

# UN/SCETDG/24/INF.46(FR)

---

COMITÉ D'EXPERTS DU TRANSPORT DES MARCHANDISES  
DANGEREUSES ET DU SYSTÈME GÉNÉRAL HARMONISÉ  
DE CLASSIFICATION ET D'ÉTIQUETAGE DES  
PRODUITS CHIMIQUES

Sous-Comité d'experts du transport  
des marchandises dangereuses

(Vint-quatrième session, 1<sup>er</sup>–10 décembre 2003,  
point 4(b) de l'ordre du jour)

EMBALLAGES

Épreuves de performance (Épreuves de vibration et de perforation)

Communication de l'expert de la France

La version française du Rapport d'essai sur les essais de vibration, demandé par le Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer, est reproduit ci-après.

## RAPPORT D'ESSAI

**Demandeur :** Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer

**Date de la demande :** BC03000411 du 30 avril 2003

**Objet :** Essais de vibration

Comparaison de 2 méthodes d'essais et évaluation de la tenue d'emballages agréés à ces 2 types de sollicitations

**Documents de référence :** Norme ASTM D 4169 (vibrations aléatoires)  
Norme ASTM D 999 (vibrations à basse fréquence fixe).

**Type d'emballage :** Emballage de transport de marchandises dangereuses

**La reproduction du présent document n'est autorisée que sous sa forme intégrale.  
Il comporte 26 pages.**

## 1. OBJET

L'objet de la première partie de cette étude est de comparer 2 principaux types d'épreuves de vibrations, à savoir,

- Epreuve de vibrations à basse fréquence fixe selon ASTM D 999-01, méthode A1,
- Epreuve de vibrations aléatoires selon ASTM D4169-01, § 12.4, à l'exception de la durée de 180 minutes qui a été ramenée à 60 minutes,

sur un modèle d'emballage agréé pour le transport de marchandises dangereuses.

L'objet de la seconde partie de cette étude est d'évaluer la tenue d'emballages et GRV agréés pour le transport de marchandises dangereuses suivant ces 2 méthodes d'épreuves.

## 2. EPREUVE DE VIBRATION SELON ASTM D999, METHODE A1 Fréquences fixes

Cette méthode d'essais est celle retenue par la réglementation des Etats Unis d'Amérique (49 CFR, part 178, paragraphe 178.608 pour les emballages et 178.819 pour les GRV).

Le principe est le suivant :

Trois emballages, remplis et fermés, sont placés sur la table vibrante puis calés horizontalement avec le jeu normalisé et laissés libres verticalement.

L'amplitude de déplacement vertical de la table est fixe et est de 25,4 mm (1 inch) de crête à crête. La sollicitation des emballages est une sinusoïde simple dont la fréquence est déterminée de la manière suivante.

La fréquence de déplacement de la table est augmentée progressivement jusqu'à obtenir le décollement de l'emballage, de manière à pouvoir passer en dessous une cale d'acier d'une épaisseur de 1,6 mm, de largeur 50 mm. La cale doit pouvoir glisser d'au moins 100 mm sous l'emballage. Cette fréquence de décollement pour chaque emballage est maintenue pendant une heure.

Cette fréquence est comprise en 2 et 5 Hz. Au dessus de 4,42 Hz, avec une amplitude de 25,4 mm de crête à crête, l'accélération maximale de la table est supérieure à celle de la gravité.

Les critères d'acceptation sont :

- Pas de fuite de l'emballage,
- Pas de rupture de l'emballage,
- Pas de détérioration susceptible de réduire la sécurité du transport ou la résistance de l'emballage.

Aucun conditionnement en température n'a été effectué avant ou pendant l'essai. La température d'essais est comprise entre 15 et 25°C.

**3. EPREUVE DE VIBRATION SELON ASTM D4169-01, § 12.4**  
**Fréquences aléatoires**

Le principe de l'essai de vibration aléatoire est le suivant.

Principe : Trois emballages, remplis et fermés comme lorsqu'ils seront remis au transport, sont placés sur la table vibrante. Les emballages sont calés horizontalement et laissés libres verticalement.

