

Démonstration de sûreté de l'emballage LR56

	Direction de l'énergie nucléaire Département de services nucléaires Service des transports des matières radioactives Laboratoire d'Exploitation du Parc d'Emballages	CEA/DEN/CAD/DSN/STMR DO 221 15/03/17  17PFPM000313 diffusé le: 15/03/17
---	---	--

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

Démonstration de sûreté de l'emballage LR56

	Nom(s)	Fonction(s) et unité(s)	Visa(s)
Rédacteur	Société URANUS	Contrat N°4000590149/P5H42	
Vérificateur(s)	C. LEROY	Chargé d'affaire LEPE	
	T. CUVILLIER	Chef du LEPE	
Approbateur Emetteur	S. CLAVERIE-FORGUES	Chef du STMR	 Date : 16/03/2017

SUIVI DES VERSIONS

Indice	Date de l'indice	Rédacteur	Nature de la modification	Nb pages du document
01	15/03/2017	URANUS	Émission initiale	18

Clt : 7.1.32.3

DIFFUSION INITIALE

DSN/DIR

DIR/CSMN

Démonstration de sûreté de l'emballage LR56

SOMMAIRE

1. Objet	5
2. Documents de reference	5
3. Description du modèle de colis	5
3.1. Description générale	5
3.2. Manutention arrimage de l'emballage	6
3.3. Éléments importants pour la sûreté	6
4. Description du contenu	6
5. Étude de confinement	7
5.1. Objectifs	7
5.2. Données d'entrée	7
5.3. Résultats.....	8
6. Étude du risque de radiolyse et de corrosion	8
6.1. Objectifs	8
6.2. Données d'entrée	8
6.3. Résultats.....	9
7. Étude de mécanique	9
7.1. Objectifs	9
7.2. Données d'entrée	10
7.3. Résultats.....	10
7.3.1. Tenue de l'emballage aux épreuves réglementaires	10
7.3.2. Tenue mécanique de l'enceinte de confinement	11
8. Étude de thermique	12
8.1. Objectifs	12
8.2. Données d'entrée	12
8.3. Résultats.....	12
9. Étude de radioprotection	13
9.1. Objectifs	13
9.2. Données d'entrée	13
9.3. Résultats.....	14
10. Étude de sûreté-criticité	14
10.1. Objectifs	14
10.2. Données d'entrée	14
10.3. Résultats	15

Démonstration de sûreté de l'emballage LR56

11. Instructions d'exploitation et de maintenance de l'emballage.....	15
11.1. Utilisation	15
11.2. Maintenance.....	16
12. Assurance qualité.....	17
12.1. Conception	17
12.2. fabrication	17
12.3. Utilisation	17
12.4. Maintenance.....	18

Démonstration de sûreté de l'emballage LR56**1. OBJET**

La présente note a pour but de présenter et justifier les solutions techniques retenues pour le transport d'effluent liquide radioactifs avec l'emballage LR56 afin d'assurer les diverses fonctions de sûreté au regard du cadre réglementaire applicable.

Une demande d'approbation d'expédition a été établie par le laboratoire d'exploitation du parc d'emballage au sein du service de transport de matières radioactives du CEA (STMR/LEPE) afin de démontrer que le colis constitué de l'emballage LR56 répond aux prescriptions réglementaires applicables ([1], [2] et [3]) aux emballages pour matières radioactives du type B(U)F, en transport par route.

Les transports sont réalisés sous utilisation exclusive.

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

- [1] CTI - CEE - ONU, Accord européen relatif au transport international de marchandises Dangereuses par Route (ADR) en vigueur le 1er janvier 2017.
- [2] AIEA, Règlement de transport de matières radioactives n° SSR6, édition 2012.
- [3] Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, Arrêté du 29 mai 2009 modifié relatif aux transports de marchandises dangereuses par voie terrestre (dit « arrêté TMD »).

3. DESCRIPTION DU MODELE DE COLIS**3.1. DESCRIPTION GENERALE**

Le modèle de colis LR 56 est conçu pour le transport d'au plus 3000 litres d'effluents aqueux radioactifs potentiellement acides.

