



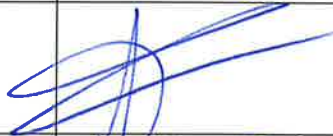


Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE

	Direction de l'énergie nucléaire Département de services nucléaires Service des transports des matières radioactives Laboratoire d'Exploitation du Parc d'Emballages	CEADEN/CAD/DSN/STMR DO 599 14/10/16  16PPFM000935 diffusé le: 14/10/16
---	---	---

Niveau de confidentialité		Direction d'objectifs	Domaine	Projet	EOTP	Partenaire/Client
DO	<input checked="" type="checkbox"/>	CD	<input type="checkbox"/>	DADN	TRANSPORT EXUTOIRE	
DR	<input type="checkbox"/>	SD	<input type="checkbox"/>			
CCEA	<input type="checkbox"/>					

Dossier de sûreté

Transport des effluents CIRCE en emballage CT 200

	Nom(s)	Fonction(s) et unité(s)	Visa(s)
Rédacteur	A. CLAUSE	Chargé d'affaires LEPE	
Vérificateur	T. CUVILLIER	Chef du LEPE	P.-C. V. PALU 
Approbateur Emetteur	S. CLAVERIE-FORGUES	Chef du STMR	 Date : 25/10/2016

SUIVI DES VERSIONS

Indice	Date de l'indice	Rédacteur	Nature de la modification	Nb pages du document
1	14/10/2016	A. CLAUSE	Emission initiale	29

Clt : 7.1.28.3

DIFFUSION INITIALEDSN/DIR
DIR/CSMN

SOMMAIRE

SUIVI DES VERSIONS	2
SOMMAIRE.....	3
1. OBJET	5
2. DOCUMENTS DE REFERENCE.....	5
3. GLOSSAIRE	6
4. DESCRIPTION DU MODELE D'EMBALLAGE CT200	6
4.1. DESCRIPTION GENERALE	6
4.2. MANUTENTION/ARRIMAGE DE L'EMBALLAGE	7
4.3. SOUDURES.....	7
4.4. ELEMENTS IMPORTANTS POUR LA SURETE.....	7
5. DESCRIPTION DU CONTENU.....	9
5.1. CONDITIONNEMENT ET TAUX DE REMPLISSAGE.....	9
5.2. MASSE	10
5.3. PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES.....	10
5.3.1. Densité	10
5.3.2. Viscosité.....	10
5.3.3. Composés majoritaires.....	10
5.3.4. Température de solidification	10
5.3.5. Pression de vapeur saturante :.....	10
5.3.6. Température d'inflammabilité	10
5.3.7. Point éclair	10
5.3.8. Concentrations des éléments chimiques	11
5.4. PROPRIETES RADIOLOGIQUES.....	11
5.5. PROPRIETES THERMIQUES.....	11
6. ANALYSE DES RISQUES	12
6.1. RESISTANCE STRUCTURELLE.....	12
6.1.1. Epreuves réglementaires	12
6.1.2. Prescriptions réglementaires.....	13
6.2. ANALYSE THERMIQUE	17
6.2.1. Analyse en conditions normales de transport.....	17
6.2.2. Analyse en conditions accidentelles de transport	17
6.3. ANALYSE DU CONFINEMENT	19
6.3.1. Relâchement d'activité en CNT.....	19
6.3.2. Relâchement d'activité en CAT.....	19
6.3.3. Conclusion.....	19
6.4. RADIOPROTECTION.....	20
6.4.1. Critères réglementaires	20

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE

6.4.2. Données d'entrée	20
6.4.3. Résultats en CTR.....	21
6.4.4. Résultats en CNT.....	21
6.4.5. Résultats en CAT.....	21
6.5. CRITICITE	21
6.6. RISQUES SUBSIDIAIRES	22
6.6.1. Rappels des hypothèses	22
6.6.2. Evaluation de la production gazeuse à l'issue des CNT et CAT	22
6.6.3. Evaluation de la PNUM	24
6.6.4. Risque de corrosion de l'emballage.....	24
6.6.5. Stabilité thermique	25
6.6.6. Tenue de l'inertage en cours de transport	25
7. MESURES COMPENSATOIRES	25
8. INSTRUCTION D'UTILISATION ET MAINTENANCE	26
8.1. UTILISATION	26
8.2. MAINTENANCE	26
9. ASSURANCE DE LA QUALITE.....	27
9.1. CONCEPTION	27
9.2. FABRICATION	28
9.3. UTILISATION ET ENTRETIEN DE L'EMBALLAGE	28

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE**1. OBJET**

Le présent dossier a pour but de présenter et justifier les solutions techniques retenues pour le transport d'effluents de liquides radioactifs CIRCE entreposés actuellement sur le site de Fontenay aux Roses vers l'installation de traitement ATALANTE du site de Marcoule, avec l'emballage de transport CT200, afin d'assurer les diverses fonctions de sûreté au regard des exigences réglementaires.

Une demande d'approbation d'expédition a été établie par le laboratoire d'exploitation du parc d'emballage au sein du service de transport des matières radioactives du CEA (STMR/LEPE) afin de démontrer que le colis constitué de l'emballage CT200 chargé d'un fût d'effluents CIRCE, répond aux prescriptions réglementaires applicables aux emballages pour matières radioactives du type B(U), en transport par route.

La tenue en pression suite à l'épreuve d'incendie n'a pas pu être totalement démontrée, des mesures compensatoires sont donc mises en place. Un agrément ne pouvant pas être délivré dans ces conditions, une demande d'arrangement spécial a donc été effectuée pour la réalisation de ces transports.

Les transports sont réalisés sous utilisation exclusive.

Cette justification repose sur la démonstration du respect des impositions du règlement de l'AIEA [DR01] et des règlements applicables [DR02] et [DR03].

Le présent dossier est articulé comme suit :

- Première partie décrivant le modèle de colis utilisé,
- Deuxième partie présentant le contenu,
- Troisième partie décrivant les risques et les performances du modèle de colis au regard des exigences réglementaires permettant d'assurer les fonctions de sûreté requises (présentées au § 4.4),
- Quatrième partie sur les mesures compensatoires mises en place,
- Cinquième partie sur les instructions d'utilisation et d'entretien de l'emballage,
- Sixième partie sur l'assurance qualité en conception, fabrication, utilisation et maintenance.

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

- [DR01] Normes de sûreté de l'AIEA – Règlement de transport des matières radioactives – Edition de 2012 - Prescriptions N°SSR-6
- [DR02] Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR) en vigueur au 1^{er} au janvier 2015
- [DR03] Arrêté du 29 mai modifié relatif aux transports de marchandises dangereuses par voie terrestre (dit « arrêté TMD »)

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE**3. GLOSSAIRE**

ADR : Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route

AIEA : Agence Internationale de l'Energie Atomique

ASN : Autorités de Sûreté Nucléaire

CAT : Conditions Accidentelles de transport

CEA : Commissariat à l'Energie Atomique et Alternative

CMO : Concentration Maximale en Oxygène

CMU : Charge Maximale Utile

CNT : Conditions Normale de Transport

CTR : Conditions de Transport de Routine

DED : Débit Equivalent de Dose

DSN : Département des Services Nucléaires

FAR : Fontenay aux Roses

INRS : Institut National de Recherche et Sécurité

IRSN : Institut de Radioprotection et Sûreté Nucléaire

LEPE : Laboratoire d'Exploitation du Parc d'Emballage

NIG : Note Instruction Générale

PNUM : Pression d'Utilisation Normale Maximale

STMR : Service de transport des Matières Radioactives

TMD : Transport des Matières Dangereuses

TSU : Thermal Screening Unit

4. DESCRIPTION DU MODELE D'EMBALLAGE CT200**4.1. DESCRIPTION GENERALE**

Le modèle d'emballage, dénommé CT 200, est un conteneur de transport composé d'une enceinte externe, équipée d'un capot de protection, dans laquelle est fixée une enceinte interne de confinement.