La sollicitation exercée sur les emballages résulte des mouvements du plateau du dispositif d'essai. Ces mouvements sont asservis en accélérations (Densité Spectrale de Puissance). Le signal d'asservissement est la superposition de signaux de fréquences différentes définis par le gabarit d'essai spécifié par la norme. Gabarit dont les points anguleux sont rappelés dans le tableau ci-dessous. Ces gabarits correspondent au spectre en fréquence du signal.

La sollicitation est donc une superposition de sinusoïdes dont les fréquences sont comprises, pour le transport routier, entre 1 et 200 Hz.

Les valeurs efficaces spécifiées sont par définition des valeurs moyennes, mais les valeurs temporelles instantanées d'accélération présentent des valeurs crête jusqu'à 3 fois supérieures à la valeur efficace. Par exemple pour le niveau I route, la valeur efficace 0,731 g conduit à des valeurs crête de 2,2 g dont l'apparition est aléatoire. Ce facteur 3, appelé facteur de crête, est préconisé par l'ASTM D 4728-01 (§3.2.11) norme de référence de ASTM D 4169-01.

Deux niveau de sollicitations ont été retenus pour cet essai, à savoir la sollicitation simulant le transport routier niveau d'assurance I et niveau II.

Le niveau I représente le niveau le plus sévère, dont la probabilité d'apparition lors d'un transport est faible, alors que le niveau II, qui correspond au niveau intermédiaire, correspond à la probabilité d'apparition la plus importante.

Densité spectrale de puissance <sup>1</sup> (g <sup>2</sup> /Hz) - Route		
Fréquence (Hz)	Niveau d'assurance I	Niveau d'assurance II
1	0,000 1	0, 000 05
4	0,02	0,01
16	0,02	0,01
40	0,002	0,001
80	0,002	0,001
200	0,000 02	0,000 01
Accélération efficace	0,73	0,52

La durée d'essais prévue dans la norme de 180 minutes a été ramenée à 60 minutes afin d'effectuer un comparatif avec la méthode à fréquence fixe présentée au paragraphe précédent.

Les critères d'acceptations retenus sont, comme pour la méthode fréquence fixe :

- Pas de fuite de l'emballage,
- Pas de rupture de l'emballage,
- Pas de détérioration susceptible de réduire la sécurité du transport ou la résistance de l'emballage.

Aucun conditionnement en température n'a été effectué avant ou pendant l'essai. La température d'essais est comprise entre 15 et 25°C.

Un essai sur un seul échantillon, utilisant la même méthode mais avec une sollicitation de type avion niveau II a également été réalisé. La densité spectrale de puissance est la suivante :

Densité spectrale de puissance (g <sup>2</sup> /Hz) - Air	
Fréquence (Hz)	Niveau d'assurance II
2	0,000 2
12	0,01
100	0,01
300	0,000 01
Accélération efficace	1,05

La durée a été maintenue à 3 heures.

<sup>1</sup> Cette fonction, bien que nommée "...puissance" n'en a pas l'unité de mesure. Ce terme est utilisé parce que souvent, le carré d'une quantité fluctuante intervient dans l'expression de la puissance (effet joule, ...). Il serait préférable de parler de "densité spectrale d'accélération" ou encore de "densité d'accélération".

#### 4. COMPARATIF DES 2 METHODES

Les différences essentielles entre ces 2 méthodes sont les suivantes :

- **Fréquence**

Etant donné que lors d'un transport réel, les chargements et véhicules sont soumis à de multiples fréquences de vibration ayant des origines différentes (état de la route, amortisseur, vibration de la structure du véhicule) et qu'un emballage ne réagit pas de façon identique à ces sollicitations, il est évident qu'un essai à une fréquence fixe, quelle que soit cette fréquence, est bien moins représentatif qu'un essai de vibration aléatoire.

Dans les essais à fréquences aléatoires, l'essai le plus proche des sollicitations réelles en transport est l'essai suivant l'ASTM D 4169, puisque les fréquences et leur niveau ont été choisis de manière à reproduire les fréquences réellement rencontrées.

L'essai à fréquence fixe peut être selon les cas très sévère ou peu sévère. Son degré de sévérité dépend de l'emballage. En effet, chaque emballage possède sa propre fréquence de résonance. Si celle-ci se trouve en dessous de 5 Hz, ce qui correspond à la plage de sollicitation possible en fréquence fixe, l'emballage soumis aux essais sera sollicité à 100% sur cette fréquence, l'essai sera alors très sévère. Dans le cas où la fréquence de résonance de l'emballage se trouve au delà de ces 5 Hz, l'essai à fréquence fixe devient beaucoup moins sévère puisque l'emballage n'est pas testé sur cette fréquence qui représente son point faible.