L'emballage, de forme cylindrique, est fixé horizontalement et de façon permanente, sur une semi-remorque de transport routier. Ses principales caractéristiques sont :

- masse de l'emballage en charge totale: 23 100 kg ;
- volume cuve : 4,3 m³ ;
- dimensions: longueur 3 700 mm, diamètre 2 150 mm.

L'enceinte interne assure le confinement du contenu transporté, elle est composée d'une virole cylindrique en acier inoxydable de 9 mm d'épaisseur. Elle est équipée :

- d'un dispositif de mesure de niveau ;
- de tubes de remplissage et de vidange ;
- de deux brise-lames et de supports ;
- d'un dispositif de prise d'échantillon.

Démonstration de sûreté de l'emballage LR56

Les puits d'accès aux dispositifs de mesures et de remplissage/vidange précités sont protégés par des raccords auto-obturants. De plus, ces vannes, situées à l'intérieur de l'enceinte de confinement, ne sont pas manipulables en cours de transport. Les éventuelles fuites qui se produiraient à partir de ces vannes n'ont pas d'incidences sur la sûreté du transport.

3.2. MANUTENTION ARRIMAGE DE L'EMBALLAGE

L'emballage repose horizontalement sur des berceaux attenants à la semi-remorque et y est maintenu au moyen d'arceaux boulonnés sur ces berceaux.

Un calage à l'avant et une ceinture à mi-hauteur boulonné sur le berceau arrière permettent l'immobilisation de l'emballage dans le sens longitudinal

L'emballage peut être manutentionné par quatre anneaux de préhension situés dans sa partie supérieure.

3.3. ÉLÉMENTS IMPORTANTS POUR LA SURETE

Le confinement des matières radioactives est assuré par la cuve recevant les effluents, les trois puits, les trois couvercles équipés de connecteurs étanches, la visserie et les joints.

La protection radiologique est assurée par une épaisseur de 35 mm de plomb et par 45 mm d'acier.

Le risque de criticité est maîtrisé par la limitation de masse fissile à 80 g (uranium 235 ou plutonium 239), ce risque est détaillé au paragraphe 10. L'ISC (cf. [1]) est de 50.

La dissipation de la puissance thermique est naturellement assurée par la faible puissance thermique transportée (< 10 W). La protection contre l'incendie et la protection contre les chocs est assurée par une couche de bois d'épaisseur supérieure à 150 mm située autour du réservoir et des puits, ainsi que par deux capots supérieurs contenant de la mousse phénolique de 400 mm d'épaisseur.

4. DESCRIPTION DU CONTENU

Le chargement de l'emballage LR56 est composé au maximum de 3 000 litres de déchets radioactifs (masse limitée à 3 tonnes) sous forme d'effluents aqueux potentiellement acides.

Les espèces chimiques éventuellement transportées présentant un risque de corrosion sont l'acide nitrique, l'acide sulfurique, des anions chlorure et des anions fluorure. Les espèces radiologiques transportées sont non définies et sont limitées par leur activité γ et neutronique, la puissance thermique dégagée, le nombre de A_2 et la quantité totale de matière fissile. Ces limitations sont détaillées dans le tableau ci-dessous :

Démonstration de sûreté de l'emballage LR56

Paramètres	Critères à respecter
[HNO ₃]	5,5 mol.L ⁻¹
[H ₂ SO ₄]	1,6 mol.L ⁻¹
Anions Cl ⁻	1 g.L ⁻¹
Anions F ⁻	0,1 g.L ⁻¹
Masse de matière fissile	<p>si ²³⁵U uniquement</p> $\frac{\text{masse}^{235}\text{U}}{1,6} + \text{masse Pu} \leq 80 \text{ g}$ <p>Si présence d'²³²U ou d'²³³U :</p> $\text{masse}^{(232}\text{U} + ^{233}\text{U} + ^{235}\text{U}) + \text{masse Pu} \leq 80 \text{ g}$
Masse Am	65 g
Nombre de A ₂	12 500
Volume	3 000 L
Puissance thermique	9,8 W

5. ÉTUDE DE CONFINEMENT

5.1. OBJECTIFS

Cette partie justifie le respect des critères réglementaires de relâchement d'activité par fuite d'aérosols, de gaz et de liquides en conditions normales et accidentelles de transport.

