Ces matériaux sont chimiquement compatibles entre eux.

5.1. SCHÉMA D'ENSEMBLE



Figure 1 : Vue éclatée du colis MARIANNE

5.2. LE CORPS DE L'EMBALLAGE

5.2.1. Le corps (1)

Le corps est composé du sous-ensemble suivant (de l'intérieur vers l'extérieur) :

- Un emballage interne étanche **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE**. Il est conçu pour recevoir les dispositifs internes du conteneur
- Une protection biologique **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE**
- Une virole centrale cylindrique **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE**
- Une protection thermique **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE**
- Une virole cylindrique externe **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE**
- Deux brides joignant la virole interne et la virole externe
- Une tubulure étanche joignant la virole interne et la virole externe **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE**
- Un tuyau étanche connectant la cavité interne à la bride arrière **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE**



Figure 2 : Vue en coupe du corps

5.2.2. Ouverture et fermeture du mécanisme

- A l'arrière : un bouchon amovible (5) NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE . Ce bouchon est monté étanche sur le corps du conteneur avec des vis noyées. Il est équipé d'une double barrière de joints et d'une connexion pour les essais d'étanchéité.
- A l'avant, une bride démontable (4) NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE , prévue pour recevoir la tpe étanche (6). Cette bride amovible est utilisée pour accoster le conteneur à la cellule. Elle peut être équipée du disque de chargement / déchargement monté avec des vis noyées imperdables. Cette bride est montée étanche sur le corps du conteneur (doubles joints avec prise de tests d'inter-joints).
- Deux tapes (6) et (7) (une à l'avant et une à l'arrière) NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE . Le confinement est assuré par doubles joints avec prise de tests d'inter-joints.
- Un bouchon (9) NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE qui protège la commande du barillet. Il est monté étanche sur le corps du conteneur (doubles joints avec prise de tests d'inter-joints) et assemblé par vis noyées imperdables.
- Un premier bouchon de protection NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE qui est vissé sur la bride arrière pour obturer la connexion de la cavité interne à l'extérieur de l'emballage sous les capots.
- Un deuxième bouchon de protection NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE vissé sur le premier bouchon dans la bride arrière NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE .

5.3. DESCRIPTION DES DISPOSITIFS INTERNES

- Une manche conique NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE avec une section interne adaptée au contenu. Un pousseur NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE .
- Une tige amovible NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE .
- Le dispositif de vidange NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE .
- Un système NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE (8) utilisé pour ouvrir et fermer le conteneur.

5.4. LES COMPOSANTS DE L'EMBALLAGE NECESSAIRES POUR LA PROTECTION MECANIQUE

NON PUBLIE DANS LA VERSION
PUBLIQUE

5.5. LE COMPOSANTS DU SYSTEME DE CONFINEMENT DU COLIS

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

5.5.1. Joints

NON PUBLIE DANS LA VERSION
PUBLIQUE

5.5.2. L'analyse du volume libre dans les gorges de joints

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

5.5.3. Soudures

5.5.3.1. Conception

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

5.5.3.2. Contrôle des soudures

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

DOSSIER DE SURETE

5.6. LES COMPOSANTS DU COLIS DU SYSTEME D'ISOLEMENT

Le système d'isolement assurant la sûreté-criticité de l'emballage est constitué des sous-ensembles suivants :

NON PUBLIE DANS LA VERSION
PUBLIQUE

5.7. LES COMPOSANTS DU COLIS POUR LA LIMITATION DU DEBIT DE DOSE EXTERNE

La limitation du débit de dose externe est principalement assurée par les matériaux suivants :

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

On peut noter que les composants pour la protection de dose externe sont dissociés des composants du système de confinement. Les composants pour la limitation du débit de dose externe sont enfermés hermétiquement dans l'emballage.

5.8. LES COMPOSANTS DE L'EMBALLAGE POUR LA PROTECTION THERMIQUE

La protection thermique est assurée par **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** dans le corps et les capots :

- Dans le corps :
 - Entre la tôle d'acier centrale et la tôle d'acier externe
 - Sur la face arrière du corps, sur la périphérie de la bride arrière **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE**
- Sur les capots, sur la face interne

5.9. LES COMPOSANTS DE L'EMBALLAGE POUR LA DISSIPATION DE LA CHALEUR

Tous les composants de l'emballage assurent la dissipation de la puissance thermique du contenu.

5.10. LA PROTECTION CONTRE LA CORROSION

Tous les matériels utilisés dans l'emballage ont des caractéristiques anticorrosion comme spécifié en §6. Les principaux matériaux utilisés dans le colis sont **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE**.

Les surfaces externes de l'emballage ne présentent pas de zone de rétention. L'eau n'est retenue à aucun endroit de la surface de l'emballage.

DOSSIER DE SURETE

5.11. LA PROTECTION CONTRE LA CONTAMINATION

Toutes les surfaces externes de l'emballage sont en acier inoxydable. Ce matériau est facilement décontaminable par des techniques standard. De plus les surfaces externes ont une forme cylindrique ou une forme plate et ne présentent pas de protubérances.

5.12. LES COMPOSANTS LIMITANT LES CHOCS

Deux capots (un à l'avant et l'un à l'arrière) fabriqués en acier inoxydable contenant la protection thermique et mécanique **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE**. Ils sont manutentionnés par des oreilles de levage.

Des scellés (sceaux) sont placés afin d'indiquer que le colis n'a pas été ouvert pendant le transport (à chaque trou de vis des capots) selon le § 635 de l'AIEA [1].

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

5.13. DISPOSITIFS DE MANUTENTION ET D'ARRIMAGE

5.13.1. Dispositifs de manutention

Les composants suivants permettent la manutention de l'emballage. Ils sont soudés sur la virole externe.

- Deux oreilles de levage sur la partie supérieure
- Deux tourillons pour pivoter le conteneur de la position horizontale à la position verticale (et vice-versa)

Les appareils de manutention présentés dans ce paragraphe sont les seuls éléments dimensionnés pour lever le colis. D'autres éléments qui pourraient être utilisés pour le levage sont rendus inopérants pendant le transport (points de levage des capots, dimensionnés uniquement pour leur propre levage).

5.13.2. Dispositifs d'arrimage

Quatre pieds adaptés au véhicule de transport (ainsi qu'au dispositif d'accostage à la cellule) sont soudés en partie inférieure du colis.

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

DOSSIER DE SURETE

6. MATERIAUX

Les caractéristiques de tous les matériaux constituant l’emballage sont données ci-dessous.

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

6.1. MATERIAUX CONSTITUANT L’EMBALLAGE (HORS CAPOTS)

NON PUBLIE DANS LA VERSION
PUBLIQUE

6.2. MATÉRIAUX CONSTITUANT LES CAPOTS

NON PUBLIE DANS LA VERSION
PUBLIQUE

7. MARQUAGE ET ETIQUETAGE

7.1. MARQUAGE

Une plaque d’identification en acier inoxydable gravée est fixée au colis, indiquant son numéro de série sur la surface cylindrique externe du corps, entre les deux oreilles de levage et les tourillons comme spécifié en figure 3 :

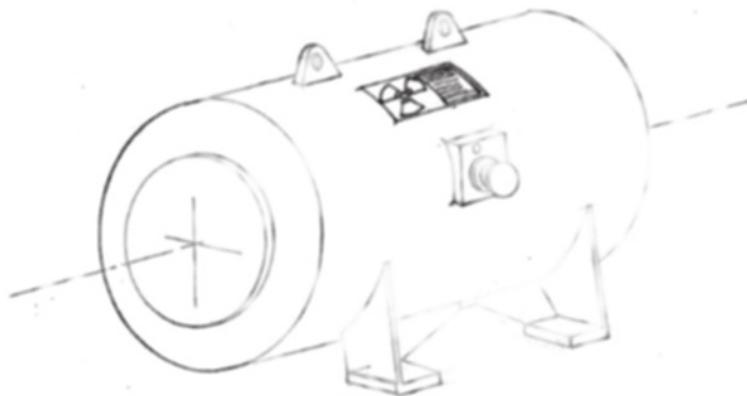


Figure 3 : Marquage sur le colis

DOSSIER DE SURETE

Cette plaque gravée est décrite par un plan et une nomenclature dédiés, elle indique :

- La masse du colis
- La cote affectée au modèle de colis par l'autorité compétente
- Le numéro de série de l'emballage
- La mention "Type B(U)"

7.2. ETIQUETAGE

L'étiquetage doit être analysé pour chaque transport et/ou contenu précis (à condition qu'il soit conforme avec la spécification de contenu [4]). L'étiquetage sera effectué selon le règlement ADR.

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : PLAN D'ENSEMBLE

ANNEXE 2 : NOMENCLATURE

ANNEXE 3 : SPECIFICATION D'APPROVISIONNEMENT NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

ANNEXE 4 : SPECIFICATION D'APPROVISIONNEMENT NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

ANNEXE 5 : SPECIFICATION D'APPROVISIONNEMENT DU JOINT NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

ANNEXE 6 : EVOLUTION DES CAPOTS

Annexe 1 : Plan d'ensemble

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

Annexe 2 : Nomenclature

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

Annexe 3 : Spécification d'approvisionnement

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE

Annexe 4 : Spécification d'approvisionnement

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE

Annexe 5 : Spécification d’approvisionnement du joint

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE

Annexe 6 : Evolution des capots

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

DOSSIER DE SURETE

Titre :	DOSSIER DE SURETE – MARIANNE B(U) F – SPECIFICATION DE LA PERFORMANCE DU COLIS		
Référence :	PDSR 000 22 097 1.5 A VP	Nombre de pages :	17
Résumé :	<p>Ce chapitre présente une classification des composants du colis, vis-à-vis des fonctions de sûreté qu'ils assurent ou auxquelles ils participent.</p> <p>Les détails de la démonstration du respect des exigences de la réglementation sont présentés (hypothèses, résultats). Une attention particulière est portée sur les liens entre évaluations techniques, puisque la plupart utilisent, comme données d'entrée, les résultats d'autres évaluations.</p> <p>Le but de ce chapitre est de sensibiliser les utilisateurs à l'importance de la conception des différents composants, et des hypothèses qui ont été prises en compte dans la démonstration de sûreté.</p>		

SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. DOCUMENTS DE REFERENCE	3
3. GLOSSAIRE.....	3
4. CLASSIFICATION DES COMPOSANTS	3
4.1. Fonctions de sûreté.....	4
4.2. Composants importants pour la sûreté	4
4.3. Classification et niveau de contrôle pendant la fabrication.....	4
5. PRINCIPES DE CONCEPTION ET CARACTERISTIQUES DE PERFORMANCE	5
5.1. Analyse de sûreté.....	5
5.2. Lien entre la conception (modèle de colis) et les caractéristiques de performance	5
5.3. Hypothèses prises dans les évaluations de sûreté.....	6
6. CONCLUSION	15
ANNEXE 1 : CONTENEUR MARIANNE – CLASSIFICATION DES COMPOSANTS.....	16

DOSSIER DE SURETE

1. OBJET

Ce chapitre présente les caractéristiques de performance du colis. Dans la première partie du document, les fonctions de sûreté et les composants concernés par ces fonctions sont présentés. Une classification est mise en œuvre, dont le but est de sensibiliser les opérateurs à l'influence potentielle sur les critères de performance du colis de chaque modification du modèle de colis (modifications dues à la fabrication, aux réparations, à des conditions d'utilisation améliorées...).

Dans une seconde partie, l'attention est portée sur le modèle de colis, et le lien entre les différentes hypothèses utilisées dans la démonstration de sûreté. Les relations entre tous les aspects des analyses de sûreté sont détaillées, de manière à expliquer comment les hypothèses prises à chaque niveau correspondent entre elles.

Cette seconde partie a également pour but de sensibiliser les opérateurs à la haute importance du respect des spécifications du modèle de colis.

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

- [1] AIEA - TS-R-1 - 2009 - Règlement de transport des matières radioactives
- [2] Plan d'ensemble
- [3] PDSR 000 22 097 1.3 VP - Spécification du contenu
- [4] PDSR 000 22 097 1.4 VP - Spécification de l'emballage
- [5] PDSR 000 22 097 2.2.1 VP - Analyse structurelle
- [6] PDSR 000 22 097 2.2.2 VP - Analyse thermique
- [7] PDSR 000 22 097 2.2.3 VP - Analyse du confinement
- [8] PDSR 000 22 097 2.2.4 VP - Analyse du débit de dose externe
- [9] PDSR 000 22 097 2.2.5 VP - Analyse de sûreté-criticité
- [10] PDSR 000 22 097 2.2.6 VP - Analyse de la radiolyse

3. GLOSSAIRE

CTR : Conditions de Transport de Routine

CNT : Conditions Normales de Transport

CAT : Conditions Accidentelles de Transport

4. CLASSIFICATION DES COMPOSANTS

L'annexe 1 présente :

- Les fonctions de sûreté
- Les composants importants pour la sûreté

DOSSIER DE SURETE

4.1. FONCTIONS DE SURETE

Les fonctions de sûreté sont identifiées dans le document en annexe 1 comme suit :

- Confinement des matières radioactives (FC1)
- Limitation du débit de dose externe (FC2)
- Protection mécanique du colis (FC3)
- Protection thermique du colis (FC4)
- Préservation des conditions d'arrimage (FC5)
- Sûreté-criticité (FC6)
- Limitation des effets de la radiolyse (FC7)

4.2. COMPOSANTS IMPORTANTS POUR LA SURETE

Le tableau présenté au § 3.2 de l'annexe 1 liste, pour chaque sous-composant du colis :

- Son identifiant sur le plan d'ensemble [2] (donné en annexe de la spécification de l'emballage)
- Les fonctions de sûreté que le sous-composant assure ou auxquelles il participe
- Les sous-fonctions de sûreté ou des explications complémentaires si nécessaires
- Les paramètres à vérifier et garantir afin de maintenir les fonctions de sûreté

4.3. CLASSIFICATION ET NIVEAU DE CONTROLE PENDANT LA FABRICATION

Le tableau présenté au § 4 de l'annexe 1 indique la classification des sous-composants selon leur importance pour la sûreté, selon les différentes classes suivantes :

- Niveau 1: Important Pour la Sûreté (le sous-composant assure directement une fonction de sûreté)
- Niveau 2 : Le composant participe à une fonction de sûreté :
 - La perte ou la non-conformité du composant diminue le niveau de performance vis-à-vis d'une exigence de sûreté ou d'une fonction de sûreté
 - Associé avec d'autres défaillances / non-conformité, la perte ou la non-conformité du composant peut conduire à la perte d'une fonction de sûreté
- Niveau 3 : non classifié, le composant ne participe pas à une fonction, sa perte ou sa non-conformité n'a pas de conséquence sur la sûreté

5. PRINCIPES DE CONCEPTION ET CARACTERISTIQUES DE PERFORMANCE

5.1. ANALYSE DE SURETE

Les évaluations présentées dans la partie 2 du Dossier de Sûreté concernant les exigences de sûreté de la réglementation ont été réalisées en prenant en compte les effets des différentes conditions de transport (routine, normales et accidentelles). L'analyse de sûreté traite des différents aspects suivants :

- Analyse structurelle
- Analyse thermique
- Analyse du confinement
- Analyse du débit de dose externe
- Analyse de sûreté-criticité
- Analyse de la radiolyse

Les deux premières analyses ont pour but de décrire et analyser le comportement mécanique et thermique du colis, durant les conditions de transport de routine, les conditions normales et les conditions accidentelles de transport.

Les autres évaluations sont basées sur les résultats de ces analyses mécanique et thermique.

5.2. LIEN ENTRE LA CONCEPTION (MODELE DE COLIS) ET LES CARACTERISTIQUES DE PERFORMANCE

La vue de l'emballage présentée sur la page suivante permet de relier les composants et les justifications réalisées présentées en partie 2 du Dossier de Sûreté, d'une manière graphique.

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

5.3. HYPOTHESES PRISES DANS LES EVALUATIONS DE SURETE

5.3.1. Comportement du colis en conditions de routine, normales, et accidentelles de transport

5.3.1.1. Analyse structurelle

Cette analyse est présentée au chapitre 2.2.1 [5].

5.3.1.1.1. Evaluations en conditions de routine et conditions normales de transport

Le tableau suivant donne une vision globale des analyses qui ont été réalisées, avec les détails :

- Des hypothèses principales
- Des moyens utilisés pour assurer la conformité
- Des résultats principaux de l'évaluation

Exigence fonction / de sûreté	Exigence réglementaire / N° d'article de [1] le cas échéant	Hypothèses principales	Moyen de calcul ou de démonstration	Résultats	Remarques
FC5 Préservation des conditions d'arrimage	606	NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE		Points de fixation de l'emballage correctement dimensionnés	La masse du colis prise en compte est supérieure à sa masse réelle

DOSSIER DE SURETE

Exigence / de fonction de sûreté	Exigence réglementaire / N° d'article de [1] le cas échéant	Hypothèses principales	Moyen de calcul ou de démonstration	Résultats	Remarques
Résistance du colis aux accélérations réglementaires	612	<div style="border: 2px solid black; border-radius: 25px; padding: 20px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE</p> </div>		Tous les composants peuvent supporter les niveaux d'accélération prescrits par la réglementation sans subir de déformation permanente	
Contact brutal avec le sol (pendant les opérations de manutention)				Les pieds de l'emballage peuvent supporter un contact brutal du colis avec le sol pendant les opérations de manutention	La masse du colis prise en compte est supérieure à sa masse réelle
Résistance des points de levage / manutention	607			Aucune déformation permanente mesurée	La mise du colis prise en compte est légèrement inférieure à sa masse réelle. Les marges prises pendant l'essai sont supérieures à cet écart

Il est à noter que certaines analyses ne sont pas réalisées, pour les raisons suivantes :

- Epreuve d'aspersion d'eau (§ 721 [1]) : l'eau n'a pas d'effet sur les caractéristiques des matériaux constitutifs de l'emballage
- Epreuve de pénétration (§ 724) : ce test est moins pénalisant que les essais de chute sur poinçon qui ont été réalisés
- Epreuve de gerbage (§ 723) : la configuration géométrique du colis (forme) interdit tout gerbage

De plus, concernant le risque de rupture fragile (§ 637), les matériaux utilisés ne sont pas sujets à ce risque sur la plage de température considérée.

DOSSIER DE SURETE

5.3.1.1.2. Evaluations en conditions accidentelles

Le tableau suivant présente l'ensemble des évaluations réalisées.

Exigence / de fonction de sûreté	Exigence réglementaire / N° d'article de [1] le cas échéant	Hypothèses principales	Moyen de calcul ou de démonstration	Résultats	Remarques
Résistance à une augmentation de la pression interne	639	<div style="border: 2px solid black; border-radius: 25px; padding: 20px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE</p> </div>		Tous les composants peuvent supporter une augmentation de la pression interne sans déformation permanente	
Résistance de l'enveloppe de confinement à une pression externe de 2 MPa	730			Les critères du CODAP sont respectés pour les composants externes du corps Contraintes inférieures à la limite élastique des matériaux pour les autres parties de l'enveloppe de confinement	
Effet des dispositifs d'arrimage en CAT	-			Il est démontré qu'il n'y a pas d'effet significatif	

DOSSIER DE SURETE

Exigence / de fonction de sûreté	Exigence réglementaire / N° d'article de [1] le cas échéant	Hypothèses principales	Moyen de calcul ou de démonstration	Résultats	Remarques
Epreuve de chute (chute I)	727	<div style="border: 2px solid black; border-radius: 25px; padding: 20px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE</p> </div>		Les dommages créés n'ont pas d'impact sur les fonctions de sûreté	La géométrie déformée obtenue après les calculs de chute [5] est cohérente avec les hypothèses prises en compte pour les calculs thermiques [6] Différence entre masse du modèle numérique et masse du modèle de colis négligeable
Epreuve de chute sur poinçon (chute II)	727			Les dommages créés n'ont pas d'impact sur les fonctions de sûreté	

Il est à noter que l'article 731 [1] autorise à ne pas réaliser l'épreuve d'étanchéité à l'eau, pourvu que dans les évaluations de sûreté-criticité, la pénétration ou l'écoulement d'eau entraînant la plus grande réactivité aient été pris en compte.

L'analyse de sûreté-criticité a été réalisée dans ces conditions pénalisantes : cette épreuve (étanchéité à l'eau) n'est donc pas requise.

L'épreuve d'écrasement dynamique (§ 727, chute III) n'a pas été analysée : les épreuves de chute analysées impliquent plus d'énergie de chute et induisent des dommages significativement plus importants.

DOSSIER DE SURETE

5.3.1.2. Analyse thermique

Cette analyse est présentée au chapitre 2.2.2 [6].

Exigence / de fonction de sûreté	Exigence réglementaire / N° d'article de [1] le cas échéant	Hypothèses principales	Moyen de calcul ou de démonstration	Résultats	Remarques
Température externe inférieure à 50°C sans ensoleillement (CNT) (FC4)	654	<div style="border: 2px solid black; border-radius: 20px; padding: 20px; width: fit-content; margin: auto;"> <p>NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE</p> </div>		La température est supérieure à 50°C	Le colis est transporté sous utilisation exclusive
Température externe inférieure à 85°C sans ensoleillement (CNT) (FC4)	653			La température est inférieure à 85°C	
Puissance interne ne devant pas affecter le colis (FC4)	651			<p>Les températures atteintes par les composants sont inférieures à la température maximale admissible pour chacun des matériaux constitutifs</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE</p> </div>	<p>Les températures maximales ont été obtenues avec les conditions d'ensoleillement alors que le colis est transporté en moyen de transport confiné (approche pénalisante)</p>

DOSSIER DE SURETE

Exigence / de fonction de sûreté	Exigence réglementaire / N° d'article de [1] le cas échéant	Hypothèses principales	Moyen de calcul ou de démonstration	Résultats	Remarques
Performance de sûreté conservée après exposition à l'incendie et refroidissement (CAT) (FC4)	728	<div style="border: 2px solid black; border-radius: 25px; padding: 20px; width: fit-content; margin: auto;"> <p>NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE</p> </div>		<p>Les températures de tous les composants ont été évaluées</p> <p>Toutes températures inférieures aux températures maximales admissibles</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> <p>NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE</p> </div>	
Performance de sûreté conservée après exposition à l'incendie et refroidissement (CAT) (FC4)	728			<p>L'emplacement des joints sur la maquette exposée au feu n'a pas dépassé la température maximale admissible</p> <p>La protection radiologique n'a pas dépassé la température maximale acceptable</p>	<p>Cet essai a démontré que les calculs réalisés sont pénalisants en CAT</p>

Les calculs et essais démontrent que le colis peut supporter les épreuves thermiques en CNT et CAT. Les températures atteintes par les composants évaluées dans cette analyse sont utilisées comme données d'entrée pour les autres évaluations.

DOSSIER DE SURETE

5.3.2. Evaluations concernant la matière radioactive

5.3.2.1. Analyse du confinement

Le tableau suivant présente les hypothèses prises et les résultats obtenus dans le cadre de l'évaluation du taux de relâchement d'activité.

Exigence / de fonction de sûreté	Exigence réglementaire / N° d'article de [1] le cas échéant	Hypothèses principales	Moyen de calcul ou de démonstration	Résultats	Remarques
Taux de relâchement d'activité inférieur aux limites spécifiées en CNT et CAT (FC1)	657	<div style="border: 2px solid black; border-radius: 25px; padding: 20px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE</p> </div>		Les taux de relâchement d'activité sont inférieurs aux limites acceptables en CNT et en CAT	Des marges ont été prises lors de la qualification des joints en CAT, pour les températures. <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center; width: fit-content; margin: 10px auto;">NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE</div>
Taux de relâchement d'activité inférieur aux limites spécifiées en CNT et CAT (FC1)	657			Les taux de relâchement d'activité sont inférieurs aux limites acceptables en CNT et en CAT	Des marges ont été prises lors de la qualification des joints en CAT, pour les températures. <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; text-align: center; width: fit-content; margin: 10px auto;">NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE</div>

Cette analyse, présentée au chapitre 2.2.3 [7], montre qu'en prenant en compte le débit maximum de fuite acceptable de NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE Pa.m³.s⁻¹ et le phénomène de perméation, le taux de relâchement d'activité est inférieur au critère de la réglementation.

Cette analyse prend également en compte l'augmentation de la température et de la pression dans la cavité interne.

DOSSIER DE SURETE

5.3.2.2. Evaluation du débit de dose externe

La table suivante présente les hypothèses prises et les résultats obtenus dans le cadre de l'évaluation du débit de dose externe. Cette analyse est présentée dans le chapitre 2.2.4 [8].

Exigence / de fonction de sûreté	Exigence réglementaire / N° d'article de [1] le cas échéant	Hypothèses principales	Moyen de calcul ou de démonstration	Résultats	Remarques
Niveau de radiation n'excédant pas les critères de la réglementation (FC2)	569	<div style="border: 2px solid black; border-radius: 25px; padding: 20px; width: fit-content; margin: auto;"> <p>NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE</p> </div>		Le débit de dose est inférieur aux limites fixées par la réglementation	
Niveau de radiation ne devant pas augmenter de plus de 20% en CNT (FC2)	646 b			Les déformations du colis évaluées en CNT sont inférieures à celles qui pourraient conduire à une augmentation du débit de dose de plus de 20 %	
Niveau de radiation n'excédant pas les critères de la réglementation en CAT (FC2)	657 b ii			Le débit de dose ne peut pas dépasser les limites fixées par la réglementation	

Cette analyse montre que le niveau de radiation est inférieur à la valeur maximale autorisée par la réglementation. L'augmentation du débit de dose après les épreuves en CNT est inférieure à 20 %. Du fait que la protection radiologique ne se déforme que de quelques millimètres et n'atteint pas son point de fusion, le débit de dose externe en CAT est inférieur à la valeur maximale admissible par la réglementation.

DOSSIER DE SURETE

5.3.2.3. Analyse de sûreté-criticité

Le tableau ci-après présente les hypothèses prises et les résultats obtenus dans le cadre de l'analyse de sûreté-criticité (présentée au chapitre 2.2.5 [9]).

Exigence / fonction de sûreté	Exigence réglementaire / N° d'article de [1] le cas échéant	Hypothèses principales	Moyen de calcul ou de démonstration	Résultats	Remarques
Colis devant rester sous-critique en tant que colis isolé, tous vides remplis par de l'eau (FC6)	677	NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE		La masse de matière fissile est inférieure à la masse d'uranium enrichi totalement reflété par du plomb. Le colis isolé est sous-critique	
CSI (Indice de Sûreté-criticité) devant être inférieur à 10 (FC6)	523			Réactivité inférieure au critère avec une marge conséquente CSI égal à zéro pour une valeur infinie de N	

Cette analyse est basée sur une géométrie pénalisante.

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

Le colis reste sous-critique en CNT et CAT.

DOSSIER DE SURETE

5.3.2.4. Analyse de la radiolyse

Le tableau ci-après présente les hypothèses prises et les résultats obtenus dans le cadre de l'analyse de la radiolyse (présentée au chapitre 2.2.6 [10]).

Exigence / fonction de sûreté	Exigence réglementaire / N° d'article de [1] le cas échéant	Hypothèses principales	Moyen de calcul ou de démonstration	Résultats	Remarques
Conception du colis devant prendre en compte la génération de gaz par radiolyse	677	NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE		Masse d'eau résiduelle acceptable supérieure à la quantité d'eau pouvant être détectée dans la cavité après séchage	Ce résultat valide la qualification de la procédure de séchage

Cette analyse montre que si la masse d'eau résiduelle est inférieure à celle déterminée comme acceptable dans la cavité après séchage, la production d'hydrogène due à cette eau résiduelle et à un joint exposé au rayonnement ne conduit pas à une concentration telle que l'hydrogène puisse s'enflammer ou exploser.

Il peut être noté qu'après avoir atteint un pic en CNT (atteint avant la durée d'un an), la concentration en hydrogène dans la cavité diminue. Le colis peut donc supporter une durée de transport supérieure à un an, tel que requis par la réglementation.

6. CONCLUSION

Ce chapitre présente les hypothèses prises pour démontrer la conformité du colis MARIANNE aux exigences de la réglementation pour un type B(U) contenant des matières fissiles.

Les différents composants étant impliqués à différents niveaux dans les fonctions de sûreté, une classification est donnée afin de sensibiliser les opérateurs à l'importance pour la sûreté de chaque composant ou partie du colis.

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : CONTENEUR MARIANNE – CLASSIFICATION DES COMPOSANTS

Annexe 1 : Conteneur Marianne - Classification des composants

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

DOSSIER DE SURETE

Titre :	DOSSIER DE SURETE - MARIANNE B(U) F - CONFORMITE AVEC LES EXIGENCES REGLEMENTAIRES	
Référence :	PDSR 000 22 097 1.6 A VP	Nombre de pages : 46
Résumé :	<p>Ce document identifie les exigences réglementaires qui s'appliquent au colis MARIANNE et explique comment la conformité est démontrée.</p> <p>Les informations justifiant de la conformité avec les exigences réglementaires sont localisées dans le dossier de sûreté.</p>	

SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. DOCUMENTS DE REFERENCE	3
3. CONTEXTE.....	3
4. PRESENTATION DE LA MATRICE DE CONFORMITE AIEA	3
4.1. Généralités	3
4.2. Responsabilités.....	3
5. EXPLICATION D'EXIGENCES PARTICULIERES.....	5
5.1. Article N°417	5
5.2. Articles N°652 et N°653	5
5.3. Article N°729	5
5.4. Matrice simplifiée (en anglais)	5
6. CONCLUSION.....	5
ANNEXE 1: MATRICE DE CONFORMITE - VERSION COMPLETE (AIEA 2009).....	6

DOSSIER DE SURETE

1. OBJET

Ce document présente l'analyse effectuée pour s'assurer de la conformité du colis MARIANNE avec les exigences réglementaires exprimées dans la réglementation de transport de matière radioactive de l'AIEA, version 2009 [1].

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

- [1] AIEA - TS-R-1 - 2009 - règlement de transport des matières radioactives
- [2] PDSR 000 22 097 1.3 VP - Spécification du contenu
- [3] PDSR 000 22 097 2.2.2 VP - Analyse thermique

3. CONTEXTE

Cette analyse est basée sur une matrice qui relie les articles de la réglementation AIEA [1] avec les éléments justificatifs donnés dans le présent Dossier de Sûreté. Des éléments complémentaires sont donnés pour expliquer comment la démonstration a été effectuée et où celle-ci peut être trouvée dans le Dossier de Sûreté.

4. PRESENTATION DE LA MATRICE DE CONFORMITE AIEA

4.1. GÉNÉRALITÉS

La matrice suivante présente la conformité avec les exigences, à partir des documents composant le présent dossier de sûreté. Les articles présentés ont une référence identique et une signification équivalente en anglais et en français. La compréhension des exigences n'est donc pas dépendante de la langue utilisée.

Tous les articles de l'AIEA sont présentés dans la matrice de conformité en annexe 1 et leur applicabilité est contrôlée. La matrice de conformité liste les documents attestant de la conformité aux exigences applicables.

4.2. RESPONSABILITÉS

Certaines exigences incombent à l'expéditeur, au transporteur etc... et il n'est pas possible d'attester de la conformité avant la préparation du transport.

Dans ce cas, la matrice suggère une responsabilité pour que la conformité avec cette exigence soit obtenue.

DOSSIER DE SURETE

Document présentant la conformité (note de calculs, analyse...principalement en partie 2 du Dossier de Sûreté)

Applicabilité :

- Si « O » (Oui) : la ligne entière est complétée
- Si « N » (Non) : justification et éventuellement lien vers un document existant

Référence de l'article et synthèse

Matrice de conformité (AIEA 2009)

Colis Type	MARIANNE B(U)F
------------	----------------

N° art.	Prescription		Applicabilité		Justification de la conformité					Conformité acquise			Document de référence (où trouver la justification)		
	Description	Résumé de la spécification	O	N	Justification de la non-applicabilité	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / contrôle	Autre	O		Partiel	N
					Si non applicable, explication										Document de référence dans le Dossier de Sûreté

Façons de démontrer la conformité:

- Par l'analyse (ex : simple calcul, ou analyse d'ingénierie)
- Par la conception : l'exigence est prise en compte dans les contraintes de conception
- Par des essais : la conformité avec l'exigence est démontrée à l'aide d'une maquette
- Par similarité : basé sur l'analogie avec un autre composant/colis
- Par inspection / contrôle : certaines exigences doivent être vérifiées sur le colis existant
- Autres: toute autre manière de démontrer la conformité

Conformité démontrée ou non (partielle existe aussi)

DOSSIER DE SURETE

5. EXPLICATION D'EXIGENCES PARTICULIERES

5.1. ARTICLE N°417

L'article s'applique au colis MARIANNE. Il vérifie si le contenu peut être classé comme fissile-excepté. C'est le cas pour les matières pour lesquelles au moins une des conditions suivantes (a), b), c) ou d)) peut être vérifiée:

- La condition a) n'est pas vérifiée car la masse de matière fissile indiquée par la spécification de contenu est supérieure aux 15g indiqués par l'exigence.
- Les conditions b) et d) ne sont pas vérifiées car le contenu n'est pas composé de plutonium [2].
- La condition c) n'est pas vérifiée car le contenu n'est pas composé d'une solution liquide de nitrate d'uranyle [2].

Le contenu n'est donc pas classifié comme matière fissile exceptée. Il est classé sous la rubrique correspondante du tableau 1 de l'AIEA [1] en tant que ONU 3328 – MATIERE RADIOACTIVE, COLIS TYPE B(U), FISSILE.

5.2. ARTICLES N°652 ET N°653

La température de la surface externe calculée dans l'analyse thermique [3] est supérieure à la température externe admissible maximale exprimée par l'exigence N°652 de l'AIEA (50°C) pour un colis non transporté sous utilisation exclusive (sans insolation).

Le colis MARIANNE est transporté sous **utilisation exclusive** et est conforme à l'exigence 653 spécifiant que la température externe de l'emballage ne doit pas dépasser 85°C.

5.3. ARTICLE N°729

L'essai par immersion dans l'eau spécifié dans l'exigence 729 est couvert par l'analyse de l'épreuve poussée d'immersion de l'exigence 730. Tous les paramètres de l'exigence 730 sont plus pénalisants que l'exigence 729.

5.4. MATRICE SIMPLIFIÉE (EN ANGLAIS)

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

6. CONCLUSION

Les éléments de preuve apportés dans le dossier de sûreté démontrent que le colis MARIANNE est conforme aux exigences de l'AIEA 2009 [1] pour un colis B(U)F.