L'emballage permet le transport de fûts de déchets solides ou de liquides contaminés. Il est transporté verticalement, arrimé sur une remorque par quatre manilles, et, de manière facultative, par quatre axes du châssis palettisable de l'enceinte externe.

Le capot de protection est constitué d'une structure en mousse qui vient s'emboîter sur la partie supérieure du couvercle de l'enceinte externe.

L'enceinte externe est entièrement en acier, avec ouverture dans son plan médian (la liaison fond/couvercle étant maintenue par visserie), et solidaire par visserie d'un châssis palettisable également en acier.

Des pattes de fixation permettent le maintien de l'enceinte interne de confinement.

L'enceinte interne de confinement est formée de trois sous-ensembles :

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE

- un corps avec bride de liaison et ses joints,
- un couvercle,
- un ensemble de 2 vannes situées sur le couvercle.

L'enceinte interne dispose d'un volume disponible ayant les dimensions suivantes :

- hauteur : 986 mm utile,
- diamètre : 640 mm.

Elle est en acier inoxydable et comporte un couvercle épais forgé qui est fixé sur sa partie supérieure par un ensemble de vis. Elle comporte sur le couvercle 2 vannes métalliques en acier inoxydable pour permettre d'effectuer un prélèvement, ou un balayage interne du conteneur. L'étanchéité entre le corps de vanne et le couvercle est assurée par un joint.

Les principales caractéristiques de l'emballage CT200 sont les suivantes :

- hauteur hors tout : 1740 mm,
- encombrement : 1140 mm x 1140 mm,
- masse en charge : 850 kg (maximale).

4.2. MANUTENTION/ARRIMAGE DE L'EMBALLAGE

Le fond de l'enceinte externe, au niveau de la bride épaisse, est équipé de 4 manilles d'arrimage, permettant la manutention de celui-ci, à vide ou chargé, via une élingue 4 brins.

De même, les 4 manilles du couvercle de l'enceinte externe peuvent également remplir la fonction de manilles d'arrimage. Elles disposent de caractéristiques identiques à celles des manilles du fond de l'enceinte externe.

L'emballage peut également être manutentionné par chariot à fourche, au niveau des tunnels de palettisation.

4.3. SOUDURES

Toutes les soudures de liaison des tôles constituant le corps de l'enceinte externe et de l'enceinte interne du conteneur sont continues et à pleine pénétration.

4.4. ELEMENTS IMPORTANTS POUR LA SURETE

Le tableau suivant établit, pour chaque fonction de sûreté, la liste des éléments pour la sûreté et les paramètres à garantir pour leur maintien :

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE

Fonctions de sûreté	Éléments importants pour la sûreté	Paramètres à garantir
Maîtrise du confinement des matières radioactives	Corps de l'enceinte interne Couvercle Visserie Corps de vannes Capot protection des vannes Joints	Respect des matériaux et de la géométrie.
Protection radiologique	Enceintes internes et externes	Respect des matériaux et de la géométrie
Maîtrise de la sûreté-criticité	Sans objet (contenu non fissile ou fissile excepté)	
Dissipation de la puissance interne	Sans objet (Puissance transportée très faible : 0,2 W au maximum)	
Protection contre les chocs	Capot et sa visserie Châssis palettisable et sa visserie Enceinte externe et sa visserie	Respect des matériaux et de la géométrie
Protection contre l'incendie	Epaisseur d'isolant Isolant au niveau de la liaison enceinte externe-enceinte interne Epaisseur d'air entre l'enceinte externe et l'enceinte interne	Respect des matériaux et de la géométrie

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE**5. DESCRIPTION DU CONTENU**

Le contenu est défini par des effluents liquides organiques, conditionnés en fûts de 210 L avec Revêtement Anticorrosion Haute Performance (RAHP), dénommé ci-après contenu « effluents CIRCE ».

Ces effluents sont des liquides organiques radioactifs constitués en majeure partie de solvants composés d'un mélange aqueux de tributylphosphate (TBP), de trilaurylamine (TLA) et de dodécane.

Les fûts sont calés longitudinalement dans l'enceinte interne par l'intermédiaire d'une platine en partie basse, et par un système de calage disposé en partie supérieure du fût.

La quantité maximale d'effluents est limitée à 35L par fût.

5.1. CONDITIONNEMENT ET TAUX DE REMPLISSAGE

Les fûts sont équipés de filets constitués de tresses en polyamide blanches utilisés pour la manutention (cf. figure 2). Ces fûts sont ensuite chargés et calés à l'intérieur de l'enceinte interne de l'emballage.

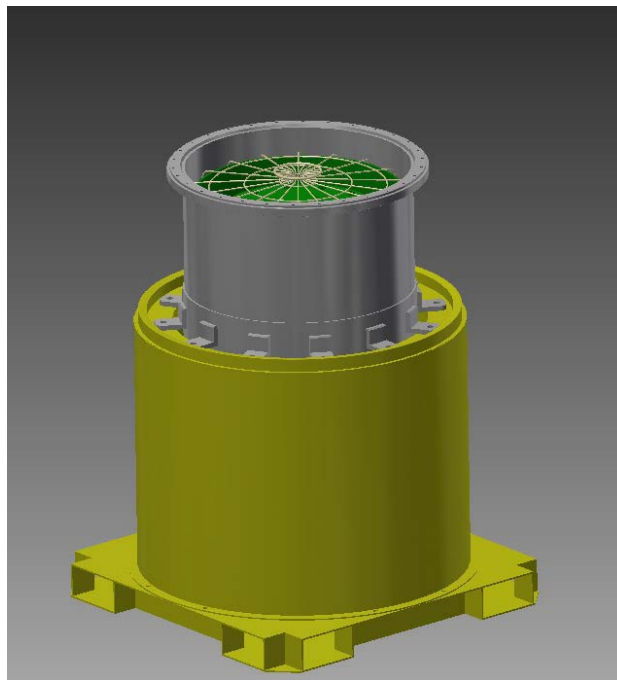


Figure 1 – Schéma du fût avec le filet de manutention dans enceinte interne

Compte-tenu du volume intérieur de l'enceinte interne, et du volume occupé par le dispositif de calage, le volume libre de la cavité est évalué à $0,293 \text{ m}^3$, soit un taux de remplissage de l'enceinte interne de 72%.

Après fermeture de l'enceinte de confinement du conteneur CT 200, il est procédé à l'inertage de celle-ci à l'hélium.