Ces critères pour un emballage de type B sont :

- 10^{-6} A₂/h en conditions normales de transport (CNT) ;
- 1 A₂ par semaine en conditions accidentelles de transport (CAT).

Le relâchement d'activité est estimé pour chaque puit du colis (fuites liquides, fuites d'aérosols, influence de la concentration d'activité) et l'activité totale relâchée par les trois puits est comparée aux critères réglementaires énoncés ci-dessus.

5.2. DONNEES D'ENTREE

Les températures de la cavité interne en CNT et CAT sont respectivement de 63 °C et 80 °C.

Démonstration de sûreté de l'emballage LR56

La pression de l'air dans la cavité, compte tenu

- des gaz produits par radiolyse ;
- de la température ;
- de la pression hydrostatique exercée par 3000 L d'eau (colis renversé) ;
- de la pression de vapeur saturante ;
- et de la diminution de volume libre par dilatation du plenum

est de 1,61 bar et 2,06 bar en CNT et CAT respectivement.

5.3. RESULTATS

L'emballage LR56 chargé de 3 000 litres d'effluent radioactifs avec un taux de fuite en hélium de l'emballage de $1,2 \cdot 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ contrôlé avant transport pour chaque puits du colis permet de vérifier les critères réglementaires de relâchement d'activité en conditions normales et accidentelles de transport.

6. ÉTUDE DU RISQUE DE RADIOLYSE ET DE CORROSION**6.1. OBJECTIFS**

Cette partie détermine la vitesse de production de dihydrogène par radiolyse et justifie ainsi que la limite d'inflammabilité de l'hydrogène dans l'air (supposée à 3,5 % de H₂ dans l'air) n'est pas atteinte durant le transport.

Le risque de corrosion de la cuve en acier par les effluents transportés ainsi que la production de dihydrogène via ce phénomène sont également étudiés.

La durée maximale de transport est calculée en fonction de la puissance et du volume transporté de manière à respecter la LII en prenant en compte une semaine d'aléas en CNT et une semaine d'aléas en CAT supplémentaires.

6.2. DONNEES D'ENTREE

La puissance thermique est considérée variant de 0,1 W à 9,8 W.

Les températures de la cavité interne en CNT et CAT sont respectivement de 63 °C et 80 °C.

Le rendement radiolytique de l'hydrogène dans l'eau est pris à 1,6, celui des gaz autres que les gaz inflammables est de 0,8.

Démonstration de sûreté de l'emballage LR56

Concernant la corrosion, Les concentrations considérées sont les suivantes :

- HNO_3 : 5,5 mol/L
- H_2SO_4 : 7 mol/L
- Cl^- : 1g/L
- F^- : 0,1 g/L

6.3. RESULTATS

Le nombre de jours de transport (en plus des semaines d'aléa CNT et CAT) à respecter afin de rester en deçà de la limite d'inflammabilité de l'hydrogène dans l'air fixée à 3,5 % est donné en fonction du volume de liquide V_{liq} et de la puissance thermique P transportés par la formule suivante :

$$t(\text{jours}) = \frac{526 - 0,122 V_{liq}(\text{litres})}{P(W)} - 14$$

Par exemple, pour un contenu standard d'un volume de 3000 L avec une puissance majorée à 1,8 W, le nombre de jours de transport autorisé est de :

$$t(\text{jours}) = \frac{526 - 0,122 \times 3000}{1,8} - 14 = 74 \text{ jours}$$

Le nombre de jours nécessaires au transport est au plus de l'ordre de la semaine, ce qui est très inférieur au nombre de jours admissible ainsi calculé.

Concernant la corrosion par l'acide nitrique, l'acide sulfurique, les ions chlorure et fluorure à la concentration maximale à la température CNT, la vitesse de corrosion généralisée de l'acier n'excède pas 110 $\mu\text{m}/\text{an}$. La surépaisseur de corrosion de 2 mm est suffisante pour la durée de vie de l'emballage LR56.