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : MATRICE DE CONFORMITE – VERSION COMPLETE (AIEA 2009)

Annexe 1 : Matrice de conformité – Version complète (AIEA 2009)

Collis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise		Doc de référence (où trouver la justification)			
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / contrôle		Autre	O	Partiel
Chapitre III : Disposition Générale													
PROTECTION RADIOLOGIQUE													
301	Les doses individuelles doivent être limitées aux limites de doses personnelles. La protection et la surveillance doivent être optimisées de façon que la valeur des doses individuelles, le nombre de personnes exposées et la probabilité de subir une exposition soient maintenus aussi bas que raisonnablement possible, compte tenu des facteurs économiques et sociaux, avec cette restriction que les doses individuelles sont soumises aux contraintes de dose. Il faut adopter une démarche structurée et systématique prenant en compte les exigences de sûreté.	X											Responsabilité de l'expéditeur
302	Un programme de protection radiologique doit être établi pour le transport de matières radioactives. La nature et l'ampleur des mesures à mettre en oeuvre dans ce programme doivent être en rapport avec la valeur et la probabilité des expositions aux rayonnements. Les prescriptions énoncées aux paragraphes 301, 303-305, 311 et 559 doivent être incorporées dans ce programme. La documentation relative au programme doit être mise à disposition sur demande pour inspection par l'autorité compétente.	X											Responsabilité de l'expéditeur
303	Dans le cas des expositions professionnelles résultant des activités de transport, lorsque l'on estime que la dose effective : (Lorsqu'il est procédé à une surveillance individuelle ou à une surveillance des lieux de travail, il faut tenir des dossiers appropriés)	X											Responsabilité de l'expéditeur
a	Se situera probablement entre 1 et 6 mSv en un an, il faut appliquer un programme d'évaluation des doses par le biais d'une surveillance des lieux de travail ou d'une surveillance individuelle	X											Responsabilité de l'expéditeur
b	Dépassera probablement 6 mSv en un an, il faut procéder à une surveillance individuelle.	X											Responsabilité de l'expéditeur
INTERVENTION D'URGENCE													
304	En cas d'accident ou d'incident pendant le transport de matières radioactives, il faut appliquer les plans d'intervention établis par les organismes nationaux et/ou internationaux compétents afin de protéger les personnes, les biens et l'environnement. Des indications appropriées sur l'établissement de tels plans d'intervention doivent être fournies dans la déclaration d'urgence.	X											Responsabilité de l'expéditeur / du transporteur
305	Les procédures d'urgence doivent tenir compte de la formation possible d'autres substances dangereuses par suite de réactions entre le contenu d'un envoi et l'environnement en cas d'accident.	X											Responsabilité de l'expéditeur / du transporteur
ASSURANCE DE LA QUALITE													
306	Tous programmes ou assurances de qualité fondés sur des normes internationales, nationales ou autres qui sont acceptables par l'autorité compétente doivent être établis et appliqués pour la conception, la fabrication, les éprouves, l'établissement des documents, l'utilisation, l'entretien et l'inspection concernant toutes les matières radioactives sous forme spéciale, toutes les matières radioactives faiblement dispersibles et tous les colis et les opérations de transport et d'entreposage en transit pour en garantir la conformité avec les dispositions applicables du présent Règlement. Une attestation indiquant que les spécifications du modèle ont été pleinement respectées doit être tenue à la disposition de l'autorité compétente. Le fabricant, l'expéditeur ou l'utilisateur doit être prêt à fournir à l'autorité compétente les moyens de faire des inspections pendant la fabrication et pendant le transport.	X											Responsabilité de l'expéditeur / 1.8 Maintenance
a	Les méthodes de fabrication et les matériaux utilisés sont conformes aux spécifications du modèle agréé	X							X				1.8 Maintenance
b	Tous les emballages sont inspectés périodiquement et, le cas échéant, réparés et maintenus en bon état de sorte qu'ils continuent à satisfaire à toutes les prescriptions et spécifications pertinentes, même après usage répété.	X											1.8 Maintenance / Responsabilité de l'utilisateur
ASSURANCE DE LA CONFORMITE													
307	L'autorité compétente ne garantit pas la conformité au présent Règlement. Pour s'acquiescer de cette responsabilité, elle établit et exécute un programme de surveillance de la conception, de la fabrication, des éprouves, des inspections et de l'entretien des emballages, des matières radioactives sous forme spéciale et des matières radioactives faiblement dispersibles, ainsi que de la préparation des colis, de l'établissement des documents les concernant, de leur manutention et de leur arrimage par les expéditeurs et les transporteurs, afin d'apporter la preuve que les dispositions du présent Règlement sont respectées dans la pratique.	X											Responsabilité de l'autorité compétente
308	L'autorité compétente concernée doit organiser des évaluations périodiques des doses de rayonnements reçues par les personnes du fait du transport de matières radioactives pour s'assurer que le système de protection et de sûreté est conforme aux Normes fondamentales internationales.	X											Responsabilité de l'autorité compétente
NON-CONFORMITE													
309	En cas de non-conformité à l'une quelconque des limites du présent Règlement qui est applicable à l'intensité de rayonnement ou à la contamination :	X											Responsabilité de l'expéditeur

Matrice de conformité (AIEA 2009)

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité					Conformité acquise		Doc de référence (où trouver la justification)		
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / contrôle	Autre		O	Partiel
a	L'expéditeur doit être informé de cette non-conformité par : i) Le transporteur si la non-conformité est constatée au cours du transport ii) Le destinataire si la non-conformité est constatée à la réception. Le transporteur, l'expéditeur ou le destinataire ne sont pas responsables de la non-conformité. iii) Prendre des mesures immédiates pour atténuer les conséquences de la non-conformité ; iv) Enquêter sur la non-conformité et sur ses causes, ses circonstances et ses conséquences ; v) Prendre des mesures appropriées pour remédier aux causes et aux circonstances à l'origine de la non-conformité et pour empêcher la réapparition de circonstances analogues à celles qui sont à l'origine de la non-conformité ; vi) Faire connaître à l'autorité (aux autorités) compétente(s) concernée(s) les causes de la non-conformité et les mesures prises pour remédier à la non-conformité. La non-conformité doit être portée dès que possible à la connaissance de l'expéditeur et de l'autorité (des autorités) compétente(s) concernée(s), respectivement, et elle doit l'être immédiatement quand une situation d'exposition d'urgence s'est produite ou est en train de se produire.	X										Responsabilité de l'expéditeur	
		X											Responsabilité de l'expéditeur
		X											Responsabilité de l'expéditeur
b												Responsabilité de l'expéditeur	
c		X										Responsabilité de l'expéditeur	
ARRANGEMENT SPÉCIAL													
310	Les envois pour lesquels il n'est pas possible de se conformer aux autres dispositions du présent Règlement ne peuvent être transportés que sous arrangement spécial. Après s'être assurée qu'il n'est pas possible de se conformer aux autres dispositions du présent Règlement et que la conformité aux normes de sûreté requises fixées par le présent Règlement a été démontrée par des moyens autres que lesdites dispositions, l'autorité compétente peut approuver des opérations de transport en vertu d'un arrangement spécial pour un envoi unique ou une série d'envois multiples prévus. Le niveau général de sûreté pendant le transport doit être au moins équivalent à celui qui serait assuré si toutes les prescriptions applicables étaient respectées. Pour les envois de ce type, une approbation multilatérale est nécessaire.												
FORMATION													
311	Les travailleurs doivent recevoir une formation appropriée portant sur la protection radiologique, y compris les précautions à prendre pour restreindre leur exposition professionnelle et l'exposition d'autres personnes qui pourraient subir les effets de leurs actions.	X										Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur	
312	Les personnes avant de s'occuper du transport de matières radioactives doivent recevoir une formation adaptée à leurs responsabilités portant sur les dispositions du présent Règlement.	X										Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur	
313	Toute personne appelée à transporter des matières radioactives, les emballer, les marquer et les étiqueter, étiqueter des documents de transport les concernant, présenter ou réceptionner ces matières radioactives en vue du transport, les transporter ou les manutentionner, apposer des marques ou des placards sur des colis de matières radioactives, charger ou décharger ces colis dans des véhicules de transport, des emballages de vrac ou des conteneurs de fret, ou qui participe directement d'une autre manière au transport des matières radioactives, comme en juge l'autorité compétente, doit recevoir une formation répondant aux conditions ci-dessous.	X										Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur	
a	i) Chaque personne doit recevoir une formation lui permettant de bien connaître les dispositions générales du présent Règlement ; ii) Cette formation doit inclure : la définition des catégories de matières radioactives, les dispositions applicables à l'étiquetage, au marquage, au placardage, à l'emballage et à la séparation, une description de la fonction et du contenu du document de transport de matières radioactives et des documents traitant des matières radioactives ; iii) La formation doit être adaptée à la fonction que la personne va exercer.											Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur	
		X										Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur	
b	Formation spécifique : chaque personne doit recevoir une formation détaillée en ce qui concerne les dispositions relatives au transport des matières radioactives qui s'appliquent tout particulièrement à la fonction qu'elle exerce.	X										Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur	

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise			Doc de référence (où trouver la justification)		
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / contrôle	Autre		O	Partiel
c	Formation aux mesures de sûreté : chaque personne doit recevoir, compte tenu des risques d'exposition au cas où des matières radioactives seraient répandues accidentellement et des fonctions qu'elle exerce, une formation sur : i) Les mesures de prévention des accidents, par exemple règles d'utilisation appropriée du matériel de manutention et méthodes appropriées d'arrimage des matières radioactives ; ii) Les informations disponibles sur les mesures d'urgence et leur utilisation ; iii) Les risques généraux présentés par les différentes catégories de matières radioactives et la manière d'éviter l'exposition, notamment l'utilisation des vêtements et du matériel de protection individuels ; iv) Les mesures immédiates à prendre au cas où des matières radioactives seraient répandues ; La formation prescrite au paragraphe 313 doit être dispensée, ou vérifiée, lors du recrutement de toute la formation suivie en matière de sûreté. L'employeur doit tenir et mettre à disposition de l'employé qui le demande les enregistrements de toute la formation prescrite au paragraphe 313 et de sûreté. La formation prescrite au paragraphe 313 doit être dispensée, ou vérifiée, lors du recrutement de toute fonction ayant rapport avec le transport des matières radioactives ; elle doit en outre être complétée périodiquement par des cours de recyclage, lorsque l'autorité compétente le juge nécessaire.		X										Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
314		X											Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
315		X											Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
Chapitre IV : Limites d'activité et classification													
DISPOSITIONS GÉNÉRALES													
401	Les matières radioactives doivent être attractées à l'un des numéros UNO spécifiés au tableau 1 en fonction du niveau d'activité des radionucléides contenus dans le colis, du caractère fissile ou non fissile de ces radionucléides, du type de colis à présenter au transport, et de la nature ou de la forme du contenu du colis, ou de l'arrangement spécial s'appliquant à l'opération de transport, conformément aux dispositions des paragraphes 402 et 435.	X			X							X	1.4 Specification of packaging
VALEURS DE BASE POUR LES RADIONUCLÉIDES													
402	Les valeurs de base suivantes pour les différents radionucléides sont données au tableau 2 : a A1 et A2 en TBq b Activité massique pour les matières exemptées en Bq/g c Limites d'activité pour les envois exemptés en Bq.	X											S.O.
DETERMINATION DES VALEURS DE BASE POUR LES RADIONUCLÉIDES													
403	POUR LES RADIONUCLÉIDES QUI NE FIGURENT PAS DANS LA LISTE DU TABLEAU 2, la détermination des valeurs de base pour les radionucléides visées au paragraphe 402 requiert une approbation multilatérale. Il est admissible d'employer une valeur de A2 calculée en utilisant un coefficient de dose pour le type d'absorption pulmonaire approprié, comme l'a recommandé la Commission internationale de protection radiologique, si les formes chimiques de chaque radionucléide tant dans les conditions normales que dans les conditions accidentelles de transport sont prises en considération. On peut aussi employer les valeurs figurant au tableau 3 pour les radionucléides qui ne figurent pas dans la liste du tableau 2, une seule forme de désintégration radioactive où les radionucléides se trouvent dans les mêmes proportions qu'à l'état naturel et où aucun descendant n'a une période supérieure à dix jours ou supérieure à celle du précurseur doit être considérée comme un radionucléide pur ; l'activité à prendre en considération et les valeurs de A1 ou de A2 à appliquer sont alors celles qui correspondent au précurseur de cette chaîne. Dans le cas de chaînes de désintégration radioactive où un ou plusieurs descendants ont une période qui est soit supérieure à dix jours, soit supérieure à celle du précurseur, le précurseur et ce ou ces descendants doivent être considérés comme un seul radionucléide. Les valeurs de base pour les radionucléides visées au paragraphe 402 peuvent être déterminées, comme suit : $X(m) = 1 / (\text{somme}(f_i) \cdot X(i))$ f(i) est la fraction d'activité ou la fraction d'activité massique du radionucléide i dans le mélange X(i) est la valeur appropriée de A1 ou de A2, ou l'activité massique pour les matières exemptées ou la limite d'activité pour un envoi exempté, selon qu'il convient, dans le cas du radionucléide i. Xm est la valeur calculée de A1 ou de A2, ou l'activité massique pour les matières exemptées Lorsqu'on connaît l'identité de chaque radionucléide, mais que l'on ignore l'activité de certains des radionucléides, on peut regrouper les radionucléides et utiliser, en appliquant les formules données aux paragraphes 405 et 415, la valeur la plus faible qui convient pour les radionucléides de chaque groupe. Les groupes peuvent être constitués d'après l'activité alpha totale et l'activité bêta/gamma totale lorsqu'elles sont connues, la valeur la plus faible pour les émetteurs alpha ou pour les émetteurs bêta/gamma respectivement étant retenue. Pour les radionucléides ou les mélanges de radionucléides pour lesquels on ne dispose pas de données, les valeurs figurant au tableau 3 doivent être utilisées.	X											S.O.
404		X											S.O.
405		X											S.O.
a													
b													
c													
406		X											S.O.
407		X											S.O.

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise		Doc de référence (où trouver la justification)			
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / contrôle		Autre	O	Partiel
CLASSIFICATION DES MATIÈRES													
Matières de faible activité spécifique (LSA)													
408	Les matières radioactives ne peuvent être classées comme matières LSA qui si les conditions énoncées aux paragraphes 226, 409 à 411 et 516 à 520 sont remplies :	X											
409	Les matières LSA se répartissent en trois groupes :	X											
a	LSA-I i) Minerais d'uranium et de thorium et concentrés de ces minerais, et autres minerais contenant des radionucléides naturels qui sont destinés à être traités en vue de l'utilisation de ces radionucléides ; ii) Uranium naturel, uranium appauvri, thorium naturel ou leurs composés ou mélanges, qui ne sont pas irradiés et qui sont sous forme solide ou liquide ; iii) Matières radioactives pour lesquelles la valeur de A2 n'est pas limitée, à l'exclusion des matières fissiles en quantités qui ne sont pas exceptées en vertu du paragraphe 417 ; ou	X											
	iv) Autres matières radioactives dans lesquelles l'activité est répartie dans l'ensemble de la matière et l'activité spécifique moyenne estimée ne dépasse pas 30 fois les valeurs d'activité massique indiquées aux paragraphes 402 à 407, à l'exclusion des matières fissiles qui ne sont pas exceptées en vertu du paragraphe 417												
b	LSA-II i) Eau d'une teneur maximale en tritium de 0,8 TBq/litre ; ou	X											
	ii) Autres matières dans lesquelles l'activité est répartie dans l'ensemble de la matière et l'activité spécifique moyenne estimée ne dépasse pas 10-4 A2/g pour les solides et les gaz et 10-5 A2/g pour les liquides ;												
c	LSA-III Solides (par exemple déchets conditionnés ou matériaux activés), à l'exclusion des poudres, qui satisfont aux prescriptions du paragraphe 601, dans lesquels :												
	i) Les matières radioactives sont réparties dans tout le solide ou l'ensemble d'objets solides, ou sont pour l'essentiel réparties uniformément dans un agglomérat compact solide (comme le béton, le bitume ou la céramique) ; ii) Les matières radioactives sont relativement insolubles, ou sont incorporées à une matrice relativement insoluble, de sorte que, même en cas de perte de l'emballage, la perte de matières radioactives par colis du fait de la lixiviation ne dépasserait pas 0,1 A2, si le colis se trouvait dans l'eau pendant sept jours ; et iii) L'activité spécifique moyenne estimée du solide, à l'exclusion du matériau de protection, ne dépasse pas 2.	X											
410	Un seul colis de matières LSA-II ou LSA-III solides non combustibles, s'il est transporté par voie aérienne, ne doit pas contenir une quantité d'activité supérieure à 3.000 A2.	X											
411	Le contenu radioactif d'un seul colis de matières LSA doit être limité de telle sorte que l'intensité de rayonnement spécifiée au paragraphe 516 ne soit pas dépassée, et l'activité d'un seul colis doit aussi être limitée de telle sorte que les limites d'activité pour un moyen de transport spécifiées au paragraphe 520 ne soient pas dépassées	X											
Objet contaminé superficiellement (SCO)													
412	Les matières radioactives peuvent être classées comme SCO si les conditions énoncées aux paragraphes 241, 413, 414 et 516 à 520 sont remplies.	X											
413	Les SCO se répartissent en deux groupes :	X											
a	SCO-I : 'Objet solide sur lequel' : i) Pour la surface accessible, la moyenne de la contamination non fixée sur 300 cm2 (ou sur l'aire de la surface si elle est inférieure à 300 cm2) ne dépasse pas 4 Bq/cm2 pour les émetteurs bêta et gamma et les émetteurs alpha ; et ii) Pour la surface accessible, la moyenne de la contamination fixée sur 300 cm2 (ou sur l'aire de la surface si elle est inférieure à 300 cm2) ne dépasse pas 4 x 104 Bq/cm2 pour les émetteurs bêta et gamma et les émetteurs alpha ; et iii) Pour la surface accessible, la moyenne de la contamination non fixée et de la contamination fixée sur 300 cm2 (ou sur l'aire de la surface si elle est inférieure à 300 cm2) ne dépasse pas 4 x 104 Bq/cm2 pour les émetteurs bêta et gamma et les émetteurs alpha de faible toxicité ou 4 x 103 Bq/cm2 pour tous	X											
	TYPE B(U)												

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise		Doc de référence (où trouver la justification)			
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / contrôle		Autre	O	Partiel
414	<p>SCO-II : Objet solide sur lequel la contamination fixée ou la contamination non fixée sur la surface dépasse les limites applicables spécifiées pour un SCO-I sous a) ci-dessus et sur lequel :</p> <p>i) Pour la surface accessible, la moyenne de la contamination non fixée sur 300 cm² (ou sur l'aire de la surface si elle est inférieure à 300 cm²) ne dépasse pas 400 Bq/cm² pour les émetteurs bêta et gamma et les émetteurs alpha de faible toxicité ou 40 Bq/cm² pour tous les autres émetteurs alpha ;</p> <p>ii) Pour la surface accessible, la moyenne de la contamination fixée sur 300 cm² (ou sur l'aire de la surface si elle est inférieure à 300 cm²) ne dépasse pas 8×10^5 Bq/cm² pour les émetteurs bêta et gamma et les émetteurs alpha de faible toxicité ou 8×10^4 Bq/cm² pour tous les autres émetteurs alpha ; et</p> <p>iii) Pour la surface inaccessible, la moyenne de la contamination non fixée et de la contamination fixée sur 300 cm² (ou sur l'aire de la surface si elle est inférieure à 300 cm²) ne dépasse pas 8×10^5 Bq/cm² pour les émetteurs bêta et gamma et les émetteurs alpha de faible toxicité ou 8×10^4 Bq/cm² pour tous les autres émetteurs alpha.</p> <p>Le contenu radioactif d'un seul colis de SCO doit être limité de telle sorte que l'intensité de rayonnement spécifiée au paragraphe 516 ne soit pas dépassée, et l'activité d'un seul colis doit aussi être limitée de telle sorte que les limites d'activité pour un moyen de transport spécifiées au paragraphe 520 ne soient pas dépassées.</p>												
		X											
415	Une matière radioactive ne peut être classée comme matière radioactive sous forme spéciale que si elle satisfait aux prescriptions des paragraphes 602 à 604 et 802.	X											
416	Une matière radioactive ne peut être classée comme matière radioactive faiblement dispersable que si elle satisfait aux prescriptions du paragraphe 605 complé tenu des prescriptions des paragraphes 663 et 802.	X											
Matériau radioactif faiblement dispersable													
LE CONTENU NEST PAS FAIBLEMENT DISPERSABLE													
417	Les colis contenant des matières fissiles sont classés sous l'entrée pertinente du tableau 1 pour les matières fissiles à moins que les conditions énoncées au paragraphe 672 et l'une des conditions ci-après ne soient remplies : i) Soit que chaque colis ne contienne pas plus de 15 g de nucléides fissiles ; ii) Soit que la matière fissile soit une solution ou un mélange homogéné dans lequel le rapport des nucléides fissiles à l'hydrogène est inférieur à 5 % en masse ; iii) Soit qu'il n'y ait pas plus de 5 g de nucléides fissiles dans un volume quelconque de 10 litres.	X											
a	<p>ou X et Y sont les limites de masse définies au tableau 4, à condition :</p> <p>i) Soit que chaque colis ne contienne pas plus de 15 g de nucléides fissiles ; pour les matières non emballées, cette limitation de quantité s'applique à l'envoi transporté dans ou sur le moyen de transport ;</p> <p>ii) Soit que la matière fissile soit une solution ou un mélange homogéné dans lequel le rapport des nucléides fissiles à l'hydrogène est inférieur à 5 % en masse ;</p> <p>iii) Soit qu'il n'y ait pas plus de 5 g de nucléides fissiles dans un volume quelconque de 10 litres.</p> <p>Le béryllium ne doit pas être présent en quantités dépassant 1 % des limites de masse applicables par envoi qui figurent dans le tableau 4, sauf si la concentration du béryllium ne dépasse pas 1 gramme de béryllium pour toute masse de 1 000 grammes de matière. Le deutérium ne doit pas être présent non plus en quantités dépassant 10 grammes de deutérium par kilogramme de matière.</p> <p>Le contenu radioactif d'un seul colis de SCO doit être limité de telle sorte que l'intensité de rayonnement spécifiée au paragraphe 516 ne soit pas dépassée, et l'activité d'un seul colis doit aussi être limitée de telle sorte que les limites d'activité pour un moyen de transport spécifiées au paragraphe 520 ne soient pas dépassées.</p>	X											
b	<p>LE CONTENU NEST PAS FAIBLEMENT DISPERSABLE</p> <p>LE CONTENU NEST PAS FAIBLEMENT DISPERSABLE</p>	X											
c	<p>LE CONTENU NEST PAS FAIBLEMENT DISPERSABLE</p> <p>LE CONTENU NEST PAS FAIBLEMENT DISPERSABLE</p>	X											
d	<p>LE CONTENU NEST PAS FAIBLEMENT DISPERSABLE</p> <p>LE CONTENU NEST PAS FAIBLEMENT DISPERSABLE</p>	X											
418	<p>Sauf exception prévue au paragraphe 417, les colis contenant des matières fissiles ne doivent pas contenir : <i>Comme spécifiée dans les certificats d'expédition</i> Une masse de matières fissiles (ou masse de chaque nucléide fissile pour les mélanges le cas échéant) différente de celle qui est autorisée pour le modèle de colis. Des radionucléides ou des matières fissiles différents de ceux qui sont autorisés pour le modèle de colis, ou</p>	X											
		X											
a		X											
b		X											

Aucune condition remplie :
Matière fissile non exceptée
ONU 3328

Responsabilité de l'expéditeur

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise			Doc de référence (où trouver la justification)											
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / contrôle	Autre		O	Partiel	N								
	Des matières sous une forme géométrique ou dans un état physique ou sous une forme chimique ou dans un agencement différents de ceux qui sont autorisés pour le modèle de colis.																					
419	Pour les matières radioactives autres que les objets fabriqués en uranium naturel, en uranium appauvri ou en thorium naturel, un colis excepté ne doit pas contenir de quantités d'activité supérieures aux limites ci-après. Lorsque les matières radioactives sont enfermées dans un composant ou constituent un composant d'un appareil ou autre objet manufacturé, tel qu'une horloge ou un appareil électronique, les limites spécifiées dans les colonnes 2 et 3 du tableau 3 pour chaque article et chaque colis, respectivement.	X																				
a	Lorsque les matières radioactives ne sont pas ainsi enfermées dans un composant ou ne constituent pas un composant d'un appareil ou autre objet manufacturé, les limites spécifiées dans la colonne 4 du tableau 3.	X																				Responsabilité de l'expéditeur
b																						
420	Les colis contenant de l'hexafluorure d'uranium ne doivent pas contenir :																					
a	Une masse d'hexafluorure d'uranium différente de celle qui est autorisée pour le modèle de colis ;	X																				
b	Une masse d'hexafluorure d'uranium supérieure à une valeur qui se traduirait par un volume libre de moins de 5 % à la température maximale du colis, comme spécifiée pour les systèmes des installations où le colis doit être utilisé ; ou	X																				
a	De l'hexafluorure d'uranium autre que sous forme solide ou à une pression interne supérieure à la p	X																				
421	La quantité de matières radioactives dans un colis ne doit pas dépasser les limites spécifiées ci-dessous pour le type de colis.	X																				
422	Les colis peuvent être classés comme colis exceptés :																					
a	S'il s'agit de colis vides ayant contenu des matières radioactives ;	X																				
b	S'ils contiennent des appareils ou des objets respectant les limites spécifiées au tableau 5 ;	X																				
c	S'ils contiennent des objets manufacturés en uranium naturel, en uranium appauvri ou en thorium naturel ; ou	X																				
d	S'ils contiennent des matières radioactives dans les quantités limitées spécifiées au tableau 5.	X																				
423	Une matière radioactive qui est enfermée dans un composant ou constitue un composant d'un appareil ou d'un autre objet manufacturé peut être classée sous le numéro ONU 2911, MATIÈRES RADIOACTIVES, APPAREILS OU OBJETS EN COLIS EXCEPTÉS, seulement.	X																				
a	Si l'intensité de rayonnement à 10 cm de tout point de la surface externe de tout appareil ou objet non emballé n'est pas supérieure à 0,1 mSv/h	X																				
	Si chaque appareil ou objet porte l'indication « RADIOACTIVE » et l'exception																					
b	i) Des horloges ou des dispositifs radioluminescents ; ou ii) Des produits de consommation qui ont été agréés par les autorités compétentes conformément aux dispositions de l'alinéa 107 d) ou qui ne dépassent pas individuellement la limite d'activité pour un envoi exempté indiquée au tableau 2 (colonne 5), sous réserve que ces produits soient transportés dans un colis portant l'indication « RADIOACTIVE » sur une surface interne de façon que l'on soit averti de la présence de matières radioactives ; ou iii) La matière radioactive est complètement enfermée dans des composants inactifs (un dispositif ayant pour seule fonction de contenir une matière radioactive n'est pas considéré comme un appareil ou un objet manufacturé).	X																				
c	Si la matière radioactive n'est pas considérée comme un appareil ou un objet manufacturé.	X																				
d	Si les limites spécifiées aux colonnes 2 et 3 du tableau 5 sont respectées pour chaque objet individuellement et pour chaque colis, respectivement ; et	X																				
e	Si, pour le transport par la poste, l'activité totale de chaque colis excepté ne dépasse pas un dixième des limites applicables spécifiées dans la colonne 3 du tableau 5.	X																				
424	Les matières radioactives sous des formes autres que celles qui sont spécifiées au paragraphe 423 et dont l'activité ne dépasse pas les limites indiquées dans la colonne 4 du tableau 5 peuvent être classées sous le numéro ONU 2910, MATIÈRES RADIOACTIVES, QUANTITÉS LIMITÉES EN COLIS EXCEPTÉS, à condition :	X																				
a	Que le colis retienne son contenu radioactif dans les conditions de transport de routine ;	X																				
b	Que le colis porte l'indication « RADIOACTIVE » sur une surface interne, de telle sorte que l'on soit averti de la présence de matières radioactives à l'ouverture du colis ; et	X																				
c	Que, pour le transport par la poste, l'activité totale de chaque colis excepté ne dépasse pas un dixième des limites applicables spécifiées dans la colonne 4 du tableau 5.	X																				

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Description	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise			Doc de référence (où trouver la justification)							
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / contrôle	Autre		O	Partiel	N				
c	Des matières sous une forme géométrique ou dans un état physique ou une forme chimique différents de ceux qui sont autorisés pour le modèle de colis	X																
ARRANGEMENT SPECIAL																		
435	Une matière radioactive doit être classée comme étant transportée sous arrangement spécial s'il est prévu de la transporter conformément au paragraphe 310.	X																
LE COLIS WEST																		
		X																
PAS TRANSPORTE SOUS ARRANGEMENT SPECIAL																		
		X																
Chapitre V : Prescriptions et contrôles pour le transport																		
PRESCRIPTIONS APPLICABLES AVANT LA PREMIERE EXPEDITION																		
501	Avant qu'un emballage ne soit utilisé pour la première fois pour transporter une matière radioactive, les prescriptions ci-après doivent être respectées : a) l'enveloppe de confinement de chaque colis satisfait aux prescriptions de conception approuvées relatives à la capacité de l'enveloppe de conserver son intégrité sous pression b) il faut vérifier que l'efficacité de la protection et du confinement et, le cas échéant, les caractéristiques de transfert de chaleur et l'efficacité du système d'isolement se situent dans les limites applicables ou spécifiées pour le modèle agréé c) Pour les colis contenant des matières fissiles, lorsque pour satisfaire aux prescriptions énoncées au paragraphe 671 des poisons neutroniques sont expressément inclus comme composants du colis, il faut procéder à des vérifications qui permettront de confirmer la présence et la répartition de ces poisons neutroniques	X															Responsabilité de l'expéditeur / 1.7 Operation	
PRESCRIPTIONS APPLICABLES AVANT CHAQUE EXPEDITION																		
502	Avant chaque expédition de tout colis, les prescriptions ci-après doivent être respectées a) Pour tout colis, il faut vérifier que toutes les prescriptions énoncées dans les dispositions applicables du présent Règlement sont respectées b) Il faut vérifier que les prises de levage qui ne satisfont pas aux prescriptions énoncées au paragraphe 607 ont été enlevées ou autrement rendues inutilisables pour le lavage du colis, conformément au paragraphe 608 c) Pour chaque colis nécessitant l'agrément de l'autorité compétente, il faut vérifier que toutes les prescriptions spécifiées dans les certificats d'agrément sont respectées d) Les colis du type B(U), du type B(M) et du type C doivent être conservés jusqu'à ce qu'ils soient suffisamment proches de l'état d'équilibre pour que soit prouvée la conformité aux conditions de température et de pression prescrites, à moins qu'une dérogation à ces prescriptions n'ait fait l'objet d'un agrément unilatéral e) Pour les colis du type B(U), du type B(M) et du type C, il faut vérifier par une inspection et/ou des épreuves appropriées que toutes les fermetures, vannes et autres orifices de l'enveloppe de confinement par lesquels le contenu radioactif pourrait s'échapper sont fermés convenablement et, le cas échéant, scellés de la façon dont ils l'étaient au moment des épreuves de conformité aux prescriptions des paragraphes 657 et 666 f) Pour chaque matière radioactive sous forme spéciale, il faut vérifier que toutes les prescriptions énoncées dans le certificat d'agrément et les dispositions pertinentes du Règlement sont respectées g) Pour les colis contenant des matières fissiles, la mesure indiquée à l'alinéa 674 b) et les épreuves de contrôle de la fermeture de chaque colis indiquées au paragraphe 677 doivent être faites s'il y a lieu h) Pour chaque matière radioactive faiblement dispersible, il faut vérifier que toutes les prescriptions énoncées dans le certificat d'agrément et les dispositions pertinentes du Règlement sont respectées	X																1.7 Operation / Certificat d'agrément / Responsabilité de l'opérateur
TRANSPORT D'AUTRES MARCHANDISES																		
503	Un colis ne doit contenir aucun autre article que ceux qui sont nécessaires pour l'utilisation des matières radioactives. L'interaction entre ces articles et le colis, dans les conditions de transport applicables au modèle, ne doit pas réduire la sûreté du colis.	X															Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur	
504	Les emballages, y compris les GRV, et les citernes utilisés pour le transport de matières radioactives ne doivent pas être utilisés pour l'entreposage ou le transport d'autres marchandises à moins d'avoir été décontaminés de telle façon que le niveau d'activité soit inférieur à 0,4 Bq/cm2 pour les émetteurs bêta et gamma et les émetteurs alpha de faible toxicité et à 0,04 Bq/cm2 pour tous les autres émetteurs alpha.	X															Responsabilité de l'expéditeur	

Matrice de conformité (AIEA 2009)

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Description	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise		Doc de référence (où trouver la justification)				
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / Contrôle		Autre	O	Partiel	N
505	Les envois doivent être séparés d'autres marchandises dangereuses pendant le transport conformément au règlement de transport des marchandises dangereuses de chacun des pays sur le territoire desquels les matières sont transportées et, le cas échéant, aux règlements des organismes de transport compétents, ainsi qu'au présent Règlement.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
506	Où que la radioactivité et la fissibilité, toute autre propriété dangereuse ou contenu d'un colis, telle que l'explosibilité, l'inflammabilité, la pyrophoricité, la toxicité chimique et la corrosivité, doit être prise en compte pour l'emballage, l'étiquetage, le marquage, le placardage, l'entreposage et le transport, afin que soient respectés le règlement de transport des marchandises dangereuses de chacun des pays sur le territoire desquels les matières sont transportées et, le cas échéant, les règlements des organismes de transport compétents, ainsi que le présent Règlement.	X									X			S.O.
AUTRES PROPRIÉTÉS DANGEREUSES DU CONTENU														
PRESCRIPTIONS ET CONTRÔLES CONCERNANT														
507	La contamination non fixée sur les surfaces externes de tout colis doit être maintenue aussi bas que possible et, dans les conditions de transport de routine, ne doit pas dépasser les limites suivantes (Ces limites sont les limites moyennes applicables pour toute aire de 300 cm ² de toute partie de la surface).	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur / 1.7
	a	4 Bq/cm ² pour les émetteurs bêta et gamma et les émetteurs alpha de faible toxicité												
	b	0,4 Bq/cm ² pour tous les autres émetteurs alpha.												
508	Sous réserve des dispositions du paragraphe 513, le niveau de contamination non fixée sur les surfaces externes et internes des suremballages, des conteneurs, des citernes, des GRV et des moyens de transport ne doit pas dépasser les limites spécifiées au paragraphe 507. Si on constate qu'un colis est endommagé ou fuit, ou si on soupçonne que le colis peut être endommagé ou fuir, l'accès au colis doit être limité et une personne qualifiée doit, dès que possible, évaluer l'ampleur de la contamination et l'intensité de rayonnement du colis qui en résulte. L'évaluation doit porter sur le colis, le moyen de transport, les lieux de chargement et de déchargement avoisinants et, le cas échéant, toutes les autres matières chargées dans le moyen de transport. En cas de besoin, des mesures additionnelles visant à protéger les personnes, les biens et l'environnement, conformément aux dispositions établies par l'autorité compétente, doivent être prises pour réduire le plus possible les conséquences de la fuite ou du dommage et y remédier.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
509	Les colis endommagés ou dont les fuites du contenu radioactif dépassent les limites permises pour les conditions normales de transport peuvent être transférés provisoirement dans un lieu acceptable sous contrôle, mais ne doivent pas être acheminés tant qu'ils ne sont pas réparés ou remis en état et décontaminés. Les moyens de transport et le matériel utilisés habituellement pour le transport de matières radioactives doivent être vérifiés périodiquement pour déterminer le niveau de contamination. La fréquence de ces vérifications est fonction de la probabilité d'une contamination et du volume de matières radioactives transportées.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
510	Sous réserve des dispositions du paragraphe 515, tout moyen de transport, équipement ou partie d'un, qui a été contaminé au-delà des limites spécifiées au paragraphe 507 pendant le transport de matières radioactives, ou dont l'intensité de rayonnement dépasse 5 µSv/h à la surface, doit être décontaminé dès que possible par une personne qualifiée, et ne doit être réutilisé que si la contamination non fixée ne dépasse pas les limites spécifiées au paragraphe 508 et si l'intensité de rayonnement résultant de la contamination fixée sur les surfaces après décontamination est inférieure à 5 µSv/h à la surface.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
511	Les conteneurs, citernes, GRV ou moyens de transport utilisés uniquement pour le transport de matières radioactives non emballées sous utilisation exclusive ne sont exceptés des prescriptions énoncées aux paragraphes 508 et 512 qu'en ce qui concerne leurs surfaces internes et qu'aussi longtemps qu'ils sont affectés à cette utilisation exclusive particulière.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
512	Les colis exceptés ne sont soumis qu'aux dispositions ci-après des chapitres V et VI	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
	a	Prescriptions énoncées aux paragraphes 506, 507, 510, 515, 528 à 531 et 544 a) ;	X											
	b	Prescriptions pour les colis exceptés énoncées au paragraphe 620	X											
	c	Si le colis excepté contient des matières fissiles, il doit satisfaire aux conditions requises pour bénéficiaire d'une des exceptions prévues au paragraphe 417 ainsi qu'à la prescription énoncée au paragraphe 634 ; et	X											
	d	Prescriptions énoncées aux paragraphes 576 et 577 dans le cas d'un transport par la poste.	X											
PRESCRIPTIONS ET CONTRÔLES POUR LE TRANSPORT														
514	Les colis exceptés ne sont soumis qu'aux dispositions ci-après des chapitres V et VI	X												
	a	Prescriptions énoncées aux paragraphes 506, 507, 510, 515, 528 à 531 et 544 a) ;	X											
	b	Prescriptions pour les colis exceptés énoncées au paragraphe 620	X											
	c	Si le colis excepté contient des matières fissiles, il doit satisfaire aux conditions requises pour bénéficiaire d'une des exceptions prévues au paragraphe 417 ainsi qu'à la prescription énoncée au paragraphe 634 ; et	X											
	d	Prescriptions énoncées aux paragraphes 576 et 577 dans le cas d'un transport par la poste.	X											

MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise		Doc de référence (où trouver la justification)											
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / contrôle		Autre	O	Partiel	N							
515	L'intensité de rayonnement en tout point de la surface externe d'un colis excepté ne doit pas dépasser 5 µSv/h.		X	LE COLIS N'EST PAS CLASSE COMME EXCPETE																	
PRESCRIPTIONS ET CONTRÔLES POUR LE TRANSPORT DES MATIÈRES LSA ET DES SCO DANS DES COLIS INDUSTRIELS OU NON EMBALLÉS																					
516	La quantité de matières LSA ou de SCO dans un seul colis du type IP-1, IP-2 ou IP-3 ou objet ou ensemble d'objets, selon le cas, doit être limitée de telle sorte que l'intensité de rayonnement externe à 3 m de la matière de l'objet ou de l'ensemble d'objets non protégé ne dépasse pas 10 mSv/h.		X	TYPE B(U)																	
517	Pour les matières LSA et les SCO qui sont ou contiennent des matières fissiles, il doit être satisfait aux prescriptions applicables énoncées aux paragraphes 565, 566 et 671.		X																		
518	Les matières LSA et les SCO des groupes LSA-I et SCO-I peuvent être transportés non emballés dans les conditions ci-après		X																		
a	Toutes les matières non emballées, autres que les minerais, qui ne contiennent que des radionucléides naturels doivent être transportés de telle sorte qu'il n'y ait pas, dans les conditions de transport de routine, de fuite du contenu radioactif hors du moyen de transport ni de perte de la protection.		X	TYPE B(U)																	
b	Chaque moyen de transport doit être sous utilisation exclusive, sauf si ne sont transportés que des SCO-I dont la contamination sur les surfaces accessibles et inaccessibles n'est pas supérieure à dix fois le niveau applicable spécifié au paragraphe 2.14 ; et		X																		
c	Pour les SCO-I, lorsque l'on pense que la contamination non fixée sur les surfaces inaccessibles dépasse les valeurs spécifiées au sous-alinéa 2.41 a) i), des mesures doivent être prises pour empêcher que les matières radioactives ne soient libérées dans le moyen de transport.		X																		
519	Sous réserve de ce qui est dit au paragraphe 518, les matières LSA et les SCO doivent être emballés conformément au tableau 6.		X	TYPE B(U)																	
520	L'activité totale dans une seule cale ou un seul compartiment d'un bateau de navigation intérieure, ou dans un autre moyen de transport, pour l'acheminement de matières LSA et de SCO dans des colis du type IP-1, IP-2 ou IP-3, ou non emballés, ne doit pas dépasser les limites indiquées au tableau 7.		X	TRANSPORT ROUTIER UNIFORMEMENT																	
DÉTERMINATION DE L'INDICE DE TRANSPORT																					
521	L'indice de transport (TI) d'un colis, d'un suremballage ou d'un conteneur, ou d'une matière LSA-I ou d'un SCO non emballé, est le nombre obtenu de la façon suivante : i) l'activité interne, déterminée conformément aux paragraphes 518 et 519, multipliée par un facteur de 1 m pour les surfaces externes du colis, du suremballage ou du conteneur, ou des matières LSA-I et des SCO-I non emballés. Le nombre obtenu doit être multiplié par 100 et le nombre qui en résulte constitue l'indice de transport. Pour les minerais et les concentrés d'uranium et de thorium, l'intensité de rayonnement maximale en tout point situé à 1 m de la surface externe du chargement peut être considérée comme égale à : i) 0,4 mSv/h pour les minerais et les concentrés physiques d'uranium et de thorium ; ii) 0,3 mSv/h pour les concentrés chimiques de thorium ;		X		X																2.2.4 External dose analysis
a	Pour les citernes, les conteneurs et les matières LSA-I et les SCO-I non emballés, le nombre obtenu la suite de l'opération a) doit être multiplié par le facteur approprié du tableau 8.		X																		2.2.4 External dose analysis
b	Le nombre obtenu à la suite des opérations a) et b) ci-dessus doit être arrondi à la première décimale supérieure. Par exemple, 1,13 devient 1,2, sauf qu'un nombre égal ou inférieur à 0,05 peut être ramené à zéro.		X																		2.2.4 External dose analysis
c	L'indice de transport pour chaque suremballage, conteneur ou moyen de transport est déterminé soit en additionnant les TI pour l'ensemble des colis contenus, soit en mesurant directement l'intensité de rayonnement, sauf dans le cas des suremballages non rigides pour lesquels l'indice de transport doit être déterminé seulement en additionnant les TI de tous les colis.		X		X																Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur / 2.2.4 External dose analysis
522			X																		
DÉTERMINATION DE L'INDICE DE SÛRETÉ-CRITICITÉ																					
523	Le CSI de chaque suremballage ou conteneur est déterminé en additionnant les CSI de tous les colis contenus. La même procédure est appliquée pour déterminer la somme totale des CSI dans un envoi ou à bord d'un moyen de transport.		X		X																2.2.5 Criticality safety analysis
LIMITES DE L'INDICE DE TRANSPORT, DE L'INDICE DESÛRETÉ-CRITICITÉ ET DE L'INTENSITÉ DE RAYONNEMENT POUR LES COLIS ET LES SUREMBALLAGES																					
524	Sauf pour les envois sous utilisation exclusive, l'indice de transport de tout colis ou suremballage ne doit pas dépasser 10, et l'indice de sûreté-criticité de tout colis ou suremballage ne doit pas dépasser 50. Sauf pour les colis ou les suremballages transportés sous utilisation exclusive par voie terrestre ou par route dans les conditions spécifiées à l'alinéa 569 a), ou transportés par bateau sous utilisation exclusive et par arrangement spécial, ou par voie aérienne dans les conditions spécifiées aux paragraphes 571 ou 575 respectivement, l'intensité de rayonnement maximale à la surface externe d'un colis ou d'un suremballage ne doit pas dépasser 2 mSv/h.		X		X																2.2.5 Criticality safety analysis
525			X		X																2.2.4 External dose analysis