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE**5.2. MASSE**

La masse maximale d'effluents dans le CT200 est limitée à 100 kg. La masse à vide d'un fût de 210 L est inférieure à 76 kg. La masse allouée pour le calage du fût dans l'enceinte interne est inférieure à 20 kg.

5.3. PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES**5.3.1. Densité**

La densité du liquide est de 0,843 kg/L. La masse pondérale résultante pour une limitation de volume à 35L est donc de 30 kg.

5.3.2. Viscosité

La viscosité dynamique des effluents CIRCE est de $7,3 \cdot 10^{-3}$ Pa s à 20°C.

5.3.3. Composés majoritaires

Les résultats d'analyses des trois échantillons relevés montrent que les composés majoritaires sont :

- Le tributylphosphate (TBP),
- Le terbutylbenzène (TBB),
- Le tétrapropylène hydrogéné (TPH),
- La trilaurylamine (TLA-DLA-MLA),
- L'acide laurique,
- Le dodécane.

5.3.4. Température de solidification

Parmi les constituants du liquide, celui ayant la température de solidification la plus haute est la trilaurylamine : 15°C. La température du mélange est nécessairement plus basse.

5.3.5. Pression de vapeur saturante :

Les composés intervenants sur ce paramètre sont le tributylphosphate et le dodécane.

De manière pénalisante, il sera considéré la tension de vapeur saturante de l'eau.

5.3.6. Température d'inflammabilité

Parmi les constituants du liquide CIRCE, celui ayant la température d'inflammabilité la plus basse est le dodécane : la valeur est de 200°C.

5.3.7. Point éclair

Parmi les constituants du liquide CIRCE, celui ayant le point éclair le plus bas est le dodécane (71°C).

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE

5.3.8. Concentrations des éléments chimiques

Le tableau ci-dessous récapitule les valeurs enveloppes relevées trois échantillons analysés.

CIRCE		
Concentration en mg.L ⁻¹	Fluor	< 2 (limite de détection)
	Chlore	68,1
	Phosphate	< 10 (limite de détection)
	Sulfate	105
	Nitrate	< 10 (limite de détection)

Tableau 1 : Concentrations chimiques des effluents CIRCE

5.4. PROPRIETES RADIOLOGIQUES

Les propriétés radiologiques des effluents sont issues de l'analyse des 3 échantillons prélevés.

L'activité globale des effluents CIRCE est de 2,75 TBq/m³, soit pour 35L une activité de 96 GBq par fût.

L'activité massique maximale est de 3185 A2/m³ L'activité totale avec limitation à 35L est donc de 111 A2.

L'activité α de CIRCE provient essentiellement du ²³⁸Pu.

L'activité $\beta\gamma$ de CIRCE provient essentiellement du ¹³⁷Cs.

Le contenu est non fissile ou fissile excepté. La masse de matière fissile enveloppe est égale à 4,5g/m³.

5.5. PROPRIETES THERMIQUES

La puissance thermique maximale du contenu dans le CT200 est limitée à 200 mW par fût.

Pour les effluents CIRCE, la puissance thermique pour une limitation à 35L par fût est évaluée à 110 mW (valeur enveloppe obtenue pour l'un des trois échantillons).

Le paragraphe suivant présente l'analyse des risques qui décrit les caractéristiques de performance du modèle de colis permettant de satisfaire les différentes exigences réglementaires en termes de sûreté du point de vue mécanique, confinement, dissipation de la chaleur, débits de dose, sûreté-criticité et limitation de la production de gaz inflammables.

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE**6. ANALYSE DES RISQUES****6.1. RESISTANCE STRUCTURELLE****6.1.1. Epreuves réglementaires**

Les études mécaniques sont organisées de la manière suivante :

- l'analyse du comportement et des performances du colis suite aux épreuves dites de conditions normales de transport (CNT), comportant :
 - épreuve de gerbage,
 - épreuve d'aspersion,
 - chutes libres de 1,2 m sur surface indéformable ($M_{\text{colis}} < 5000 \text{ kg}$),
 - épreuve de pénétration.

- l'analyse du comportement et des performances du colis suites aux épreuves dites de conditions accidentelles de transport (CAT), comportant :
 - chutes libres de 9 m sur surface indéformable,
 - chutes de 1 m sur poinçon,
 - épreuve d'immersion dans l'eau.

6.1.1.1. Résultats en conditions normales de transport CNT

Aspersion d'eau : cette épreuve n'a pas été réalisée, mais par conception (emboîtement profond couvercle/fond) - l'eau ne peut pas pénétrer à l'intérieur de l'enceinte externe, et a fortiori dans l'enceinte interne.

Gerbage : de par sa forme, ce colis ne peut pas être gerbé.

Pénétration : la chute d'une hauteur de 1 m, d'une barre de 6 kg à bout sphérique de 3.2 cm n'a pas été réalisée. Un essai similaire a été conduit sur un modèle d'emballage présentant le même matériau le même matériau pour la protection mécanique et thermique.

Les résultats de ces essais plus contraignants (barre \varnothing 11 mm et masse 9,5kg, hauteur de chute : 1m) ont montré un léger enfoncement de la tôle externe aux points d'impact sans déchirure ni amorce de rupture.

Ces résultats sont transposables au modèle CT200, en effet la tôle externe de l'emballage CT200 présente une épaisseur (acier épaisseur 3 mm) supérieure à celle du spécimen testé (1,5 mm).

Epreuves de chute libres

Les niveaux de déformations de l'emballage pour les différents angles de chute sont négligeables. Cependant, concernant le contenu, il est considéré de manière conservatrice, que la fonction d'étanchéité des fûts de conditionnement n'est pas conservée à l'issue des chutes.

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE**6.1.1.2. Résultats en conditions accidentelles de transport CAT****Essais de chute**

L'emballage CT200 a été soumis à plusieurs campagnes d'essais sur maquette représentative.

Les déplacements principaux maximaux sont les suivants :

- suite à la chute de l'emballage d'une hauteur de 1 m sur poinçon, un déplacement de la virole de l'enceinte externe entraîne un léger écrasement de l'isolant,
- suite au cumul de la chute de 9 m à plat sur capot et de la chute de 1 m sur poinçon (impact du poinçon au niveau du capot), l'impact du poinçon dans le capot n'atteint pas le couvercle de l'enceinte externe.

Immersion

On fait subir au modèle de colis une épreuve d'immersion à 15 mètres pendant 8 heures. La résistance structurelle du colis doit être suffisante pour résister à une pression manométrique d'au moins 150 kPa sans altérer la fonction de confinement. Seule l'enceinte interne de confinement est donc considérée pour la résistance à l'immersion.

Les résultats montrent que les contraintes maximales obtenues sont bien inférieures aux limites élastiques pour le couvercle, pour le fond et le corps (virole interne) : où 2 scénarios de ruine sont envisagés à savoir étude en compression et étude en flambage :

- en compression : La tenue de la virole interne est démontrée suivant le modèle d'un tube cylindrique (coque mince) uniformément chargé sur toute la surface externe.
- en flambage : On considère la virole interne comme un tube de faible épaisseur, fermé à ses extrémités, sur lequel s'applique une pression uniforme. On trouve une contrainte critique de flambage bien supérieure à 0,15 MPa (ou 150 kN).