Afin de mettre en évidence la production de dihydrogène par corrosion de l'acier par l'acide sulfurique, des essais spécifiques ont été réalisés, aucune production de dihydrogène n'a pu être détectée. En attentes d'essais complémentaires, la concentration maximale en H_2SO_4 est limitée à 1,6 mol/L au lieu de 7 mol/L.

7. ÉTUDE DE MECANIQUE**7.1. OBJECTIFS**

Cette partie analyse la résistance mécanique de l'emballage LR56 et de montrer qu'il répond aux exigences réglementaires [2] concernant les colis de type B contenant des matières radioactives fissiles.

Démonstration de sûreté de l'emballage LR56**7.2. DONNEES D'ENTREE**

Les études mécaniques sont organisées de la manière suivante :

- une analyse du comportement de l'emballage dans les conditions des épreuves réglementaires [1] concernant les conditions **normales** de transport. Ces épreuves sont les suivantes :
 - aspersion d'eau,
 - chute libre de 0,3 m,
 - compression/gerbage de colis,
 - pénétration ;
- une analyse du comportement de l'emballage dans les conditions des épreuves réglementaires [1] concernant les conditions **accidentelles** de transport. Ces épreuves sont les suivantes :
 - chute libre de 9 m,
 - chute de 1 m sur poinçon,
 - immersion à 15 m pendant 8 h ;
- une analyse de la résistance de l'enveloppe de confinement à pression (700 kPa) et à la température (-40 °C, +70 °C).

L'analyse structurelle de l'emballage est basée sur la masse maximale du colis : 23 100 kg.

7.3. RESULTATS**7.3.1. Tenue de l'emballage aux épreuves réglementaires****7.3.1.1. En conditions normales de transport**

Concernant l'épreuve d'aspersion d'eau, la présence de barrières d'étanchéité permet d'assurer l'herméticité de l'emballage LR56 à la pénétration de l'eau. Par ailleurs, de par la structure de l'emballage, aucune dégradation ne peut résulter d'une telle épreuve.

La chute de 0,3 mètre représentative des conditions normales de transport engendre un enfoncement négligeable du matériau amortisseur et n'a pas d'impact sur le confinement ou sur la protection radiologique ;

L'emballage est implanté sur la plate-forme d'une semi-remorque de façon permanente. De plus la forme cylindrique de l'emballage LR56 empêche le gerbage de cinq emballages, rendant cette justification sans objet.

Démonstration de sûreté de l'emballage LR56

La chute d'une hauteur de 1 m d'une barre de masse 6 kg et de diamètre 3,2 cm, n'entraîne pas de déformation permanente sur l'enveloppe extérieure en acier et a fortiori sur l'enceinte de confinement. En conséquence, la résistance de l'emballage à l'épreuve de pénétration est assurée.

7.3.1.2. En conditions accidentelles de transport

La tenue mécanique du LR 56 à une chute de 9 m sur une dalle indéformable a été étudiée lors d'essais de chutes de maquettes à l'échelle 1/3 et par calculs numériques recalés avec les résultats des essais de chutes.

Huit scénarios d'épreuves de chutes en CAT ont été étudiés sur la base de simulations numériques considérées comme les plus dommageables pour le colis.

L'état du colis endommagé suite aux épreuves de chutes réglementaires [2] des CAT comporte de façon très localisée un enfoncement de 18 mm de l'enveloppe de protection mécanique et de la protection biologique en plomb.

Dans les configurations testées, les résultats des épreuves de chutes subies par les deux maquettes montrent que le concept d'emballage LR 56 garantit :

- le maintien de l'étanchéité de l'enceinte de confinement et son intégrité physique lors des épreuves de chute réglementaires [2] représentatives des CNT et CAT ;
- le maintien de l'intégrité des protections biologiques constituée par l'enveloppe de plomb de 35 mm et l'enveloppe en acier de 30 mm.

La démonstration de la tenue de l'enceinte sous immersion à 15 m est démontrée par calcul par vérification de la tenue au flambage de la protection mécanique épaisseur 30 mm.