Matrice de conformité (AIEA 2009)

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise			Doc de référence (où trouver la justification)			
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / contrôle	Autre		O	Partiel	N
526	L'intensité de rayonnement maximale à la surface externe d'un colis ou d'un suremballage sous utilisation exclusive ne doit pas dépasser 10 mSv/h.	X			X						X			2.2.4 External dose analysis
CATÉGORIES														
527	Les colis et les suremballages doivent être classés dans l'une des catégories I-BLANCHE, II-JAUNE ou III-JAUNE, conformément aux conditions spécifiées au tableau 7 et aux prescriptions ci-après pour déterminer la catégorie dans le cas d'un colis ou d'un suremballage, il faut tenir compte à la fois de l'indice de transport et de l'intensité de rayonnement en surface. Lorsque l'indice de transport le classement devrait être fait dans une catégorie, mais que d'après l'intensité de rayonnement en surface le classement devrait être fait dans une catégorie différente, le colis ou le suremballage est classé dans la plus élevée des deux catégories. A cette fin, la catégorie I-BLANCHE est considérée comme la catégorie la plus basse. L'indice de transport doit être déterminé d'après les procédures spécifiées aux paragraphes 521 et 522. Si l'intensité de rayonnement en surface est supérieure à 2 mSv/h, le colis ou le suremballage doit être transporté sous utilisation exclusive et compte tenu des dispositions des paragraphes 569 a), 571 ou 575, suivant le cas. Un colis dont le transport est autorisé par arrangement spécial doit être classé dans la catégorie III-JAUNE, sous réserve des dispositions du paragraphe 528. Un suremballage dans lequel sont rassemblés des colis transportés sous arrangement spécial doit être classé dans la catégorie III-JAUNE, sous réserve des dispositions du paragraphe 528.	X			X						X			2.2.4 External dose analysis / Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
528	Un modèle de colis ou suremballage, il faut déterminer le numéro ONU et la désignation officielle de transport (voir le tableau 1). Dans tous les cas de transport international de colis dont le modèle doit être agréé ou l'expédition approuvée par l'autorité compétente et pour lesquels différentes modalités d'agrément ou d'approbation s'appliquent dans les divers pays concernés par l'expédition, le numéro ONU, la désignation officielle de transport, la catégorisation, l'étiquetage et le marquage doivent être conformes au certificat du pays d'origine du modèle. MARQUAGE, ÉTIQUETAGE ET PLACARDAGE	X								X				1.4 Specification of packaging
Marquage														
529	Chaque colis doit porter sur la surface externe de l'emballage l'identification de l'expéditeur ou du destinataire ou des deux à la fois, inscrite de manière lisible et durable.	X												Responsabilité de l'expéditeur
530	Chaque colis et chaque suremballage doit porter de manière lisible et durable sur la surface externe la marque ONU spécifiée au tableau 10. En outre, chaque suremballage doit porter de manière lisible et durable le mot « SUREMBALLAGE ».	X												1.4 Specification of packaging / Responsabilité de l'expéditeur
531	Chaque colis d'une masse brute admissible inscrite de manière lisible et durable.	X												1.10 Illustration / Responsabilité de l'expéditeur
532	Chaque colis conforme à a Un modèle de colis du type IP-1, IP-2 ou IP-3 doit porter sur la surface externe de l'emballage la mention «TYPE IP-1», «TYPE IP-2» ou «TYPE IP-3», selon le cas, inscrite de manière lisible et durable. b Un modèle de colis du type A doit porter sur la surface externe de l'emballage la mention «TYPE A» inscrite de manière lisible et durable. c Un modèle de colis du type IP-2, du type IP-3 ou du type A doit porter sur la surface externe de l'emballage, inscrits de manière lisible et durable, l'indicatif de pays attribué pour la circulation internationale des véhicules au pays d'origine du modèle et soit le nom du fabricant, soit tout autre moyen d'identification de l'emballage spécifié par l'autorité compétente du pays d'origine du modèle.	X								X				1.4 Specification of packaging / Responsabilité de l'expéditeur
533	Chaque colis conforme à un modèle agréé en vertu des paragraphes 805 à 814, ou 816 et 817, doit porter sur la surface externe de l'emballage, inscrits de manière lisible et durable a La cote attribuée à ce modèle par l'autorité compétente b Un numéro de série propre à chaque emballage conforme à ce modèle c Dans le cas des modèles de colis du type B(U) ou du type B(M), la mention «TYPE B(U)» ou «TYPE B(M)»	X												1.4 Specification of packaging / Responsabilité de l'expéditeur 1.4 Specification of packaging / Responsabilité de l'expéditeur 1.4 Specification of packaging / Responsabilité de l'expéditeur 1.4 Specification of packaging / Responsabilité de l'expéditeur

Matrice de conformité (AIEA 2009)

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise		Doc de référence (où trouver la justification)													
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / contrôle		Autre	O	Partiel	N									
d	Dans le cas des modèles de colis du type C, la mention 'TYPE C'. Chaque colis conforme à un modèle de colis du type B(U), du type B(M) ou du type C doit porter sur la surface externe du récipient extérieur résistant au feu et à l'eau, d'une manière apparente, le symbole du trièfle illustré par la figure 1 gravé, estampé ou reproduit par tout autre moyen de manière à résister au feu et à l'eau.		X	TYPE B(U)																			
534	Lorsque des matières LSA-I ou des SCO-I sont contenus dans des récipients ou des matériaux d'emballage et sont transportés sous utilisation exclusive conformément au paragraphe 528, la surface externe de ces récipients ou matériaux d'emballage peut porter la mention 'RADIOACTIVE LSA-I' ou 'RADIOACTIVE SCO-I', selon le cas.		X	TYPE B(U)																	Responsabilité de l'expéditeur		
535			X	TYPE B(U)																	Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur		
Étiquetage																							
536	Chaque colis, suremballage et conteneur doit, excepté le cas prévu au paragraphe 541 pour les grands conteneurs de fret et citernes, porter des étiquettes conformes aux modèles illustrés par les figures 2, 3 et 4, suivant la catégorie à laquelle il appartient. En outre, chaque colis, suremballage et conteneur de fret contenant des matières fissiles autres que des matières fissiles exceptées en vertu du paragraphe 417 doit porter des étiquettes conformes au modèle illustré par la figure 5. Les étiquettes n'ayant pas de rapport avec le contenu doivent être enlevées ou recouvertes. Pour les matières adactives ayant d'autres propriétés dangereuses, voir le paragraphe 506.		X																			Responsabilité de l'expéditeur	
537	Les étiquettes conformes aux modèles illustrés par les figures 2, 3 et 4 doivent être apposées à l'extérieur sur deux côtés opposés pour un colis ou un suremballage et sur les quatre côtés pour un conteneur de fret ou une citerne. Les étiquettes conformes au modèle illustré par la figure 5 doivent, le cas échéant, être apposées à côté des étiquettes conformes aux modèles illustrés par les figures 2, 3 et 4. Les étiquettes ne doivent pas être enlevées sans autorisation écrite aux paragraphes 529 à 534.		X																			Responsabilité de l'expéditeur	
Étiquetage concernant le contenu radioactif																							
538	Chaque étiquette conforme à un modèle illustré par les figures 2 à 4 doit porter les renseignements ci-après : Contenu : i) Sauf pour les matières LSA-I, le(s) nom(s) du (des) radionucléide(s) indiqué(s) au tableau 2, en utilisant les symboles qui y figurent. Dans le cas de mélanges de radionucléides, on doit énumérer les nucléides les plus restrictifs, dans la mesure où l'espace disponible sur la ligne le permet. La catégorie de LSA ou de SCO doit être indiquée à la suite du (des) nom(s) du (des) radionucléide(s). Les mentions 'LSA-II', 'LSA-III', 'SCO-I' et 'SCO-II' doivent être utilisées à cette fin ; ii) Pour les matières LSA-I, la mention 'LSA-I' est la seule qui soit nécessaire ; il n'est pas obligatoire de mentionner l'activité maximale du contenu radioactif pendant le transport exprimée en becquerels (Bq) avec le symbole du préfixe SI approprié (voir l'annexe II). Pour les matières fissiles, la masse totale en grammes (g), ou en multiples du gramme, peut être indiquée au lieu de l'activité. Pour les suremballages et les conteneurs, les rubriques 'contenu' et 'activité' figurant sur l'étiquette doivent donner les renseignements requis aux alinéas a) et b) du paragraphe 538, additionnés pour la totalité du contenu du suremballage ou du conteneur de fret, si ce n'est que, sur les étiquettes des suremballages et conteneurs de fret où sont rassemblés des chargements mixtes de colis de radionucléides différents, ces renseignements peuvent porter la mention 'voir les documents de transport'. Indice de transport : voir les paragraphes 521 et 522 (la rubrique indice de transport n'est pas requise pour la catégorie I-BLANCHE).		X																				1.4 Specification of packaging / Responsabilité de l'utilisateur
539	Chaque étiquette conforme au modèle illustré par la figure 5 doit porter l'indice de sûreté-criticité indiqué dans le certificat d'approbation de l'arrangement spécial ou le certificat d'agrément du modèle de colis délivré par l'autorité compétente.		X																			1.4 Specification of packaging / Responsabilité de l'utilisateur	
540	Pour les suremballages et les conteneurs, l'indice de sûreté-criticité figurant sur l'étiquette doit donner les renseignements requis au paragraphe 539 additionnés pour la totalité du contenu fissile du suremballage ou du conteneur.		X																			1.4 Specification of packaging / Responsabilité de l'utilisateur	
Étiquetage concernant la sûreté-criticité																							
541	Les grands conteneurs de fret ou sont rassemblés des colis autres que des colis exceptés, et les citernes doivent porter quatre placards conformes au modèle illustré par la figure 6. Les placards doivent être apposés verticalement sur chacune des parois latérales, sur la paroi avant et sur la paroi arrière. Les placards qui n'ont pas de rapport avec le contenu doivent être enlevés. Au lieu d'utiliser une étiquette et un placard, on a la possibilité d'utiliser seulement des modèles agrandis des étiquettes illustrées par les figures 2, 3, 4 et 5, avec les dimensions minimales indiquées à la figure 6.		X																			Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur	

Matrice de conformité (AIEA 2009)

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité				Justification de la conformité				Conformité acquise		Doc de référence (où trouver la justification)		
		O	N	NA	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / Contrôle	Autre		O	Partiel
542	Lorsque l'envoi se trouvant dans le conteneur ou dans la citerne est constitué de matières LSA-1 ou de SCO-I non emballés ou lorsqu'un envoi dans un conteneur doit être expédié sous utilisation exclusive et est constitué de matières radioactives emballées correspondant à un seul numéro ONU, le numéro ONU relatif à l'envoi (voir le tableau 1) doit aussi être indiqué en chiffres noirs d'une hauteur minimale de 65 mm.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
a	Soit dans la moitié inférieure du placard illustré par la figure 6, sur le fond blanc	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
b	Soit sur le placard illustré par la figure 7, Lorsque c'est la solution indiquée sous b) ci-dessus qui est retenue, le placard complémentaire doit être apposé immédiatement à côté du placard principal, sur les quatre côtés du conteneur ou de la citerne.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
RESPONSABILITÉS DE L'EXPÉDITEUR														
543	Sauf disposition contraire du présent règlement, nul ne peut présenter une matière radioactive au transport à moins qu'elle ne soit correctement marquée, étiquetée, placardée, décrite et certifiée dans un document de transport, et par ailleurs en condition de transport comme prescrit par le présent Règlement.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
Renseignements sur l'envoi														
544	L'expéditeur doit faire figurer dans les documents de transport de chaque envoi l'identification de l'expéditeur et du destinataire, y compris leurs noms et adresses et les renseignements ci-après, selon qu'il convient, dans l'ordre indiqué.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
a	Le numéro ONU attribué à la matière, déterminé conformément aux dispositions des paragraphes 401 et 528, précédé par les lettres « UN ».	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
b	La désignation officielle de transport, déterminée conformément aux dispositions des paragraphes 401 et 528.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
c	La classe ONU, qui est 7.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
d	Le nom ou le symbole de chaque radionucléide ou, pour les mélanges de radionucléides, une description générale appropriée ou une liste des nucléides auxquels correspondent les valeurs les plus restrictives.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
e	La description de l'état physique et de la forme chimique de la matière ou l'indication qu'il s'agit d'une matière radioactive sous forme spéciale ou d'une matière radioactive faiblement dispersable. En ce qui concerne la forme chimique, une désignation chimique adéquate est acceptable.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
f	L'activité maximale du contenu radioactif pendant le transport exprimée en becquerels (Bq) avec le symbole du préfixe SI approprié (voir l'annexe II). Pour les matières fissiles, la masse totale en grammes (g), ou en multiples du gramme, peut être indiquée au lieu de l'activité.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
g	La catégorie du colis, c'est-à-dire I-BLANCHE, II-JAUNE ou III-JAUNE.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
h	L'indice de transport (pour les catégories II-JAUNE et III-JAUNE seulement).	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
i	Pour les envois de matières fissiles autres que les envois exceptés en vertu du paragraphe 417, l'indice de sûreté-criticité.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
j	La cote pour chaque certificat d'approbation ou d'agrément d'une autorité compétente (matières radioactives sous forme spéciale, matières radioactives faiblement dispersables, arrangement spécial, modèle de colis ou expédition) applicable à l'envoi.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
k	Pour les envois de plusieurs colis, les informations visées aux alinéas a)-j) du paragraphe 544 a) à j) doivent être fournies pour chaque colis. Pour les colis dans un suremballage, un conteneur de fret ou un moyen de transport, une déclaration détaillée du contenu de chaque colis se trouvant dans le suremballage, le conteneur ou le moyen de transport et, le cas échéant, de chaque suremballage, conteneur de fret ou moyen de transport de l'envoi. Si des colis doivent être retirés du suremballage, du conteneur de fret ou du moyen de transport à un point de déchargement intermédiaire, des documents de transport appropriés doivent être fournis.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
l	Lorsqu'un envoi doit être expédié sous utilisation exclusive, la mention 'ENVOI SOUS UTILISATION EXCLUSIVE'.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
m	Pour les matières LSA-II et LSA-III, les SCO-I et les SCO-II, l'activité totale de l'envoi exprimée sous la forme d'un multiple de A2. Pour une matière radioactive pour laquelle la valeur de A2 est illimitée, le multiple de A2 est zéro.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
Déclaration de l'expéditeur														

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité				Justification de la conformité				Conformité acquise			Doc de référence (où trouver la justification)
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / Contrôle	Autre	O	Ppartiel	
545	L'expéditeur doit joindre aux documents de transport un certificat ou une déclaration rédigée dans les termes ci-après « Je déclare que le contenu de cet envoi est ci-dessus décrit de façon complète et exacte par la désignation officielle de transport et qu'il est classé, emballé, marqué et étiqueté/placardé et est à tous égards dans l'état requis pour le transport conformément aux règlements nationaux et internationaux en vigueur. » Si la substance de la déclaration est déjà une condition de transport en vertu d'une convention internationale donnée, l'expéditeur n'a pas besoin de faire une telle déclaration pour la partie du transport qui est couverte par ladite convention	X											Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
546	La déclaration doit être signée et datée par l'expéditeur. Les signatures en fac-similé sont autorisées lorsque les lois et réglementations applicables leur reconnaissent une validité juridique.	X											Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
547	Lorsque la documentation relative aux marchandises dangereuses est présentée au transporteur à l'aide de techniques de transmission fondées sur le traitement électronique de l'information (TEI) ou l'échange de données informatisé (EDI), la (les) signature(s) peut(vent) être remplacée(s) par le(s) nom(s) (en majuscules) de la (des) personne(s) qui la (ont) le droit de signer.	X											Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
548	Si la matière radioactive, lorsqu'elle n'est pas transportée dans une citerne, est emballée ou chargée dans un conteneur ou sur un véhicule pour le transport par voie maritime, les responsables de l'emportage du conteneur ou du véhicule doivent fournir un « certificat d'emportage du conteneur/véhicule » indiquant le ou les numéro(s) d'identification du conteneur/véhicule et attestant que l'opération a été menée conformément aux dispositions relatives au régime de transport des matières dangereuses.	X											Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
549	Pour les matières radioactives, les renseignements devant figurer dans le document de transport et dans le certificat d'emportage du conteneur/véhicule ; sinon, les documents doivent être attachés ensemble.	X											Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
550	Lorsque les renseignements sont contenus dans un document unique, celui-ci doit comporter une déclaration signée, telle que : « Il est déclaré que l'emballage des marchandises dans le conteneur/véhicule a été effectué conformément aux dispositions applicables »	X											Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
551	La déclaration doit être faite sur le document de transport qui contient les renseignements concernant l'envoi énumérés au paragraphe 544.	X											Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
Informations à l'intention des transporteurs													
552	L'expéditeur doit joindre aux documents de transport une déclaration concernant les mesures devant être prises, le cas échéant, par le transporteur. La déclaration doit être rédigée dans les langues jugées nécessaires par les autorités concernées. Les renseignements ci-après doivent donner au moins les renseignements ci-après : a déchargement du colis, du suremballage ou du conteneur, y compris, le cas échéant, les dispositions spéciales à prendre en matière d'arrimage pour assurer une bonne dissipation de la chaleur (voir le paragraphe 562); au cas où de telles prescriptions ne seraient pas nécessaires, une déclaration doit indiquer b Restrictions concernant le mode de transport ou le moyen de transport et éventuellement instructions sur l'itinéraire à suivre c Dispositions à prendre en cas d'urgence compte tenu de la nature de l'envoi.	X											Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
553	Les certificats de l'autorité compétente ne doivent pas nécessairement accompagner l'envoi. L'expéditeur doit, toutefois, être prêt à les communiquer au(x) transporteur(s) avant le chargement et le déchargement.	X											Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
Notification aux autorités compétentes													
554	Avant la première expédition d'un colis nécessitant l'approbation de l'autorité compétente, l'expéditeur doit veiller à ce que des exemplaires de chaque certificat d'autorité compétente s'appliquant à ce modèle de colis aient été soumis à l'autorité compétente de chacun des pays sur le territoire desquels l'envoi doit être transporté. L'expéditeur n'a pas à attendre d'accusé de réception de la part de l'autorité compétente et l'autorité compétente n'a pas à accusé réception du certificat.	X											Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
555	notification à l'autorité compétente du pays d'origine de l'expédition et à l'autorité compétente de chacun des pays sur le territoire desquels l'envoi doit être transporté. Cette notification doit parvenir à chaque autorité compétente avant le début de l'expédition et de préférence au moins sept jours à l'avance	X											Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
a	Colis du type C contenant des matières radioactives avant une activité supérieure à 3000 A1 ou à 3000 A2, suivant le cas, ou à 1.000 TBq, la plus faible des deux valeurs étant retenue	X											Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
b	Colis du type B(U) contenant des matières radioactives avant une activité supérieure à 3000 A1 ou à 3000 A2, suivant le cas, ou à 1.000 TBq, la plus faible des deux valeurs étant retenue	X											Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
c	Colis du type B(M)	X											Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur

Matrice de conformité (AIEA 2009)

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité				Justification de la conformité				Conformité acquise			Doc de référence (où trouver la justification)	
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / contrôle	Autre	O	Partiel		N
d	Expéditions sous arrangement spécial		X	LE COLIS N'EST PAS TRANSPORTÉ SOUS ARRANGEMENT SPECIAL										
556	La notification d'envoi doit comprendre	X												
a	Suffisamment de renseignements pour permettre l'identification du ou des colis, et notamment tous les numéros et cotes de certificats applicables	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
b	Des renseignements sur la date de l'expédition, la date prévue d'arrivée et l'itinéraire prévu	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
c	Les noms des matières radioactives ou des nucléides	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
d	La description de l'état physique et de la forme chimique des matières radioactives ou l'indication qu'il s'agit de matières radioactives sous forme spéciale ou de matières radioactives faiblement dispersibles	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
e	L'activité maximale du contenu radioactif pendant le transport exprimée en becquerels (Bq) avec le symbole du préfixe SI approprié (voir l'annexe II). Pour les matières fissiles, la masse totale en grammes (g), ou en multiples du gramme, peut être indiquée au lieu de l'activité	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
557	L'expéditeur n'est pas tenu d'envoyer une notification séparée si les renseignements requis ont été inclus dans la demande d'approbation de l'expédition (voir le paragraphe 822).	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
Possession des certificats et des instructions d'utilisation														
558	L'expéditeur doit avoir en sa possession un exemplaire de chacun des certificats requis en vertu du chapitre VIII du présent règlement et un exemplaire des instructions concernant la fermeture du colis et les autres préparatifs de l'expédition avant de procéder à une expédition dans les conditions prévues par les certificats.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
TRANSPORT ET ENTREPOSAGE EN TRANSIT														
Séparation pendant le transport et l'entreposage en transit														
559	Les colis, suremballages et conteneurs contenant des matières radioactives et des matières radioactives non emballées doivent être séparés pendant le transport et l'entreposage en transit :	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
a	Des travailleurs dans des zones de travail régulièrement occupées, par des distances calculées en appliquant un critère de dose de 5 mSv en un an et des paramètres de modèle prudents	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
b	Des membres du groupe critique du public, dans les zones auxquelles le public a régulièrement accès, par des distances calculées en appliquant un critère de dose de 1 mSv en un an et des paramètres de modèle prudents	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
c	Des pellicules photographiques non développées, par des distances calculées en appliquant un critère de radioexposition due au transport de matières radioactives de 0,1 mSv par envoi de telles pellicules ; et	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
d	De toute autre marchandise dangereuse, conformément au paragraphe 505.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
560	Les colis et suremballages des catégories II-JAUNE ou III-JAUNE ne doivent pas être transportés dans des compartiments occupés par des voyageurs, sauf s'il s'agit de compartiments exclusivement réservés aux voyageurs spécialement chargés de veiller sur ces colis ou suremballages.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
Arrimage pendant le transport et l'entreposage en transit														
561	Les envois doivent être arrimés de façon sûre	X											X	Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur / 2.2.1 Structural analysis
562	A condition que le flux thermique surfacique moyen ne dépasse pas 15 W/m ² et que les marchandises se trouvant à proximité immédiate ne soient pas emballées dans des sacs, un colis ou un suremballage peut être transporté ou entreposé en même temps que des marchandises communes emballées, sans précautions particulières d'arrimage, à moins que l'autorité compétente n'en exige expressément dans le certificat d'arrimage ou d'approbation.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
563	Au chargement des conteneurs, et au groupage de colis, suremballages et conteneurs doivent s'appliquer les prescriptions suivantes :	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
a	Sauf en cas d'utilisation exclusive, et pour les envois de matières LSA-I, le nombre total de colis, suremballages et conteneurs fret à l'intérieur d'un même moyen de transport doit être limité de telle sorte que la somme totale des indices de transport ne dépasse pas les valeurs indiquées au tableau 11.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
b	L'intensité de rayonnement dans les conditions de transport de routine ne doit pas dépasser 2 mSv/h en tout point de la surface externe et 0,1 mSv/h à 2 m de la surface externe du moyen de transport, sauf dans le cas des envois transportés sous utilisation exclusive par route ou par voie ferrée, pour lesquels les limites d'intensité de rayonnement autour du véhicule sont énoncées aux alinéas 560.b) et c).	X											X	2.2.4 External dose analysis / Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur

Matrice de conformité (AIEA 2009)

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise			Doc de référence (où trouver la justification)			
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / contrôle	Autre		O	Partiel	N
c	La somme totale des indices de sûreté-criticité dans un conteneur et à bord d'un moyen de transport ne doit pas dépasser les valeurs indiquées au tableau 12.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
564	Les colis ou suremballages ayant un indice de transport supérieur à 10 ou les envois ayant un indice de sûreté-criticité supérieur à 50 ne doivent être transportés que sous utilisation exclusive.	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
Séparation des colis contenant des matières fissiles pendant le transport et l'entreposage en transit														
565	Tout groupe de colis, suremballages et conteneurs de fret contenant des matières fissiles entreposés en transit dans toute aire d'entreposage doit être limité de telle sorte que la somme totale des indices de sûreté-criticité du groupe ne dépasse pas 50. Chaque groupe doit être entreposé de façon à être séparé d'au moins 6 m d'autres groupes de ce type.	X			X									2.2.5 Criticality safety analysis / Responsabilité de l'utilisateur
566	Lorsque la somme totale des indices de sûreté-criticité sur un moyen de transport ou dans un conteneur de fret dépasse 50, dans les conditions prévues au tableau 12, l'entreposage doit être fait de façon à maintenir un espacement d'au moins 6 m par rapport à d'autres groupes de colis, suremballages ou conteneurs de fret contenant des matières fissiles ou d'autres moyens de transport contenant des matières radioactives.	X			X									2.2.5 Criticality safety analysis / Responsabilité de l'utilisateur
Prescriptions supplémentaires concernant le transport par voie ferrée et par route														
567	Les véhicules ferroviaires et routiers transportant des colis, des suremballages ou des conteneurs portant l'une quelconque des étiquettes illustrées par les figures 2, 3, 4 ou 5, ou transportant des envois sous utilisation exclusive, doivent porter le placard illustré par la figure 6 sur chacune	X												
a	Des deux parois latérales externes dans le cas d'un véhicule ferroviaire	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
b	Des deux parois latérales externes et de la paroi arrière dans le cas d'un véhicule routier. Lorsque le véhicule n'a pas de parois, les placards peuvent être apposés directement sur le conteneur, à condition qu'ils soient bien visibles; dans le cas des grandes citernes ou des grands conteneurs, les placards apposés sur la citerne ou le conteneur de fret sont suffisants. Dans le cas des véhicules sur lesquels il n'y aurait pas suffisamment de place pour apposer des placards de plus grande taille, les dimensions du placard illustré par la figure 6 peuvent être ramenées à 100 mm. Les placards qui n'ont pas de rapport avec le contenu doivent être placés	X												
568	Lorsque l'envoi transporté dans ou sur un véhicule est constitué de matières LSA-1 ou de SCO-1 non emballées, ou qu'un envoi sous utilisation exclusive est constitué de matières radioactives emballées correspondant à un seul numéro ONU, ce numéro (voir le tableau 1) doit aussi apparaître, en chiffres noirs d'une hauteur minimale de 65 mm	X												
a	Soit dans la moitié inférieure du placard illustré par la figure 6, sur le fond blanc	X												
b	Soit sur le placard illustré par la figure 7.	X												
	Lorsque c'est la solution proposée sous b) ci-dessus qui est retenue, le placard complémentaire doit être apposé immédiatement à côté du placard principal, soit sur les deux parois latérales externes dans le cas d'un véhicule ferroviaire, soit sur les deux parois latérales externes et sur la paroi arrière externe dans le cas d'un véhicule routier.	X												
569	Pour les envois sous utilisation exclusive, l'intensité de rayonnement ne doit pas dépasser 10 mSv/h en tout point de la surface externe de tout colis ou suremballage et ne peut dépasser 2 mSv/h que si :	X									X			
a	i) Le véhicule est équipé d'une enceinte qui, dans les conditions de transport de routine, empêche l'accès des personnes non autorisées à l'intérieur de l'enceinte ;	X												
	ii) Des dispositions sont prises pour immobiliser le colis ou le suremballage de sorte qu'il reste dans la même position à l'intérieur de l'enceinte du véhicule dans les conditions de transport de routine ;										X			
b	2 mSv/h en tout point des surfaces externes du véhicule, y compris les surfaces supérieures et inférieures, ou dans le cas d'un véhicule ouvert, en tout point des plans verticaux élevés à partir des bords du véhicule, de la surface supérieure du chargement et de la surface externe inférieure du véhicule ; et	X												
c	0,1 mSv/h en tout point situé à 2 m des plans verticaux représentés par les surfaces latérales externes du véhicule ou, si le chargement est transporté sur un véhicule ouvert, en tout point situé à 2 m des plans verticaux élevés à partir des bords du véhicule.	X												2.2.4 External dose analysis / 1.7 Operation
570	Dans le cas des véhicules routiers, la présence d'aucune personne autre que le chauffeur et ses coéquipiers ne doit être autorisée dans les véhicules transportant des colis, des suremballages ou des conteneurs portant des étiquettes des catégories II-IAUNE ou III-IAUNE	X												Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise		Doc de référence (où trouver la justification)
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude / contrôle	Inspection / Autre	
Prescriptions supplémentaires concernant le transport par bateau										
571	Les colis ou les suremballages ayant une intensité de rayonnement en surface supérieure à 2 mSv/h, sauf s'ils sont transportés dans ou sur un véhicule, sous utilisation exclusive conformément à la note (a) du tableau 9, ne doivent être transportés par bateau que sous arrangement spécial.	X								
572	Le transport d'envois au moyen d'un bateau d'utilisation spéciale qui, du fait de sa conception ou du fait qu'il est isolé, ne sert qu'au transport de matières radioactives est excepté des prescriptions énoncées au paragraphe 567, sous réserve que les conditions ci-après soient remplies.	X								
a	Un programme de protection radiologique doit être établi pour l'expédition et approuvé par l'autorité compétente de l'État du pavillon du bateau et, sur demande, par l'autorité compétente de chacun des ports d'escale.	X								
b	Les conditions d'arrimage doivent être fixées au préalable pour l'ensemble du voyage, y compris en ce qui concerne les envois devant être chargés dans des ports d'escale ; et	X								
c	Le chargement, l'acheminement et le déchargement des envois doivent être surveillés par des personnes qualifiées dans le transport de matières radioactives.	X								
Prescriptions supplémentaires concernant le transport par voie aérienne										
573	Les colis du type B(M) et les envois sous utilisation exclusive ne doivent pas être transportés dans un aéronef de passagers	X								
574	Les colis du type B(M) à events, les colis qui doivent être refroidis de l'extérieur par un système de refroidissement auxiliaire, les colis pour lesquels des opérations sont prescrites pendant le transport et les colis qui contiennent des matières pyrophoriques liquides ne doivent pas être transportés par voie aérienne.	X								
575	Les colis ou les suremballages ayant une intensité de rayonnement en surface supérieure à 2 mSv/h ne doivent pas être transportés par voie aérienne sauf si le transport est autorisé par arrangement spécial.	X								
Prescriptions supplémentaires concernant le transport par la poste										
576	Un envoi qui satisfait aux prescriptions énoncées au paragraphe 514 et dont le contenu radioactif a une activité inférieure ou égale à un dixième des limites prescrites au tableau 5 peut être accepté par l'administration postale nationale pour transport intérieur, sous réserve des prescriptions supplémentaires que cette administration pourra fixer.	X								
577	Un envoi qui satisfait aux prescriptions énoncées au paragraphe 514 et dont le contenu radioactif a une activité inférieure ou égale à un dixième des limites prescrites au tableau 3 peut être accepté pour le transport international par la poste, sous réserve, en particulier, des prescriptions supplémentaires suivantes, énoncées dans les Actes de l'Union postale universelle.	X								
a	Il ne peut être remis aux services postaux que par un expéditeur agréé par l'administration nationale	X								
b	Il doit être expédié par la voie la plus rapide, normalement par voie aérienne.	X								
c	Il doit porter à l'extérieur, d'une manière visible et permanente, la mention "MATIÈRES RADIOACTIVES - QUANTITÉS ADMISES AU TRANSPORT PAR LA POSTE"; cette mention doit être barree en cas de renvoi de l'emballage vide.	X								
d	Il doit porter à l'extérieur le nom et l'adresse de l'expéditeur avec une mention demandant le retour de l'envoi en cas de non-livraison ;	X								
e	Le nom et l'adresse de l'expéditeur ainsi que le contenu de l'envoi doivent être indiqués sur l'emballage intérieur.	X								
PRESCRIPTIONS ET CONTRÔLES POUR LE TRANSPORT										
FORMALITÉS DOUANIÈRES										
578	Les formalités douanières impliquant l'examen du contenu radioactif d'un colis ne doivent être effectuées que dans un lieu où existent des moyens adéquats de surveillance de l'exposition aux rayonnements et en présence de personnes qualifiées. Les colis ouverts à la demande des services de douane doivent être remis en l'état initial avant d'être expédiés au destinataire.	X								Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
ENVOIS NON LIVRABLES										
579	Lorsqu'un envoi n'est pas livrable, il faut placer cet envoi dans un lieu sûr et informer l'autorité compétente dès que possible en lui demandant ses instructions sur la suite à donner.	X								Responsabilité de l'expéditeur et du transporteur
Chapitre VI : PRESCRIPTIONS CONCERNANT LES MATIÈRES RADIOACTIVES, LES EMBALLAGES ET LES COLIS										
PRESCRIPTIONS CONCERNANT LES MATIÈRES RADIOACTIVES										
Prescriptions concernant les matières LSA-III										

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Description	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise			Doc de référence (où trouver la justification)			
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / contrôle	Autre		O	Partiel	N
615	Dans la conception du colis, il faut prendre en compte les températures et les pressions ambiantes qui sont probables dans des conditions de transport de routine.	X			X						X			2.2.1 Structural analysis / 2.2.2 Thermal analysis / 2.2.3 Containment design analysis
616	En ce qui concerne les matières radioactives ayant d'autres propriétés dangereuses, le modèle de colis doit tenir compte de ces propriétés (voir les paragraphes 1.10 et 506).	X											Responsabilité de l'expéditeur et transporteur de ne pas mettre de matière radioactive autre que celle prévu.	
PRESCRIPTIONS SUPPLÉMENTAIRES CONCERNANT LES COLIS TRANSPORTÉS PAR VOIE AÉRIENNE														
617	Pour les colis transportés par voie aérienne, la température des surfaces accessibles ne doit pas dépasser 50°C à la température ambiante de 38°C, l'insolation n'étant pas prise en compte.		X											
618	Les colis qui seront transportés par voie aérienne doivent être conçus de manière que, s'ils étaient exposés à une température ambiante se situant entre -40°C et +55°C l'intégrité du confinement ne serait pas affectée.		X											
619	Les colis contenant des matières radioactives qui seront transportés par voie aérienne doivent être capables de résister, sans perte d'éanchéité, à une pression interne créant un différentiel de pression qui ne soit pas inférieur à la pression d'utilisation normale maximale plus 95 kPa		X											
PRESCRIPTIONS CONCERNANT LES COLIS EXCEPTÉS														
620	Les colis exceptés doivent être conçus pour satisfaire aux prescriptions énoncées aux paragraphes 606-616 et, en outre, aux prescriptions énoncées aux paragraphes 617-619 s'ils sont transportés par voie aérienne.		X											
PRESCRIPTIONS CONCERNANT LES COLIS INDUSTRIELS														
Prescriptions concernant les colis du type IP-1														
621	Les colis du type IP-1 doivent être conçus pour satisfaire aux prescriptions énoncées aux paragraphes 606-616 et 634, et, en outre, aux prescriptions énoncées aux paragraphes 617 à 619 s'ils sont transportés par voie aérienne		X											
Prescriptions concernant les colis du type IP-2														
622	Pour être considéré comme colis du type IP-2, un colis doit satisfaire aux prescriptions concernant le type IP-1 énoncées au paragraphe 621 et devrait en outre, s'il était soumis aux épreuves décrites aux paragraphes 722 et 723, empêcher :		X											
a	La perte ou la dispersion du contenu radioactif		X											
b	Une augmentation de plus de 20 % de l'intensité de rayonnement maximale en tout point de la surface externe du colis.		X											
Prescriptions concernant les colis du type IP-3														
623	Pour être considéré comme colis du type IP-3, un colis doit satisfaire aux prescriptions concernant le type IP-1 énoncées au paragraphe 621 et, en outre, aux prescriptions énoncées aux paragraphes 634-642.		X											
Prescriptions alternatives pour les colis des types IP-2 et IP-3														
624	Les colis peuvent être utilisés comme colis du type IP-2 à condition		X											
a	Qu'ils satisfassent aux prescriptions concernant le type IP-1 énoncées au paragraphe 621		X											
b	Qu'ils soient conçus suivant les normes indiquées au chapitre « Recommandations générales concernant l'emballage » des Recommandations relatives au transport des marchandises dangereuses, Règlement type, de l'ONU [10] ; et		X											
c	Que, s'ils étaient soumis aux épreuves prescrites par l'ONU pour les groupes d'emballage I ou II, ils empêcheraient :		X											
	i) La perte ou la dispersion du contenu radioactif ;													
	ii) Une augmentation de plus de 20 % de l'intensité de rayonnement maximale à la surface externe du colis.													
625	Les citernes mobiles peuvent aussi être utilisées comme colis du type IP-2 ou IP-3, à condition		X											
a	Qu'elles satisfassent aux prescriptions concernant le type IP-1 énoncées au paragraphe 621 ;		X											
b	Qu'elles soient conçues suivant les normes indiquées au chapitre « Recommandations relatives au transport par conteneurs citernes multimodaux » des Recommandations relatives au transport des marchandises dangereuses [7] de l'ONU, ou suivant des prescriptions au moins équivalentes à ces normes, et qu'elles soient capables de résister à une pression d'essai de 265 kPa ; et		X											

Matrice de conformité (AIEA 2009)

MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise		Doc de référence (où trouver la justification)				
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / contrôle		Autre	O	Partiel	N
c	Qu'elles soient conçus de sorte que tout écran de protection supplémentaire mis en place soit capable de résister aux contraintes statiques et dynamiques résultant d'une maintenance normale et des conditions de transport de routine, et d'empêcher une augmentation de plus de 20 % de l'intensité de rayonnement maximale à la surface externe des conteneurs citernes.		X											
626	3. pour le transport de matières LSA-I et LSA-II sous forme liquide et gazeuse, conformément à ce qui est indiqué au tableau 4, à condition qu'elles soient conformes à des normes au moins équivalentes à celles qui sont prescrites au paragraphe 625		X											
a	Qu'elles satisfassent aux prescriptions concernant le type IP-1 énoncées au paragraphe 621 :		X											
b	Qu'elles soient conçus suivant les normes indiquées au chapitre « Recommandations relatives au transport par conteneurs citernes multimodaux » des Recommandations relatives au transport des marchandises dangereuses [7] de l'ONU, ou suivant des prescriptions au moins équivalentes à ces normes, et qu'ils soient capables de résister à une pression d'essai de 265 kPa, et		X											
c	Qu'elles soient conçus de sorte que tout écran de protection supplémentaire mis en place soit capable de résister aux contraintes statiques et dynamiques résultant d'une maintenance normale et des conditions de transport de routine, et d'empêcher une augmentation de plus de 20 % de l'intensité de rayonnement maximale à la surface externe des conteneurs citernes.		X											
627	Les conteneurs ayant les caractéristiques d'une enceinte permanente peuvent aussi être utilisés comme colis du type IP-2 ou du type IP-3, à condition :		X											
a	Que le contenu radioactif ne soit constitué que de matières solides		X											
b	Qu'ils satisfassent aux prescriptions concernant le type IP-1 énoncées au paragraphe 621, et qu'ils soient conçus pour satisfaire au document ISO 7195 de l'Organisation internationale de normalisation intitulé « Conteneurs de la série 1 — Spécifications et essais — Partie 1 : Conteneurs pour usage général » [1], à l'exclusion des dimensions et des valeurs nominales. Ils doivent être conçus de telle sorte que s'ils étaient soumis aux épreuves décrites dans ce document et aux accélérations survenant dans des conditions de transport de routine, ils empêcheraient :		X											
c	i) La perte ou la dispersion du contenu radioactif ; ii) Une augmentation de plus de 20 % de l'intensité de rayonnement maximale à la surface externe des conteneurs citernes.		X											
628	Les grands récipients pour vrac métalliques peuvent aussi être utilisés comme colis du type IP-2 ou IP-3, à condition :		X											
a	Qu'ils satisfassent aux prescriptions concernant le type IP-1 énoncées au paragraphe 621		X											
b	Qu'ils soient conçus pour satisfaire aux prescriptions pour les groupes d'emballage 1 ou 11 marquées au chapitre 6.5 des Recommandations relatives au transport des marchandises dangereuses, Règlement type de l'ONU [10] et que s'ils étaient soumis aux épreuves prescrites dans ce document, l'épreuve de chute étant réalisée avec l'orientation causant le plus de dommages, ils empêcheraient :		X											
c	i) La perte ou la dispersion du contenu radioactif ; et ii) Une augmentation de plus de 20 % de l'intensité de rayonnement maximale à la surface externe du grand récipient.		X											
PRESCRIPTIONS CONCERNANT LES COLIS CONTENANT DE L'HEXAFLUORURE D'URANIUM														
629	Les colis conçus pour contenir de l'hexafluorure d'uranium doivent satisfaire aux prescriptions du présent Règlement qui concernent les propriétés radioactives et fissiles des matières. Sauf dans les cas prévus au paragraphe 632, l'hexafluorure d'uranium en quantité égale ou supérieure à 0,1 kg doit aussi être emballé et transporté conformément aux dispositions du document ISO 7195 de l'Organisation internationale de normalisation intitulé « Emballage de l'hexafluorure d'uranium (UF6) en vue de son transport » [10] et aux prescriptions énoncées aux paragraphes 630 et 631		X											
630	Chaque colis conçu pour contenir 0,1 kg ou plus d'hexafluorure d'uranium doit être conçu de façon à satisfaire aux prescriptions ci-après :		X											
a	Résister sans fuite et sans défaut inacceptable, comme indiqué dans le document ISO 7195 de l'Organisation internationale de normalisation [10], à l'épreuve structurelle spécifiée au paragraphe 718		X											
b	Résister sans perte ou dispersion de l'hexafluorure d'uranium à l'épreuve de chute spécifiée au paragraphe 722		X											
c	Résister sans rupture de l'enveloppe de confinement à l'épreuve thermique spécifiée au paragraphe 728.		X											
631	Les colis conçus pour contenir 0,1 kg ou plus d'hexafluorure d'uranium ne doivent pas être équipés de dispositifs de décompression		X											
632	Sous réserve de l'accord de l'autorité compétente, les colis conçus pour contenir 0,1 kg ou plus d'hexafluorure d'uranium peuvent être transportés si :		X											

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise		Doc de référence (où trouver la justification)			
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / contrôle		Autre	O	Partiel
	<p>Les colis sont conçus suivant des normes internationales ou nationales autres que la norme ISO 7195 [2], à condition qu'un niveau de sûreté équivalent soit maintenu :</p> <p>Les colis sont conçus pour résister sans fuite et sans défaut inacceptable à une pression d'épreuve inférieure à 2.76 MPa, comme indiqué au paragraphe 71.8. ; ou</p> <p>Pour les colis conçus pour contenir 9 000 kg ou plus d'hexafluorure d'uranium, les colis ne satisfont pas aux prescriptions de l'alinéa 630 c).</p> <p>Il doit être satisfait à tous autres égards aux prescriptions énoncées aux paragraphes 629- 631</p>	X											
PRESCRIPTIONS CONCERNANT LES COLIS DU TYPE A													
633	Les colis du type A doivent être conçus pour satisfaire aux prescriptions énoncées aux paragraphes 606-616 et, en outre, aux prescriptions énoncées aux paragraphes 617-619 s'ils sont transportés par voie aérienne, et aux paragraphes 634-649	X											
634	La plus petite dimension extérieure hors tout du colis ne doit pas être inférieure à 10 cm.	X			X								
635	Le colis doit comporter extérieurement un dispositif, par exemple un sceau, qui ne puisse se briser facilement et qui, s'il est intact, prouve que le colis n'a pas été ouvert.	X			X								1.10 Illustration
636	Les prises d'arrimage du colis doivent être conçues de telle sorte que, dans les conditions normales et accidentelles de transport, les forces s'exerçant dans ces prises n'empêchent pas le colis de satisfaire aux prescriptions du présent règlement.	X			X								1.4 Specification of packaging
637	Dans la conception du colis, il faut prendre en compte pour les composants de l'emballage des températures allant de -40°C à +70°C. Une attention particulière doit être accordée aux températures de solidification pour les liquides et à la dégradation potentielle des matériaux de l'emballage dans cette fourchette de température.	X			X								2.2.1 Structural analysis
638	Le modèle et les techniques de fabrication doivent être conformes aux normes nationales ou internationales, ou à d'autres prescriptions acceptables pour l'autorité compétente.	X						X					1.4 Specification of packaging / 1.8 Maintenance
639	Le modèle doit comprendre une enveloppe de confinement hermétiquement fermée par un dispositif de verrouillage positif qui ne puisse pas être ouvert involontairement ou par une pression s'exerçant à l'intérieur du colis.	X			X								1.4 Specification of packaging / 2.2.1 Structural analysis
640	Les matières radioactives sous forme spéciale peuvent être considérées comme un composant de l'enveloppe de confinement.	X											LA MATIERE RADIOACTIVE N'EST PAS SOUS FORME SPECIALE
641	Si l'enveloppe de confinement constitue un élément séparé du colis, elle doit pouvoir être fermée hermétiquement par un dispositif de verrouillage positif indépendant de toute autre partie de l'emballage.	X											ENVELOPPE DE CONFINEMENT INTEGREE AU COLIS
642	Dans la conception des composants de l'enveloppe de confinement, il faut tenir compte, le cas échéant, de la décomposition radiolytique des liquides et autres matériaux vulnérables, et de la production de gaz par réaction chimique et radiolyse	X			X								2.2.6 Radiolysis analysis
643	L'enveloppe de confinement doit retenir le contenu radioactif en cas de baisse de la pression ambiante jusqu'à 60kPa.	X			X								2.2.3 Containment design analysis
644	Toutes les vannes, à l'exception des soupapes de sûreté, doivent être équipées d'un dispositif retenant les fuites se produisant à partir de la vanne.	X											AUCUNE VANNE INSTALLEE SUR MARIANNE
645	Un écran de protection radiologique qui renferme un composant du colis et qui, selon les spécifications, constitue un élément de l'enveloppe de confinement, doit être conçu de façon à empêcher que ce composant ne soit libéré involontairement de l'écran. Lorsque l'écran de protection et le composant qu'il renferme constituent un élément séparé, l'écran doit pouvoir être hermétiquement fermé par un dispositif de verrouillage positif indépendant de toute autre structure de l'emballage.	X						X					1.4 Specification of packaging
646	Les colis doivent être conçus de telle sorte que s'ils étaient soumis aux épreuves décrites aux paragraphes 71.9-724, ils embêcheraient	X											
a	La perte ou la dispersion du contenu radioactif :	X											
b	Une augmentation de plus de 20 % de l'intensité de rayonnement maximale à la surface externe du colis	X											2.2.3 Containment design analysis
647	Les modèles de colis destinés au transport de matières radioactives liquides doivent comporter un volume vide permettant de compenser les variations de la température du contenu, les effets dynamiques et la dynamique du remplissage.	X											2.2.4 External dose analysis
648	Les modèles de colis destinés au transport de matières radioactives liquides doivent comporter un volume vide permettant de compenser les variations de la température du contenu, les effets dynamiques et la dynamique du remplissage.	X											
a	Satisfaire aux prescriptions énoncées à l'alinéa 646 a) s'il est soumis aux épreuves décrites au paragraphe 725 .	X											
	NE CONTIENT PAS DE MATIERE RADIOACTIVE SOUS FORME LIQUIDE												
	NE CONTIENT												

Matrice de conformité (AIEA 2009)

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise		Doc de référence (où trouver la justification)			
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude / Inspection / Contrôle	Autre		O	Partiel / N	
a	i) Infiltration d'eau dans les colis ou perte d'eau par les colis ; ii) Perte d'efficacité des absorbeurs de neutrons ou des modérateurs incorporés ; iii) Redistribution du contenu soit à l'intérieur du colis soit à la suite d'une perte de contenu du colis ; iv) Réduction des espaces entre colis ou à l'intérieur des colis ; v) Immersion des colis dans l'eau ou leur enfouissement sous la neige ; vi) Satisfait aux prescriptions : i) Énoncées au paragraphe 634 pour les colis contenant des matières fissiles ii) Énoncées ailleurs dans le présent Règlement en ce qui concerne les propriétés radioactives des matières ; iii) Énoncées aux paragraphes 623-683, comme tenues d'exceptions prévues au paragraphe 417. Les matières fissiles qui satisfont à l'une des dispositions énoncées aux alinéas a) à d) du paragraphe 417 sont exceptées de la prescription concernant le transport dans des colis conformes aux dispositions des paragraphes 673-682 ainsi que des autres prescriptions du présent Règlement qui s'appliquent aux matières fissiles. Un seul type d'exception est autorisé par envoi.	X			X					X		2.2.5 Criticality safety analysis	
		b			X						X		
672		X											LA MATIERE N'EST PAS EXCEPTEE (ART. 417)
Spécification du contenu pour les évaluations des colis contenant des matières fissiles													
673	Lorsque la forme chimique ou l'état physique, la composition isotopique, la masse ou la concentration, le rapport de modulation ou la densité, ou la configuration géométrique ne sont pas connus, les évaluations prévues aux paragraphes 677-682 doivent être exécutées en supposant que chaque paramètre non connu a la valeur qui correspond à la multiplication maximale des neutrons compatible avec les conditions et les paramètres connus de ces évaluations.	X											S.O. : TOUS PARAMETRES CONNUS
674	Pour le combustible nucléaire irradié, les évaluations prévues aux paragraphes 677-682 doivent reposer sur une composition isotopique dont il est prouvé qu'elle correspond à la multiplication maximale des neutrons tout au long de l'irradiation, ou a) À une estimation prudente de la multiplication des neutrons pour les évaluations des colis. Après l'irradiation mais avant une expédition, une mesure doit être effectuée pour confirmer que l'hypothèse concernant la composition isotopique est réaliste.	X			X					X			2.2.5 Criticality safety analysis
		b			X					X			
Prescriptions concernant la géométrie et la température													
675	Le colis, après avoir été soumis aux épreuves spécifiées aux paragraphes 719-724, doit : a) Conserver des dimensions extérieures hors tout minimales du colis d'au moins 10 cm ; et b) Empêcher l'entrée d'un cube de 10 cm	X					X					X	2.2.1 Structural analysis
		b								X			
676	Le colis doit être conçu pour une température ambiante allant de -40°C à +38°C à moins que l'autorité compétente n'en dispose autrement dans le certificat d'agrément du modèle de colis.	X					X					X	2.2.1 Structural analysis
Évaluation des colis considérés isolément													
677	Pour les colis construits isolément, il faut supposer que l'eau peut pénétrer dans tous les espaces vides du colis, notamment ceux qui sont à l'intérieur de l'enveloppe de confinement, ou s'en échapper. Toutefois, si le modèle comporte des caractéristiques spéciales destinées à empêcher cette pénétration de l'eau dans certains des espaces vides ou son écoulement hors de ces espaces, même par suite d'une erreur, on peut supposer que l'étanchéité est assurée en ce qui concerne ces espaces. Ces caractéristiques spéciales doivent inclure : a) Des barrières étanches à l'eau multiples de haute qualité, dont chacune conserverait son efficacité si le colis était soumis aux épreuves spécifiées à l'alinéa 682 b), un contrôle de la qualité rigoureux dans la production, l'entretien et la réparation des emballages, et des épreuves pour contrôler la fermeture de chaque colis, pour les colis contenant de l'uranium ou un uranium seulement, avec un enrichissement maximal en uranium de 5 % en masse d'uranium 235 ; b) Des colis dans lesquels, à la suite des épreuves spécifiées à l'alinéa 682 b), il n'y a pas de contact physique entre la valve et tout autre composant de l'emballage autre que son point d'attache initial et dont, en outre, les valves restent étanches à la suite de l'épreuve spécifiée au paragraphe 728 ii) Un contrôle de la qualité rigoureux dans la production, l'entretien et la réparation des emballages, et des épreuves pour contrôler la fermeture de chaque colis. Pour l'enveloppe de confinement, il faut supposer une réflexion totale par au moins 20 cm d'eau ou toute autre réflexion plus grande qui pourrait être apportée complètement par les matériaux de l'emballage voisins. Cependant, si l'on peut démontrer que l'enveloppe de confinement reste à l'intérieur de l'emballage à la suite des épreuves spécifiées à l'alinéa 682 b), on peut supposer une réflexion totale du colis par au moins 20 cm d'eau à l'alinéa 679 c)	X				X					X		2.2.5 Criticality safety analysis
		b						X					X
678		X					X					X	2.2.5 Criticality safety analysis

Matrice de conformité (AIEA 2009)

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise		Doc de référence (où trouver la justification)					
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / Contrôle		Autre	O	Partiel	N	
679	Le colis doit être sous-critique dans les conditions prévues aux paragraphes 677 et 678 et dans les conditions de colis d'ou résulte la multiplication maximale des neutrons compatible avec : Des conditions de transport de routine (pas d'incident) ; Les épreuves spécifiées à l'alinéa 681 b) ; Les épreuves spécifiées à l'alinéa 682 b)	X			X						X			2.2.5 Criticality safety analysis	
		X			X						X				
		X			X						X				
		X			X						X				
680	Pour les colis devant être transportés par voie aérienne : Le colis doit être sous-critique dans des conditions compatibles avec les épreuves pour les colis du type C spécifiées au paragraphe 734 en supposant une réflexion par au moins 20 cm d'eau mais sans pénétration d'eau. Lors de l'évaluation effectuée en vertu du paragraphe 679, on ne tient pas compte des caractéristiques spéciales visées au paragraphe 677 à moins que, après les épreuves pour les colis du type C spécifiées au paragraphe 734 et, par la suite, après l'épreuve d'étanchéité à l'eau spécifiée au paragraphe 733, la pénétration d'eau dans les espaces vides ou son écoulement hors de ces espaces ne soient empêchés.	X													
		X		TRANSPORT ROUTIER UNIQUÈMENT											
681	On détermine un nombre 'N' tel que cinq fois 'N' colis est sous-critique pour l'agencement et les conditions de colis d'ou résulte la multiplication maximale des neutrons compatible avec les conditions suivantes Il n'y a rien entre les colis, et l'agencement de colis est entouré de tous côtés par une couche d'eau d'au moins 20 cm servant de réflecteur L'état des colis est celui qui aurait été évalué ou constaté s'ils avaient été soumis aux épreuves spécifiées aux paragraphes 719-724	X			X						X			2.2.5 Criticality safety analysis	
		X			X						X				
		X			X						X				
682	On détermine un nombre 'N' tel que deux fois 'N' colis est sous-critique pour l'agencement et les conditions de colis d'ou résulte la multiplication maximale des neutrons compatible avec les conditions suivantes Il y a modération par un matériau hydrogéné entre les colis, et l'agencement de colis est entouré de tous côtés par une couche d'eau d'au moins 20 cm servant de réflecteur. Les épreuves spécifiées aux paragraphes 719-724 sont suivies par ces épreuves ci-après qui sont les plus pénalisantes : i) Les épreuves spécifiées à l'alinéa 727 b), et soit à l'alinéa 727 c) pour les colis ayant une masse qui ne dépasse pas 500 kg et une densité apparente qui ne dépasse pas 1000 kg/m3 compte tenu des dimensions externes, soit à l'alinéa 727 a) pour tous les autres colis, suivies par l'épreuve spécifiée au paragraphe 728 complétée par les épreuves spécifiées aux paragraphes 731-733; ou ii) Les épreuves spécifiées aux paragraphes 720-722. Si une partie quelconque des matières fissiles s'échappe de l'enveloppe de confinement à la suite des épreuves spécifiées à l'alinéa 682 b), on suppose que des matières fissiles s'échappent de chaque colis de l'agencement et que toutes les matières fissiles sont disposées suivant la configuration et la modération d'ou résulte la multiplication maximale des neutrons avec une réflexion totale par au moins 20 cm d'eau.	X			X						X			2.2.5 Criticality safety analysis	
		X			X						X				
		X			X						X				
683	Afin d'obtenir le CSI pour les colis contenant des matières fissiles, on divise par 50 la plus faible des deux valeurs de N obtenues comme indiqué aux paragraphes 681 et 682 (c'est-à-dire que le CSI = 50/N). La valeur du CSI peut être zéro si des colis en nombre illimité sont sous-critiques (c'est-à-dire si N est effectivement égal à l'infini dans les deux cas).	X			X						X			2.2.5 Criticality safety analysis	
		X			X					X					
CHAPITRE VII : ÉPREUVES															
PREUVE DE LA CONFORMITÉ AUX PRESCRIPTIONS															
701	On peut prouver la conformité aux normes de performance énoncées au chapitre VI par l'un des moyens indiqués ci-après ou par une combinaison de ces moyens En soumettant aux épreuves des spécimens représentant des matières LSA-III, des matières radioactives sous forme spéciale, des matières radioactives faiblement dispersibles ou des prototypes ou des échantillons de l'emballage, auquel cas le contenu du spécimen ou de l'emballage utilisé pour les épreuves doit simuler le mieux possible les quantités escroquées du contenu radioactif, et le spécimen ou l'emballage soumis aux épreuves doit être préparé tel qu'il est normalement présenté pour le transport. En se référant à des preuves antérieures satisfaisantes de nature suffisamment comparable ; En soumettant aux épreuves des modèles à échelle appropriée comportant les éléments caractéristiques qui sont importants eu égard à la fonction examinée lorsqu'il ressort de l'expérience technologique que les résultats d'épreuves de cette nature sont utilisables aux fins des études de conception. Si l'on utilise un modèle de ce genre, il faut tenir compte de la nécessité d'ajuster certains paramètres des épreuves, comme le diamètre de la barre de pénétration ou la force de compression.	X										X			S.O.
		X										X			
		X										X			

Collis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise		Doc de référence (où trouver la justification)			
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / contrôle		Autre	O	Partiel
d	En recourant au calcul ou au raisonnement logique lorsqu'il est admis de manière générale que les paramètres et méthodes de calcul sont fiables ou prudentes.	X									X		
702	Après avoir soumis aux épreuves le spécimen, le prototype ou l'échantillon, on utilise des méthodes d'évaluation appropriées pour s'assurer que les prescriptions du présent chapitre ont été satisfaites en conformité avec les normes de performance et d'accréditation prescrites au chapitre VI.	X									X		S.O.
ÉPREUVE DE LIxivATION POUR LES MATIÈRES LSA-III ET LES MATIÈRES RADIOACTIVES FAIBLEMENT DISPERSABLES													
703	Des matières solides représentant le contenu total au colis doivent être immergées dans l'eau pendant 7 jours à la température ambiante. Le volume d'eau doit être suffisant pour qu'à la fin de la période d'épreuve de 7 jours le volume libre de l'eau restante non absorbée et n'ayant pas réagi soit au moins égal à 10 % du volume de l'échantillon solide utilisé pour l'épreuve. L'eau doit avoir un pH initial de 6 à 8 et une conductivité maximale de 1 mS/m à 20°C. L'activité totale du volume libre d'eau doit être mesurée après immersion de l'échantillon pendant 7 jours.	X		TYPE B(U) LE CONTENU N'EST PAS FAIBLEMENT DISPERSABLE									
ÉPREUVES POUR LES MATIÈRES RADIOACTIVES SOUS FORME SPÉCIALE													
Généralités													
704	Des spécimens qui comprennent ou simplement des matières radioactives sous forme spéciale doivent être soumis à l'épreuve de résistance au choc, l'épreuve de percussion, l'épreuve de pliage et l'épreuve thermique spécifiées aux paragraphes 705-708. Un spécimen différent peut être utilisé pour chacune des épreuves. Après chacune des épreuves, il faut soumettre le spécimen à une épreuve de détermination de la lixivation ou de contrôle volumétrique de l'étanchéité par une méthode qui ne doit pas être moins sensible que les méthodes décrites au paragraphe 710 en ce qui concerne les matières solides non dispersables et au paragraphe 711 en ce qui concerne les matières non dispersables.	X		TYPE B(U)									
Méthodes													
705	Épreuve de résistance au choc : le spécimen doit tomber sur une cible d'une hauteur de 9 m. La cible doit être telle que définie au paragraphe 712.	X		TYPE B(U)									
706	Épreuve de percussion : le spécimen est posé sur une tige en plomb reposant sur une surface dure et lisse. On le frappe avec la face plane d'une barre d'acier doux, de manière à produire un choc équivalent à celui qui provoquerait un poids de 1,4 kg tombant en chute libre d'une hauteur de 1 m. La face plane de la barre doit avoir 25 mm de diamètre, son arête ayant un arrondi de 3 mm ± 0,3 mm. Le plomb, d'une dureté Vickers de 3,5 à 4,5, doit avoir une épaisseur maximale de 25 mm et couvrir une surface plus grande que celle qui couvre le spécimen. Pour chaque épreuve, il faut placer le spécimen sur une partie intacte du plomb. La barre doit être de 10 cm et dont le rapport entre la longueur et la largeur minimale n'est pas inférieur à 10. Le spécimen doit être serré rigidement dans un étai, en position horizontale, de manière que la moitié de sa longueur dépasse des mors de l'étai. Il doit être orienté de telle manière qu'il subisse le dommage maximal lorsque son extrémité libre est frappée avec la face plane d'une barre d'acier. La barre doit frapper le spécimen de manière à produire un choc équivalent à celui que provoquerait un poids de 1,4 kg tombant en chute libre d'une hauteur de 1 m. La face plane de la barre doit avoir 25 mm de diamètre, son arête ayant un arrondi de 3 mm ± 0,3 mm.	X		TYPE B(U)									
707	Épreuve de pliage : cette épreuve n'est applicable qu'aux sources minces et longues dont la longueur minimale est de 10 cm et dont le rapport entre la longueur et la largeur minimale n'est pas inférieur à 10. Le spécimen doit être serré rigidement dans un étai, en position horizontale, de manière que la moitié de sa longueur dépasse des mors de l'étai. Il doit être orienté de telle manière qu'il subisse le dommage maximal lorsque son extrémité libre est frappée avec la face plane d'une barre d'acier. La barre doit frapper le spécimen de manière à produire un choc équivalent à celui que provoquerait un poids de 1,4 kg tombant en chute libre d'une hauteur de 1 m. La face plane de la barre doit avoir 25 mm de diamètre, son arête ayant un arrondi de 3 mm ± 0,3 mm.	X		TYPE B(U)									
708	Épreuve thermique : le spécimen est chauffé dans l'air porté à la température de 800°C ; il est maintenu à cette température pendant 10 minutes, après quoi on le laisse refroidir.	X		TYPE B(U)									
709	Les spécimens qui comprennent ou simulent des matières radioactives enfermées dans une capsule scellée peuvent être exceptés :	X											
a	Des épreuves spécifiées aux paragraphes 705 et 706, à condition que la masse des matières radioactives sous forme spéciale :												
	i) Soit inférieure à 200 g et qu'ils soient soumis à l'épreuve de résistance au choc pour la classe 4 prescrite dans le document ISO 2919 de l'Organisation internationale de normalisation intitulé « Sources radioactives scellées — Classification » [13], ou	X		TYPE B(U)									
	ii) Soit inférieure à 500 g et qu'ils soient soumis à l'épreuve de résistance au choc pour la classe 5 prescrite dans le document ISO 2919 de l'Organisation internationale de normalisation intitulé « Sources radioactives scellées — Classification » [13].												
b	De l'épreuve spécifiée au paragraphe 708, à condition qu'ils soient soumis à l'épreuve thermique pour la classe 6 prescrite dans le document ISO 2919 de l'Organisation internationale de normalisation intitulé « Sources radioactives scellées — Classification » [13].	X											

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise		Doc de référence (où trouver la justification)	
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude / contrôle	Inspection / Autre		O
Méthodes de détermination de la lixiviation de contrôle volumétrique de l'étanchéité											
710	<p>Pour les spécimens qui comprennent ou simulent des matières solides non dispersables, il faut déterminer la lixiviation de la façon suivante :</p> <p>a Le spécimen doit être immergé pendant 7 jours dans l'eau à la température ambiante. Le volume d'eau doit être suffisant pour qu'à la fin de la période d'épreuve de 7 jours le volume libre de l'eau restante non absorbée et n'ayant pas réagi soit au moins égal à 10 % du volume de l'échantillon solide utilisé pour l'épreuve. L'eau doit avoir un pH initial de 6,8 et une conductivité maximale de 1 mS/m à 20°C.</p> <p>b L'eau et le spécimen doivent ensuite être portés à une température de 50°C ± 5°C et maintenus à cette température pendant 4 heures.</p> <p>c L'activité de l'eau doit alors être déterminée :</p> <p>d Le spécimen doit ensuite être conservé pendant au moins 7 jours dans de l'air immobile dont l'état hygrométrique n'est pas inférieur à 90 % à une température au moins égale à 30°C.</p> <p>e Le spécimen doit ensuite être immergé dans de l'eau ayant les mêmes caractéristiques que sous a) ci-dessus; puis l'eau et le spécimen doivent être portés à une température de 50°C ± 5°C et maintenus à cette température pendant 4 heures.</p> <p>F L'activité de l'eau doit alors être déterminée.</p>	X									
711	<p>Pour les spécimens qui comprennent ou simulent des matières radioactives en capsule scellée, il faut procéder soit à une détermination de la lixiviation soit à un contrôle volumétrique de l'étanchéité comme suit :</p> <p>a La détermination de la lixiviation comprend les opérations suivantes :</p> <p>i) Le spécimen doit être immergé dans l'eau à la température ambiante. L'eau doit avoir un pH initial de 6-8 et une conductivité maximale de 1 mS/m à 20°C ;</p> <p>ii) L'eau et le spécimen doivent être portés à une température de 50°C ± 5°C et maintenus à cette température pendant 4 heures ;</p> <p>iii) L'activité de l'eau doit alors être déterminée ;</p> <p>iv) Le spécimen doit ensuite être conservé pendant au moins 7 jours dans de l'air immobile dont l'état hygrométrique n'est pas inférieur à 90 % à une température au moins égale à 30°C ;</p> <p>b Le contrôle volumétrique de l'étanchéité qui peut être fait en remplacement, doit comprendre celles des épreuves prescrites dans le document ISO 9978 de l'Organisation internationale de normalisation intitulé « Radioprotection — Sources radioactives scellées — Méthodes d'essai d'étanchéité » [9], qui sont acceptables pour l'autorité compétente.</p>	X									
ÉPREUVES POUR LES MATIÈRES RADIOACTIVES FAIBLEMENT DISPERSABLES											
712	<p>Un spécimen qui comprend ou simule des matières radioactives faiblement dispersables doit être soumis à l'épreuve thermique poussée spécifiée au paragraphe 736 et à l'épreuve de résistance au choc spécifiée au paragraphe 737. Un spécimen différent peut être utilisé pour chacune des épreuves. Après chaque épreuve, il faut soumettre le spécimen à l'épreuve de détermination de la lixiviation spécifiée au paragraphe 703. Après chaque épreuve, il faut vérifier si il est satisfait aux prescriptions applicables du paragraphe 605.</p>	X									
ÉPREUVES POUR LES COLIS											
Préparation d'un spécimen en vue des épreuves											
713	<p>Tout spécimen doit être examiné avant d'être soumis aux épreuves, afin d'en identifier et d'en noter les défauts ou avaries, notamment :</p> <p>a Non-conformité au modèle ;</p> <p>b Vices de construction ;</p> <p>c Corrosion ou autres détériorations ;</p> <p>d Altération des caractéristiques.</p> <p>714 L'enveloppe de confinement du colis doit être clairement spécifiée.</p> <p>715 Les parties extérieures du spécimen doivent être clairement identifiées afin que l'on puisse se référer aisément et sans ambiguïté à toute partie de ce spécimen.</p>	X							X	X	
		X							X	X	
		X							X	X	
		X							X	X	2.2.1 Structural analysis
		X							X	X	
		X							X	X	2.2.1 Structural analysis
		X							X	X	2.2.1 Structural analysis

Colis Classe	MARIANNE B(U) F
-----------------	--------------------

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité				Justification de la conformité				Conformité acquise			Doc de référence (où trouver la justification)	
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / contrôle	Autre	O	Partiel		N
Vérification de l'intégrité de l'enveloppe de confinement de la protection radiologique et évaluation de la sûreté-criticité														
716	Après chacune des épreuves applicables spécifiées aux paragraphes 718-737	X							X				X	2.2.1 Structural analysis
a	Les défaillances et les dommages doivent être identifiés et consignés	X							X				X	
b	Il faut déterminer si l'intégrité de l'enveloppe de confinement et de la protection radiologique a été préservée dans la mesure requise au chapitre VI pour le colis considéré	X							X				X	
c	Pour les colis contenant des matières fissiles, il faut déterminer si les hypothèses et les conditions des évaluations requises aux paragraphes 671-682 pour un ou plusieurs colis sont valables.	X							X				X	
Cible pour les épreuves de chute														
717	La cible pour les épreuves de chute spécifiées aux paragraphes 705, 722, 725 a), 727 et 735 doit être une surface plane, horizontale et telle que si on accroissait sa résistance au déplacement ou à la déformation sous le choc du spécimen, le dommage que le spécimen subirait n'en serait pas sensiblement aggravé.	X										X	X	2.2.1 Structural analysis
718	Des spécimens qui comprennent ou simulent des emballages conçus pour contenir de l'hexafluorure d'uranium (LE CONTENU NE CONTIENT PAS DE HF6)	X												
Épreuves pour prouver la capacité de résister														
719	Ces épreuves sont l'épreuve d'aspersion d'eau, l'épreuve de chute libre, l'épreuve de gerbage et l'épreuve de pénétration. Les spécimens du colis doivent être soumis à l'épreuve de chute libre, à l'épreuve de gerbage et à l'épreuve de pénétration qui seront précédées dans chaque cas de l'épreuve d'aspersion d'eau. Un seul spécimen peut être utilisé pour toutes les épreuves à condition de respecter les prescriptions du paragraphe 720.	X										X		2.2.1 Structural analysis
720	Le délai entre la fin de l'épreuve d'aspersion d'eau et l'épreuve suivante doit être tel que l'eau puisse pénétrer au maximum sans qu'il y ait séchage appréciable de l'extérieur du spécimen. Sauf preuve du contraire, on considère que ce délai est d'environ deux heures si le jet d'eau vient simultanément de quatre directions. Toutefois, aucun délai n'est à prévoir si le jet d'eau vient successivement des quatre directions.	X										X		
721	L'épreuve d'aspersion d'eau : le spécimen doit être soumis à une épreuve d'aspersion d'eau qui simule l'exposition à un débit de précipitation d'environ 5 cm par heure pendant au moins une heure.	X										X		2.2.1 Structural analysis
722	L'épreuve de chute libre : le spécimen doit tomber sur la cible de manière à subir le dommage maximal sur les éléments de sûreté à éprouver.	X										X		
a	La hauteur de chute mesurée entre le point le plus bas du spécimen et la surface supérieure de la cible ne doit pas être inférieure à la distance spécifiée au tableau 14 pour la masse correspondante. La cible doit être telle que, définie au paragraphe 717.	X										X		
b	Pour les colis rectangulaires en fibres agglomérées ou en bois dont la masse ne dépasse pas 50 kg, un spécimen distinct doit subir une épreuve de chute libre, d'une hauteur de 0,3 m, sur chacun de ses coins.	X										X		2.2.1 Structural analysis
c	Pour les colis cylindriques en fibres agglomérées dont la masse ne dépasse pas 100 kg, un spécimen distinct doit subir une épreuve de chute libre, d'une hauteur de 0,3 m, sur chaque quart de chacune de ses arêtes circulaires.	X										X		
723	L'épreuve de gerbage : à moins que la forme de l'emballage n'empêche effectivement le gerbage, le spécimen doit être soumis pendant au moins 24 heures à une force de compression égale à la plus élevée des deux valeurs suivantes : a) L'équivalent de cinq fois le poids maximum du colis ; et b) L'équivalent du produit de 13 kPa par l'aire de la projection verticale du colis.	X												2.2.1 Structural analysis COLIS NON GERBABLE
a	Cette force doit être appliquée uniformément à deux faces opposées du spécimen, l'une d'elle étant la base sur laquelle le colis repose normalement.	X												
b	L'épreuve de pénétration : le spécimen est placé sur une surface rigide, plane et horizontale dont le déplacement doit rester négligeable lors de l'exécution de l'épreuve	X										X		
724	Une barre à bout hémisphérique de 3,2 cm de diamètre et d'une masse de 6 kg, dont l'axe longitudinal est orienté verticalement, est lâchée au-dessus du spécimen et guidée de sorte que son extrémité vienne frapper le centre de la partie la plus fragile du spécimen et qu'elle heurte l'enveloppe de confinement si elle pénètre assez profondément. Les déformations de la barre doivent rester négligeables lors de l'exécution de l'épreuve ; la hauteur de la chute de la barre mesurée entre l'extrémité inférieure de celle-ci et le point d'impact prévu sur la surface supérieure du spécimen doit être de 1 m.	X										X		2.2.1 Structural analysis
a		X										X		
b		X										X		
Épreuves additionnelles pour les colis du type A conçus pour des liquides et des gaz														

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise		Doc de référence (où trouver la justification)				
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / Contrôle		Autre	O	Partiel	N
725	Il faut faire subir à un spécimen ou à des spécimens distincts chacune des épreuves ci-après à moins que l'on ne puisse prouver que l'une des épreuves est plus rigoureuse que l'autre pour le spécimen en question, auquel cas un spécimen devra subir l'épreuve la plus rigoureuse. Epreuve de chute libre : le spécimen doit tomber sur la cible de manière à subir le dommage maximal au point de vue du confinement. La hauteur de chute mesurée entre la partie inférieure du spécimen et la partie supérieure de la cible doit être de 9 m. La cible doit être telle que définie au paragraphe 717. Epreuve de pénétration : Le spécimen doit subir l'épreuve spécifiée au paragraphe 724, sauf que la hauteur de chute doit être portée de 1 m, comme prévu à l'alinéa 724 b), à 1,7 m.	X												
		X												
		X												
Epreuves pour prouver la capacité de résister aux conditions accidentelles de transport														
726	Le spécimen doit être soumis aux effets cumulatifs des épreuves spécifiées au paragraphe 727 et au paragraphe 728 dans cet ordre. Après ces épreuves, le spécimen en question ou un spécimen distinct doit être soumis aux effets de l'épreuve ou des épreuves d'immersion dans l'eau spécifiées au paragraphe 729 et, le cas échéant, au paragraphe 730.	X			X		X				X			2.2.1 Structural analysis
727	Epreuve mécanique : l'épreuve consiste en trois épreuves distinctes de chute libre. Chaque spécimen doit être soumis aux épreuves de chute libre applicables qui sont spécifiées au paragraphe 657 ou au paragraphe 682. L'ordre dans lequel le spécimen est soumis à ces épreuves doit être tel qu'après achèvement de l'épreuve mécanique le spécimen aura subi les dommages qui entraîneront un dommage maximal au cours de l'épreuve ultérieure ou suivante.	X			X		X				X			
a	Chute I : le spécimen doit tomber sur la cible de manière à subir le dommage maximal, et la hauteur de chute mesurée entre le point le plus bas du spécimen et la surface supérieure de la cible doit être de 9 m. La cible doit être telle que définie au paragraphe 717.	X			X		X				X			
b	Chute II : le spécimen doit tomber sur la cible de manière à subir le dommage maximal sur une barre montée de façon rigide perpendiculairement à la cible. La hauteur de chute mesurée entre le point d'impact prévu sur le spécimen et la surface supérieure de la barre doit être de 1 m. La barre doit être en acier doux plein et avoir une section circulaire de 15 cm ± 0,5 cm de diamètre et une longueur de 20 cm, à moins qu'une barre plus longue ne puisse causer des dommages plus graves, auquel cas il faut utiliser une barre suffisamment longue pour causer le dommage maximal. L'extrémité supérieure de la barre doit être plane et horizontale, son arête avant un arrondi de 6 mm de rayon au plus. La cible sur laquelle la barre est montée doit être telle que définie au paragraphe 717.	X			X		X				X			2.2.1 Structural analysis
c	Chute III : le spécimen doit être soumis à une épreuve d'écrasement dynamique au cours de laquelle il est placé sur la cible de manière à subir le dommage maximal résultant de la chute d'une masse de 500 kg d'une hauteur de 9 m. La masse doit consister en une plaque d'acier doux pleine de 1 m × 1 m et doit tomber à l'horizontale. La hauteur de chute doit être mesurée entre la surface inférieure de la plaque et le point le plus élevé du spécimen. La cible sur laquelle le spécimen doit être placé doit être telle que définie au paragraphe 717.	X			X		X				X			
728	Epreuve thermique : le spécimen doit être en équilibre thermique pour une température ambiante de 30°C avec les conditions d'insolation décrites au tableau 13 et le taux maximal théorique de production de chaleur à l'intérieur du colis par le contenu radioactif. Chacun de ces paramètres peut avoir une valeur différente avant et pendant l'épreuve à condition que l'on en tienne dûment compte dans l'évaluation ultérieure du comportement du colis.	X			X		X				X			
a	Le spécimen ou le spécimen doit être soumis à un environnement thermique qui communique un flux thermique au moins équivalent à celui d'un feu d'hydrocarbure et d'air, dans des conditions ambiantes suffisamment calmes pour que le pouvoir émissif moyen soit d'au moins 0,9 avec une température moyenne de flamme d'au moins 800°C qui enveloppe entièrement le spécimen, avec un coefficient d'absorptivité de surface de 0,8 ou toute autre valeur dont il est prouvé que le colis la possède s'il est exposé au feu décrit.	X			X		X				X			2.2.2 Thermal analysis
b	L'exposition du spécimen à une température ambiante de 30°C avec des conditions d'insolation décrites au tableau 31 et le taux maximal théorique de production de chaleur à l'intérieur du colis par le contenu radioactif, pendant une période suffisante pour que les températures à l'intérieur du spécimen baissent en tous points et/ou se rapprochent des conditions stables initiales. Chacun de ces paramètres peut avoir une valeur différente après la fin du chauffage à condition que l'on en tienne dûment compte dans l'évaluation ultérieure du comportement du colis.	X			X		X				X			
	Pendant et après l'épreuve, le spécimen ne doit pas être refroidi artificiellement, et s'il y a combustion de matières du spécimen, elle doit pouvoir se poursuivre jusqu'à son terme.	X			X		X				X			
729	Epreuve d'immersion dans l'eau : le spécimen doit être immergé sous une hauteur d'eau de 1,5 m au minimum pendant au moins 8 heures dans la position où il subira le dommage maximal. Aux fins du calcul, on considérera comme satisfaisante une pression manométrique extérieure d'au moins 150 kPa.	X			X		X				X			Couvert par l'immersion poussée (Art.730) au 2.2.1 Structural analysis