L'emballage résiste donc à une immersion à 15 m de profondeur.

6.1.2. Prescriptions réglementaires**6.1.2.1. Arrimage**

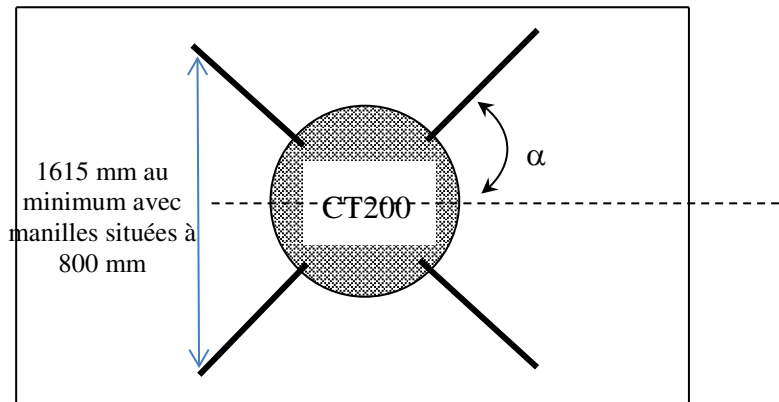
Conformément à la réglementation [DR01], les accélérations maximales suivantes sont appliquées. Elles sont prises concomitantes.

- Accélérations verticales + 2 g (haut), -3g (bas)
- Accélération transversale + 1 g,
- Accélération longitudinale + 2 g.

L'arrimage est effectué en positionnant les plans des manilles à 45° par rapport au sens de la marche. Les éléments d'arrimage (sangles, chaînes,...) forment un angle α (exprimé en degrés) avec le sens de déplacement du transport et Φ par rapport au sol (voir figure 2). Dans ces conditions, la distance entre les points d'arrimage est de 1615 mm au minimum.

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE

Vue de dessus :



Vue de côté :

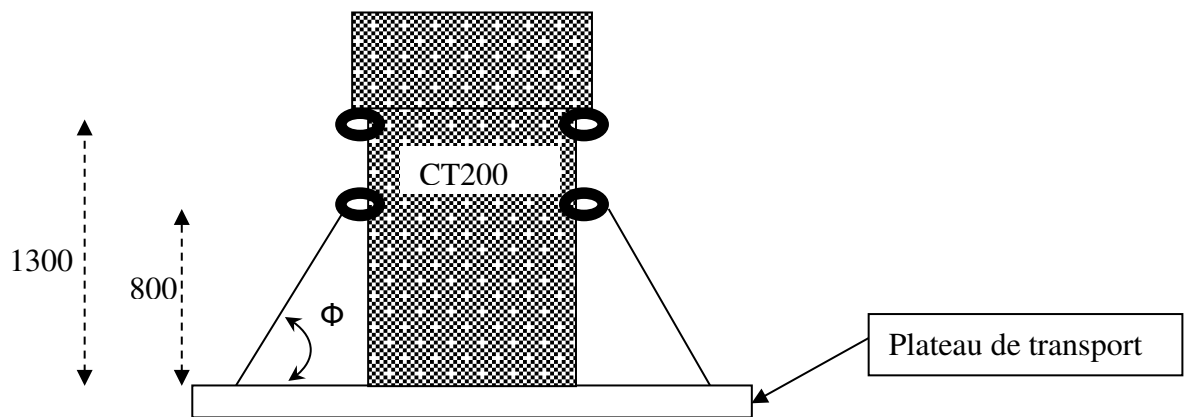


Figure 3 schémas d'arrimage

Tensions dans les élingues :

- Cas n° 1 : $\alpha = 45^\circ$ et $\Phi = 50^\circ$:

Pour un transport par route, soit une accélération longitudinale de 2g, transversale de 1g et verticale de 2g, la tension maximale atteinte dans une élingue est de 3024 daN.

- Cas n° 2 : Introduction d'une plage d'angle : $\alpha = [40^\circ ; 50^\circ]$ et $\Phi = [45^\circ ; 55^\circ]$:

La tension dans l'élingue étant une fonction croissante avec α et Φ , le calcul est effectué pour la valeur maximale de ces angles, appelés α_{\max} et Φ_{\max} , pris égaux respectivement à 50° et à 55° . Dans cette plage d'angle, la tension maximale atteinte dans une élingue est inférieure à 4000 daN.

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE**Tenue des axes de fixation**

Compte-tenu de la tension maximale dans l'élingue précédemment calculée, on obtient une contrainte τ bien inférieure à la contrainte admissible en cisaillement $\frac{Re}{\sqrt{3}}$. La tenue des axes de fixation est vérifiée.

Tenue de la manille

Les manilles ont fait l'objet d'une campagne d'essais visant à évaluer la tenue à la traction des points d'arrimage du CT 200 pour une direction d'application de l'effort contenue dans un cône de révolution de 60° au sommet et dont l'axe est normal au sens de la traction sur la manille (configuration retenue dans le schéma d'arrimage). Ces derniers essais montrent que la chaîne de liaison (manille, axe, soudure) supporte une traction de plusieurs tonnes sans rupture ni arrachement.

Tenue de la chape

La surface cisailée est égale à $2 \times (49 \times 6,4) \text{ mm}^2$. Compte-tenu de la tension maximale dans l'élingue de précédemment calculée, on obtient une contrainte dans la chape τ inférieure à $\frac{Re}{\sqrt{3}}$. La tenue de la chape est vérifiée.

Tenue en fatigue des organes d'arrimage

La prise en compte des phénomènes de fatigue est assurée lorsque les contraintes subies par les points d'arrimage et de manutention sont inférieures à la limite d'endurance σ_D .

Les contraintes maximales dans les différents éléments participants à la manutention et à l'arrimage de l'emballage (chape, soudure chape et axe de fixation) sont inférieures à limite d'endurance σ_D . Ainsi, il n'y a pas de risques liés à la tenue en fatigue des organes de manutention et d'arrimage.

6.1.2.2. Manutention

La masse maximale de l'emballage chargé est prise égale à 850 kg.

Un coefficient de 1,6 est pris en compte pour tenir compte des effets dynamiques d'un levage à l'arraché (norme de levage Fédération Européenne de Manutention).

Les configurations de levage étudiées sont les suivantes :

- manutention du colis chargé par élingue 4 brins via les 4 manilles d'arrimage situées dans le plan du centre de gravité,
- manutention du capot seul par élingue 3 brins via 3 anneaux M12,
- manutention du couvercle seul par élingue 3 brins via 3 anneaux M12,
- manutention de l'enceinte interne vide par élingue 3 brins via les 3 anneaux M12 du couvercle.

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE

Les résultats concernant la tenue au niveau des points de levage du CT200 lors de la manutention du colis en charge montrent que la tenue au levage du colis chargé est validée.

6.1.2.3. Tenue à la pression

Les calculs sont effectués suivant le code CODAP. Un calcul initial avec une pression de 3 bar en conditions normales et 4,5 bar en conditions exceptionnelles (pressions relatives) permet de déterminer la zone la plus faible mécaniquement. Les calculs sont alors affinés afin d'établir les pressions maximales admissibles par la structure de l'enceinte interne du CT200.