7.3.2. Tenue mécanique de l'enceinte de confinement

Le choix de l'acier inoxydable et des procédés de soudage adéquats dans la fabrication des composants de sûreté de l'emballage élimine tout risque de rupture fragile dans l'intervalle de température spécifié par la réglementation (-40 °C, +70 °C).

Les calculs montrent qu'une épaisseur minimale de 5 mm est nécessaire lorsque l'enceinte de confinement est soumise à une pression de 700 kPa absolue. L'épaisseur de l'enveloppe de confinement vaut 9 mm, dont 2 mm alloués en tant que surépaisseur de corrosion (cf. paragraphe 6). L'enceinte de confinement résiste donc bien à la pression gazeuse de 700 kPa.

Les joints de confinement en EPDM sont conçus pour fonctionner à -40 °C. En considérant cette température, les dimensions minimales du joint, et maximales de la gorge de joint (incluant les tolérances

Démonstration de sûreté de l'emballage LR56

et les déformations suites aux épreuves de chutes), les calculs montrent que le taux de compression des joints est supérieur ou égal à 17 %, ce qui est satisfaisant.

8. ÉTUDE DE THERMIQUE**8.1. OBJECTIFS**

Cette note a pour objet de vérifier, par rapport à la réglementation [2] pour les colis de type B, que les températures atteintes en conditions normales et accidentelles de transport restent inférieures aux limites admissibles des matériaux et des conditions de transport sous utilisation exclusive (température de surface du colis inférieure à 85 °C sans ensoleillement à température ambiante de 38 °C).

8.2. DONNEES D'ENTREE

Le contenu dissipe une puissance maximale de 9,8 W. De manière conservative, les valeurs de puissance thermiques considérées dans pour cette étude sont : 12 W dans la cuve et 2 W dans les puits.

Le coefficient d'absorptivité de l'emballage retenu est 0,4 (peinture jaune clair brillant).

En conditions normales de transport, les surfaces externes de l'emballage sont exposées à un air ambiant fixé à 38 °C avec un ensoleillement :

- du couvercle de 800 W/m² ;
- du cylindre de 400 W/m² ;
- et 200 W/m² sur les surfaces planes verticales.

Ces conditions d'ensoleillement sont appliquées en continu.

En conditions accidentelles de transport, l'emballage ayant subi les épreuves de mécaniques en CAT, détaillées au paragraphe 7, est porté à la température de 800 °C pendant 30 minutes.

8.3. RESULTATS

En conditions normales de transport avec ensoleillement, la température moyenne atteinte est de 63 °C et la température maximale de l'enceinte de confinement est de 73 °C. En outre, en l'absence d'ensoleillement dans une ambiance à 38 °C et compte tenu de la puissance thermique du contenu, la température est inférieure à 50 °C.

En conditions accidentelles de transport, après incendie, l'enceinte de confinement voit sa température moyenne atteindre 80 °C et de façon ponctuelle sa température peut atteindre 94 °C.

Démonstration de sûreté de l'emballage LR56

La température maximale des joints est de 114 °C. Elle est inférieure à la température maximale d'utilisation des joints d'étanchéité en EPDM utilisés : 155 °C. Elle est également inférieure à la température d'extrusion des joints, retenue à 199 °C.

9. ÉTUDE DE RADIOPROTECTION**9.1. OBJECTIFS**

Ce chapitre présente les calculs qui permettent d'évaluer l'efficacité de la protection radiologique de l'emballage LR56 en conditions normales et accidentelles de transport, chargé de 3000 L d'effluents radioactifs en transport sous utilisation exclusive.

La protection radiologique doit permettre le respect des critères réglementaires :

- Dans les conditions de transport de routine (CTR) :
 - débit équivalent de dose inférieur à 10 mSv/h en tout point de la surface extérieure du colis,
 - débit équivalent de dose inférieur à 2 mSv/h en tout point des surfaces externes du caisson de transport y compris les surfaces supérieures et inférieures,
 - 0,1 mSv/h en tout point situé à 2 mètres des plans verticaux représentés par les surfaces latérales externes du caisson.
- Dans les conditions normales de transport (CNT) :
 - pas d'augmentation de plus de 20 % de l'intensité de rayonnement suite aux épreuves réglementaires correspondant aux CNT ;
- dans les conditions accidentelles de transport (CAT) :
 - débit équivalent de dose inférieur à 10 mSv à 1 m de la surface externe du colis, suites aux épreuves réglementaires correspondant aux CAT.