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise		Doc de référence (où trouver la justification)				
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / contrôle		Autre	O	Partiel	N
730	Epreuve poussée d'immersion dans l'eau : le spécimen doit être immergé sous une hauteur d'eau de 200 m au minimum pendant au moins 1 heure. Aux fins du calcul, on considérera comme satisfaisante une pression manométrique extérieure d'au moins 2 MPa	X			X						X			2.2.1 Structural analysis
Epreuve d'étanchéité à l'eau pour les colis contenant des matières fissiles														
731	On exceptera de cette épreuve les colis pour lesquels la pénétration ou l'écoulement d'eau entraînant la plus grande réactivité a été pris en compte comme hypothèse aux fins de l'évaluation faite en vertu des paragraphes 677-682. Avant que le spécimen ne soit soumis à l'épreuve d'étanchéité à l'eau spécifiée ci-après, il doit être soumis à l'épreuve spécifiée à l'alinéa 727 b), puis soit à l'épreuve spécifiée à l'alinéa a), soit à l'épreuve spécifiée à l'alinéa c) du paragraphe 727, suivant les prescriptions du paragraphe 682, et enfin à l'épreuve spécifiée au paragraphe 728.	X												
732	Le spécimen doit être immergé sous une hauteur d'eau de 0,9 m au minimum pendant au moins 8 heures et dans la position qui devrait permettre la pénétration maximale.	X												
733	Le spécimen doit être immergé sous une hauteur d'eau de 0,9 m au minimum pendant au moins 8 heures et dans la position qui devrait permettre la pénétration maximale.	X												
Epreuves pour les colis du type C														
734	Les spécimens doivent être soumis aux effets de chacune des séquences d'épreuves ci-après dans l'ordre indiqué :	X												
a	Les épreuves spécifiées aux paragraphes 727 a), 727 c), 735 et 736 ;	X												
b	L'épreuve spécifiée au paragraphe 737.	X												
735	Des spécimens différents peuvent être utilisés pour chacune des séquences a) et b). Epreuve de perforation/déchirure : le spécimen doit être soumis aux effets endommageants d'une barre pleine en acier doux. L'orientation de la barre par rapport à la surface du spécimen doit être choisie de façon à causer le dommage maximal à la fin de la séquence prévue à l'alinéa 734 a). Le spécimen, représentant un colis ayant une masse inférieure à 250 kg, est placé sur une cible et frappé par une barre d'une masse de 250 kg tombant d'une hauteur de 3 m au-dessus du point d'impact prévu. Pour cette épreuve, la barre est un cylindre de 20 cm de diamètre, l'extrémité frappant le spécimen étant un cône tronqué de 30 cm de haut et de 2,5 cm de diamètre au sommet, avec une arête ayant un arrondi de 6 mm de rayon au plus. La cible sur laquelle le spécimen est placé doit être telle que le point d'impact soit placé sur une barre d'un diamètre de 250 kg ou plus, la base de la barre doit être placée sur une cible et le spécimen doit tomber sur la barre. La hauteur de chute mesurée entre le point d'impact sur le spécimen et l'extrémité supérieure de la barre doit être de 3 m. Pour cette épreuve, la barre a les mêmes propriétés et dimensions que celles indiquées sous a) ci-dessus, si ce n'est que sa longueur et sa masse doivent être telles qu'elles causent le dommage maximal au spécimen. La cible sur laquelle la base de la barre est placée doit être telle que sa surface peut avoir une orientation quelconque à condition d'être perpendiculaire à la trajectoire du spécimen.	X												
a	Les conditions de cette épreuve doivent être telles que décrites au paragraphe 728, si ce n'est que l'exposition à l'environnement thermique doit durer 60 minutes.	X												
b	Epreuve de résistance au choc : le spécimen doit subir un choc sur une cible à une vitesse d'au moins 90 m/s avec l'orientation causant le dommage maximal. La cible doit être telle que définie au paragraphe 717, si ce n'est que sa surface peut avoir une orientation quelconque à condition d'être perpendiculaire à la trajectoire du spécimen.	X												
736	Epreuve thermique poussée : les conditions de cette épreuve doivent être telles que décrites au paragraphe 728, si ce n'est que l'exposition à l'environnement thermique doit durer 60 minutes.	X												
737	Epreuve de résistance au choc : le spécimen doit subir un choc sur une cible à une vitesse d'au moins 90 m/s avec l'orientation causant le dommage maximal. La cible doit être telle que définie au paragraphe 717, si ce n'est que sa surface peut avoir une orientation quelconque à condition d'être perpendiculaire à la trajectoire du spécimen.	X												
CHAPITRE VIII : APPROBATION, AGREMENT ET DISPOSITIONS ADMINISTRATIVES														
GÉNÉRALITÉS														
801	Pour les modèles de colis pour lesquels un certificat d'agrément de l'autorité compétente n'est pas requis, l'expéditeur doit, sur demande, soumettre à l'examen de l'autorité compétente des documents prouvant que le modèle de colis est conforme aux prescriptions applicables.	X												CERTIFICAT D'AGREMENT REQUIS
802	L'approbation ou l'agrément de l'autorité compétente est requis pour :	X												
a	Les modèles soumis pour : i) Les matières radioactives sous forme spéciale (voir les paragraphes 803, 804 et 818) ; ii) Les matières radioactives faiblement dispersibles (voir les paragraphes 803 et 804) ; iii) Les colis contenant 0,1 kg ou plus d'hexafluorure d'uranium (voir le paragraphe 805) ; iv) Tous les colis contenant des matières fissiles sous réserve des exceptions prévues au paragraphe 672 (voir les paragraphes 812-814, 816 et 817) ; v) Les colis du type BU) et les colis du type BM) (voir les paragraphes 806-811, 816 et 817) ; vi) Les colis du type B(U) F.	X												
b	Les arrangements spéciaux (voir les paragraphes 824-826) ;	X												

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise		Doc de référence (où trouver la justification)	
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude / contrôle	Inspection / Autre		O
c	Certaines expéditions (voir les paragraphes 820-823) :	X									
d	Le programme de protection radiologique pour les bateaux d'utilisation spéciale (voir l'alinéa 576 a) :	X									
e	Le calcul des valeurs des radionucléides qui ne figurent pas au tableau 2 (voir le paragraphe 402).	X									
AGRÈMENT DES MATIÈRES RADIOACTIVES SOUS FORME SPÉCIALE ET DES MATIÈRES RADIOACTIVES FAIBLEMENT DISPERSIBLES											
803	Les modèles utilisés pour les matières radioactives sous forme spéciale doivent faire l'objet d'un agrément unilatéral. Les modèles utilisés pour les matières radioactives faiblement dispersibles doivent faire l'objet d'un agrément multilatéral. Dans les deux cas, la demande d'agrément doit comporter :	X									
a	La description détaillée des matières radioactives ou, s'il s'agit d'une capsule, du contenu ; il faudra notamment indiquer l'état physique et la forme chimique ;	X		LE CONTENU N'EST PAS FAIBLEMENT DISPERSIBLE							
b	Le projet détaillé du modèle de la capsule qui sera utilisée ;	X									
c	Le compte rendu des épreuves effectuées et de leurs résultats, ou la preuve par le calcul que les matières radioactives peuvent satisfaire aux normes de performance, ou toute autre preuve que les matières radioactives sous forme spéciale ou les matières radioactives faiblement dispersibles satisfont aux prescriptions du présent Règlement qui leur sont applicables ;	X									
d	La description du programme d'assurance de la qualité applicable conformément au paragraphe 306 ;	X									
e	Toutes les mesures suggérées avant d'expédier un envoi de matières radioactives sous forme spéciale ou de matières radioactives faiblement dispersibles.	X									
804	L'autorité compétente doit établir un certificat attestant que le modèle agréé satisfait aux prescriptions concernant les matières radioactives sous forme spéciale ou les matières radioactives faiblement dispersibles et doit attribuer une cote à ce modèle	X		LE CONTENU N'EST PAS FAIBLEMENT DISPERSIBLE							
AGRÈMENT DES MODÈLES DE COLIS											
AGRÈMENT DES MODÈLES DE COLIS devant contenir de l'hexafluorure d'uranium											
805	Les modèles de colis contenant 0,1 kg ou plus d'hexafluorure d'uranium sont agréés comme suit :	X									
a	Un agrément multilatéral est nécessaire pour chaque modèle qui satisfait aux prescriptions énoncées au paragraphe 632.	X									
b	L'agrément unilatéral de l'autorité compétente du pays d'origine du modèle est nécessaire pour chaque modèle qui satisfait aux prescriptions énoncées aux paragraphes 629-631, à moins qu'un agrément multilatéral ne soit nécessaire en vertu du présent Règlement.	X		LE CONTENU NE CONTIENT PAS DE HF6							
c	La demande d'agrément doit comporter tous les renseignements nécessaires pour assurer l'autorité compétente que le modèle satisfait aux prescriptions énoncées au paragraphe 629 et la description du programme d'assurance de la qualité applicable conformément au paragraphe 306.	X									
d	L'autorité compétente doit établir un certificat attestant que le modèle agréé satisfait aux prescriptions énoncées au paragraphe 629 et doit attribuer une cote à ce modèle.	X									
AGRÈMENT DES MODÈLES DE COLIS de colis du type B(U) et du type C											
806	Un agrément unilatéral est nécessaire pour tous les modèles de colis du type B(U) et du type C sauf que :	X							X	X	
a	Un agrément multilatéral est nécessaire pour un modèle de colis contenant des matières fissiles qui est aussi soumis aux prescriptions énoncées aux paragraphes 812-814 ;	X							X	X	Certificat d'agrément
b	Un agrément multilatéral est nécessaire pour un modèle de colis du type B(U) contenant des matières radioactives faiblement dispersibles.	X							X	X	
807	La demande d'agrément doit comporter :	X							X	X	
a	La description détaillée du contenu radioactif prévu, indiquant notamment son état physique, sa forme chimique et la nature du rayonnement émis ;	X							X	X	
b	Le projet détaillé du modèle, comprenant les plans complets du modèle ainsi que les listes des matériaux et des méthodes de construction qui seront utilisés ;	X							X	X	
c	Le compte rendu des épreuves effectuées et de leurs résultats ou la preuve obtenue par le calcul ou autrement que le modèle satisfait aux prescriptions applicables ;	X							X	X	

Matrice de conformité (AIEA 2009)

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise			Doc de référence (où trouver la justification)										
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / contrôle	Autre		O	Partiel	N							
d	Le projet du mode d'emploi et d'entretien de l'emballage :	X									X										
e	Si le colis est conçu de manière à supporter une pression d'utilisation normale maximale supérieure à 100 kPa (manomètre), les spécifications, les échantillons à prélever et les essais à effectuer en ce qui concerne les matériaux employés pour la construction de l'enveloppe de confinement :	X									X								Certificat d'agrément		
F	Quand le contenu radioactif prévu est du combustible irradié, le demandeur doit indiquer et justifier toute hypothèse de l'analyse de sûreté concernant les caractéristiques de ce combustible et décrire les mesures à effectuer éventuellement avant l'expédition comme prévu à l'alinéa 6.74 b).	X									X										
G	Toutes les dispositions spéciales en matière d'arrimage nécessaires pour assurer la bonne dissipation de la chaleur du colis compte tenu des divers modes de transport qui seront utilisés ainsi que du type de moyen de transport ou de conteneur de fret.	X									X										
H	Une illustration reproductible, dont les dimensions ne soient pas supérieures à 21 cm x 30 cm, montrant la constitution du colis :	X									X										
I	La description du programme d'assurance de la qualité applicable conformément au paragraphe 306.	X									X										
808	L'autorité compétente doit établir un certificat attestant que le modèle agréé satisfait aux prescriptions pour les colis du type B(U) ou du type C et doit attribuer une cote à ce modèle.	X									X									Certificat d'agrément	
Agrement des modèles de colis du type B(M)																					
809	Un agrément multilatéral est nécessaire pour tous les modèles de colis du type B(M), y compris ceux de matières fissiles qui sont aussi soumis aux dispositions des paragraphes 812-814 et ceux de matières radioactives faiblement dispersibles.	X																			
810	En plus des renseignements requis au paragraphe 807 pour les colis du type B(U), la demande d'agrément d'un modèle de colis du type B(M) doit comporter :	X																			
a	En plus des renseignements requis au paragraphe 807 pour les colis du type B(U), la demande d'agrément d'un modèle de colis du type B(M) doit comporter :	X																			
b	La liste de celles des prescriptions énoncées aux paragraphes 637, 653-655 et 658-664 auxquelles le colis n'est pas conforme.	X																			
c	Les opérations supplémentaires qu'il est proposé de prescrire et d'effectuer en cours de transport, qui ne sont pas prévues par le présent Règlement, mais qui sont nécessaires pour garantir la sûreté du colis ou pour compenser les insuffisances visées sous a) ci-dessus.	X																			
d	Une déclaration relative aux restrictions éventuelles quant au mode de transport et aux modalités particulières de chargement, d'acheminement, de déchargement ou de manutention.	X																			
e	Les conditions ambiantes maximales et minimales (température, rayonnement solaire) qui sont supposées pouvoir être subies en cours de transport et dont il aura été tenu compte dans le modèle.	X																			
811	L'autorité compétente doit établir un certificat attestant que le modèle agréé satisfait aux prescriptions applicables pour les colis du type B(M) et doit attribuer une cote à ce modèle.	X																			Certificat d'agrément
Agrement des modèles de colis devant contenir des matières fissiles																					
812	Un agrément multilatéral est nécessaire pour tous les modèles de colis pour matières fissiles qui ne sont pas exceptés conformément au paragraphe 672 des prescriptions qui s'appliquent expressément aux colis contenant des matières fissiles.	X																			Certificat d'agrément
813	La demande d'agrément doit comporter tous les renseignements nécessaires pour assurer l'autorité compétente que le modèle satisfait aux prescriptions énoncées au paragraphe 671 et la description du programme d'assurance de la qualité applicable conformément au paragraphe 306.	X																			Certificat d'agrément
814	L'autorité compétente doit établir un certificat attestant que le modèle agréé satisfait aux prescriptions énoncées au paragraphe 671 et doit attribuer une cote à ce modèle.	X																			Certificat d'agrément
DISPOSITIONS TRANSITOIRES																					
Colis dont le modèle n'a pas à être agréé par l'autorité compétente en vertu des éditions de 1985 et de 1985 (revue en 1990) du présent Règlement																					

Matrice de conformité (AIEA 2009)

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise		Doc de référence (où trouver la justification)			
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / contrôle		Autre	O	Partiel
815	Les colis exceptés, les colis des types IP-1, IP-2 et IP-3 et les colis du type A dont le modèle n'a pas à être agréé par l'autorité compétente et qui satisfont aux prescriptions des éditions de 1985 ou de 1985 (revue en 1990) du présent Règlement peuvent continuer d'être utilisés à condition d'être soumis au programme obligatoire d'assurance de la qualité conformément aux prescriptions énoncées au paragraphe 306 et aux limites d'activité et aux restrictions concernant les matières énoncées au chapitre IV. Tout emballage modifié, à moins que ce ne soit pour améliorer la sûreté, ou fabriqué après le 31 décembre 2003 doit satisfaire intégralement aux dispositions de la présente édition du Règlement. Les colis préparés pour le transport le 31 décembre 2003 au plus tard en vertu des éditions de 1985 ou de 1985 (revue en 1990) du présent Règlement peuvent continuer d'être transportés. Les colis préparés pour le transport après cette date doivent satisfaire		X	TYPE B(U)									
Agréments en vertu des éditions de 1973, 1973 (version amendée), 1985 et 1985 (revue en 1990) du présent Règlement													
816	Les emballages fabriqués suivant un modèle agréé par l'autorité compétente en vertu des dispositions des éditions de 1973 ou de 1973 (version amendée) du présent Règlement peuvent continuer d'être utilisés sous réserve d'un agrément multilatéral du modèle de colis, de l'exécution du programme obligatoire d'assurance de la qualité conformément aux prescriptions applicables énoncées au paragraphe 306, des limites d'activité et des restrictions concernant les matières énoncées au chapitre IV et, pour un colis contenant des matières fissiles et transporté par voie aérienne, des prescriptions énoncées au paragraphe 680. Il n'est pas permis de commencer une nouvelle fabrication d'emballages de ce genre. Les modifications du modèle d'emballage ou de la nature ou de la quantité du contenu radioactif autorisé qui, selon ce que déterminera l'autorité compétente, auraient une influence significative sur la sûreté doivent satisfaire intégralement aux dispositions de la présente édition du Règlement. Conformément au paragraphe 539, un numéro de série doit être attribué	X											S.O.
817	Les emballages fabriqués suivant un modèle agréé par l'autorité compétente en vertu des dispositions des éditions de 1985 ou de 1985 (revue en 1990) du présent Règlement peuvent continuer d'être utilisés sous réserve d'un agrément multilatéral du modèle de colis, de l'exécution du programme obligatoire d'assurance de la qualité conformément aux prescriptions énoncées au paragraphe 306, des limites d'activité et des restrictions concernant les matières énoncées au chapitre IV et, pour un colis contenant des matières fissiles et transporté par voie aérienne, des prescriptions énoncées au paragraphe 680. Les modifications du modèle d'emballage ou de la nature ou de la quantité du contenu radioactif autorisé qui, selon ce que déterminera l'autorité compétente, auraient une influence significative sur la sûreté doivent satisfaire intégralement aux dispositions de la présente édition du Règlement. Tous les emballages dont la fabrication commencera après le	X											S.O.
Matrices radioactives sous forme spéciale agréées en vertu des éditions de 1973, 1973 (version amendée), 1985 et 1985 (revue en 1990) du présent Règlement													
818	Les matières radioactives sous forme spéciale fabriquées suivant un modèle qui a reçu l'agrément unilatéral d'une autorité compétente en vertu des éditions de 1973, 1973 (version amendée), 1985 ou 1985 (revue en 1990) du présent Règlement peuvent continuer d'être utilisées si elles satisfont au programme obligatoire d'assurance de la qualité conformément aux prescriptions applicables énoncées au paragraphe 306. Les matières radioactives sous forme spéciale fabriquées après le 31 décembre 2003 doivent satisfaire intégralement aux dispositions de la présente édition du Règlement.		X	TYPE B(U)									
NOTIFICATION ET ENREGISTREMENT DES NUMÉROS DE SÉRIE													
819	L'autorité compétente doit être informée du numéro de série de chaque emballage fabriqué suivant un modèle agréé en vertu des paragraphes 806, 809, 812, 816 et 817.	X								X	X		1.2 Administrative information
APPROBATION DES EXPÉDITIONS													
820	Une approbation multilatérale est requise pour :	X											
a	L'expédition de colis du type B(M) non conformes aux prescriptions énoncées au paragraphe 637 ou spécialement conçus pour permettre l'aération intermittente prescrite.	X											
b	L'expédition de colis du type B(M) contenant des matières radioactives ayant une activité supérieure à 3000 A1 ou à 3000 A2, suivant le cas, ou à 1000 Tba, la plus faible des deux valeurs étant retenue.	X											
c	L'expédition de colis contenant des matières fissiles si la somme des indices de sûreté-criticité des colis dans un seul conteneur de fret ou moyen de transport dépasse 50. Sont exclues de cette prescription les expéditions par navires si la somme des indices de sûreté-criticité ne dépasse pas 50 pour toute cale, tout compartiment ou toute zone réservée du pont et si la distance de 6 m entre des groupes de colis ou de suremballages prévue au tableau 1.0 est respectée.	X											Responsabilité de l'expéditeur / Calcul du CSI dans chapitre 2.2.5 Criticality safety analysis
d	Les programmes de protection radiologique pour les expéditions par bateau d'utilisation spéciale, conformément à l'alinéa 5.76 a).	X											TRANSPORT ROUTIER UNIQUÈMENT

Matrice de conformité (AIEA 2009)

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise			Doc de référence (où trouver la justification)		
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / contrôle	Autre		O	Partiel
821	L'autorité compétente peut autoriser le transport sur le territoire relevant de sa compétence sans approbation de l'expédition, par une disposition explicite de l'agrément du modèle (voir le paragraphe 827).	X											S.O.
822	La demande d'approbation d'une expédition doit indiquer :	X											
a	La période, concernant l'expédition, pour laquelle l'approbation est demandée ;	X											
b	Le contenu radioactif réel, les modes de transport prévus, le type de moyen de transport et l'itinéraire probable ou prévu ;	X											
c	Comment seront réalisées les précautions spéciales et les opérations spéciales prescrites, administratives et autres, prévues dans les certificats d'agrément des modèles de colis délivrés conformément aux paragraphes 808, 811 et 814.	X											Responsabilité de l'expéditeur
823	En approuvant l'expédition, l'autorité compétente doit délivrer un certificat d'approbation.	X											Responsabilité de l'expéditeur
APPROBATION DES EXPÉDITIONS SOUS ARRANGEMENT SPÉCIAL													
824	Les envois sous arrangement spécial doivent faire l'objet d'une approbation multilatérale		X										
825	Les demandes d'approbation d'une expédition sous arrangement spécial doivent comporter tous les renseignements nécessaires pour assurer l'autorité compétente que le niveau général de sûreté du transport est au moins équivalent à celui qui serait obtenu si toutes les prescriptions applicables du présent Règlement avaient été satisfaites, et :		X										
a	Exposer dans quelle mesure et pour quelles raisons l'expédition ne peut être faite en pleine conformité avec les prescriptions applicables du présent Règlement ;		X										
b	Indiquer les précautions spéciales ou opérations spéciales prescrites, administratives ou autres, qui seront prises en cours de transport pour compenser la non-conformité aux prescriptions applicables du présent Règlement.		X										
826	En approuvant une expédition sous arrangement spécial, l'autorité compétente doit délivrer un certificat d'approbation		X										
CERTIFICATS DÉLIVRÉS PAR L'AUTORITÉ COMPÉTENTE													
827	Cinq types de certificats peuvent être délivrés : matières radioactives sous forme spéciale, matières radioactives faiblement dispersables, arrangement spécial, expédition ou modèle de colis. Les certificats relatifs à un modèle de colis et à une expédition peuvent être combinés en un seul certificat.	X										X	Certificat d'agrément
Cote attribuée par l'autorité compétente													
828	Chaque certificat délivré par une autorité compétente doit porter une cote. Cette cote se présente sous la forme générale suivant l'indicateur de pays/Numéro/Indicatif de type	X										X	
a	Sous réserve des dispositions de l'alinéa 829 b), l'indicateur de pays est constitué par les lettres distinctives attribuées pour la circulation internationale des véhicules, au pays qui délivre le certificat ;	X										X	
b	Le numéro est attribué par l'autorité compétente ; pour un modèle ou une expédition donnés, il doit être unique et spécifique. La cote de l'approbation de l'expédition doit se déduire de celle de l'agrément du modèle par une relation évidente ;	X										X	

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité					Conformité acquise		Doc de référence (où trouver la justification)			
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / Contrôle	Autre		O	Partiel	N
c	<p>Les indicatifs ci-après doivent être utilisés, dans l'ordre indiqué, pour identifier le type de certificat :</p> <ul style="list-style-type: none"> AF Modèle de colis de type A pour matières fissiles BU) Modèle de colis du type BU) [B(U)F s'il s'agit d'un colis pour matières fissiles] B(M) Modèle de colis du type B(M) [B(M)F s'il s'agit d'un colis pour matières fissiles] C Modèle de colis du type C [CF s'il s'agit d'un colis pour matières fissiles] IF Modèle de colis industriel pour matières fissiles S Matières radioactives sous forme spéciale LD Matières radioactives faiblement dispersibles T Expédition X Arrangement spécial <p>Dans le cas des modèles de colis pour hexafluorure d'uranium non fissile ou fissile excepté, si aucun des indicatifs ci-dessus ne s'applique, il faut utiliser les indicatifs suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> H(U) Agrément unilatéral H(M) Agrément multilatéral 	X									X			Certificat d'agrément
d	<p>Dans les certificats d'agrément de modèles de colis et de matières radioactives sous forme spéciale autres que ceux qui sont délivrés en vertu des paragraphes 816-818 et dans les certificats d'agrément de matières radioactives faiblement dispersibles, le symbole -96- doit être ajouté à l'indicatif de type.</p>	X									X			
829	<p>L'indicatif de type doit être utilisé comme suit :</p> <p>Chaque certificat et chaque colis doivent porter la cote appropriée, comprenant les symboles indiqués aux alinéas 828 a), b), c) et d) ci-dessus ; toutefois, pour les colis, seul l'indicatif de type du modèle, y compris, le cas échéant, le symbole -96- doit apparaître après la deuxième barre oblique, c'est-à-dire que les lettres 'T' ou 'X' ne doivent pas figurer dans la cote portée sur le colis. Quand les certificats d'agrément du modèle et d'approbation de l'expédition sont combinés, les indicatifs de type applicables n'ont pas à être répétés.</p> <p>Par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> A/132/B(M)F-96: Modèle de colis du type B(M) agréé pour des matières fissiles, nécessitant un agrément multilatéral, auquel l'autorité compétente autrichienne a attribué le numéro de modèle 132 (doit être porté à la fois sur le colis et sur le certificat d'agrément du modèle de colis) ; A/132/B(M)F-96T: Approbation d'expédition délivrée pour un colis portant la cote décrite ci-dessus (doit être porté uniquement sur le certificat) ; A/137/X: Approbation d'un arrangement spécial délivré par l'autorité compétente autrichienne, auquel le numéro 137 a été attribué (doit être porté uniquement sur le certificat) ; A/139/IF-96: Modèle de colis industriel pour matières fissiles agréé par l'autorité compétente autrichienne, auquel a été attribué le numéro de modèle 139 (doit être porté à la fois sur le colis et sur le certificat d'agrément du modèle de colis) ; A/145/H(U)-96: Modèle de colis pour hexafluorure d'uranium fissile excepté agréé par l'autorité compétente autrichienne, auquel le numéro de modèle 145 a été attribué (doit être porté à la fois sur le colis et sur le certificat d'agrément du modèle de colis) ; Si l'approbation multilatérale prend la forme d'une variation conformément au paragraphe 834, seule la cote attribuée par le pays d'origine du modèle ou de l'expédition doit être utilisée. Si l'approbation multilatérale donne lieu à la délivrance de certificats par des pays successifs, chaque certificat doit porter la cote appropriée et le colis dont le modèle est ainsi approuvé doit porter toutes les cotes appropriées. <p>Par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> A/132/B(M)F-96 CHL28/B(M)F-96 	X									X			
a	<p>La révision d'un certificat doit être indiquée entre parenthèses après la cote figurant sur le certificat. C'est ainsi que A/132/B(M)F-96(Rev.2) indiquera qu'il s'agit de la révision n° 2 du certificat d'agrément du modèle de colis délivré par l'Autriche, tandis que A/132/B(M)F-96(Rev.0) indiquera qu'il s'agit de la première délivrance d'un certificat d'agrément d'un modèle de colis par l'Autriche. Lors de la première délivrance d'un certificat, la mention entre parenthèses est facultative et d'autres termes tels que 'première délivrance' peuvent également être utilisés à la place de 'Rev.0'. Un numéro de certificat révisé ne peut être attribué que par le pays qui a attribué le numéro initial :</p>	X									X			
b	<p>La révision d'un certificat doit être indiquée entre parenthèses après la cote figurant sur le certificat. C'est ainsi que A/132/B(M)F-96(Rev.2) indiquera qu'il s'agit de la révision n° 2 du certificat d'agrément du modèle de colis délivré par l'Autriche, tandis que A/132/B(M)F-96(Rev.0) indiquera qu'il s'agit de la première délivrance d'un certificat d'agrément d'un modèle de colis par l'Autriche. Lors de la première délivrance d'un certificat, la mention entre parenthèses est facultative et d'autres termes tels que 'première délivrance' peuvent également être utilisés à la place de 'Rev.0'. Un numéro de certificat révisé ne peut être attribué que par le pays qui a attribué le numéro initial :</p>	X									X			
c	<p>La révision d'un certificat doit être indiquée entre parenthèses après la cote figurant sur le certificat. C'est ainsi que A/132/B(M)F-96(Rev.2) indiquera qu'il s'agit de la révision n° 2 du certificat d'agrément du modèle de colis délivré par l'Autriche, tandis que A/132/B(M)F-96(Rev.0) indiquera qu'il s'agit de la première délivrance d'un certificat d'agrément d'un modèle de colis par l'Autriche. Lors de la première délivrance d'un certificat, la mention entre parenthèses est facultative et d'autres termes tels que 'première délivrance' peuvent également être utilisés à la place de 'Rev.0'. Un numéro de certificat révisé ne peut être attribué que par le pays qui a attribué le numéro initial :</p>	X									X			

Collis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité				Conformité acquise			Doc de référence (où trouver la justification)		
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude / Contrôle	Inspection / Contrôle	Autre		O	Partiel
k	<p>cruciale, pour les colis contenant des matières fissiles ;</p> <p>ii) Une description détaillée du contenu radioactif autorisé ;</p> <p>iii) La valeur de l'indice de sûreté-criticité ;</p> <p>iv) Le renvoi à la documentation qui démontre la sûreté-criticité du contenu ;</p> <p>v) Toutes caractéristiques spéciales qui permettent de supprimer l'absence d'eau dans certains espaces vides pour l'évaluation de la criticité ;</p> <p>vi) Toute estimation (basée sur l'alinéa 674 b) qui permet d'admettre une modification de la multiplication des neutrons pour l'évaluation de la criticité, sur la base des données d'irradiation effective ;</p> <p>La liste détaillée des opérations supplémentaires prescrites pour la préparation, le chargement, l'acheminement, le déchargement et la manutention de l'envoi, avec indication des dispositions spéciales à prendre en matière d'arrimage pour assurer une bonne dissipation de la chaleur ;</p>		X										
l	La liste détaillée des opérations supplémentaires prescrites pour la préparation, le chargement, l'acheminement, le déchargement et la manutention de l'envoi, avec indication des dispositions spéciales à prendre en matière d'arrimage pour assurer une bonne dissipation de la chaleur ;		X										
m	Si l'autorité compétente le juge utile, les raisons pour lesquelles il s'agit d'un arrangement spécial ;		X										
n	L'énoncé des mesures compensatoires à appliquer du fait que l'expédition est faite sous arrangement spécial ;		X										
o	Le renvoi aux renseignements fournis par le demandeur concernant l'utilisation de l'emballage ou les mesures spéciales à prendre avant l'expédition ;		X										
p	Une déclaration concernant les conditions ambiantes prises comme hypothèse aux fins de l'établissement du modèle si ces conditions ne sont pas conformes à celles qui sont indiquées aux paragraphes 654, 655 ou 664, suivant le cas ;		X										
q	Les mesures à prendre en cas d'urgence jugées nécessaires par l'autorité compétente ;		X										
r	La description du programme d'assurance de la qualité applicable conformément au paragraphe 306 ;		X										
s	Si l'autorité compétente le juge utile, la mention du nom du demandeur et du nom du transporteur ;		X										
t	La signature et le nom du fonctionnaire délivrant le certificat		X										
Certificats d'approbation des expéditions													
832	Chaque certificat d'approbation délivré par une autorité compétente pour une expédition doit comporter les renseignements ci-après :	X											
a	Le type du certificat ;	X											
b	La (les) coté(s) attribuée(s) par l'autorité compétente ;	X											
c	La date de délivrance et la date d'expiration ;	X											
d	La liste des règlements nationaux et internationaux applicables, avec mention de l'édition du Règlement de transport des matières radioactives de l'AIEA en vertu de laquelle l'expédition est approuvée ;	X											
e	Les restrictions éventuelles quant aux modes de transport, au type de moyen de transport ou de conteneur de fret, et les instructions d'itinéraire nécessaires ;	X											
f	La déclaration suivante : « Le présent certificat ne dispense pas l'expéditeur d'observer les prescriptions établies par les autorités des pays sur le territoire desquels le colis sera transporté » ;	X											
g	La liste détaillée des opérations supplémentaires prescrites pour la préparation, le chargement, l'acheminement, le déchargement et la manutention de l'envoi, avec indication des dispositions spéciales à prendre en matière d'arrimage pour assurer une bonne dissipation de la chaleur ou le maintien de la sûreté-criticité ;	X											
H	Le renvoi aux renseignements fournis par le demandeur concernant les mesures spéciales à prendre avant l'expédition ;	X											
i	Le renvoi au(x) certificat(s) d'agrément du modèle applicable(s) ;	X											
j	Une description du contenu radioactif, avec indication des restrictions concernant le contenu radioactif qui pourraient ne pas être évidentes du fait de la nature de l'emballage. Il faut indiquer notamment l'état physique et la forme chimique, les activités totales (y compris celles des divers isotopes le cas échéant), les quantités en grammes (pour les matières fissiles) et s'il s'agit de matières radioactives sous forme spéciale ou de matières radioactives faiblement disséminables, le cas échéant ;	X											
k	Les mesures à prendre en cas d'urgence jugées nécessaires par l'autorité compétente ;	X											
l	La description du programme d'assurance de la qualité applicable conformément au paragraphe 306 ;	X											
m	Si l'autorité compétente le juge utile, la mention du nom du demandeur ;	X											
n	La signature et le nom du fonctionnaire délivrant le certificat	X											
Certificats d'agrément des modèles de colis													
833	Chaque certificat d'agrément délivré par une autorité compétente pour un modèle de colis doit comporter les renseignements ci-après :	X											
											X		

Colis
Classe
MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité					Conformité acquise			Doc de référence (où trouver la justification)			
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / contrôle	Autre	O		Partiel	N	
a	Le type du certificat :	X										X			
b	La cote attribuée par l'autorité compétente :	X										X			
c	La date de délivrance et la date d'expiration :	X										X			
d	Les restrictions éventuelles quant aux modes de transport :	X										X			
e	La liste des règlements nationaux et internationaux applicables, avec mention de l'édition du Règlement de transport des matières radioactives de l'AIEA en vertu de laquelle le modèle est adressé	X										X			
f	La déclaration suivante : « Le présent certificat ne dispense pas l'expéditeur d'observer les prescriptions établies par les autorités des pays sur le territoire desquels le colis sera transporté... »	X										X			
g	Les renvois aux certificats délivrés pour d'autres contenus radioactifs, à la validation par une autre autorité compétente ou à des renseignements techniques supplémentaires, suivant ce que l'autorité compétente juge utile	X										X			
h	Une déclaration d'autorisation de l'expédition si l'approbation de l'expédition est requise en vertu du paragraphe 820 et si une telle déclaration est jugée appropriée :	X										X			
i	L'identification de l'emballage	X										X			
j	La description de l'emballage par référence à des plans ou à la description du modèle. Si l'autorité compétente le juge utile, une illustration reproductible de 21 cm x 30 cm au maximum montrant la constitution du colis devrait aussi être fournie, accompagnée d'une brève description de l'emballage comprenant l'indication des matériaux de construction,	X										X			
k	de la masse brute, des dimensions extérieures hors tout et de l'aspect.	X										X			
l	Une description du modèle par référence à des plans	X										X			
m	Une description du contenu radioactif autorisé, avec indication des restrictions concernant le contenu radioactif qui pourraient ne pas être évidentes du fait de la nature de l'emballage. Il faut indiquer notamment l'état physique et la forme chimique, les activités (y compris celles des divers isotopes le cas échéant), les quantités en grammes (pour les matières fissiles) et s'il s'agit de matières radioactives sous forme spéciale ou de matières radioactives faiblement dispersables, le cas échéant.	X										X			
n	Une description de l'enveloppe de confinement ; En outre, pour les colis contenant des matières fissiles : i) Une description détaillée du contenu radioactif autorisé ; ii) Une description du système d'isolement ; iii) La valeur de l'indice de sûreté-criticité ; iv) Le renvoi à la documentation qui démontre la sûreté-criticité du contenu ; v) Toutes caractéristiques spéciales qui permettent de supprimer l'absence d'eau dans certains espaces vides pour l'évaluation de la criticité ; vi) Toute estimation (basée sur l'alinéa 674 b)) qui permet d'admettre une modification de la multiplication des neutrons pour l'évaluation de la criticité, sur la base des données d'irradiation effective.	X										X			
o	Pour les colis du type B(M), une déclaration indiquant celles des prescriptions des paragraphes 637, 653-655 et 658-664 auxquelles le colis ne satisfait pas et tout renseignement complémentaire pouvant être utile à l'évaluation de la criticité.	X										X			
p	Pour les colis contenant plus de 0,1 kg d'hexafluorure d'uranium, une déclaration indiquant celles des prescriptions du paragraphe 632 qui s'appliquent éventuellement et donnant tout renseignement complémentaire pouvant être utile à d'autres autorités compétentes.	X										X			
q	La liste détaillée des opérations supplémentaires prescrites pour la préparation, le chargement, l'acheminement, le déchargement et la manutention de l'envoi, avec indication des dispositions spéciales à prendre en matière d'arrimage pour assurer une bonne dissipation de la chaleur.	X										X			
r	Le renvoi aux renseignements fournis par le demandeur concernant l'utilisation de l'emballage ou les mesures spéciales à prendre avant l'expédition.	X										X			
s	Une déclaration concernant les conditions ambiantes prises comme hypothèse aux fins de l'établissement du modèle si ces conditions ne sont pas conformes à celles qui sont indiquées aux paragraphes 654, 655 ou 664, suivant le cas.	X										X			
t	La description du programme d'assurance de la qualité applicable conformément au paragraphe 306 ;	X										X			
u	Les mesures à prendre en cas d'urgence jugées nécessaires par l'autorité compétente ;	X										X			
v	Si l'autorité compétente le juge utile, la mention du nom du demandeur ;	X										X			
w	La signature et le nom du fonctionnaire délivrant le certificat	X										X			

VALIDATION DES CERTIFICATS

Matrice de conformité (AIEA 2009)

Colis
Classe

MARIANNE
B(U) F

N° art.	Prescription Descriptif	Applicabilité		Justification de la conformité					Conformité acquise		Doc de référence (où trouver la justification)		
		O	N	Justification NA	Analyse	Conception	Essais	Similitude	Inspection / contrôle	Autre		O	Partiel
834	L'approbation multilatérale peut prendre la forme d'une validation du certificat délivré initialement par l'autorité compétente du pays d'origine du modèle ou de l'expédition. Cette validation peut se faire par endossement sur le certificat initial ou par la délivrance d'un endossement distinct, d'une annexe, d'un supplément, etc. par l'autorité compétente du pays sur le territoire duquel se fait l'expédition.	X											Responsabilité de l'expéditeur

DOSSIER DE SURETE

Titre :	DOSSIER DE SURETE - MARIANNE B(U) - UTILISATION	
Référence :	PDSR 000 22 097 1.7 A VP	Nombre de pages : 14
Résumé :	Ce document décrit les opérations d'utilisation du conteneur Marianne.	

SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. DOCUMENTS DE REFERENCE	3
3. EXIGENCES DES ESSAIS ET CONTROLES AVANT LA PREMIERE UTILISATION	3
3.1. Fabrication, résultats.....	3
3.2. Essais sur site	3
3.3. Après le premier chargement	4
4. EXIGENCES DE CONTROLE ET CONTROLES AVANT CHAQUE TRANSPORT	5
4.1. Exigences de contrôle avant chaque transport.....	5
4.2. Les contrôles à effectuer avant chaque transport.....	5
5. EXIGENCES DE MANUTENTION ET D'ARRIMAGE	6
5.1. Masses	6
5.2. Manutention du conteneur	7
5.3. Exigences d'arrimage	7
6. EXIGENCES DE CHARGEMENT ET DE DECHARGEMENT DU CONTENU DE L'EMBALLAGE	8
6.1. Serrage des vis.....	8
6.2. Chargement sous eau	8
6.3. Chargement à sec	9
6.4. Déchargement	10
7. EXIGENCES D'ASSEMBLAGE DES COMPOSANTS DE L'EMBALLAGE	10
7.1. Prérequis	10
7.2. Assemblage des capots	10
8. EQUIPEMENT SUPPLEMENTAIRE ET CONTROLES OPERATIONNELS.....	10
ANNEXE 1 : PALONNIER DE LEVAGE	11
ANNEXE 2 : RENVOI D'ANGLE.....	11
ANNEXE 3 : PERCHE AMOVIBLE.....	11

DOSSIER DE SURETE

1. OBJET

L'objectif de ce document est de décrire les instructions d'utilisation du conteneur Marianne.

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

- [1] AIEA - TS-R-1 - 2009 - Règlement de transport des matières radioactives
- [2] Plan d'ensemble
- [3] Nomenclature
- [4] Lifting beam - plan d'ensemble
- [5] Lifting beam - nomenclature
- [6] Reversing gear - plan d'ensemble
- [7] Reversing gear - nomenclature
- [8] Removable Pole - plan d'ensemble
- [9] Removable pole - nomenclature
- [10] PDSR 000 22 097 1.8 VP - Maintenance
- [11] PDSR 000 22 097 1.3 VP - Spécification du contenu
- [12] PDSR 000 22 097 1.10 VP - Illustration du colis

3. EXIGENCES DES ESSAIS ET CONTROLES AVANT LA PREMIERE UTILISATION

3.1. FABRICATION, RESULTATS

Avant la première utilisation :

- Dans le rapport de fabrication du conteneur, vérifier :
 - o Les certificats matière
 - o Les dimensions des pièces/composants du conteneur
 - o L'essai de pression du système de confinement
 - o L'essai d'étanchéité du système de confinement
 - o L'essai d'étanchéité
 - o La masse du conteneur
 - o Le certificat de conformité

3.2. ESSAIS SUR SITE

Les essais sur site comprendront :

- Interfaces :
 - o Réaliser un chargement et déchargement du conteneur avec les cibles inactives afin de vérifier:
 - l'interface avec la cellule de déchargement
 - l'interface avec les systèmes de levage
 - l'interface avec le système de séchage
 - o vérifier l'interface avec le système de transport (camion/remorque)

DOSSIER DE SURETE

- vérifier l'interface avec les capots existants (avant et arrière)
- vérifier l'interface des capots avec les conteneurs existants
- Fonctionnement :

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

3.3. APRÈS LE PREMIER CHARGEMENT

Effectuer une mesure du débit de dose autour du conteneur :

Avec les capots

**NON PUBLIE DANS LA VERSION
PUBLIQUE**

Sans les capots

**NON PUBLIE DANS LA VERSION
PUBLIQUE**

Au niveau de la tige amovible

**NON PUBLIE DANS LA VERSION
PUBLIQUE**

Les valeurs mesurées seront conformes avec les calculs effectués dans la note de calcul du débit de dose et répondront aux exigences des critères de l'ADR en tout point de la surface externe du conteneur.

DOSSIER DE SURETE

4. EXIGENCES DE CONTROLE ET CONTROLES AVANT CHAQUE TRANSPORT

4.1. EXIGENCES DE CONTROLE AVANT CHAQUE TRANSPORT

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

4.2. LES CONTROLES A EFFECTUER AVANT CHAQUE TRANSPORT

4.2.1. Chargement

Vérifier les caractéristiques de chargement selon [11].

4.2.2. Mesure de débit de dose

Avant chaque transport le débit de dose en surface et l'Indice de Transport (IT) sont mesurés/évalués. Effectuer une mesure du débit de dose autour du conteneur.

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

Avec les capots

NON PUBLIE DANS LA VERSION
PUBLIQUE

Le débit de dose et l'indice de transport répondront aux exigences de l'ADR (dernière révision applicable).

4.2.3. Contamination externe

Sur les parties externes du conteneur, pour une zone balayée de 300 cm², la contamination non fixée sera inférieure aux exigences de l'ADR (dernière révision applicable), les valeurs applicables en 2016 sont :

- 4 Bq/cm² pour les émetteurs β et γ et émetteurs α basse toxicité
- 0.4 Bq/cm² pour les autres émetteurs α

Le moyen de transport répondra également à ces exigences.

4.2.4. Point de levage

Avant chaque transport, les points de levage des capots avant et arrière seront condamnés (rendus inutilisables).

**NON PUBLIE DANS LA VERSION
PUBLIQUE**

4.2.5. Condamnation des capots

Vérifier qu'au minimum un trou de passage de vis de chaque capot est scellé.

4.2.6. Marquage

Vérifier que le marquage sur le moyen de transport est en conformité avec les exigences de l'ADR.

4.2.7. Documentation

La documentation sera vérifiée avant chaque transport. Cette documentation est en conformité avec l'ADR et devrait comprendre normalement :

- La référence du certificat d'agrément
- La référence de l'autorisation de transport pour chaque pays
- La conformité du chargement avec le certificat d'agrément
- Les mesures de débit de dose
- La vérification de l'étanchéité du conteneur (taux de fuite)

5. EXIGENCES DE MANUTENTION ET D'ARRIMAGE

5.1. MASSES

Les différentes masses sont précisées en [12].

DOSSIER DE SURETE

5.2. MANUTENTION DU CONTENEUR

5.2.1. Conteneur avec ses capots

Le conteneur équipé avec ses capots sera manutentionné par ses oreilles de manutention.

NON PUBLIE DANS LA VERSION
PUBLIQUE

Le conteneur équipé avec ses capots sera manutentionné en position horizontale.

5.2.2. Basculement du conteneur

Le basculement du conteneur sera réalisé uniquement sans capots.

NON PUBLIE DANS LA VERSION
PUBLIQUE

5.2.3. Levage des capots

Chaque capot sera levé par ses oreilles de manutention.

5.3. EXIGENCES D'ARRIMAGE

Le conteneur sera arrimé sur son moyen de transport par ses pieds.

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

DOSSIER DE SURETE

6. EXIGENCES DE CHARGEMENT ET DE DECHARGEMENT DU CONTENU DE L'EMBALLAGE

6.1. SERRAGE DES VIS

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

6.2. CHARGEMENT SOUS EAU

6.2.1. Prérequis

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

6.2.2. Préparation

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

6.2.3. Contrôle avant chargement

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

6.2.4. Ouverture du conteneur

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

6.2.5. Chargement du conteneur

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

6.2.6. Séchage du conteneur

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

6.2.7. Fermeture du conteneur

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

DOSSIER DE SURETE

6.2.8. Procédure de mise en dépression

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

6.2.9. Test d'étanchéité

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

6.3. CHARGEMENT À SEC

6.3.1. Prérequis

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

6.3.2. Préparation

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

6.3.3. Contrôle avant chargement

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

6.3.4. Ouverture du conteneur

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

6.3.5. Chargement du conteneur

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

6.3.6. Fermeture du conteneur

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

6.3.7. Procédure de mise en dépression

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

6.3.8. Test d'étanchéité

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

DOSSIER DE SURETE

6.4. DÉCHARGEMENT

6.4.1. Prérequis

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

6.4.2. Préparation

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

6.4.3. Contrôle avant déchargement

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

6.4.4. Déchargement du conteneur

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

7. EXIGENCES D'ASSEMBLAGE DES COMPOSANTS DE L'EMBALLAGE

7.1. PREREQUIS

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

7.2. ASSEMBLAGE DES CAPOTS

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

8. EQUIPEMENT SUPPLEMENTAIRE ET CONTROLES OPERATIONNELS

Non applicable.

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : PALONNIER DE LEVAGE

ANNEXE 2 : RENVOI D'ANGLE

ANNEXE 3 : PERCHE AMOVIBLE

NB: la pagination de ce document ne prend pas en compte le nombre de pages des annexes

Annexe 1 : Palonnier de levage

**NON PUBLIE DANS LA VERSION
PUBLIQUE**

Annexe 2 : Renvoi d'angle

**NON PUBLIE DANS LA VERSION
PUBLIQUE**

Annexe 3 : Perche amovible

**NON PUBLIE DANS LA VERSION
PUBLIQUE**

DOSSIER DE SURETE

Titre :	DOSSIER DE SURETE - MARIANNE B(U) - MAINTENANCE	
Référence :	PDSR 000 22 097 1.8 A VP	Nombre de pages : 8
Résumé :	Ce chapitre présente la maintenance et l'inspection du colis Marianne.	

SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. DOCUMENTS DE REFERENCE	3
3. MAINTENANCE ET INSPECTION AVANT CHAQUE EXPEDITION	3
3.1. Maintenance et inspection du corps.....	3
3.2. Maintenance et inspection des capots.....	3
3.3. Rapport	3
4. MAINTENANCE PERIODIQUE	4
4.1. Définition des différentes maintenances périodiques.....	4
4.2. Maintenance de catégorie I.....	4
4.3. Maintenance de catégorie II.....	5
4.4. Maintenance de catégorie III.....	6
4.5. Enregistrement	6
5. MONTAGE ET DEMONTAGE DU CONTENEUR	7
5.1. Serrage des vis.....	7
5.2. Pré-requis	7
5.3. Retrait du confinement interne du conteneur	7
5.4. Démontage et maintenance du confinement interne.....	7
5.5. Démontage du conteneur.....	8
5.6. Démontage / montage des parties arrières	8
5.7. Montage du confinement interne dans le corps du conteneur	8
5.8. Montage des capots	8

DOSSIER DE SURETE

1. OBJET

Le but de ce document est de décrire la maintenance et l'inspection du colis Marianne.

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

- [1] AIEA - TS-R-1 - 2009 - Règlement de transport des matières radioactives
- [2] Plan d'ensemble
- [3] Nomenclature

3. MAINTENANCE ET INSPECTION AVANT CHAQUE EXPEDITION

3.1. MAINTENANCE ET INSPECTION DU CORPS

Cette maintenance est réalisée seulement après déchargement du colis.
Avant chaque expédition, un contrôle visuel du colis est effectué.
Un test d'étanchéité est réalisé sur les espaces inter-joints suivants :

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

3.2. MAINTENANCE ET INSPECTION DES CAPOTS

Avant chaque expédition, une inspection visuelle des capots est effectuée.

3.3. RAPPORT

Un rapport doit être fait concernant les résultats de l'inspection et de la maintenance :

- Débits de fuites
- Présence de défauts
- Réparations éventuelles

DOSSIER DE SURETE

4. MAINTENANCE PERIODIQUE

4.1. DEFINITION DES DIFFERENTES MAINTENANCES PERIODIQUES

Il y a 3 maintenances périodiques :

Catégorie	Après la première limite atteinte	
	Transport	Temps
I	Chaque transport actif sur voie publique	
II	10 transports actifs	6 mois
III	n.a.	12 mois

4.2. MAINTENANCE DE CATÉGORIE I

Les joints toriques soumis à un rayonnement important sont remplacés :



Les gorges des joints listés sont également inspectées visuellement.
Les vis démontées sont inspectées visuellement.

4.3. MAINTENANCE DE CATEGORIE II

Les joints toriques inclus dans cette catégorie sont :

- Les joints des brides démontées pendant les opérations de chargement
- Les joints d'étanchéité internes avec faible exposition aux radiations

**NON PUBLIE DANS LA VERSION
PUBLIQUE**

Les gorges des joints listés sont également inspectées visuellement.
Les vis démontées sont inspectées visuellement.

4.4. MAINTENANCE DE CATEGORIE III

4.4.1. Changement de joint

Les joints non remplacés lors des maintenances de catégorie I ou II sont changés.

NON PUBLIE DANS LA VERSION
PUBLIQUE

Les gorges des joints listés sont également inspectées visuellement.
Les vis démontées sont inspectées visuellement.

4.4.2. Etanchéité du corps

L'étanchéité du corps est vérifiée lors de cette maintenance.

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

4.4.3. Capots

L'étanchéité des capots est vérifiée lors de cette maintenance.

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

4.5. ENREGISTREMENT

Toutes ces maintenances sont consignées dans les dossiers de maintenance du conteneur.
Chaque non-conformité est signalée.

5. MONTAGE ET DEMONTAGE DU CONTENEUR

5.1. SERRAGE DES VIS

NON PUBLIE DANS LA VERSION
PUBLIQUE

5.2. PRÉ-REQUIS

Tous les outils et moyens de levage sont disponibles.

Les opérateurs sont protégés contre une éventuelle contamination.

Les opérateurs sont formés pour ce type d'opérations.

Ces opérations sont effectuées après déchargement.

Le conteneur n'est pas équipé de ses capots.

Toutes les pièces à changer sont approvisionnées :

- Conformément à la spécification d'approvisionnement ou
- Conformément aux dimensions et matériaux cités dans la nomenclature du conteneur [3].

Toutes les pièces en acier inoxydables sont préservées de tout contact avec de la matière ferreuse.

5.3. RETRAIT DU CONFINEMENT INTERNE DU CONTENEUR

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

5.4. DEMONTAGE ET MAINTENANCE DU CONFINEMENT INTERNE

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

DOSSIER DE SURETE

5.5. DÉMONTAGE DU CONTENEUR

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

5.6. DEMONTAGE / MONTAGE DES PARTIES ARRIERES

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

5.7. MONTAGE DU CONFINEMENT INTERNE DANS LE CORPS DU CONTENEUR

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

5.8. MONTAGE DES CAPOTS

5.8.1. Pré-requis

Le conteneur est en position horizontale.
La cavité est fermée et tous les joints sont testés.

5.8.2. Montage

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

DOSSIER DE SURETE

Titre :	DOSSIER DE SURETE - MARIANNE B(U) F - MANAGEMENT DE LA QUALITE	
Référence :	PDSR 000 22 097 1.9 A VP	Nombre de pages : 10
Résumé :	<p>Ce chapitre présente les spécifications du système de gestion de la qualité à établir pour le colis MARIANNE.</p> <p>Les aspects traités sont:</p> <ul style="list-style-type: none">• Conception, Dossier de Sûreté, documentation, rapports• Fabrication et essai• Fonctionnement• Maintenance et réparation• Conformité avec le Dossier de Sûreté de toute activité	

SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. DOCUMENTS DE REFERENCE	3
3. PROGRAMME D'ASSURANCE QUALITE	3
4. ORGANISATION ETABLIE	6
4.1. Systèmes d'assurance qualité	6
4.2. Programme d'assurance qualité.....	6
5. CERTIFICATS DE CONFORMITE	6
ANNEXE 1 : LISTE DE CLASSIFICATION DES COMPOSANTS.....	7
ANNEXE 2 : QUALITY PROGRAM – MARIANNE – REV 1 – SETUP QUALITY ASSURANCE FOR MARIANNE CONTAINER (CONCEPT PROPOSAL).....	7
ANNEXE 3 : CERTIFICATS DE CONFORMITE	7

DOSSIER DE SURETE

1. OBJET

Ce document a pour but de spécifier le système de gestion de la qualité à définir pour la conception, la fabrication, les tests, la documentation, l'utilisation, la maintenance et l'inspection du colis MARIANNE ainsi que pour le transport et les opérations de stockage en transit, afin d'assurer la conformité avec les dispositions du règlement en vigueur [1].

Pour illustrer l'organisation mise en place, certains détails sont donnés concernant les liens entre le concepteur et les autres opérateurs (expéditeur, transporteur, destinataire ...).

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

- [1] AIEA – TS–R–1 – 2009 – Règlement de transport des matières radioactives
- [2] AIEA – TS–G–1.4 – 2008 – The Management System for the Safe Transport of Radioactive Material
- [3] PDSR 000 22 097 1.1 VP – Contenu du Dossier de Sûreté
- [4] PDSR 000 22 097 1.4 VP – Spécification de l'emballage
- [5] PDSR 000 22 097 1.5 VP – Spécification des performances de l'emballage
- [6] PDSR 000 22 097 1.6 VP – Conformité avec les exigences réglementaires
- [7] PDSR 000 22 097 1.8 VP – Maintenance

3. PROGRAMME D'ASSURANCE QUALITE

La spécification suivante est basée sur l'exemple du système de management donné pour un type B(U) dans le guide [2].

Il porte notamment sur :

- La conception, le dossier de sûreté, la documentation, les rapports,
- La fabrication et les essais,
- L'utilisation (chargement, transport, déchargement, stockage en transit),
- Les maintenances et réparations,
- La conformité au Dossier de Sûreté de toute activité.

Certaines considérations sont données concernant la gestion des ressources, et la gestion des non-conformités.

3.1.1. Conception, Dossier de sûreté, documentation, rapports

3.1.1.1. Conception

La conception est réalisée suivant un programme d'assurance de la qualité, permettant des revues (interne et/ou externe). La conformité aux normes et aux codes est passée en revue.

Les exigences de sûreté, le retour d'expérience des opérateurs, les résultats d'investigations complémentaires ont conduit à la conception finale de l'emballage (décrit dans cette révision du dossier de sûreté).

DOSSIER DE SURETE

Comme présenté dans les chapitres 1.6 [6] (conformité réglementaire) et 1.5 [5] (spécification de la performance de l'emballage), les exigences de la réglementation ont été identifiées et listées afin d'identifier les liens entre la conception et les évaluations techniques.

Plusieurs modifications de conception ont été effectuées sur la conception du premier modèle de colis. Elles ont toutes été documentées et leur effet sur la démonstration a été enregistré dans les versions précédentes du « Dossier de sûreté ». La conception finale de l'emballage, présentée dans cette version du dossier de sûreté comprend une modification importante de la conception des capots. Elle est documentée (voir [4]) et les conséquences des choix de la conception ont été analysées, principalement sur :

- La démonstration de sécurité
- La fabrication
- Les utilisateurs finaux (expéditeur, transporteur, destinataire...)

3.1.1.2. Dossier de sûreté

La version actuelle du dossier de sûreté est tirée de la révision précédente du Dossier de sûreté. Elle a été réécrite, en intégrant les réponses données à l'Autorité Française Compétente lors de l'instruction. Un tableau indiquant où se trouvent les réponses est donné dans le chapitre « Contenu du Dossier de Sûreté » (chapitre 1.1 [3]).

Le chapitre « Contenu du Dossier de Sûreté » contient les enregistrements du processus de vérification et d'approbation et est co-signé par l'émetteur NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE, le vérificateur NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE et l'approbateur NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE.

Tous les documents créés et émis pour le nouveau dossier de sûreté ont été vérifiés par le personnel de l'émetteur (selon son propre système d'assurance qualité). Il a ensuite été soumis au vérificateur pour une vérification finale. Après d'éventuelles modifications du document basées sur les remarques du vérificateur, le document a été soumis à l'approbateur pour approbation finale. Dans le cas de remarques, le document a été modifié et a suivi le circuit émetteur - vérificateur - approbateur.

Les versions intermédiaires étaient identifiées comme des révisions « AX », X étant un chiffre. Lorsque le document était prêt pour vérification et approbation sans remarque, il était émis en révision A et signé par le personnel de l'émetteur. Toute mise à jour d'une partie du dossier de sûreté suivra le même processus.

3.1.1.3. Documentation

Chaque organisation émettant des documents (émetteur, vérificateur, approbateur) en lien avec le dossier de sûreté suivra son propre système d'assurance qualité. La gestion de la documentation est basée sur les vérifications et les approbations des documents établis, et le système de révision (historique des modifications).

Un système équivalent, permettant des opérations de vérification et d'approbation doit être établi par chaque organisation émettant des documents en lien avec l'emballage.

Ce système doit principalement décrire les règles pour :

- Le processus de préparation de la documentation

DOSSIER DE SURETE

- Revue des documents
- Approbation des documents
- Révision des documents

L'émission de documents et leur diffusion doivent être clairement définies.

3.1.1.4. Enregistrements

Chaque organisation impliquée dans la conception, la fabrication, le fonctionnement, la maintenance et la démonstration de la conformité aux exigences réglementaires doit établir ou utiliser un système d'assurance qualité permettant l'enregistrement de toutes ses opérations.

Ce système doit permettre le regroupement (collection), la collation (au sens de la gestion des références bibliographiques), le stockage et la récupération de ses rapports.

3.1.2. Fabrication et essais

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

3.1.3. Utilisation

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

3.1.4. Maintenance et réparation

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

3.1.5. Conformité au Dossier de Sûreté de toute activité

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

3.1.6. Gestion des ressources

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

3.1.7. Gestion des non-conformités

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

DOSSIER DE SURETE

4. ORGANISATION ETABLIE

4.1. SYSTEMES D'ASSURANCE QUALITE

L'émetteur est certifié ISO 9001: 2008.

Le vérificateur est certifié ISO 9001: 2008. Le Manuel d'Assurance Qualité est en conformité avec les exigences de la norme 50 C/SG-Q.

L'approbateur est une société pharmaceutique travaillant avec les toutes dernières Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF). La directive 2003/94/EC dans sa version applicable établit ces pratiques.

4.2. PROGRAMME D'ASSURANCE QUALITE

L'annexe 2 présente un programme d'assurance qualité pour la documentation, la maintenance et les processus d'utilisation impliquant l'utilisateur, l'autorité compétente et ses sous-traitants.

Ce programme comprend :

- Le modèle d'assurance qualité global
- Documentation :
 - Les modifications de procédures/conteneur
 - Les modifications du Dossier de Sûreté
- Maintenance :
 - Maintenance et réparations
 - L'utilisation des pièces de rechange
- Utilisation:
 - Incidents et dommages
 - Transport
 - Retour d'expérience de l'utilisateur
 - Formation

5. CERTIFICATS DE CONFORMITE

Les certificats donnés en annexe 3 sont émis par le fabricant et attestent que les emballages ont été fabriqués en respectant les spécifications du dossier de sûreté.

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : LISTE DE CLASSIFICATION DES COMPOSANTS

**ANNEXE 2 : QUALITY PROGRAM – MARIANNE – REV 1 – SETUP QUALITY ASSURANCE FOR
MARIANNE CONTAINER (CONCEPT PROPOSAL)**

ANNEXE 3 : CERTIFICATS DE CONFORMITE

Annexe 1 : Liste de classification des composants

Nota : ce document ne concerne que le corps de l'emballage.

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

Annexe 2 : Quality Program – MARIANNE – Rev. 1 – Setup Quality Assurance for Marianne container (concept proposal)

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

Annexe 3: Certificats de conformité

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

DOSSIER DE SURETE

Titre :	DOSSIER DE SURETE – MARIANNE B(U) F – ILLUSTRATION DU COLIS	
Référence :	PDSR 000 22 097 1.10 A VP	Nombre de pages : 4
Résumé :	Ce document présente l'illustration du colis MARIANNE et présente ses principales caractéristiques.	

SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. DOCUMENTS DE REFERENCE	3
3. ILLUSTRATION DU COLIS	3

DOSSIER DE SURETE

1. OBJET

Ce document illustre le colis MARIANNE et :

- Ses principaux composants
- Ses dimensions extérieures totales
- La masse de ses principaux composants
- La masse brute en conditions à vide et en charge

Cette illustration est basée sur le plan [1] et la nomenclature associée [2].

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

[1] 1902.150.000 – Assembly drawing

[2] 1902.250.000 – Parts list

3. ILLUSTRATION DU COLIS

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

DOSSIER DE SURETE

Titre :	DOSSIER DE SURETE – MARIANNE B(U) F – ANALYSES TECHNIQUES	
Référence :	PDSR 000 22 097 2.2 A VP	Nombre de pages : 6
Résumé :	Ce document liste des différentes analyses techniques réalisées pour démontrer la conformité à la réglementation de l’emballage MARIANNE.	

SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. DOCUMENTS DE REFERENCE	3
3. GLOSSAIRE.....	3
4. TABLE DES MATIERES.....	3
4.1. Chapitre 2.2.1 – Analyse structurelle [2].....	3
4.2. Chapitre 2.2.2 – Analyse thermique [7]	4
4.3. Chapitre 2.2.3 – Analyse du confinement [8]	5
4.4. Chapitre 2.2.4 – Analyse du débit de dose externe [9]	5
4.5. Chapitre 2.2.5 – Analyse de la sûreté-criticité [10]	5
4.6. Chapitre 2.2.6 – Analyse de la radiolyse [11]	6

DOSSIER DE SURETE

1. OBJET

Ce document liste et décrit les différentes analyses techniques réalisées sur l’emballage MARIANNE incluses dans la partie 2 du présent Dossier de Sûreté.

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

- [1] AIEA – TS-R-1 – 2009 – Règlement de transport des matières radioactives
- [2] PDSR 000 22 097 2.2.1 VP – Analyse structurelle
- [3] NT 000 22 097.20 – Calculs structurels statiques – Note non diffusée dans la version publique
- [4] NT 000 22 097.22 – Free drop tests – Note non diffusée dans la version publique
- [5] NT 000 22 097.19 – Analyse des résultats de calculs de chutes – Note non diffusée dans la version publique
- [6] NT 000 22 097.15 – Comparaison des calculs de chute et des résultats obtenus sur maquette (chutes R1 et R2) – Note non diffusée dans la version publique
- [7] PDSR 000 22 097 2.2.2 VP – Analyse thermique
- [8] PDSR 000 22 097 2.2.3 VP – Analyse du confinement
- [9] PDSR 000 22 097 2.2.4 VP – Analyse du débit de dose externe
- [10] PDSR 000 22 097 2.2.5 VP – Analyse de la sûreté-criticité
- [11] PDSR 000 22 097 2.2.6 VP – Analyse de la radiolyse

3. GLOSSAIRE

CTR : Conditions de Transport de Routine

CNT : Conditions Normales de Transport

CAT : Conditions Accidentelles de Transport

4. TABLE DES MATIERES

4.1. CHAPITRE 2.2.1 – ANALYSE STRUCTURELLE [2]

Ce chapitre s’articule en quatre parties principales :

4.1.1. Calculs structurels statiques [3]

Cette partie présente les calculs statiques réalisés sur l’emballage MARIANNE et ses différents composants pour démontrer leur tenue mécanique en conditions de transport de routine (CTR), en conditions normales de transport (CNT) et en conditions accidentelles de transport (CAT).

4.1.2. Essais de chute [4]

Cette partie présente les essais réalisés sur différentes maquettes de l’emballage MARIANNE ainsi que les analyses de ces essais. Dans un premier temps, la conformité des essais et des maquettes est étudiée, et dans un second temps, la représentativité des maquettes est analysée.

DOSSIER DE SURETE

4.1.3. Analyse des calculs de chute [5]

Cette partie présente l'analyse des calculs de chute réalisés. Plus particulièrement, les effets sur le comportement du colis en chute suivants sont adressés :

- Cumul des épreuves en CNT et CAT
- Caractéristiques mécaniques des matériaux sur la plage de température de service
- Augmentation de la masse du colis suite au remplacement des capots amortisseurs
- Augmentation de la hauteur de chute du fait du manque d'énergie reçue par le colis à échelle réduite, comparé avec le colis à échelle 1 chutant de la même hauteur

4.1.1. Comparaison avec les essais de chute [6]

Cette partie présente la comparaison entre les essais de chute N°1 et N°2 réalisés avec une maquette à échelle réduite et les modélisations par calculs de ces mêmes chutes.

4.2. CHAPITRE 2.2.2 – ANALYSE THERMIQUE [7]

L'objectif de ce chapitre est de démontrer que le colis MARIANNE est conforme aux exigences de la réglementation, ainsi que de répondre aux questions de l'IRSN concernant son comportement thermique.

Dans un premier temps, les simulations numériques du comportement du colis en conditions normales et accidentelles de transport sont présentées.

Une épreuve d'exposition à l'incendie est réalisée sur maquette, de manière à mesurer les températures atteintes par les composants internes de l'emballage, analyser la phase de refroidissement après l'exposition au feu et enfin vérifier que les valeurs mesurées sont en accord avec les valeurs calculées par simulation numérique.

Des essais ont été réalisés sur maquettes munies de joints, sous température contrôlée, afin de mesurer le taux d'étanchéité des joints lorsqu'ils sont soumis aux températures atteintes en conditions normales et accidentelles de transport (d'après les températures calculées par simulation).

Ces analyses permettent de conclure que :

- Du fait de la température de la surface externe du colis sans ensoleillement, il doit être transporté sous utilisation exclusive. La température externe du colis sans ensoleillement est cependant inférieure à 85°C, comme l'exige la réglementation [1].
- Les températures atteintes par les matériaux constituant le colis sont inférieures à leurs températures maximales admissibles, que ce soit lors des essais sur maquette ou dans le cadre des simulations numériques. Cette vérification permet d'assurer la conformité à la réglementation [1] du colis, lorsqu'il est soumis aux sollicitations thermiques, compte-tenu du fait qu'il continue d'assurer, durant ces sollicitations, les fonctions suivantes :
 - Limitation du débit de dose externe : le blindage n'est pas endommagé
 - Confinement de la matière radioactive (taux de fuite de l'emballage) : les joints ne dépassent pas la température maximale admissible du matériau qui les compose.

DOSSIER DE SURETE

4.3. CHAPITRE 2.2.3 – ANALYSE DU CONFINEMENT [8]

Cette partie est destinée à démontrer que le colis MARIANNE remplit les exigences de la réglementation concernant le confinement de la matière radioactive (relâchement d'activité).

Cette analyse prend en considération notamment les éléments suivants :

- La pression motrice à l'intérieur de la cavité de l'emballage
- L'évolution de l'activité disponible pour le relâchement dans la cavité

Pour les évaluations en CNT :

- Seules les fuites par perméation au travers des joints sont prises en compte
- L'activité NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE heures après la fin de l'irradiation est prise en compte

Pour les CAT, deux calculs ont été réalisés :

- Un calcul avant que la cavité n'atteigne la pression atmosphérique :
 - Seules les fuites par perméation au travers des joints sont prises en compte
 - L'activité NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE heures après la fin de l'irradiation est prise en compte
- Un calcul avec la pression interne de la cavité ayant atteint la pression atmosphérique :
 - Seules les fuites par capillarité des joints sont prises en compte
 - L'activité du contenu prise en compte est celle calculée au moment où la pression interne atteint la pression atmosphérique

Il est démontré que le colis MARIANNE est conforme aux exigences de la réglementation [1] concernant le relâchement d'activité.

4.4. CHAPITRE 2.2.4 – ANALYSE DU DEBIT DE DOSE EXTERNE [9]

L'objet de ce chapitre est de démontrer que le colis MARIANNE répond aux exigences de la réglementation [1] vis-à-vis de la protection biologique (débit de dose externe), notamment :

- Le débit de dose en tout point de la surface externe du colis doit rester inférieur à 2 mSv/h (en CTR)
- Le débit de dose en tout point de la surface externe du colis ne doit pas augmenter de plus de 20% (en CNT)
- Le débit de dose à 1 mètre de la surface externe du colis ne doit pas excéder 10 mSv/h (en CAT)

4.5. CHAPITRE 2.2.5 – ANALYSE DE LA SURETE-CRITICITE [10]

L'objet de ce chapitre est de démontrer que le colis MARIANNE répond aux exigences de la réglementation [1] vis-à-vis de la sûreté-criticité. Les analyses suivantes sont conduites :

- Démonstration de la sous-criticité en colis isolé
- Démonstration de la sous-criticité pour un réseau de colis en CNT

DOSSIER DE SURETE

- Calcul de l'indice de sûreté-criticité (CSI)
- Démonstration de l'absence de risque lié à la vidange différentielle

4.6. CHAPITRE 2.2.6 – ANALYSE DE LA RADIOLYSE [1 1]

Ce chapitre présente l'analyse du risque de radiolyse, en présentant la détermination de la masse maximale acceptable d'eau dans l'emballage au moment du chargement. Le respect de cette masse maximale, après séchage du colis, permet de prévenir toute inflammation due à la radiolyse. Cette analyse prend en compte notamment :

- Le temps de remontée en pression de la cavité interne
- L'énergie déposée par la source dans les différents composants du colis
- Le taux de production radiolytique des matériaux en présence dans la cavité
- Le taux de production d'hydrogène
- Les limites inférieures d'inflammabilité et d'explosibilité de l'hydrogène

Cette analyse a permis de déterminer la quantité d'eau résiduelle maximale admissible dans le colis après application de la procédure de séchage. Le respect de cette masse d'eau maximale, associée à la procédure de séchage présentée dans la partie 1 du Dossier de Sûreté permet de prévenir tout risque d'inflammation due à la radiolyse.

DOSSIER DE SURETE

Titre :	DOSSIER DE SURETE – MARIANNE B(U) F – ANALYSE STRUCTURELLE	
Référence :	PDSR 000 22 097 2.2.1 A VP	Nombre de pages : 11
Résumé :	Ce document liste des différentes analyses techniques réalisées pour démontrer la tenue structurelle du colis MARIANNE. Il présente également la méthodologie mise en œuvre pour assurer la démonstration de la conformité avec les exigences de la réglementation.	

SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. DOCUMENTS DE REFERENCE	3
3. GLOSSAIRE.....	3
4. METHODOLOGIE DE L'ANALYSE STRUCTURELLE	3
5. CONTENU DETAILLE DES ANALYSES.....	4
5.1. Calculs mécaniques statiques	4
5.2. Essais de chute	5
5.3. Calculs de chute	6
6. CONCLUSION	6
ANNEXE 1 : STRUCTURAL STATIC CALCULATIONS (<i>CALCULS STRUCTURELS STATIQUES</i>).....	7
ANNEXE 2 : FREE DROP TESTS (<i>ESSAIS DE CHUTE</i>).....	7
ANNEXE 3 : COMPARAISON DES CALCULS DE CHUTE ET DES RESULTATS OBTENUS SUR MAQUETTE (CHUTES R1 ET R2)	7
ANNEXE 4 : ANALYSE DES RESULTATS DE CALCULS DE CHUTE	7

DOSSIER DE SURETE

1. OBJET

Ce document résume les évaluations réalisées pour démontrer que le colis MARIANNE peut supporter toutes les sollicitations mécaniques requises par la réglementation [1].

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

[1] AIEA - TS-R-1 - 2009 - Règlement de transport des matières radioactives

[2] Fax IRSN - PSN-EXP_SSTC NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

[3] Fax IRSN - PSN-EXP_SSTC NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

3. GLOSSAIRE

CTR : Conditions de Transport de Routine

CNT : Conditions Normales de Transport

CAT : Conditions Accidentelles de Transport

4. METHODOLOGIE DE L'ANALYSE STRUCTURELLE

L'analyse de la tenue mécanique est décomposée en trois parties :

- Les calculs mécaniques statiques, présentés en annexe 1 qui analyse le comportement mécanique du conteneur, par les moyens suivants :
 - Calculs simplifiés pénalisants, basés sur des formules analytiques tirées de la littérature
 - Calculs par la méthode des éléments finis, lorsque des évaluations simples ne sont pas réalisables
 - Analyses d'ingénieur pour justifier lorsqu'une démonstration quantitative n'est pas nécessaire (typiquement, pour certains essais n'ayant d'une manière évidente aucun effet sur le colis)
- L'analyse d'essais de chute (annexe 2) qui présente et examine les essais réalisés sur plusieurs versions de maquettes à échelle réduite. Elle inclut :
 - La description des maquettes et l'analyse de leur représentativité (par comparaison avec la définition actuelle du modèle de colis, objet du présent Dossier de Sûreté)
 - Le rapport d'essais pour chacun des essais de chute réalisés
- Les calculs dynamiques (calculs de chute) présentés dans les notes en annexes 3 et 4, conduits avec la méthode des éléments finis et un schéma explicite de résolution :
 - Comparaison entre résultats d'essais de chute sur maquette et calculs de chute (annexe 3), pratiquée sur deux cas de chutes pertinents : cette comparaison a pour but de valider la modélisation numérique
 - Dans 7 configurations de chutes différentes, analyse du comportement du colis (annexe 4) en matière de :
 - déformations,
 - accélérations,
 - fermeture du système de confinement,
 - comportement de la protection thermique,

DOSSIER DE SURETE

- comportement du système d'isolement,
- comportement de la protection radiologique.

5. CONTENU DETAILLE DES ANALYSES

Dans ce paragraphe, les exigences de la réglementation [1] et les questions de l'IRSN [2] [3] sont présentées en vis-à-vis des différentes notes constituant le chapitre.

Un bref résumé des résultats de calculs et des démonstrations est donné.