Le fond plat représente la zone la plus faible de l'enceinte interne. L'enceinte interne résiste aux pressions maximales suivantes (pressions relatives) :

- 4 bar en conditions normales,
- 6,5 bar en conditions exceptionnelles.

En CTR :

En CTR, la pression dans la cavité de l'enceinte interne de l'emballage est due à l'échauffement de l'atmosphère interne de la cavité en transport de routine. En supposant qu'au moment du chargement, les gaz dans les cavités sont à 20 °C et à 1,2 bar (valeur de pression conservative correspondant au cas d'inertage du chargement), et que la température en conditions de transport de routine est 59 °C (voir § 6.2), l'augmentation de pression liée à l'échauffement de ces gaz dans la cavité, est :

$$\Delta P_{\text{éch}59} = 0,16 \text{ bar}$$

La pression maximale atteinte dans l'emballage vaut alors 1,36 bar. La résistance de l'enceinte interne aux pressions d'un transport de routine est validée.

CNT et CAT :

D'après le § 6.6, la pression maximale dans l'enceinte interne, due à l'échauffement de l'atmosphère interne et aux productions gazeuses (radiolyse, réactions chimiques), est inférieures à 4 bar à l'issue des conditions normales de transport.

Ces calculs prennent en compte une variation de la pression ambiante de 0,04 bar.

La résistance de l'emballage CT200, équipé de son enceinte interne, est donc validée aux pressions maximales obtenues en conditions normales de transport mais pas en conditions accidentelles avec la température retenue en cas d'incendie, cf. § 6.2.2.2. Des mesures compensatoires permettent donc de s'affranchir de l'épreuve d'incendie des CAT. Ces mesures sont décrites en détail dans le § 7.

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE**6.2. ANALYSE THERMIQUE**

Le but de ce paragraphe est d'effectuer l'analyse thermique du modèle de colis CT200 :

- en conditions normales de transport pour une puissance thermique maximale enveloppe de 0,2 W ;
- en conditions accidentelles de transport pour une puissance thermique maximale enveloppe de 6 W.

Cette analyse est basée sur le résultat des essais réalisés d'une part sur maquette et complétée d'autre part par des calculs numériques. Le but est de déterminer les températures atteintes dans les différents sous-ensembles de l'emballage CT200 (composants, joints en particulier), et au niveau de son contenu.

6.2.1. Analyse en conditions normales de transport**6.2.1.1. Conditions limites réglementaires**

Le coefficient d'absorption est pris égal à $\alpha = 0,8$, tandis que le coefficient d'émissivité est fixé à $\varepsilon = 0,8$.

Dans le cas « avec insolation », les parois extérieures sont soumises à un flux solaire 12/24h appliqué suivant les prescriptions de la réglementation [DR01] :

- 800 W/m² pour les surfaces planes horizontales,
- 400 W/m² pour les surfaces courbes,
- 200 W/m² pour les surfaces planes non horizontales,
- 0 W/ m² pour la face d'appui (la face inférieure).

6.2.1.2. Récapitulatif des résultats en CNT

Sans insolation, la température maximale de la paroi externe est de 38,5 °C.

Avec insolation 12/24h :

- la température moyenne du contenu, qui est applicable aux déchets et au volume interne du fût primaire, est inférieure à 60 °C,
- la température maximale des joints est inférieure à 70 °C.

6.2.2. Analyse en conditions accidentelles de transport**6.2.2.1. Conditions limites réglementaires**

Les parois endommagées par les épreuves mécaniques sont exposées aux flammes. L'emballage est présenté à l'épreuve sans capot. La durée de l'incendie est de 30 minutes.

Pour l'épreuve de feu, le coefficient d'absorptivité est pris égal à 0,8, tandis que le coefficient d'émissivité est fixé à $\varepsilon = 1$.

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE**6.2.2.2. Récapitulatif des résultats en CAT**

Les températures obtenues lors de l'essai d'incendie réalisé en 1993 sont les suivantes :

- La température maximale des joints est inférieure à 130 °C pour les joints de l'enceinte interne du CT200. Cette température est conforme avec le domaine d'utilisation des joints de confinement.
- La température moyenne du contenu, est prise égale de manière conservatrice à 100°C.

L'étanchéité de l'emballage est conservée.

Néanmoins, les échanges CEA-IRSN lors d'une précédente instruction ont mis en avant la nécessité de prendre en compte certaines valeurs plus pénalisantes obtenues lors des essais : en effet, il est indiqué que la température maximale de l'enceinte interne est atteinte au niveau des pattes de fixation (190°C), à l'issue de l'essai d'incendie réalisé en 1993. Or cet essai de feu a été bien plus pénalisant que l'essai de feu imposé par la réglementation. Lors de cet essai, il a été relevé une température de flamme allant jusqu'à 1050°C alors que la réglementation impose 800°C pendant 30 minutes.

Cet apport de chaleur supplémentaire a contribué à élever davantage la température des pattes de fixation, d'un facteur de l'ordre de 30%, la température maximale des pattes de fixation aurait donc été moindre, soit 147°C.

En conséquence, il a été retenu que l'épreuve d'incendie engendre une augmentation de température de l'enceinte interne de 137°C (147 °C moins la température du colis en début d'essai de 10°C).

Compte tenu d'une température du contenu en CNT inférieure à 60°C, la température maximale dans ces conditions peut atteindre 197°C.

En complément, compte tenu de la prise en compte de l'augmentation de température lors de l'épreuve d'incendie, le CEA propose de mettre en place des mesures compensatoires permettant de s'affranchir de l'épreuve de feu réglementaire, cf. § 7.

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE**6.3. ANALYSE DU CONFINEMENT**

Ce paragraphe présente l'analyse du relâchement d'activité de l'emballage CT200, chargé du contenu de fût d'effluents CIRCE, susceptible d'être relâchée en conditions accidentelles de transport et en conditions accidentelles de transport. Le calcul du relâchement est issu de la norme internationale ISO 12807 :1996(F).

6.3.1. Relâchement d'activité en CNT

Le critère réglementaire de relâchement en conditions normales de transport défini par [DR01] vaut 10^{-6} A2/h. A l'équilibre thermique, le débit volume de fuite maximal est calculé selon la norme ISO 12807 et est égal à $L_{CNT} = 2,95 \cdot 10^{-14} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

En considérant une activité volumique maximale de $3,19 \cdot 10^{-3} \text{ A2/cm}^3$ pour ce contenu (cf. § 5), l'activité relâchée est en CNT permet de respecter le critère de 10^{-6} A2/h.

6.3.2. Relâchement d'activité en CAT

Le critère réglementaire de relâchement en conditions accidentelles de transport est de 1 A2/semaine [DR01].

En considérant une activité volumique maximale de $3,19 \cdot 10^{-3} \text{ A2/cm}^3$ pour ce contenu (cf. § 5), l'activité relâchée en CAT permet de respecter le critère de 1 A2/ semaine.

6.3.3. Conclusion

Le colis CT200 chargé de son contenu est donc bien conforme aux exigences réglementaires [DR01] concernant les critères de relâchement d'activité en CNT.