9.2. DONNEES D'ENTREE

Pour les calculs en CNT, le colis est considéré non altéré par les épreuves réglementaires en CNT.

Pour les calculs en CAT, le colis est considéré endommagé par les épreuves réglementaires en CAT :

- Tassement local du plomb de 35 mm à 17 mm sur un diamètre de 15 cm ;
- Perforation locale de la virole externe en acier et du bois, remplacement par de l'air.

De façon pénalisante, un facteur correctif de 1,2 est appliqué au débit de dose calculé pour les émetteurs γ de 0,8 MeV.

Les calculs ont été réalisés avec un contenu de 4000 L.

Démonstration de sûreté de l'emballage LR56**9.3. RESULTATS**

Les valeurs des débits équivalents de dose calculés au contact à 2 m en CNT et à 1 m en CAT sont obtenues au-dessus des puits :

- En CTR et CNT :
 - Surface colis : 1,03 mSv/h < 10 mSv/h,
 - Surface véhicule : 0,4 mSv/h < 2 mSv/h,
 - à 2 m des plans verticaux du véhicule : 0,06 mSv/h \leq 0,1 mSv/h ;
- En CAT :
 - à 1 m du colis: 0,09 mSv/h < 10 mSv/h.

Par ailleurs, le critère de non augmentation de plus de 20 % du débit équivalent de dose autour de l'emballage en CNT est respecté.

Les critères de radioprotection liés au transport de matières radioactives sous utilisation exclusive sont bien vérifiés. De plus, ils font également l'objet d'un contrôle au départ de chaque transport.

10. ÉTUDE DE SURETE-CRITICITE**10.1. OBJECTIFS**

Cette partie vérifie la sûreté-criticité du modèle de colis LR56, chargé de 3000 litres d'effluents liquides radioactifs pour des conditions normales et accidentelles de transport.

Conformément à la réglementation, trois configurations ont été étudiées :

- colis isolé résultant des épreuves simulant les conditions normales (CNT) et les conditions accidentelles de transport. Dans ce cas le colis est réfléchi de toutes parts par 20 cm d'eau ;
- réseau de 5N colis en CNT réfléchi par 20 cm d'eau ;
- réseau de 2N colis en CAT réfléchi par 20 cm d'eau; la modération entre les colis est quelconque.

Les configurations 5N colis en CNT et 2N colis en CAT sont couvertes par la modélisation d'un réseau infini de colis en CAT.

10.2. DONNEES D'ENTREE

Le milieu fissile est considéré sous forme homogène (mélange homogène de poudre fissile, ^{235}U ou ^{239}Pu , et d'eau). L'état du colis endommagé est le suivant : bois et virole extérieure non considérés

Démonstration de sûreté de l'emballage LR56

(cas du colis isolé), épaisseur de plomb réduite à 17 mm au lieu de 35 mm (condition supplémentaire du cas du réseau de colis).

Une réflexion autour du milieu fissile par une quantité quelconque d'²³⁸U est étudiée.

Les calculs ont été réalisés avec le formulaire CRISTAL.

10.3. RESULTATS

Les valeurs de k_{eff} obtenues sont maximales pour :

- une position de la matière décentrée ;
- une densité de brouillard d'eau égale à 1 dans la cavité et dans l'inter-cuve, pour le colis isolé ;
- une densité de brouillard d'eau égale à 1 dans la cavité et nulle (air) dans l'intercuve pour le réseau infini de colis.

Les masses maximales garantissant la sûreté-criticité du colis déterminé dans les différents cas sont :

- 219,5 g d'uranium 235 ;
- 121,5 g de plutonium 239.

De manière conservatrice, la masse maximale autorisée est de 80 g de ²³⁹Pu et la masse totale de matière fissile est limitée, en conditions normales et accidentelles de transport, par l'inégalité suivante :

$$\frac{\text{masse } ^{235}\text{U}}{1,6} + \text{masse } ^{239}\text{Pu} \leq 80 \text{ g}$$

Dans ces conditions la sûreté criticité du colis est assurée et l'ISC (cf. [1]) est de 50.