5.1. CALCULS MECANIQUES STATIQUES

Détail de l'analyse / de l'épreuve / de la demande	§ dans la réglementation TS-R-1 2009 / question IRSN	Démonstration
Résistance des organes de calage / arrimage	AIEA 606	<ul style="list-style-type: none">- Calcul mécanique statique dans Solidworks Simulation- Analyse de l'effet des dispositifs de calage / arrimage sur le comportement du colis
Résistance des organes de manutention	AIEA 607	<ul style="list-style-type: none">- Calcul mécanique analytique d'après formules tirées de la littérature
Effets des dispositifs d'arrimage en CAT	IRSN	<ul style="list-style-type: none">- Analyse de tous les cas de chute du colis, en considérant les dispositifs d'arrimage solidaires du colis
Résistance à la dépose brutale	IRSN	<ul style="list-style-type: none">- Calcul de l'accélération maximale admissible par le colis
Résistance des composants à l'accélération statique maximale	AIEA 612	<ul style="list-style-type: none">- Calcul statique analytique- Comparaison entre contraintes maximales obtenues par le calcul et contraintes maximales admissibles par les matériaux à leur température en CNT
Résistance du système de confinement à une pression externe de 2 MPa	AIEA 658 AIEA 730	<ul style="list-style-type: none">- Calcul mécanique analytique d'après formules tirées de la littérature
Résistance à une augmentation de la pression interne	AIEA 639	<ul style="list-style-type: none">- Calcul mécanique analytique d'après formules tirées de la littérature
Epreuve d'aspersion	AIEA 721	<ul style="list-style-type: none">- Couvert par d'autres épreuves- Pas d'impact sur le colis
Epreuve de pénétration	AIEA 724	<ul style="list-style-type: none">- Couvert par d'autres épreuves- Pas d'impact sur le colis
Epreuve de gerbage	AIEA 723	<ul style="list-style-type: none">- Gerbage impossible du fait de la forme du colis
Epreuve d'écrasement dynamique	AIEA 727 c)	<ul style="list-style-type: none">- Couvert par d'autres épreuves- Pas d'impact sur le colis
Résistance à la rupture fragile	AIEA 637	<ul style="list-style-type: none">- Matériaux utilisés pour le colis non affectés par la rupture fragile

DOSSIER DE SURETE

5.2. ESSAIS DE CHUTE

Détail de l'analyse / de l'épreuve / de la demande	§ dans la réglementation TS-R-1 2009 / question IRSN	Démonstration
Représentativité de la maquette de chute	AIEA 701 c)	<ul style="list-style-type: none"> - Définition - Matériaux - Fabrication et procédés d'assemblage
Conformité des essais de chute	AIEA 727	<ul style="list-style-type: none"> - Procédures d'essais - Equipements d'essais
Examen de la maquette d'essai avant essai de chute	AIEA 713	<ul style="list-style-type: none"> - Inspection visuelle - Enregistrement / identification de l'endommagement dû aux précédents impacts
Spécification / identification du système de confinement de la maquette	AIEA 714	<ul style="list-style-type: none"> - Description du système de confinement de la maquette
Identification des parties extérieures de la maquette	AIEA 715	
Vérification de l'enveloppe de confinement et de la protection radiologique	AIEA 716	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôles dimensionnels et géométriques - Procédure de contrôle de l'étanchéité
Spécification de la cible (dalle d'essais)	AIEA 717	<ul style="list-style-type: none"> - Description de la cible
Vérifier que la plus petite dimension hors-tout soit supérieure à 10 cm	AIEA 675 a)	<ul style="list-style-type: none"> - Inspection visuelle
Vérifier que l'introduction d'un cube de 10 cm de côté n'est pas possible	AIEA 675 b)	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôles de la maquette après chaque essai de chute
Analyse de la différence des matériaux utilisés dans la maquette et dans le colis à l'échelle 1		<ul style="list-style-type: none"> - Détails de la différence entre maquette et emballage / colis à l'échelle 1
		<ul style="list-style-type: none"> - Analyse de l'effet de ces différences sur la représentativité des essais de chute
Présentation des propriétés mécaniques de la maquette	IRSN	

DOSSIER DE SURETE

5.3. CALCULS DE CHUTE

5.3.1. Comparaison entre calculs et essais de chute

Deux essais réalisés avec deux versions différentes de maquette ont été modélisés et simulés :

- Première génération de capots :
 - Hauteur représentative de celle retenue pour les essais
 - Colis orienté verticalement
 - Impact sur le capot avant
- Troisième génération de capots :
 - Hauteur représentative de celle retenue pour les essais
 - Colis orienté horizontalement
 - Impact sur les pieds de l’emballage

Les résultats des calculs ont été comparés avec les résultats obtenus expérimentalement sur maquettes, afin de s’assurer de la validité de la modélisation.

5.3.2. Simulations de chute

7 cas différents de configuration de chute, basés sur le modèle de colis objet du présent Dossier de Sûreté, ont été simulés.

Ces calculs ont pour but de démontrer que le modèle de colis peut subir et supporter les épreuves de chute, en prenant en compte les effets suivants :

- Cumul des hauteurs de chute des CNT et CAT
- Effet des températures extrêmes sur les caractéristiques mécaniques des matériaux constitutifs de l’emballage sur la plage de températures -40°C / $+70^{\circ}\text{C}$
- Effet de l’augmentation de la masse du colis depuis les essais réalisés sur maquettes à échelle réduite

6. CONCLUSION

Les calculs analytiques, essais de chute réalisés sur maquettes et calculs dynamiques démontrent que le colis MARIANNE peut supporter les sollicitations mécaniques en conditions de transport de routines, normales de transport et accidentelles de transport.

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : STRUCTURAL STATIC CALCULATIONS (*CALCULS STRUCTURELS STATIQUES*)

ANNEXE 2 : FREE DROP TESTS (*ESSAIS DE CHUTE*)

ANNEXE 3 : COMPARAISON DES CALCULS DE CHUTE ET DES RESULTATS OBTENUS SUR MAQUETTE (CHUTES R1 ET R2)

ANNEXE 4 : ANALYSE DES RESULTATS DE CALCULS DE CHUTE

NB : la pagination du présent document ne prend pas en compte le nombre de pages des annexes

*Annexe 1 : Structural static calculation
18 pages*

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

Annexe 2 : Free drop tests
33 pages

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

*Annexe 3 : Comparaison des calculs de chute et des résultats obtenus sur maquette
(chutes R1 et R2)
53 pages*

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

*Annexe 4 : Analyse des résultats des calculs de chute
233 pages*

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

DOSSIER DE SURETE

Titre :	DOSSIER DE SURETE - MARIANNE B(U) F - ANALYSE THERMIQUE		
Référence :	PDSR 000 22 097 2.2.2 A VP	Nombre de pages:	17
Résumé :	Ce chapitre présente l'analyse du comportement thermique du colis MARIANNE, en conditions normales et accidentelles de transport.		

SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. DOCUMENTS DE REFERENCE	3
3. GLOSSAIRE.....	3
4. EXIGENCES DE LA REGLEMENTATION	3
5. COMPORTEMENT THERMIQUE DU COLIS EN CONDITIONS NORMALES DE TRANSPORT	4
5.1. Hypothèses.....	4
5.2. Résultats	4
6. COMPORTEMENT THERMIQUE DU COLIS EN CONDITIONS ACCIDENTELLES DE TRANSPORT .	5
6.1. Modèle	5
6.2. Données d'entrée.....	6
6.3. Résultats	6
7. ESSAIS D'EXPOSITION AU FEU	6
7.1. Maquette	6
7.2. Procédure d'essai.....	7
7.3. Résultats	7
8. ANALYSE DU COMPORTEMENT DES JOINTS	8
8.1. Premiers essais réalisés.....	8
8.2. Nouveaux essais réalisés sur la nuance NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE	8
8.3. Nouveaux essais sur la nuance NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE	9
9. CONCLUSION	9
ANNEXE 1 : CONTENEUR MARIANNE SPECIFICATION DE CALCULS.....	10
ANNEXE 2 : CALCULS THERMIQUES DU CONTENEUR MARIANNE EN VUE DE SA CERTIFICATION - NOTE DE CALCUL	10
ANNEXE 3 : CALCULS THERMIQUES DU CONTENEUR F/334/B(U) MARIANNE.....	10
ANNEXE 4 : PROCES-VERBAL DE L'INCENDIE D'UNE MAQUETTE DE CONTENEUR	10
ANNEXE 5 : COMPARATIF MAQUETTE ESSAI AU FEU / CONTENEUR.....	10
ANNEXE 6 : PLAN D'ENSEMBLE DE LA MAQUETTE D'ESSAI AU FEU	10
ANNEXE 7 : ENREGISTREMENT DES TEMPERATURES MESUREES PENDANT L'ESSAI AU FEU	10

1. OBJET

L'objet de ce chapitre est de démontrer que le colis MARIANNE respecte les exigences réglementaires et les observations émises par l'IRSN [6] concernant le comportement thermique.

Les calculs réalisés pour démontrer le comportement en conditions normales et accidentelles de transport sont présentés dans une première partie.

Un essai d'exposition au feu est détaillé, dont le but est d'évaluer les températures atteintes par les composants internes de l'emballage, analyser le refroidissement naturel et vérifier la cohérence avec les calculs réalisés préalablement.

Des essais ont été réalisés sur les joints, avec une maquette dont la température est contrôlée, afin de mesurer l'étanchéité des joints lorsqu'ils sont soumis aux températures identifiées par calculs en conditions normales et accidentelles de transport.

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

- [1] AIEA – TS-R-1 – 2009 – Règlement de Transport des Matières Radioactives
- [2] PDSR 000 22 097 1.10 VP – Illustration du colis
- [3] PDSR 000 22 097 1.4 VP – Spécification de l'emballage
- [4] PDSR 000 22 097 2.2.1 VP – Analyse structurelle
- [5] PDSR 000 22 097 2.2.3 VP – Analyse du confinement
- [6] Fax IRSN – PSN NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

3. GLOSSAIRE

CNT : Conditions Normales de Transport

CAT : Conditions Accidentelles de Transport

4. EXIGENCES DE LA REGLEMENTATION

Les exigences de la réglementation [1] et leurs critères d'acceptation sont résumées ci-après :

- En CNT, un colis doit être conçu de telle sorte que, dans les conditions ambiantes spécifiées au paragraphe 654 et en l'absence d'ensoleillement, la température de ses surfaces accessibles n'excède pas 50°C, à moins qu'il ne soit transporté sous utilisation exclusive (article N° 652),
- En CNT, un colis doit être conçu de telle sorte que, dans les conditions ambiantes supposées à 38°C et en l'absence d'ensoleillement, la température de ses surfaces accessibles n'excède pas 85°C (article N° 653),
- En CNT, un colis doit être conçu de telle sorte que, dans les conditions d'ensoleillement spécifiées dans le tableau 13 de [1] et sous les conditions ambiantes supposées de 38°C, la chaleur générée à l'intérieur du colis par le contenu radioactif n'ait pas d'effets défavorables sur le colis tels que celui-ci ne satisfasse plus aux prescriptions concernant le confinement et la protection s'il était laissé sans surveillance pendant une période d'une semaine (article N° 651).

DOSSIER DE SURETE

- En CAT, la performance en termes de sûreté du colis doit être conservée (article N°728) :
 - Pendant une épreuve thermique : exposition à un environnement thermique avec une température moyenne d'au moins 80°C, puis,
 - Pendant une période de refroidissement naturel, avec une température ambiante de 38°C et un ensoleillement conforme aux prescriptions réglementaires.

5. COMPORTEMENT THERMIQUE DU COLIS EN CONDITIONS NORMALES DE TRANSPORT

5.1. HYPOTHESES

Trois types de configurations de transport ont été considérées dans l'analyse donnée en annexe 2 (le détail des hypothèses pour ce calcul sont données en annexe 1) :

- Transport sans ensoleillement
- Transport avec ensoleillement
- Transport dans le véhicule avec une bâche

Le colis est couvert par une bâche pendant le transport.

Les hypothèses prises en compte pour chacun des cas sont détaillées au § 6.3 de l'annexe 2. Tous les calculs ont été réalisés en mode stationnaire.

5.2. RESULTATS

Les résultats de l'analyse thermique sont présentés au § 6.3 de l'annexe 2. Ils sont résumés dans le tableau suivant, en termes de température maximale atteintes par les sous-composants du colis :

Matériau / composant	Température maximale atteinte en CNT (°C), obtenue avec ensoleillement	Température maximale applicable (°C)	Température maximale admissible physiquement (°C)
NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE			
Surface externe (sans ensoleillement)	62	50 pour utilisation non exclusive 85 pour utilisation exclusive	

Tableau 1 : Analyse thermique en CNT

En CNT, les températures maximales atteintes par tous les composants du colis, avec et sans ensoleillement, sont inférieures aux températures maximales acceptables par les matériaux constitutifs (article N° 651 [1]).

DOSSIER DE SURETE

La température maximale de la surface externe du colis sans ensoleillement excède 50°C, conduisant à un transport sous **utilisation exclusive** en vertu de l'article N° 652 [1].

La température maximale de la surface externe du colis sans ensoleillement n'excède pas 85°C (article N° 653 [1]).

6. COMPORTEMENT THERMIQUE DU COLIS EN CONDITIONS ACCIDENTELLES DE TRANSPORT

Il est à noter que les § 6.4 et § 6.5 de l'annexe 2 ne s'appliquent plus (ces parties sont clairement identifiées dans le document).

Une analyse numérique a été réalisée sur le colis MARIANNE pour s'assurer que les exigences de la réglementation sont respectées. Le logiciel IDEAS Master serie 8 et son module TMG v.495 ont été utilisés pour cette analyse par éléments finis. Cette analyse thermique en CAT est décrite dans le rapport fourni en annexe 4.

6.1. MODELE

L'épreuve d'exposition au feu devant être cumulée avec les épreuves mécaniques, la géométrie utilisée prend en compte l'effet des épreuves mécaniques décrites en [4]. La modélisation est présentée en annexe 3.

Les hypothèses prises en compte pour la modélisation sont :

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

Le modèle géométrique est présenté sur la figure 1 suivante (extrait de l'annexe 3).

Le modèle a été maillé avec 97 000 éléments solides et plaques.

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

Figure 1 : Représentation du modèle – extrait de l'annexe 3

DOSSIER DE SURETE

6.2. DONNEES D'ENTREE

Les propriétés des matériaux utilisés pour les calculs sont présentées en annexe 1. Un comportement spécifique a été modélisé pour le **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** en fonction de **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE**

L'environnement pour l'ensoleillement est prescrit comme suit (AIEA [1] article N°651 tableau 13):

- 200 W/m² incident pour les surfaces planes non-horizontales
- 400 W/m² incident pour les surfaces cylindriques
- 800 W/m² incident pour les surfaces horizontales orientées vers le haut

Le flux solaire est appliqué 24h/24h jusqu'au début de l'exposition au feu.

Toutes les surfaces rayonnent. Leur émissivité varie de 0,3 (conditions normales) à 0,8 (exposition au feu) et 0,9 (conditions après feu).

6.3. RESULTATS

Les résultats de l'analyse thermique en CAT sont résumés dans le tableau suivant, en termes de température maximale atteinte par les différents sous-composants du colis :

Matériau	Température maximale en CAT (°C)	Température maximale applicable (°C)
NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE		

Tableau 2 : Analyse thermique en CAT

En CAT, les températures maximales sont dans tous les cas inférieures aux températures maximales pour les composants importants pour la sûreté du colis, tel que défini dans les exigences de la réglementation. Une attention particulière est portée à la spécification des joints au § 8 du présent document.

7. ESSAIS D'EXPOSITION AU FEU

L'essai d'exposition au feu est détaillé dans le rapport en annexe 4.

Les objectifs principaux de cet essai sont :

- L'évaluation de la température atteinte par les composants interne de l'emballage
- L'analyse du refroidissement naturel après l'exposition au feu

7.1. MAQUETTE

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

DOSSIER DE SURETE

7.2. PROCEDURE D'ESSAI

L'essai a été réalisé dans les conditions suivantes :

- Préchauffage de la maquette à **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** °C
- Retrait de la maquette d'une manière adiabatique
- Mise au feu du modèle avec une température moyenne de **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** °C pendant 35 minutes
- Refroidissement naturel de la maquette à température ambiante, jusqu'à **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** jours après la fin de l'exposition au feu.

Les détails concernant l'évolution des températures pendant l'essai au feu et les contrôles dimensionnels réalisés à l'issue de l'épreuve sont présentés dans l'annexe 4.

7.3. RESULTATS

7.3.1. Mesure des températures



Figure 2 : Localisation des thermocouples sur la maquette

Le tableau suivant liste les températures maximales atteintes et les températures à la fin de l'épreuve, mesurées par les thermocouples implantés comme présenté en figure 3.

Composant	Température à la fin du test (°C)	Température maximale atteinte pendant le test (°C)
NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE		

Table 3 : Températures mesurées par les thermocouples pendant l'essai

DOSSIER DE SURETE

Les températures des thermocouples correspondant à l'emplacement des joints n'excèdent pas **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** °C. La température maximale d'utilisation des joints est de **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** °C.

Les températures des thermocouples correspondant à l'emplacement de la protection radiologique n'excèdent pas **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** °C. La température maximale d'utilisation de la protection radiologique est de **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** °C.

7.3.2. Observations

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

Les enregistrements des mesures de température pendant l'essai d'exposition au feu sont donnés en annexe 7.

8. ANALYSE DU COMPORTEMENT DES JOINTS

8.1. PREMIERS ESSAIS REALISES

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE

8.2. NOUVEAUX ESSAIS REALISES SUR LA NUANCE **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE**

De nouveaux essais ont été réalisés sur les joints, faits de la nuance **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** (cf. annexe 3 du chapitre [5]).

Les tests ont montré que les joints faits du matériau **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** sont totalement conformes avec les critères en termes d'étanchéité à l'air, reliée à la valeur garantie de taux de fuite de l'emballage.

DOSSIER DE SURETE

8.3. NOUVEAUX ESSAIS SUR LA NUANCE **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE**

Les tests réalisés sur la nuance **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** ont également été menés sur la nuance **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** (annexe 4 de [5]).

Ils ont conduit à la même conclusion : le matériau **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** permet de garantir l'étanchéité du colis.

9. CONCLUSION

Du fait de la température de sa surface externe sans ensoleillement, le colis sera transporté sous **utilisation exclusive**.

La température de la surface externe sans ensoleillement est inférieure à 85°C, comme requis pour un emballage transporté sous utilisation exclusive.

Les températures évaluées par calculs et par essais d'exposition au feu (sur une maquette de capot) sont inférieures aux températures maximales admissibles des matériaux. Ceci permet de démontrer que le colis respecte les exigences de la réglementation [1], lorsqu'il est soumis aux épreuves thermiques en assurant les fonctions de sûreté suivantes :

- Limitation du débit de dose externe : la protection radiologique n'est pas endommagée
- Confinement de la matière radioactive (étanchéité du colis) : les joints n'excèdent pas la température maximale admissible de leurs matériaux constitutifs

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : CONTENEUR MARIANNE SPECIFICATION DE CALCULS

ANNEXE 2 : CALCULS THERMIQUES DU CONTENEUR MARIANNE EN VUE DE SA CERTIFICATION - NOTE DE CALCUL

ANNEXE 3 : CALCULS THERMIQUES DU CONTENEUR F/334/B(U) MARIANNE

ANNEXE 4 : PROCES-VERBAL DE L'INCENDIE D'UNE MAQUETTE DE CONTENEUR

ANNEXE 5 : COMPARATIF MAQUETTE ESSAI AU FEU / CONTENEUR

ANNEXE 6 : PLAN D'ENSEMBLE DE LA MAQUETTE D'ESSAI AU FEU

ANNEXE 7 : ENREGISTREMENT DES TEMPERATURES MESUREES PENDANT L'ESSAI AU FEU

NB : la pagination du présent document ne prend pas en compte le nombre de pages des annexes

*Annexe 1 : Conteneur MARIANNE spécification de calculs
40 pages*

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

*Annexe 2 : Calculs thermiques du conteneur Marianne en vue de sa certification –
note de calcul
13 pages*

**NB : CERTAINES PARTIES DE CE DOCUMENT NE SONT PLUS APPLICABLES (ELLES SONT
CLAIREMENT IDENTIFIEES)**

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

*Annexe 3 : Calculs thermiques du conteneur F/334/B(U) MARIANNE
36 pages*

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

*Annexe 4 : Procès-verbal de l'incendie d'une maquette de conteneur
50 pages*

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

*Annexe 5 : Comparatif maquette essai au feu / conteneur
19 pages*

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

*Annexe 6 : Plan d'ensemble de la maquette d'essai au feu
1 page*

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

*Annexe 7 : Enregistrement des températures mesurées pendant l'essai au feu –
31 pages*

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

DOSSIER DE SURETE

Titre :	DOSSIER DE SURETE – MARIANNE B(U)F – ANALYSE DU CONFINEMENT	
Référence :	PDSR 000 22 097 2.2.3 A VP	Nombre de pages : 12
Résumé :	Ce chapitre présente l'évaluation du taux de relâchement d'activité du colis MARIANNE, en conditions normales et accidentelles de transport.	

SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. DOCUMENTS DE REFERENCE	3
3. GLOSSAIRE.....	3
4. EXIGENCES REGLEMENTAIRES	3
5. ACTIVITE DU CONTENU	3
6. ENVELOPPE DE CONFINEMENT.....	3
7. METHODOLOGIE.....	4
7.1. Temps de remontée en pression.....	4
7.2. Pression motrice dans la cavité.....	4
7.3. Activité maximale du contenu gazeux.....	5
7.4. Activité disponible dans la cavité	5
7.5. Relâchement d'activité hors de l'emballage.....	6
8. CONCLUSION	7
ANNEXE 1: NT 000 22 097.10 C – CONFINEMENT ET RELACHEMENT D'ACTIVITE EN CNT ET CAT8	
ANNEXE 2: NOTE 777184/6J1/AM FINAL- CARACTERISATION DE JOINTS DE TYPE XXX SELON SPECIFICATION A8101-PRC00002 REV. D.....	8
ANNEXE 3: NOTE CET0084653/6J1/BM FINAL B – SPECIFICATION : ESSAIS JOINTS TORIQUES A01492.NT.0021 REV. C.....	8
ANNEXE 4: NOTE CET0096998_PV FINAL A – SPECIFICATION D'ESSAIS JOINTS TORIQUES A01492.NT.0021 REV. D	8

DOSSIER DE SURETE

1. OBJET

L'objet de ce document est de démontrer que le colis MARIANNE respecte les exigences réglementaires ainsi que les exigences supplémentaires exprimées par l'IRSN dans les fax cités en référence [2] et [3] (questions 5.1, 5.2, 5.4, 5.5, 5.7 et 5.9), concernant le confinement de la matière radioactive.

Le présent document est basé sur l'analyse du confinement présentée en annexe 1.

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

- [1] AIEA - TS-R-1 - 2009 - Règlement de transport des matières radioactives
- [2] Fax IRSN - PSN-EXP/SSTC/ NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE
- [3] Fax IRSN - PSN-EXP/SSTC/ NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE
- [4] PDSR 000 22 097 1.3 VP - Spécification du contenu
- [5] PDSR 000 22 097 1.4 VP - Spécification de l'emballage
- [6] PDSR 000 22 097 1.8 VP - Utilisation
- [7] PDSR 000 22 097 2.2.2 VP - Analyse thermique

3. GLOSSAIRE

CNT : Conditions Normales de Transport

CAT : Conditions Accidentelles de Transport

4. EXIGENCES REGLEMENTAIRES

Le taux maximum autorisé de relâchement d'activité est présenté dans le tableau suivant, d'après l'article N°657 du TS-R-1 [1], exprimé en A_2 par unité de temps :

Conditions de transport	Critère réglementaire
CNT	$10^{-6} A_2 / h$
CAT	$1 A_2 / semaine$

5. ACTIVITE DU CONTENU

Ce document est basé sur les résultats de la spécification du contenu autorisé [4].

6. ENVELOPPE DE CONFINEMENT

L'enveloppe de confinement est décrite et détaillée dans la spécification de l'emballage [5].

DOSSIER DE SURETE

7. METHODOLOGIE

7.1. TEMPS DE REMONTEE EN PRESSION

7.1.1. Définition

Après le chargement du colis, la cavité est tirée au vide lors d'une opération spécifique jusqu'à une pression de 0,25 hPa à 25°C, tel que spécifié dans le chapitre utilisation [6]. L'analyse détermine le temps nécessaire pour que la pression dans la cavité interne atteigne la pression atmosphérique.

Du fait de l'augmentation de la température de l'air dans la cavité après sa fermeture, la pression interne augmente jusqu'à 0,34 hPa.

7.1.2. Hypothèses

Les phénomènes pris en compte dans les calculs sont :

- L'augmentation de la température dans la cavité en conditions accidentelles : les températures des joints sont prises dans le chapitre analyse thermique [7].
- La perméation de l'air extérieur vers la cavité au travers des joints. Ce phénomène est pris en compte conformément aux conclusions des rapports d'essais des joints :
 - En annexe 2 et 3 pour les joints fabriqués en NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE
 - En annexe 4 pour les joints fabriqués en NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE
- Les fuites interfaciales dues aux chocs et rayures éventuelles sur la portée de joints. Ces fuites correspondent au flux maximum admis (2.10^{-6} Pa.m³.s⁻¹) durant la procédure de test décrite dans le chapitre utilisation [6].

Une pression extérieure de 60 kPa est prise en compte, tel que requise par la réglementation [1], comme valeur de la pression atmosphérique.

7.1.3. Résultats

Cette analyse permet de déterminer une durée de remontée en pression de NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE jours après la fermeture de la cavité.

Cette durée est bien au-delà de la durée de transport standard du colis MARIANNE. La cavité reste en dépression pendant toute la durée du transport des cibles, soit NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE jours maximum.

7.2. PRESSIION MOTRICE DANS LA CAVITE

7.2.1. Définition

La pression motrice dans la cavité est calculée en CNT et en CAT. Ce calcul est basé sur l'analyse présentée au § 7.2.

DOSSIER DE SURETE

7.2.2. Hypothèses

La pression motrice est considérée entre :

- La pression maximale dans la cavité (système de confinement) après l'augmentation de pression :
 - Calculée après un an en CNT pour les calculs de taux de relâchement d'activité en CNT.
 - Calculée après un an en CNT + 1 semaine en CAT pour les calculs de taux de relâchement d'activité en CAT.
 - Ces calculs sont réalisés avec une pression dans la cavité de 1,04 bar.
- Une pression de l'air ambiant (extérieur de l'emballage) fixée à 0,6 bar.

7.2.3. Résultats

Les valeurs de pression motrice en CNT et CAT sont données dans le tableau 1 suivant :

	CNT	CAT
P_{\max} (Pa)	40 700	44 000

Tableau 1 : Pressions motrices

7.3. ACTIVITE MAXIMALE DU CONTENU GAZEUX

7.3.1. Définition

L'activité du colis a été estimée après les différentes phases suivantes :

- Refroidissement de la matière radioactive après le retrait hors du flux de neutrons.
- Préparation du transport.

Le nombre de A_2 des produits de fission gazeux pris en compte est issu de la spécification du contenu autorisé [4].

7.3.2. Hypothèses

Une durée minimale de NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE heures entre le retrait des cibles hors du flux de neutrons et l'expédition du colis est considérée.

7.3.3. Résultats

Après la durée minimale indiquée au § 7.3.2 (début de l'expédition), le nombre de A_2 des produits de fission gazeux est de NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE A_2 .

7.4. ACTIVITE DISPONIBLE DANS LA CAVITE

7.4.1. Définition

Le taux de relâchement de produits fissiles gazeux en dehors de la matière radioactive solide a été estimé. L'augmentation de la température dans la cavité est prise en compte en CNT et en CAT, par la loi des gaz parfaits.

DOSSIER DE SURETE

La température des joints (dépendant de leur emplacement et des conditions de transport considérées) données dans le chapitre [7] est prise en compte dans les calculs analytiques.

7.4.2. Résultats

En considérant des limites détaillées dans la littérature scientifique, le taux de relâchement de produits de fission gazeux par les cibles a été estimé d'une manière pénalisante, comme présenté dans le tableau 2 suivant :

	CNT	CAT
Taux de relâchement (η)	NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE	

Tableau 2 : Taux de relâchement de produits de fission gazeux par les cibles

Appliqués aux quantités de produits de fission présentées dans la spécification du contenu [4], ces ratios permettent de déterminer le nombre de moles et la pression partielle des produits de fission gazeux relâchés dans la cavité. Ils sont présentés dans le tableau 3.

	Nombre de moles	Pression partielle (Pa)	
		CNT	CAT
Produits de fission gazeux total	NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE		

Tableau 3 : Produits de fission gazeux total en CNT et CAT

Ces valeurs de pressions additionnelles sont négligeables devant la pression motrice (cf. § 7.2.3).

7.5. RELACHEMENT D'ACTIVITE HORS DE L'EMBALLAGE

7.5.1. Définition

Le taux de relâchement exprimé en A_2 par unité de temps a été estimé, en CNT et en CAT, de manière à vérifier qu'il n'excède pas le niveau spécifié par la réglementation.

7.5.2. Hypothèses

L'analyse réalisée prend en considération :

- La pression motrice présentée au § 7.2.
- L'évolution de l'activité disponible dans la cavité présentée au § 7.3.

Pour les calculs en CNT :

- Seule la perméation des joints est considérée.
- L'activité après les phases de refroidissement et de préparation des transports est considérée.

DOSSIER DE SURETE

Pour les calculs en CAT, deux calculs différents ont été réalisés :

- Un calcul en conditions accidentelles alors que la pression dans la cavité n'a pas encore atteint la pression atmosphérique, dans ce cas :
 - Seule la perméation des joints est considérée.
 - L'activité après les phases de refroidissement et de préparation des transports est considérée.
- Un calcul en conditions accidentelles alors que la pression dans la cavité a atteint la pression atmosphérique, dans ce cas :
 - Les fuites par capillarité à travers les joints sont considérées.
 - L'activité présente dans la cavité prise en compte est celle au moment où la pression interne de la cavité atteint la pression atmosphérique.

7.5.3. Résultats

Les résultats de l'analyse sont donnés dans le tableau suivant :

	CNT	CAT	
		Avant atteinte de la pression atmosphérique	Après atteinte de la pression atmosphérique
Taux de relâchement d'activité	$1,4 \cdot 10^{-8} A_2/h$	$2,2 \cdot 10^{-3} A_2 / \text{semaine}$	$9,6 \cdot 10^{-2} A_2 / \text{semaine}$
Exigence réglementaire	$< 10^{-6} A_2/h$	$< 1 A_2 / \text{semaine}$	

8. CONCLUSION

Le colis MARIANNE respecte les exigences de la réglementation [1] concernant la perte du contenu radioactif.

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1: NT 000 22 097.10 C – CONFINEMENT ET RELACHEMENT D’ACTIVITE EN CNT ET CAT

ANNEXE 2: NOTE 777184/6J1/AM FINAL- CARACTERISATION DE JOINTS DE TYPE XXX SELON SPECIFICATION A8101-PRC00002 REV. D

ANNEXE 3: NOTE CET0084653/6J1/BM FINAL B – SPECIFICATION : ESSAIS JOINTS TORIQUES A01492.NT.0021 REV. C

ANNEXE 4: NOTE CET0096998_PV FINAL A – SPECIFICATION D’ESSAIS JOINTS TORIQUES A01492.NT.0021 REV. D

NB : la pagination du présent document ne prend pas en compte le nombre de pages des annexes

*Annexe 1 : NT 000 22 097.10 C - Confinement et relâchement d'activité en CNT et
CAT
30 pages*

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

*Annexe 2 : Note 777184/6J1/am Final- caractérisation de joints de type XXX selon
spécification A8101-PRC00002 rev. D
58 pages*

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

*Annexe 3 : Note CET0084653/6J1/BM Final b - Spécification : Essais joints toriques
A01492.NT.0021 rév. C
97 pages*

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

*Annexe 4 : Note CET0096998_PV Final a - Spécification d'essais joints toriques
A01492.NT.0021 rév. D
89 pages*

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

DOSSIER DE SURETE

Titre :	DOSSIER DE SURETE – MARIANNE B(U)F – ANALYSE DU DEBIT DE DOSE EXTERNE		
Référence :	PDSR 000 22 097 2.2.4 A VP	Nombre de pages :	10
Résumé :	Ce chapitre présente : <ul style="list-style-type: none">• L'analyse du débit de dose externe du colis MARIANNE, en conditions de routine, normales de transport et accidentelles de transport.• L'évaluation de la catégorie du colis MARIANNE, basée sur le contenu autorisé (à réévaluer par les opérateurs à chaque transport).• La conformité avec les exigences de la réglementation.		

SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. DOCUMENTS DE REFERENCE	3
3. GLOSSAIRE.....	3
4. EXIGENCES DE LA REGLEMENTATION	3
5. DESCRIPTION DE LA PROTECTION RADIOLOGIQUE.....	4
6. DONNEES D'ENTREE	4
6.1. Localisation des points de calcul pour l'évaluation du débit de dose	4
6.2. Modèle et code de calculs	5
7. JUSTIFICATION DU DEBIT DE DOSE EN CONDITIONS DE ROUTINE	5
7.1. Hypothèses.....	5
7.2. Résultats	6
8. JUSTIFICATION DU DEBIT DE DOSE EN CONDITIONS NORMALES DE TRANSPORT.....	6
8.1. Hypothèses.....	6
8.2. Résultats	7
9. JUSTIFICATION DU DEBIT DE DOSE EN CONDITIONS ACCIDENTELLES DE TRANSPORT	7
10. DETERMINATION DE LA CATEGORIE DU COLIS.....	7
10.1. Détermination de l'indice de transport.....	7
10.2. Détermination de la catégorie du colis	8
11. CONCLUSION	8
ANNEXE 1: NT 000 22 097.11 REV. A – RADIOPROTECTION.....	9

DOSSIER DE SURETE

1. OBJET

L'objet de ce document est de démontrer que le colis MARIANNE respecte les exigences de la réglementation, ainsi que les exigences supplémentaires de l'IRSN, concernant la protection radiologique.

La présente synthèse est basée sur l'analyse en annexe 1.

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

- [1] AIEA – TS-R-1 – 2009 – Règlement de transport des matières radioactives
- [2] PDSR 000 22 097 1.4 VP – Spécification de l'emballage
- [3] PDSR 000 22 097 1.3 VP – Spécification du contenu
- [4] PDSR 000 22 097 2.2.1 VP – Analyse structurelle
- [5] PDSR 000 22 097 2.2.2 VP – Analyse thermique

3. GLOSSAIRE

CTR : Conditions de Transport de Routine

CNT : Conditions Normales de Transport

CAT : Conditions Accidentelles de Transport

TI : Indice de transport

4. EXIGENCES DE LA REGLEMENTATION

Les exigences de la réglementation 2 et leurs critères d'acceptation sont résumés ci-après :

- En conditions de routine (CTR), le niveau de radiation ne doit pas excéder (article N° 569 [1]) :
 - 2 mSv/h en tout point de la surface externe du moyen de transport, et
 - 0,1 mSv/h à 2 m de la surface externe du moyen de transport.
- En conditions normales de transport, une augmentation de plus de 20 % du niveau de radiation en tout point de la surface externe du colis n'est pas autorisée (article 646 b)
- En conditions accidentelles de transport, la protection radiologique du colis doit permettre de garantir que le débit de dose à 1 m de sa surface externe n'excède pas 10 mSv/h (article 657 b) ii).

5. DESCRIPTION DE LA PROTECTION RADIOLOGIQUE

La protection radiologique est assurée par les matériaux constituant le colis, qui réduisent le rayonnement gamma.

L'analyse thermique [5] présente le comportement thermique de ces matériaux en CNT et en CAT.

6. DONNEES D'ENTREE

6.1. LOCALISATION DES POINTS DE CALCUL POUR L'EVALUATION DU DEBIT DE DOSE

Le modèle utilisé pour cette analyse est basé sur les plans d'ensemble présentés dans le chapitre [2].

Sur la figure suivante :

- L'emplacement des cibles irradiées est indiqué par un cercle rouge au centre du colis
- Trois points présentant un intérêt pour le calcul (positions les plus pénalisantes) sont repérées par une croix noire barrée :
 - Un point de calcul du débit de dose radial (milieu de la longueur du colis)
 - Deux points de calculs du débit de dose axial, à l'avant et à l'arrière du colis

La localisation de ces points permet d'analyser deux directions de diffusion des radiations et de contrôler le débit de dose à 1 m du colis.

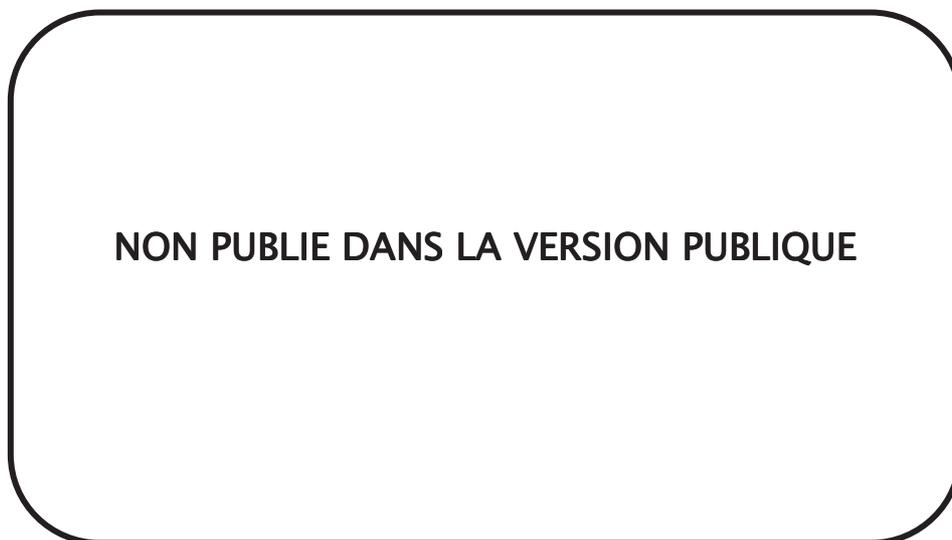


Figure 1 : Vue en coupe du colis MARIANNE – sources et points de calculs

DOSSIER DE SURETE

6.2. MODELE ET CODE DE CALCULS

Le terme source à NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE heures après le retrait des cibles hors du flux de neutrons (c.à.d. le temps pour laisser refroidir puis charger les cibles dans l’emballage) utilisé pour cette analyse est extrait de la spécification du contenu [3].

Average energy (MeV)	γ emission (γ/s)
NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE	
TOTAL	

Tableau 1: Distribution d'énergie de la source d'émission gamma

Il est considéré que les sources conservent leur position au centre du colis en CNT et en CAT. Les cibles sont disposées dans un fourreau fixé au corps de l'emballage.

De plus, les dimensions de la source sont négligeables devant celles du colis. Une modification géométrique de la source n'a pas d'effet sur la justification du niveau de radiation en conditions normales et accidentelles de transport.

Selon chaque axe concerné par le calcul, un modèle en couches superposées a été produit d'après le plan d'ensemble.

Le maillage spatial est adapté à l'épaisseur et au type de matériau constituant chaque couche.

Un code de transport aux ordonnées discrètes XSDRNPM de la chaîne SAS1 du groupe SCALE 4.4a a été utilisé pour réaliser ces calculs.

7. JUSTIFICATION DU DEBIT DE DOSE EN CONDITIONS DE ROUTINE

7.1. HYPOTHESES

Le colis tel que représenté dans les calculs est représentatif du colis sans aucun endommagement.

DOSSIER DE SURETE

7.2. RESULTATS

Les résultats du calcul du débit de dose effective en conditions de transport de routine, au contact et à 1 m de la surface externe du colis sont présentés dans le tableau 2 :

	Débit de dose ($\mu\text{Sv/h}$)	
	Contact	1 mètre
Axial - arrière	73,7	16,5
Axial – avant	0,5	0,1
Radial	4	0,4

Table 2: Débit de dose en conditions de transport de routine

Ces valeurs sont en-deçà des limites fixées par l'AIEA 2 au contact (2 mSv/h) et à 2 m du moyen de transport (0,1 mSv/h).

De plus, la valeur dans l'axe du colis, côté arrière est la plus élevée. Cette zone présente le niveau le plus pénalisant et sera analysé dans les paragraphes suivants (§ 8 et § 9) pour les calculs en CNT et CAT.

8. JUSTIFICATION DU DEBIT DE DOSE EN CONDITIONS NORMALES DE TRANSPORT

L'effet des épreuves liées aux conditions normales de transport (chutes) a été évalué de manière à vérifier que ces épreuves ne conduisent pas à une augmentation de plus de 20 % du débit de dose à la surface externe du colis.

8.1. HYPOTHESES

L'augmentation du niveau de radiation peut être produite par une déformation globale du colis qui réduirait la distance entre la surface externe et le contenu.

Seuls les capots amortisseurs peuvent être impactés et déformés pendant les CNT. Comme cela a été montré précédemment, la surface externe du capot arrière présente le débit de dose le plus important. L'étude se focalise donc sur cette zone.