Concernant les CAT, le critère est bien respecté néanmoins le CEA propose de mettre en place des mesures compensatoires pour s'affranchir de l'incendie (mesures présentées au cf. § 7), suite à la valeur de température retenue en CAT.

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE**6.4. RADIOPROTECTION**

Ce paragraphe présente les calculs qui permettent d'évaluer l'efficacité de la protection radiologique de l'emballage CT200 dans les conditions de transport réglementaires, chargé du contenu de fût d'effluents liquides CIRCE.

6.4.1. Critères réglementaires

Les critères de la réglementation [DR01], relatifs aux débits d'équivalent de dose (DED) en transport sont les suivants :

Dans les conditions de transport de routine (CTR) :

- 2 mSv/h en tout point des surfaces externes du colis, y compris les surfaces supérieures et inférieures,
- 0,1 mSv/h à 2 m de la surface externe du moyen de transport,

Dans les conditions normales de transport (CNT) :

- pas d'augmentation de plus de 20 % de l'intensité de rayonnement maximale suite aux épreuves réglementaires correspondant aux conditions normales de transport,

Dans les conditions accidentelles de transport (CAT) :

- 10 mSv/h à 1 m de la surface externe de l'emballage, suite aux épreuves réglementaires correspondant aux conditions accidentelles de transport.

6.4.2. Données d'entrée

Pour les calculs réalisés en CNT, les déformations de l'emballage n'étant pas significatives, la géométrie de l'emballage prise en compte pour la modélisation est donc issue du paragraphe description de l'emballage. La position du contenu est au plus près des parois de la cavité de l'emballage.

Pour les calculs réalisés en CAT, la modélisation prend en compte un cas enveloppe en termes de constitution et de géométrie de l'emballage, suite aux modifications observées sur l'emballage, à l'issue des épreuves mécaniques et thermique des conditions accidentelles de transport.

Ainsi :

- L'isolant thermique est négligé suite à l'épreuve d'incendie, de façon pénalisante,
- la virole externe est positionnée au plus près de la virole interne, ce qui correspond, de manière pénalisante à la généralisation, sur l'ensemble de la génératrice de l'emballage, de la déformation du poinçon, observée suite à la chute de 1 m sur poinçon..

Pour chaque échantillon, les sources neutrons et gamma des différentes compositions isotopiques ont été déterminées à l'aide du code ORIGEN-2.2. De façon pénalisante, l'activité des radioéléments a été majorée de leur incertitude et l'activité totale du ^{238}Pu et ^{241}Am a été considérée à la fois pour le ^{238}Pu et le ^{241}Am .

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE

Par ailleurs, il a été étudié différents cas pour la position de la source radioactive, ainsi elle peut se trouver :

- en distribution homogène dans le volume d'effluents dans le fût ;
- en distribution hétérogène (pris en compte d'une sédimentation des effluents radioactifs dans le fond du fût) avec différente répartition de l'activité totale des effluents.

Le code utilisé pour les calculs est le code TRIPOLI-4.4 code de référence en France pour les calculs de radioprotection et de criticité.

6.4.3. Résultats en CTR

Les valeurs maximales des DED au contact et à 2 m sont obtenues en axial côté fond de l'emballage (voir détails au tableau 2) pour une source hétérogène :

- En tout point surface externe du colis : < 2 mSv/h
- A 2 m de la surface externe du colis : < 0,1 mSv/h

Les critères réglementaires [DR01] de radioprotection liés au transport de matières radioactives sont bien vérifiés.

6.4.4. Résultats en CNT

Suite aux épreuves réglementaires en CNT, les déformations de l'emballage ne sont pas significatives. Ainsi le blindage et la position des sources, pris en compte dans le modèle utilisé en radioprotection, sont conservés. Le critère de non augmentation de plus de 20 % des DED autour de l'emballage est donc vérifié.

6.4.5. Résultats en CAT

Les valeurs maximales des DED obtenus en CAT à 1 m sont obtenues en axial côté fond de l'emballage et pour une source hétérogène :

A 1 m de la surface externe du colis : < 10 mSv/h

Les critères réglementaires [DR01] de radioprotection liés au transport de matières radioactives sont bien vérifiés.

6.5. CRITICITE

Le contenu défini au § 5 est fissile excepté au sens de la réglementation [DR01] : la masse de nucléides fissiles est limitée à 45 grammes au maximum par véhicule, et le transport est réalisé sous utilisation exclusive.

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE**6.6. RISQUES SUBSIDIAIRES**

Ce paragraphe présente les justificatifs concernant les risques subsidiaires. En particulier :

- ✓ l'absence de risque d'inflammation :
 - par le maintien de l'inertage à l'intérieur de l'enceinte de confinement de l'emballage CT200, et le respect de la CMO (concentration maximale en oxygène),
 - par la vérification de la stabilité thermique du contenu,
- ✓ l'absence de risque de corrosion.

Comme le prévoit la réglementation [DR01], la production gazeuse doit être évaluée :

- à l'issue des conditions normales de transport (CNT), dont la durée est limitée à 3 semaines (2 semaines nominales + 1 semaine d'aléas),
- à l'issue des conditions accidentelles de transport (CAT), qui font suite aux conditions normales de transport, et dont la durée maximale est fixée à 1 semaine.

L'augmentation maximale de pression pendant la durée du transport est également calculée dans la cavité de l'enceinte de confinement de l'emballage CT200, en prenant en compte les effets de l'augmentation de température due aux CNT et CAT ainsi que la production de gaz par radiolyse et thermolyse du contenu des effluents CIRCE. Dans ce cadre, la Pression d'Utilisation Normale Maximale (PUNM) est également calculée.

6.6.1. Rappels des hypothèses

Les calculs d'augmentation de pression associés à la quantité de gaz produite par radiolyse et thermolyse sont basés sur les hypothèses suivantes :

- les coefficients de radiolyse pris en compte pour cette étude sont issus de la table D.8 de Hydrogen Generation in TRU Waste Transportation packages NUREG/CR-6673 ;
- la puissance thermique maximale dégagée par le contenu est prise de manière conservatrice à 200 mW. Pour rappel avec un volume de 35L de CIRCE, la puissance thermique est de l'ordre de 100 mW ;
- à la fermeture de l'enceinte de confinement, on considère que la température de la cavité de l'enceinte interne s'élève instantanément de 20 °C à la température obtenue en CNT (palier CNT d'une durée de 21 jours), et de la température CNT à la température CAT lors du passage des CNT aux CAT (palier CAT de 7 jours).

6.6.2. Evaluation de la production gazeuse à l'issue des CNT et CAT

Les phénomènes pris en compte sont les suivants :

- changement de température :

On suppose qu'au moment du chargement, les gaz dans les cavités sont à 20°C et à 1,2 bar

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE

(surpression de 0,2 bar du gaz d'inertage). L'augmentation de pression, liée à l'échauffement de ces gaz dans la cavité, vaut pour les CNT : ΔP_{CNT} et les CAT : ΔP_{CAT} .