11. INSTRUCTIONS D'EXPLOITATION ET DE MAINTENANCE DE L'EMBALLAGE

Cette partie décrit les instructions d'utilisation et de maintenance prévues pour le modèle de colis LR56.

11.1. UTILISATION

Le gerbage de de l'emballage chargé ou non n'est pas autorisé.

Les contrôles réglementaires à effectuer sont les suivants :

- vérifier que l'emballage a été entretenu conformément au paragraphe suivant ;
- vérifier la conformité du contenu au certificat d'agrément en vigueur utilisé ;
- vérifier que la durée du transport est conforme à la formule :

Démonstration de sûreté de l'emballage LR56

$$t(\text{jours}) \leq \frac{526 - 0,122 \times V_{liq}(\text{litres})}{P(W)} - 14$$

- vérifier l'absence de liquide dans les puits ;
- vérifier que les contrôles d'étanchéités des puits ont été réalisés et qu'ils respectent les critères spécifiés ;
- vérifier les couples de serrage des vis du couvercle ;
- contrôler la contamination des surfaces externes du colis (en conformité avec les limites admissibles réglementaires) ;
- contrôler l'intensité de rayonnement maximale ;
 - au contact du colis chargé,
 - à 1 m du colis,
 - sur les surfaces externes du véhicule,
 - à 2 m des plans verticaux du véhicule ;
- vérifier la mise en place des scellés condamnant l'accès aux orifices (transport chargé)
- vérifier le verrouillage de la bâche de transport ;
- vérifier la présence et la fixation des étiquettes et marquages réglementaires ; la marque d'identification du modèle de colis est F/309/B(M)F-96T.

11.2. MAINTENANCE

L'emballage doit faire l'objet d'un suivi et d'un entretien périodique :

- petite maintenance tous les 2 ans ou les 20 cycles ;
- grande maintenance tous les 4 ans ou les 40 cycles ;

Un transport additionnel de l'emballage vidé est autorisé lorsque l'échéance ou le nombre de cycle maximal est atteint afin d'acheminer le LR56 vers son lieu de maintenance

L'emballage fait également l'objet d'un examen visuel avant chaque transport chargé (bon état général, joints, portée de joint, points de manutention et d'arrimage).

Démonstration de sûreté de l'emballage LR56**12. ASSURANCE QUALITE**

Afin de garantir que les pièces de l'emballage LR56 présentent un niveau de qualité suffisant vis-à-vis des exigences de sûreté, un programme d'assurance qualité est établi pour :

- la conception ;
- la fabrication ;
- les épreuves et l'établissement des documents ;
- l'utilisation ;
- la maintenance ;
- les opérations de transport.

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

12.1. CONCEPTION

Les études de conception, ainsi que les études de sûreté, développées vis à vis du modèle de colis, ont été réalisées selon des organisations en accord avec la norme ISO 9001.

12.2. FABRICATION

Les deux emballages LR56 ont été fabriqués en 1989 et 1993 respectivement.

Avant le lancement de la fabrication de l'emballage, un programme d'assurance qualité global a été réalisé. Ce programme définit l'ensemble des actions prévues permettant de garantir que les emballages fabriqués auront les propriétés attendues et rempliront les fonctions pour lesquelles ils sont conçus.

Les deux emballages ont fait l'objet de modifications en 1996 et 2007 dans le cadre de prorogation d'agrément. Ces modifications de concept ont été soumises à un système d'assurance qualité répondant aux exigences du Code 50-C-QA révision 1 et de l'ISO 9001:1994, ces deux documents étant alors applicables, à l'époque de la réalisation des travaux.

12.3. UTILISATION

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

Démonstration de sûreté de l'emballage LR56

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.

Une notice et un plan d'utilisation permettent une utilisation satisfaisante de l'emballage.

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.

12.4. MAINTENANCE

Les modalités de maintenance et d'inspection du modèle d'emballage sont définies par une spécification technique de maintenance.

Cette spécification permet de s'assurer 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 : 2008.