Deux configurations différentes doivent être considérées :

- Chute axiale d'une hauteur de 0,9 m
- Chute en coin sur le capot arrière d'une hauteur de 0,9 m

L'analyse géométrique du colis permet de déterminer que la chute axiale produit plus d'endommagement que la chute en coin, en termes de réduction de distance entre la surface externe du colis et le contenu.

Un calcul énergétique a été réalisé, permettant d'évaluer la déformation du capot après la chute axiale, en utilisant les caractéristiques mécaniques du matériau amortisseur du capot et sa représentation géométrique. Le résultat en termes de réduction de distance, correspondant au tassement du capot est estimée à 42 mm.

DOSSIER DE SURETE

8.2. RESULTATS

Les calculs de débits de dose montrent que pour augmenter le débit de dose au contact de 20 %, la surface externe du colis doit se rapprocher de 10 % de la distance initiale dans la direction axiale (du côté capot arrière).

Ceci correspond à une déformation maximale admissible de 87 mm le long de l'axe longitudinal du colis.

La valeur de déformation présentée au § 8.1 (42 mm) est inférieure à cette valeur maximale.

L'augmentation maximale du débit de dose n'est pas atteinte après les épreuves de chute en CNT : dans le cas le plus pénalisant, l'augmentation du débit de dose n'excède pas 20 %.

9. JUSTIFICATION DU DEBIT DE DOSE EN CONDITIONS ACCIDENTELLES DE TRANSPORT

A l'issue des chutes en CAT les plus pénalisantes [4], le blindage radiologique ne subit que des déformations de quelques millimètres. Ce type de déformation n'a pas d'impact sur le niveau de protection radiologique du colis, du fait de l'épaisseur initiale de protection radiologique.

En conditions accidentelles, la configuration est donc équivalente à celle calculée en conditions de routine, mais sans les capots (calcul présenté précédemment). Le débit de dose maximum calculé en CRT est de 16,5 $\mu\text{Sv/h}$ à 1 m du colis. Cette valeur représente 0,17 % du débit de dose maximum autorisé par la réglementation (10 mSv/h).

De plus, les capots n'ont pas une fonction directe de protection radiologique. La perte des capots n'est pas de nature à produire une augmentation du niveau de radiation jusqu'à 10 mSv/h.

Il est donc admis, par simple analyse, que le niveau de radiation en CAT ne peut pas excéder 10 mSv/h, avec une marge significative.

10. DETERMINATION DE LA CATEGORIE DU COLIS

L'analyse détaillée dans ce paragraphe est réalisée avec le niveau maximum de radiation du contenu autorisé. La détermination de la catégorie du colis et le calcul du TI (indice de transport) doivent être réalisés de nouveau pendant la préparation de chaque transport. Ces valeurs dépendent directement de la configuration exacte.

10.1. DETERMINATION DE L'INDICE DE TRANSPORT

A partir du débit de dose estimé au § 7.2 en CRT à 1 m de la surface externe du colis (0,0165 mSv/h), l'indice de transport (TI) est évalué à 1,7 selon l'article 521 de l'AIEA [1].

DOSSIER DE SURETE

Le colis est transporté sous utilisation exclusive, aussi l'article 524 ne s'applique-t-il pas. Il peut être cependant noté que le TI est inférieur à 10.

10.2. DETERMINATION DE LA CATEGORIE DU COLIS

Le débit de dose évalué au §7.2 en conditions de routine, au contact de la surface externe du colis est au maximum de 0,0737 mSv/h. Le TI est estimé au § 10.1 à 1,7.

La catégorie du colis MARIANNE est donc III-JAUNE selon l'article 527 de l'AIEA 2.

11. CONCLUSION

Le colis MARIANNE répond pleinement aux exigences de la réglementation :

- Débit de dose maximum au contact du colis en CTR : 73,7 μ Sv/h (pour 2 mSv/h dans la réglementation).
- Le débit de dose (au contact de la surface externe du colis) n'augmente pas de plus de 20 % en CNT.
- Le débit de dose reste inférieur à 10 mSv/h à 1 m du colis en CAT.

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1: NT 000 22 097.11 REV. A – RADIOPROTECTION

NB : la pagination du présent document ne prend pas en compte le nombre de pages des annexes

*Annexe 1 : NT 000 22 097.11 Rev. A - Radioprotection
13 pages*

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

DOSSIER DE SURETE

Titre :	DOSSIER DE SURETE - MARIANNE B(U) F - ANALYSE DE SURETE-CRITICITE	
Référence :	PDSR 000 22 097 2.2.5 A VP	Nombre de pages : 9
Résumé :	<p>Ce chapitre présente les évaluations réalisées pour démontrer le maintien de la sûreté-criticité du colis.</p> <p>L'indice de sûreté-criticité (CSI) du colis est déterminé.</p>	

SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. DOCUMENTS DE REFERENCE	3
3. GLOSSAIRE.....	3
4. EXIGENCES REGLEMENTAIRES	3
5. GENERALITES	4
5.1. Contenu	4
5.2. système d'isolement	4
6. JUSTIFICATION D'UN COLIS ISOLE.....	4
6.1. Données d'entrée.....	4
6.2. Résultats	4
7. JUSTIFICATION D'UN RESEAU DE COLIS EN CONDITIONS NORMALES ET ACCIDENTELLES DE TRANSPORT	4
7.1. Méthodologie de justification	4
7.2. Hypothèses.....	4
7.3. Résultats	6
8. VIDANGE DIFFERENTIELLE	7
8.1. Analyse géométrique	7
8.2. Analyse du caractère pénalisant du milieu fissile considéré dans les études de sûreté-criticité	7
8.3. Analyse de la marge identifiée dans les études de sûreté-criticité.....	7
9. CONCLUSION	7
ANNEXE 1 : SEC/T/2700/N°94.133- TRANSPORT DE PLAQUETTES IRRADIEES	8

DOSSIER DE SURETE

1. OBJET

L'objet de ce chapitre est de démontrer que le colis MARIANNE respecte les exigences réglementaires concernant la sûreté-criticité.

L'analyse est basée sur le rapport de calcul présenté en annexe 1.

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

- [1] AIEA – TS-R-1 – 2009 – Règlement de transport des matières radioactives
- [2] PDSR 000 22 097 1.3 VP – Spécification du contenu
- [3] Note CEA-N-2051 – CEA – Octobre 1978
- [4] PDSR 000 22 097 1.4 VP – Spécification de l'emballage
- [5] PDSR 00 22 097 2.2.1 VP – Analyse structurelle

3. GLOSSAIRE

CTR : Conditions de Transport de Routine

CNT : Conditions Normales de Transport

CAT : Conditions Accidentelles de Transport

CSI : Indice de sûreté-criticité

4. EXIGENCES REGLEMENTAIRES

Les exigences de la réglementation [1] et leurs critères d'acceptation sont résumés ci-après :

- Le colis doit être sous-critique dans la configuration suivante (article N° 677) :
 - Le colis est considéré comme un colis individuel isolé.
 - Le système de confinement et tous les espaces vides du colis sont considérés comme remplis d'eau.
- Le CSI (indice de sûreté-criticité) du colis doit être inférieur à 10 (article N° 523). Le CSI pour des colis contenant des matières fissiles doit être obtenu en divisant le nombre 50 par la plus petite des deux valeurs de N suivantes :
 - Un nombre N doit être déterminé tel que 5 fois N colis soient sous-critiques, pour l'agencement et les conditions de colis d'où résulte la multiplication maximale des neutrons compatibles avec les conditions spécifiées dans l'article N°681 (CNT)
 - Un nombre N doit être déterminé tel que 2 fois N colis soient sous-critiques, pour l'agencement et les conditions de colis d'où résulte la multiplication maximale des neutrons compatibles avec les conditions spécifiées dans l'article N°682 (CAT)

DOSSIER DE SURETE

5. GENERALITES

5.1. CONTENU

Le terme source est spécifié dans le chapitre 1.3 [2]. **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** cibles sont fixées dans un fourreau disposé dans le système de confinement du colis. Le colis MARIANNE porte le N° ONU 3328 [4].

5.2. SYSTEME D'ISOLEMENT

Le système d'isolement est décrit dans la spécification de l'emballage [4].

6. JUSTIFICATION D'UN COLIS ISOLE

6.1. DONNEES D'ENTREE

La masse de ^{235}U , extraite de la spécification du contenu autorisé [2] est **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** g par cible et **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** cibles sont transportées à la fois. La masse maximale de ^{235}U est **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** g.

6.2. RESULTATS

La masse critique est de 352 g. Cette valeur conduit à une masse sûre de $352 \times 0,7 = 246,6$ g comme spécifié dans le rapport [3].

La masse de ^{235}U transportée dans le colis MARIANNE est inférieure à la masse sûre d'uranium enrichi totalement réfléchi par du plomb.

7. JUSTIFICATION D'UN RESEAU DE COLIS EN CONDITIONS NORMALES ET ACCIDENTELLES DE TRANSPORT

7.1. METHODOLOGIE DE JUSTIFICATION

Les deux analyses concernant un groupe de 2N colis en CAT et un groupe de 5N colis en CNT sont couvertes par une unique analyse. L'analyse est réalisée au moyen d'un modèle simulant un réseau infini de colis dans les trois directions. Les colis sont modélisés au contact les uns des autres.

7.2. HYPOTHESES

Comme représenté sur la figure 1, les hypothèses prises pour cette étude sont les suivantes :

- Les tôles internes et externes sont négligées.
- Le matériau assurant la protection thermique est négligé.
- Le calcul est basé sur un groupe d'emballages endommagés.
- La cavité interne est supposée remplie d'eau au-dessus de la matière fissile.

DOSSIER DE SURETE

L'emballage est modélisé par une cavité cylindrique de **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** cm de diamètre et **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** cm de hauteur, entouré de **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** cm de blindage radiologique et **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** cm de **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE**.

La configuration de cette analyse est plus pénalisante que la configuration la plus endommagée en CAT décrite dans le chapitre analyse structurelle [5].

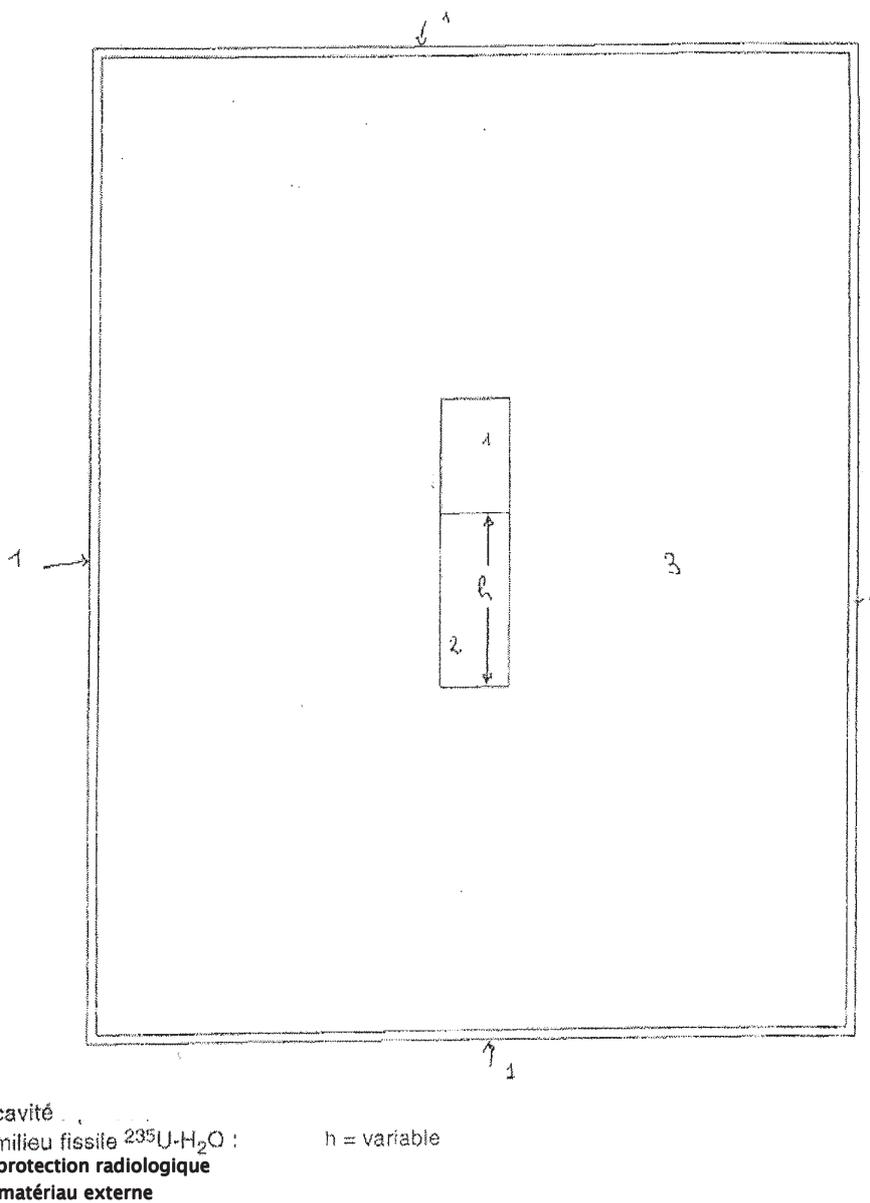


Figure 1 : Configuration de calcul pour un groupe de colis

L'analyse est réalisée pour une densité de ^{235}U contenu dans la cavité interne de 0,1 à 0,06 g/cm³, de manière à estimer la réactivité en fonction du rapport de modération. Cela correspond à différentes hauteurs de matière fissile dans la cavité, avec de l'eau au-dessus de cette matière.

Le calcul a été réalisé avec le code APOLLO et le code de calculs MONTE-CARLO MORET.

DOSSIER DE SURETE

7.3. RESULTATS

7.3.1. Résultats : $k_{eff}+3\sigma$

Une valeur de 0,32 pour $k_{eff}+3\sigma$ est obtenue. Cette valeur est en-deçà du critère de la réglementation de 0,98.

Cette valeur maximale est obtenue pour un rapport de modération $H / U = 433$ (correspondant à une concentration de matière fissile dans la cavité de $0,06 \text{ g/cm}^3$).

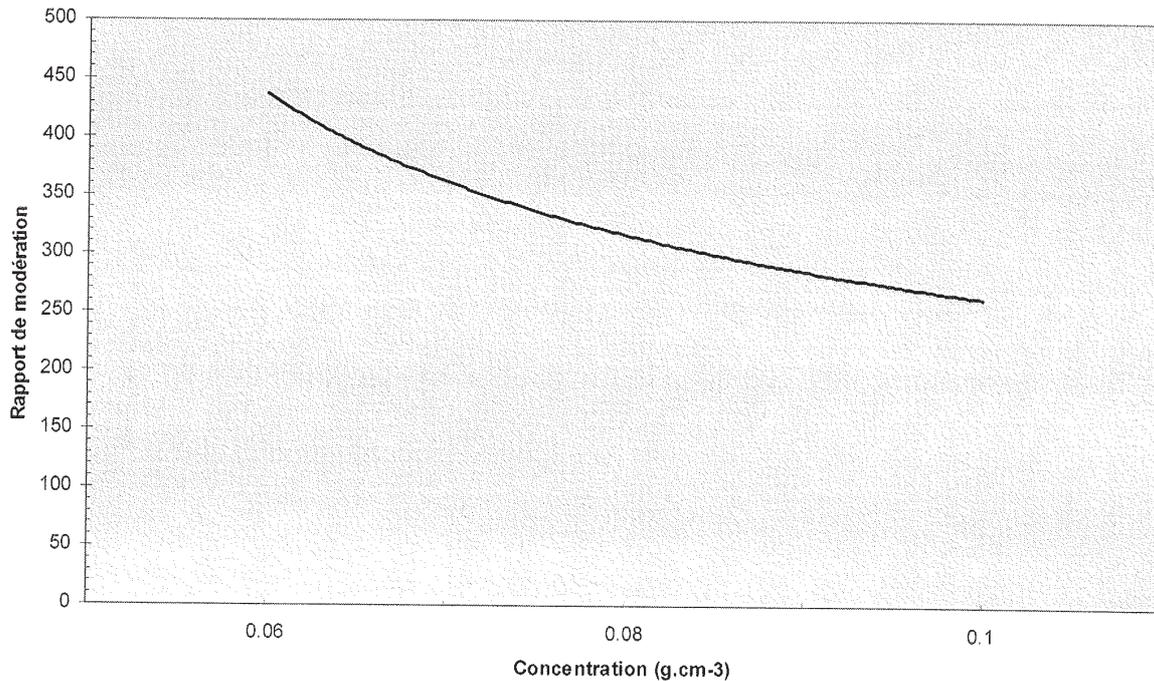


Figure 2 : Rapport de modération en fonction de la concentration de matière fissile dans la cavité

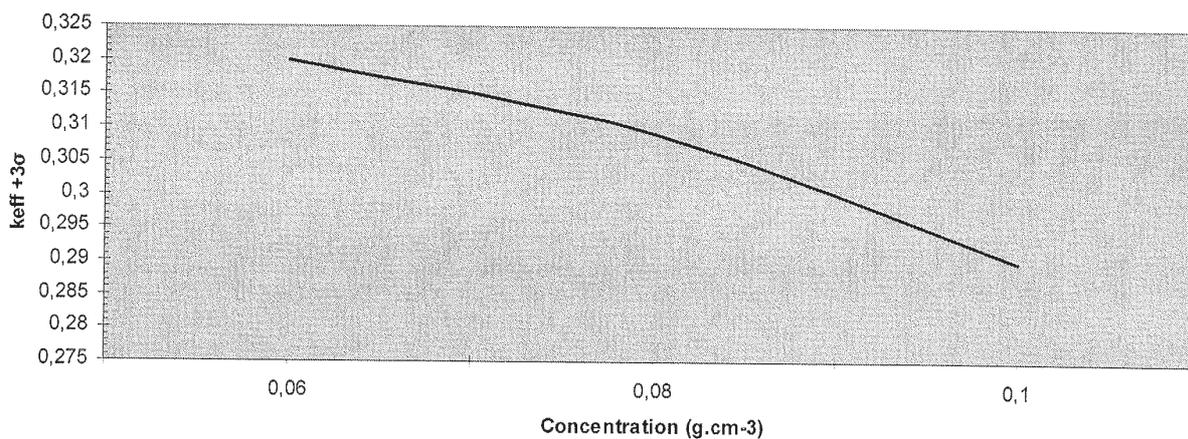


Figure 3 : $k_{eff}+3\sigma$ en fonction de la concentration de matière fissile dans la cavité

DOSSIER DE SURETE

7.3.2. Détermination de l'indice de sûreté-criticité

La valeur N, correspondant au nombre de colis dans le réseau, est infini.

En accord avec la réglementation [1] (article N°683), le CSI vaut zéro pour une valeur infinie de N.

8. VIDANGE DIFFERENTIELLE

8.1. ANALYSE GEOMETRIQUE

Le risque de vidange différentielle est associé à des dimensions significatives de matière fissile dans au moins une direction (telles que celles des éléments combustibles), capables de générer des configurations hétérogènes en présence de modérateur (eau). La réactivité d'une telle configuration hétérogène est plus importante que celle du cas homogène.

Dans le cas présent, les cibles sont transportées dans des dimensions qui sont très largement inférieures à celles du cas ci-dessus (combustible), de plus d'un ordre de grandeur : la configuration hétérogène conduit ainsi à des réactivités inférieures.

8.2. ANALYSE DU CARACTERE PENALISANT DU MILIEU FISSILE CONSIDERE DANS LES ETUDES DE SURETE-CRITICITE

L'étude de sûreté-criticité (en annexe 1) présente une modélisation basée sur une cavité entièrement remplie :

- d'un milieu homogène composé de $^{235}\text{U}_{\text{métal}} - \text{H}_2\text{O}$ de hauteur variable en fonction du rapport de modération qui constitue le milieu fissile,
- du complément en eau sur la hauteur restante.

La matière fissile est assimilée à 100% de ^{235}U , ce qui maximise la réactivité, tout en assurant le caractère enveloppe de la modélisation par un milieu homogène.

8.3. ANALYSE DE LA MARGE IDENTIFIEE DANS LES ETUDES DE SURETE-CRITICITE

La configuration la plus pénalisante parmi celles étudiées conduit à une marge conséquente ($\text{keff} + 3 \sigma = 0,320$), en considérant une cavité remplie entièrement du milieu fissile homogène composé de $^{235}\text{U}_{\text{métal}} - \text{H}_2\text{O}$. Ce résultat se situe dans un secteur profondément sous-critique et rend peu probable l'existence d'un modèle plus pénalisant conduisant à un $\text{keff} + 3 \sigma$ dépassant le critère d'acceptabilité.

9. CONCLUSION

Le colis MARIANNE respecte les exigences de la réglementation [1], pour les aspects concernant la sûreté-criticité.

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : SEC/T/2700/N°94.133- TRANSPORT DE PLAQUETTES IRRADIEES

NB : la pagination du présent document ne prend pas en compte le nombre de pages des annexes

ANNEXE 1: SEC/T/2700/n°94.133

TRANSPORT DE PLAQUETTES IRRADIEES

6 pages

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**

DOSSIER DE SURETE

Titre :	DOSSIER DE SURETE - MARIANNE B(U) F - ANALYSE DE LA RADIOLYSE	
Référence :	PDSR 000 22 097 2.2.6 A VP	Nombre de pages: 11
Résumé :	Ce document présente les calculs réalisés dans le cadre de l'analyse de la radiolyse. La masse maximale d'eau résiduelle acceptable après séchage du colis est définie.	

SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. DOCUMENTS DE REFERENCE	3
3. GLOSSAIRE.....	3
4. EXIGENCES DE LA REGLEMENTATION	3
5. DONNEES D'ENTREE	3
5.1. Géométrie.....	3
5.2. Spécification radiologique du contenu	4
5.3. Configurations de transport	4
6. CALCULS	5
6.1. Temps de remontée en pression.....	5
6.2. Energie déposée par la source	5
6.3. Rendement radiolytique	5
6.4. Taux de production d'hydrogène par radiolyse	6
6.5. Limites inférieures d'inflammabilité et d'explosivité.....	6
6.6. Calcul de la concentration	6
7. RESULTATS FINAUX	7
7.1. Energie déposée	7
7.2. Masse d'eau résiduelle acceptable en conditions normales de transport.....	7
7.3. Masse d'eau résiduelle acceptable en conditions normales de transport.....	8
8. CONCLUSION.....	9
ANNEXE 1 : NT 000 22 097.12 C - RADIOLYSE.....	10

DOSSIER DE SURETE

1. OBJET

Le présent document présente l'estimation de la masse maximale d'eau résiduelle acceptable après séchage du colis de manière à prévenir tout risque d'inflammation due à la radiolyse.

Les remarques de l'IRSN (fax en référence [2]) ont été prises en compte lors de ces calculs.

Cette note est basée sur le rapport de calcul détaillé en annexe 1.

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

- [1] AIEA - TS-R-1 - 2009 - Règlement de transport des matières radioactives
- [2] Fax IRSN - PSN-EXP/SSTC/ NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE
- [3] PDSR 000 22 097 2.2.2 VP - Analyse thermique
- [4] PDSR 000 22 097 2.2.3 VP - Analyse du confinement
- [5] PDSR 000 22 097 1.3 VP - Spécification du contenu
- [6] PDSR 000 22 097 1.4 VP - Spécification de l'emballage
- [7] PDSR 000 22 097 1.7 VP - Utilisation

3. GLOSSAIRE

CTR : Conditions de Transport de Routine

CNT : Conditions Normales de Transport

CAT : Conditions Accidentelles de Transport

LII : Limite Inférieure d'Inflammabilité

LIE : Limite Inférieure d'Explosivité

4. EXIGENCES DE LA REGLEMENTATION

L'exigence réglementaire concernant l'analyse de la radiolyse [1] et son critère d'acceptation sont rappelés ci-dessous :

« Dans la conception des composants de l'enveloppe de confinement, il faut tenir compte, le cas échéant, de la décomposition radiolytique des liquides et autres matériaux vulnérables, et de la production de gaz par réaction chimique et radiolyse. » (Article 642)

5. DONNEES D'ENTREE

5.1. GEOMETRIE

La configuration géométrique est donnée dans le chapitre 1.4 [6] (plans d'ensemble). Le système de confinement est décrit sur la figure 1 suivante. Il est principalement délimité par les tapes et couvercles et les joints.

Les joints indiqués en rouge sur la figure ne sont pas considérés car localisés trop loin de la source.

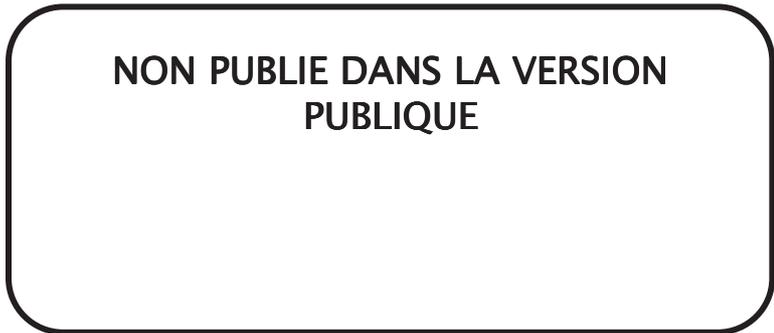


Figure 1 : Vue interne du système de confinement de l’emballage MARIANNE

La composition atomique des joints et leur teneur en hydrogène sont présentés dans le tableau 1 suivant :

Matériau	Formule chimique	Teneur en hydrogène (% masse)

Tableau 1 : Composition atomique des joints et teneur en hydrogène

5.2. SPECIFICATION RADIOLOGIQUE DU CONTENU

Le terme source après  heures (refroidissement et préparation pour le transport) est utilisé pour cette analyse : il est extrait de la spécification du contenu [5]. Le taux d’émission gamma du terme source décroît exponentiellement après son retrait hors du flux de neutrons.

5.3. CONFIGURATIONS DE TRANSPORT

Deux configurations de transport sont analysées :

- Un an de transport en CNT
- La configuration la plus pénalisante en CNT suivie de 7 jours de CAT

DOSSIER DE SURETE

Le tableau 2 suivant présente les températures du joint (repère 89) et de l'eau résiduelle pendant ces configurations de transport :

Conditions de transport	Température (°C)	
	Joint rep.89	Eau résiduelle
CNT	125	140
CAT	200	200

Tableau 2 : Températures dans les deux configurations de transport étudiées

Ces températures sont extraites de l'analyse thermique [3]. La température de l'eau résiduelle est considérée égale à celle de la cavité interne.

L'eau est supposée à l'état liquide, du fait de la température élevée dans la cavité.

6. CALCULS

6.1. TEMPS DE REMONTEE EN PRESSION

Le temps de remontée en pression est calculé dans le chapitre analyse du confinement [4]. Cette augmentation de pression est due à la perméation et au phénomène de fuites interfaciales au niveau des joints.

Le résultat de cette analyse est un temps de remontée de pression de 56,65 jours après la fermeture de la cavité.

6.2. ENERGIE DEPOSEE PAR LA SOURCE

Le code MERCURAD est utilisé pour le calcul de l'énergie déposée. Cette analyse est présentée au § 6.2 et dans les annexes 6 et 7 du rapport de calculs de radiolyse joint en annexe 1.

La puissance moyenne déposée par la source (cibles) dans son environnement immédiat est :

NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE mW/g_{eau}.

6.3. RENDEMENT RADIOLYTIQUE

Le rendement radiolytique G_{H_2} (en molécules de H_2 pour 100 eV) caractérise la production d'hydrogène par unité d'énergie déposée par un rayonnement ionisant. Cette valeur dépend du type de matériau considéré and évolue avec la température.

Pour le matériau **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE**, les paramètres du phénomène de radiolyse ont fait l'objet d'une recherche bibliographique étendue qui s'est avérée infructueuse. Une approximation a été faite en utilisant la décroissance du rendement avec la teneur en hydrogène pour plusieurs autres matériaux connus. L'annexe 4 du rapport de calculs de radiolyse (annexe 1) détaille ce calcul.

DOSSIER DE SURETE

Les paramètres pour le calcul de la radiolyse pour les matériaux concernés sont listés dans le tableau 3 suivant :

	$G_{Y,H_2}(T_{ref})$ (Molécules pour 100 eV)	E_a (J/mol)
NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE		

Tableau 3 : Paramètres liés à la radiolyse

6.4. TAUX DE PRODUCTION D'HYDROGENE PAR RADIOLYSE

Le taux de production d'hydrogène est calculé au moyen d'une formule analytique. Il s'agit d'une fonction de :

- La fluctuation de la pression dans le système de confinement calculé au § 6.1.
- L'énergie déposée par les sources calculée au § 6.2.
- Le rendement radiolytique des matériaux présenté au § 6.4.

6.5. LIMITES INFERIEURES D'INFLAMMABILITE ET D'EXPLOSIVITE

La formation d'hydrogène due à la radiolyse induit un risque d'inflammation ou d'explosion lorsque la concentration dans l'air de l'hydrogène atteint la Limite Inférieure d'Inflammabilité (LII) ou la Limite Inférieure d'Explosivité (LIE). Elles sont fixées à 4 % et 13 % du volume respectivement pour une température de 25°C.

Ces limites décroissent linéairement avec la température. Il est habituel de calculer ces limites au moyen de la formule modifiée de Burgess–Wheeler.

6.6. CALCUL DE LA CONCENTRATION

Les points suivants décrivent la configuration justifiée par le calcul :

- Une cavité interne en dépression, d'un volume de **NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE** litres, initialement remplie d'oxygène et d'azote (air).
- Production de H_2 par deux sources : le joint repère 89 et l'eau résiduelle.
- L'hydrogène peut s'échapper de la cavité par perméation à travers les joints.
- L'oxygène O_2 est échangé entre la cavité et l'environnement extérieur par perméation.
- L'azote N_2 est échangé entre la cavité et l'environnement extérieur par perméation.

DOSSIER DE SURETE

La figure 2 ci-dessous présente schématiquement la configuration calculée :

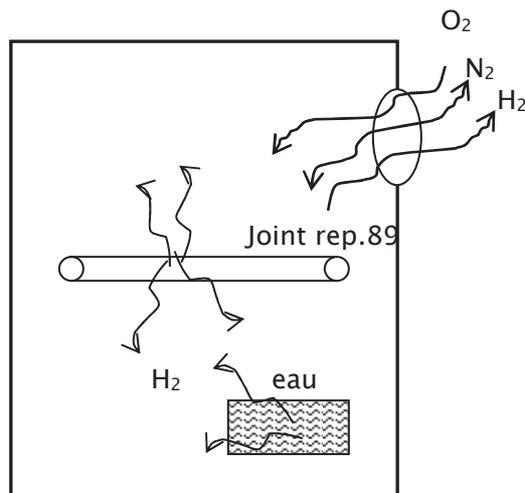


Figure 2 : Schématisation de la production de H₂ et du phénomène de perméation

Une formule analytique qui permet de calculer le pourcentage volumique de l'hydrogène dans la cavité a été développée. Elle prend en compte les différentes contributions présentées ci-avant.

7. RESULTATS FINAUX

7.1. ENERGIE DEPOSEE

Le résultat des calculs d'énergie déposée dans les composants du système de confinement est présenté dans le tableau 4 suivant :

	Débits de dose (Gy/h)	Energie déposée (mW)
NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE		

Tableau 4 : Débits de dose et énergie déposée

7.2. MASSE D'EAU RESIDUELLE ACCEPTABLE EN CONDITIONS NORMALES DE TRANSPORT

Un calcul analytique permet de déterminer la masse maximale d'eau résiduelle acceptable. Cette valeur assure que la concentration maximale d'hydrogène dans la cavité est inférieure à la LII en conditions normales de transport.

Un résultat de 25,8 grammes d'eau résiduelle est calculé pour les CNT. L'évolution de la concentration de H₂ pendant le transport est présentée en figure 3.

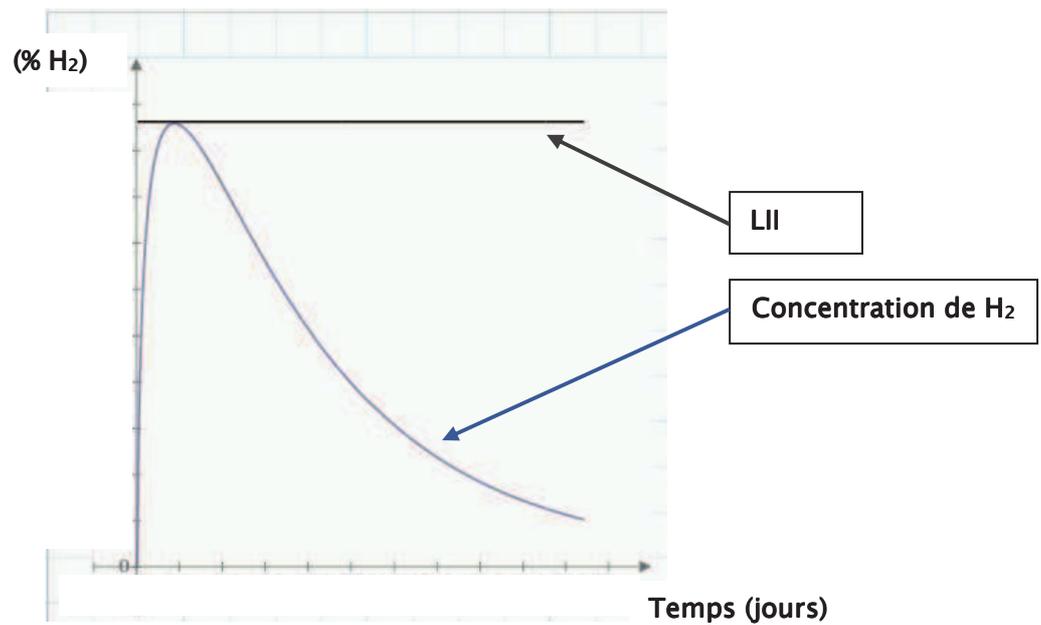


Figure 3 : Concentration de H₂ avec 25,8 grammes d'eau résiduelle en CNT

Il peut être noté que :

- L'instant 0 correspond au retrait du terme source du flux de neutrons.
- Le maximum de % H₂ apparaît après NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE jours.
- La pression dans la cavité à cet instant est de 49 490 Pa.
- La LII est calculée à 3,37 % H₂.
- La décroissance de la concentration de H₂ après le pic est due essentiellement à la baisse exponentielle de l'activité après le retrait du terme source du flux de neutrons, et à la perte de pression dans la cavité.

7.3. MASSE D'EAU RESIDUELLE ACCEPTABLE EN CONDITIONS NORMALES DE TRANSPORT

De la même manière que pour les CNT (§ 7.2), un calcul analytique a été réalisé pour la détermination de la masse d'eau résiduelle maximale admissible en CAT. Cette valeur assure que la concentration maximale d'hydrogène dans la cavité est inférieure à la LII en conditions accidentelles de transport.

Un résultat de 13,4 grammes d'eau résiduelle a été obtenu.

DOSSIER DE SURETE

La figure 4 montre la concentration de H₂ pendant le transport.

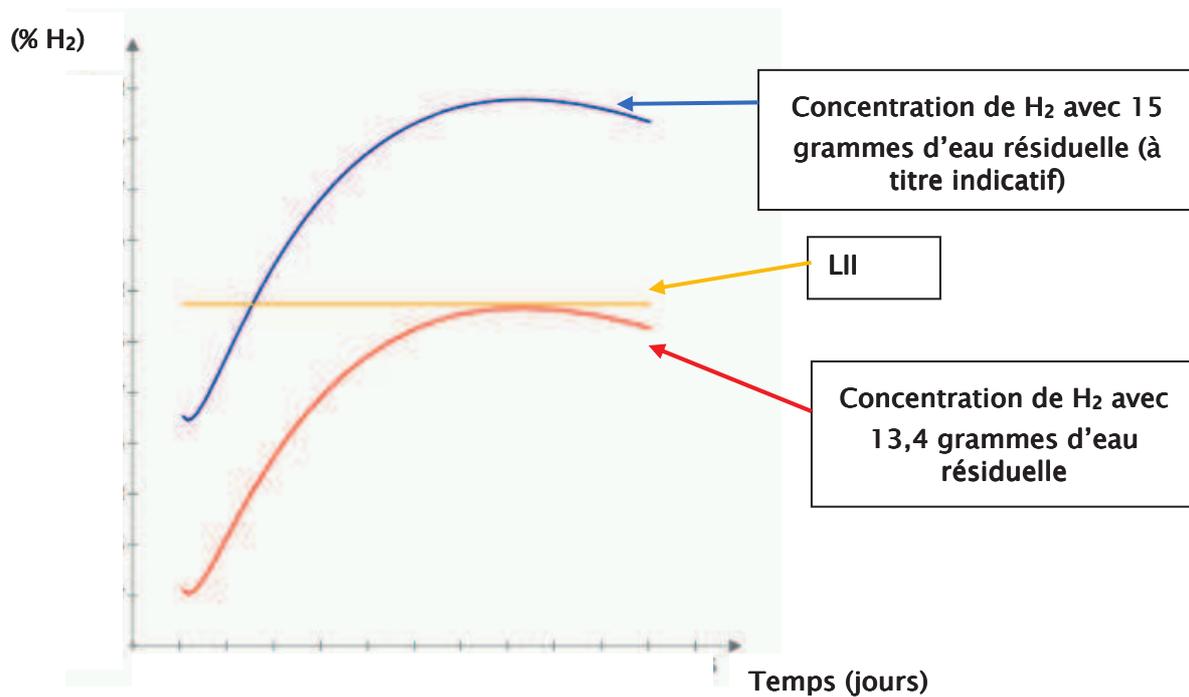


Figure 4 : Concentration de H₂ avec 13,4 grammes d'eau résiduelle en CAT

Il peut être noté que :

- L'instant 0 correspond au retrait du terme source du flux de neutrons.
- Le maximum de % H₂ apparaît après NON PUBLIE DANS LA VERSION PUBLIQUE jours.
- La pression dans la cavité à cet instant est de 44 000 Pa.
- La LII est calculée à 2,90 % H₂.

8. CONCLUSION

Les résultats de l'analyse de la radiolyse sont résumés dans le tableau suivant :

	Masse d'eau résiduelle (g)
CNT	LII(T _{CNT}) = 3,37 %
	25,8 g
CAT	LII(T _{CAT}) = 2,90 %
	13,4 g

Tableau 5 : Principaux résultats de l'analyse de radiolyse

Cette note présente une limite supérieure pour la quantité d'eau restant dans la cavité après application de la procédure de séchage : 13,4 grammes.

Le respect de cette contrainte, associé à la procédure de séchage [7] prévient tout risque d'inflammation due à la radiolyse.

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : NT 000 22 097.12 C - RADIOLYSE

NB : la pagination du présent document ne prend pas en compte le nombre de pages des annexes

*Annexe 1 : NT 000 22 097.12 C - Radiolyse
33 pages*

**NON PUBLIE DANS LA
VERSION PUBLIQUE**