- pression de vapeur saturante :

La pression de vapeur saturante des effluents CIRCE est prise de manière conservatrice à celle de la pression de vapeur saturante de l'eau qui vaut 0,2 bar à 60 °C et 1,01 bar à 100 °C. En effet, les composés intervenants sur ce paramètre sont le tributylphosphate et dodécane, les tensions de vapeur saturantes maximales étaient respectivement inférieures à 5kPa à 55 °C et inférieures à 50kPa à 110 °C

L'augmentation de pression due à la prise en compte de l'augmentation de la pression saturante vaut donc :

- en CNT: $\Delta P_{\text{vs-CNT}}$,
- en CAT: $\Delta P_{\text{vs-CAT}}$.

- production de gaz par radiolyse :

La valeur de G_{H_2} (25 °C) la plus pénalisante parmi les composants du CIRCE est celle des hydrocarbures saturés (tel que le dodécane dont G_{H_2} est de 4,9). De manière pénalisante, il est retenu la valeur maximale de G_{gaz} (25 °C) pour les hydrocarbures saturés à savoir 7,2 molécules/100eV.

La pression de radiolyse produite au niveau du contenu vaut :

En CNT : $\Delta P_{\text{rad-CNT}}$

En CAT : $\Delta P_{\text{rad-CAT}}$

- production de gaz par décomposition thermique.

Le phénomène de décomposition thermique des effluents CIRCE en conditions normales de transport est sans objet.

L'augmentation totale de pression en conditions normales de transport est la suivante :

$$\Delta P_{\text{total}} (\text{CNT}) = \Delta P_{\text{rad-CNT}} + \Delta P_{\text{éch-CNT}} + \Delta P_{\text{vs-CNT}} < \text{à } 4 \text{ bar (tenue mécanique de l'enceinte en CNT)}$$

A titre indicatif, l'augmentation totale de pression à l'issue du cumul CNT+ « CAT initial » vaut:

$$\Delta P_{\text{total}} (\text{CAT}) = \Delta P_{\text{radCAT}} + \Delta P_{\text{échCAT}} + \Delta P_{\text{vsCAT}} < 6 \text{ bar (tenue mécanique enceinte en conditions exceptionnelles)}$$

En considérant une température corrigée de contenu égale à 197°C (cf. §6.2.2.2), et la pression de vapeur saturante de l'eau à cette température (cas conservatif), la pression dans la cavité pourrait être supérieure à la tenue mécanique de l'enceinte interne, des mesures compensatoires sont mises en place pour s'affranchir de l'épreuve de feu réglementaire, cf. § 7.

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE**6.6.3. Evaluation de la PNUM**

L'objet de ce paragraphe est de calculer la pression maximale atteinte dans la cavité de l'enceinte interne de confinement du CT200 à l'issue d'une année en conditions de température et rayonnement solaire réglementaires (cf. [DR01]).

On effectue pour cela un calcul de pression pour une durée maximale de 365 jours, avec un état thermique du colis pris conservativement égal à celui des CNT.

Les phénomènes considérés sont les suivants :

- changement de température :
On suppose qu'au moment du chargement, les gaz dans les cavités sont à 20 °C et à 1,2 bar (surpression de 0,2 bar du gaz d'inertage). On détermine ainsi une augmentation de pression, liée à l'échauffement de ces gaz dans la cavité, cf. § 6.6.2.
- pression de vapeur saturante :
On détermine l'augmentation de pression due à la prise en compte de l'augmentation de la pression saturante
- production de gaz par radiolyse.
On détermine l'augmentation de pression due au phénomène de radiolyse des effluents.

Les résultats montrent que l'augmentation totale de pression est inférieure à la pression manométrique maximale fixée dans [DR01] à 7 bar.

6.6.4. Risque de corrosion de l'emballage

Les effluents CIRCE ne présentent pas de risques spécifiques de corrosion.

Ces effluents sont contenus dans un fût peint intérieurement d'un revêtement anti-corrosion, ils ne sont pas directement en contact avec l'enceinte de confinement. Enfin, compte-tenu de l'inertage préalable et de la faible durée de transport, il n'y a pas de risques de corrosion en conditions de routine.

En conditions normales de transport, la tenue du fût n'est pas garantie et les effluents peuvent entrer en contact avec la paroi de l'enceinte interne à une température T_{CNT} inférieure à 60°C. Cependant, compte-tenu :

- de la durée limitée de contact entre l'enceinte interne en acier inoxydable de type 304 et les effluents (14 jours de transport + 7 jours d'aléas CNT)
- de l'épaisseur de virole de 5 mm mini,
- du caractère intrinsèquement peu corrosif des effluents,

les risques de corrosion par piqure ou sous contrainte ne sont pas susceptibles de conduire à une perte de confinement. En effet, les aciers constituant l'enceinte de confinement, inoxydables, sont résistants à la corrosion. Pour les joints d'étanchéité des bouchons de vanne, ceux-ci sont en viton, et présentent une excellente résistance aux produits chimiques, tels que hydrocarbures, TPH, fluorure, sulfure, chlorure.

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE

Cette analyse est également applicable avec une température T_{CAT} de 100°C. Toutefois, l'épreuve d'incendie des CAT réglementaire est écartée en raison des mesures compensatoires appliquées.

6.6.5. Stabilité thermique

La stabilité thermique des effluents CIRCE a fait l'objet d'analyses via la méthode TSU afin de s'affranchir du risque de déclenchement d'une réaction exothermique. Les résultats ont montré que les effluents CIRCE étaient stables jusqu'à 250°C.

Compte tenu de la mise en place de mesures compensatoires pour s'affranchir de l'incendie en CAT, le risque d'emballement thermique est exclu et le transport peut s'effectuer sans autre mesure particulière.

6.6.6. Tenue de l'inertage en cours de transport

Les fûts contenant les effluents CIRCE sont inertés à l'azote en installation. Les fûts inertés sont en légère surpression. De cette manière, des contrôles en continu de la pression des fûts (manomètre) permettent de vérifier la conservation de l'inertage avant transport. Lors du chargement, les fûts sont placés dans l'enceinte de confinement de l'emballage CT200. Après sa fermeture, l'enceinte de confinement est également inertée (à l'hélium) de manière à garantir l'absence de risque d'inflammation de gaz dans son enceinte.

La pression, l'efficacité d'inertage et le taux de remplissage du fût sont définis pour garantir une concentration maximale en oxygène (CMO) inférieure à 2,25 % après 21 jours de fermeture du fût.

7. MESURES COMPENSATOIRES

La valeur de température obtenue lors de l'incendie n'est pas compatible avec la tenue mécanique de l'enceinte interne.

Il est donc nécessaire de mettre en place des mesures compensatoires permettant de s'affranchir de l'épreuve de feu réglementaire :

- Transport sur route à vitesse limitée : 80 km/h sur autoroutes, 70 km/h sur les voies à grande circulation et 60 km/h sur les autres voies, sans préjudice du respect des prescriptions du code de la route,
- Réalisation du transport dans des conditions météorologiques favorables sur toute la durée du trajet, notamment : absence de brouillard, de fortes précipitations, de vent fort et de verglas,
- Le véhicule transportant le colis sera équipé de deux extincteurs de 6 kg à poudre polyvalente. Un extincteur de 2 kg à poudre sera également présent dans la cabine du véhicule de transport ;
- Accompagnement du véhicule routier par une escorte : l'escorte d'accompagnement sera composée de personnel formé à la lutte contre le feu et sera équipée d'une dizaine d'extincteurs à poudre d'une capacité de 6 kg au minimum chacun.

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE**8. INSTRUCTION D'UTILISATION ET MAINTENANCE****8.1. UTILISATION**

Le dossier de sûreté définit les étapes de chargement et déchargement de l'emballage. La durée maximale du transport est de 3 semaines. La configuration d'arrimage du colis consiste en un colis arrimé (élingues + butées éventuelles) sur un plateau de transport. Le gerbage de l'emballage chargé ou non n'est pas autorisé.

Les contrôles réglementaires à effectuer sont les suivants :

- Vérifier la conformité du contenu aux prescriptions de l'autorisation de transport,
- Vérifier que les débits de dose maximaux sont inférieurs à 2 mSv/h au contact de l'emballage et à 0,1 mSv/h à 2 m de la surface externe de l'emballage. Ces critères seront vérifiés par des mesures de débits de dose cumulées gamma et neutrons, avant chaque transport d'emballages chargés,
- Vérifier que les couples de serrage ont été contrôlés et sont conformes aux valeurs spécifiées au tableau 1.
- Vérifier que les contrôles d'étanchéité de l'emballage CT200, au niveau des vannes, des clapets et au niveau de la bride de couvercle de l'enceinte interne, ont été effectués et que le cumul des taux de fuite est inférieur aux critères spécifiés,
- Vérifier le respect des critères réglementaires de contamination externe,
- Vérifier la mise en place d'un sceau (ou dispositif extérieur équivalent) au niveau du système de fermeture de l'emballage, ainsi que des étiquettes réglementaires,
- Consigner les résultats de ces vérifications dans le dossier de transport.

8.2. MAINTENANCE

L'emballage fait l'objet d'un programme d'entretien prévu au cours de son utilisation :

- A chaque utilisation (examen visuel de toutes les surfaces accessibles par exemple, état des joints, état général conteneur, enceinte interne, et des vis, contrôle étanchéité...),
- Tous les 4 ans (examens visuels réalisés à chaque utilisation et remplacements systématiques de certains joints ou de la visserie, présences des bouchons fusibles, état général du châssis, des capots amortisseur...).

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE**9. ASSURANCE DE LA QUALITE**

L'objet de ce paragraphe est de présenter les programmes d'Assurance de la Qualité établis pour :

- la conception,
- la fabrication et les épreuves,
- l'établissement des documents,
- l'utilisation,
- la maintenance,
- le transport,

du modèle de colis de type B suivant [DR01] constitué de l'emballage CT200 chargé d'effluents CIRCE.

Ces activités sont réalisées par différents acteurs (concepteur, maître d'ouvrage, maître d'œuvre, constructeurs, utilisateurs, expéditeurs, transporteurs, sociétés de maintenance...) qui doivent tous établir des programmes d'assurance de la qualité adaptés, et produire et conserver les documents justificatifs (enregistrements) de leur activité.

9.1. CONCEPTION

Afin de garantir que les pièces de l'emballage CT 200 présentent un niveau de qualité en rapport avec les exigences de sûreté, un classement de ces pièces est effectué selon la classification établie suivant le niveau de construction (N1, N2 et N3) attendu de chaque pièce, correspondant à leur importance respective pour la sûreté :

- Niveau 1 : éléments qui ont une influence directe sur la sûreté, notamment, sur l'étanchéité des colis ou leur protection radiologique ou, dans le cas de colis de matières fissiles, ceux qui influent directement sur la géométrie et, par conséquent, sur le contrôle de la criticité, etc ...
- Niveau 2 : structures, composants ou systèmes dont la défaillance pourrait avoir une influence indirecte sur la sûreté, mais uniquement en association avec un événement ou une défaillance secondaire ;
- Niveau 3 : structures, composants ou systèmes dont le mauvais fonctionnement n'aurait pas d'influence sur l'efficacité de l'emballage et, par conséquent, n'aurait vraisemblablement pas d'influence sur la sûreté.

Ces exigences de conception/fabrication/contrôles et essais intègrent les recommandations de l'AIEA en matière de modulation d'assurance de la qualité [DR01].

Les éléments classés en niveau 1 sont triés par fonction de sûreté (voir paragraphe 4 du chapitre 1) :

- Maîtrise de la sûreté-criticité ;
- Limitation de l'exposition externe ;
- Non-dispersion de la matière ;

Et également les fonctions de sûreté indirecte:

- Protection mécanique ;
- Protection thermique.

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE**9.2. FABRICATION**

L'emballage CT200 est défini par une nomenclature générale.

Le fabricant établit un Plan Qualité pour les phases prototype et série qui comprend pour la phase :

- Prototype :
 - ✓ le Plan Particulier d'Assurance Qualité (P.P.A.Q.) pour cette affaire particulière (fabrication du CT 200)
 - ✓ le Planning de Réalisation de l'affaire,
 - ✓ le document de suivi d'études,
 - ✓ les Listes d'Opérations de Fabrication et de Contrôle (L.O.F.C.),
 - ✓ le Livret Qualité (rassemblant tous les paramètres contrôlés sur le CT 200.),
 - ✓ les Notes d'Instructions Particulières mises en place pour cette affaire lorsque les informations contenues dans le Manuel Qualité de la Société doivent être complétées.

- Série :
 - ✓ En plus des éléments ci-dessus, le plan qualité concernant la série tient compte de la spécification d'approvisionnement matière couvrant l'ensemble des matières nécessaires à la fabrication du conteneur.

9.3. UTILISATION ET ENTRETIEN DE L'EMBALLAGE

Les responsabilités des différentes unités impliquées dans l'utilisation de l'emballage sont définies par écrit avec leurs interfaces respectives.

Il est rappelé que l'expéditeur ou l'utilisateur doit être prêt à fournir à l'autorité compétente les moyens de faire des inspections pendant l'utilisation, et à lui prouver que 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.

Utilisation :

Une notice et un plan d'utilisation permettent une utilisation satisfaisante de l'emballage compatible avec les règles de sûreté et les instructions d'utilisation définies au chapitre utilisation du dossier de sûreté. Cette notice d'utilisation décrit de manière précise, afin que toutes les opérations liées au transport s'effectuent conformément aux exigences de sûreté, les règles à observer lors des principales opérations, telles que :

- chargement, déchargement,
- contrôles réglementaires,
- arrimage,
- manutention,
- entreposage.

Dossier sûreté CT200 effluents CIRCE**Maintenance :**

Les modalités de maintenance et d'inspection du modèle d'emballage sont définies au chapitre Maintenance du dossier de sûreté, ainsi que par une spécification technique de maintenance.

Cette spécification permet de s'assurer du respect des mesures préconisées dans le dossier de sûreté et du bon déroulement des opérations de maintenance.

Ces opérations de maintenance sont caractérisées par :

- des contrôles durant l'utilisation,
- un entretien réglementaire de base,
- un entretien réglementaire principal,
- et, si nécessaire, des inspections additionnelles.

La maintenance est réalisée par une société certifiée ISO 9001 : 2000.

La pratique des tests d'étanchéité à l'hélium est mise en œuvre par du personnel habilité à valider ces procédés (COFREND minimum niveau 2).