Ce problème n'existe pas avec l'essai à fréquences aléatoires puisque que la plage de fréquence est bien plus élevée, le point faible de l'emballage (fréquence de résonance) sera obligatoirement sollicité, mais il n'y aura jamais 100 % de la sollicitation sur cette fréquence.

- **Mise en œuvre de l'essai :**

Dans le cas de la fréquence fixe, le passage de la cale sous l'échantillon a parfois tendance à déstabiliser l'emballage alors qu'il est en phase de décollement.

Par contre, pour l'essai en fréquences aléatoires, il n'y a pas d'intervention pendant le déroulement de l'essai. Aucun élément extérieur ne vient perturber l'essai.

## 5. ESSAIS

### 5.1 ESSAI COMPARATIF DES 2 METHODES

Le but de cette phase préliminaire est de définir le niveau de sévérité (ou niveau d'assurance) des vibrations aléatoires qui sera retenu pour la seconde partie de l'étude.

#### 5.1.1 Essais

Le type d'emballage utilisé pour ces essais est un fût métal, d'une capacité de 220 litres, avec couvercle muni de 2 bondes (2" et 3/4") agréé pour le transport de marchandises dangereuses liquides en 1A1/ Y 1,8 / 270.

Ces emballages ont été remplis à 98% de leur capacité réelle avec de l'eau et ont été soumis à chaque type de sollicitations. Un emballage neuf a été utilisé pour chaque essai.

Les résultats synthétiques de ces essais sont les suivants :

	Echantillon	Basse fréquence fixe	Fréquences aléatoires niveau I route	Fréquences aléatoires niveau II route	Fréquences aléatoires niveau I air *
Fuite (temps)	1	Non	<b>Oui</b> (32 mn)	<b>Oui</b> (57 mn)	Non
	2	Non	<b>Oui</b> (46 mn)	Non	-
	3	Non	<b>Oui</b> (48 mn)	Non	-
Déformation permanente	1	<b>Oui</b>	<b>Oui</b>	<b>Oui</b>	<b>Oui</b>
	2	<b>Oui</b>	<b>Oui</b>	<b>Oui</b>	-
	3	<b>Oui</b>	<b>Oui</b>	<b>Oui</b>	-

\* : 3 heures d'essais pour l'aérien

Les résultats détaillés sont présentés en annexe 2.

#### 5.1.2 Commentaires des essais

Dans le cas de l'essai à basse fréquence fixe suivant ASTM D999, les fûts présentent des déformations permanentes du fond. Pour un échantillon, la déformation très importante conduit à l'instabilité du fût et à l'arrêt de l'essai. Cette défaillance serait de nature à remettre en cause la sécurité lors du transport. Par contre aucune fuite n'est apparue.

Dans le cas de l'essai avec vibrations aléatoires niveau I - route, aucun échantillon n'est parvenu à résister à la durée prévue sans fuite. Tous ont également présenté des déformations permanentes au niveau du fond.

Dans le cas de l'essai avec vibrations aléatoires niveau II – route, les constatations sont du même type que celles du niveau I - route, la durée de vie du fût étant plus importante.

L'essai de vibrations aléatoires niveau II – Air s'est montré a priori beaucoup moins pénalisant que celui du transport par route.

Par ailleurs, il est important de noter que les emballages n'ont pas été testés avec un liquide ayant une densité égale à celle de l'agrément mais avec de l'eau et n'étaient pas chargés d'un produit agressif. Ces 2 paramètres pourraient avoir également une influence non négligeable sur le résultat d'essais.

### 5.1.3 Conclusion

En ce qui concerne le niveau de sollicitation lors de l'essai de vibrations aléatoires, le niveau I – route s'est avéré très sévère pour les emballages. Toutefois, il est important de remarquer que ce niveau de sollicitations a une probabilité d'apparition plus faible que le niveau II, mais cependant non nulle.

Par conséquent, le niveau II – route, moins sévère, a été considéré comme un niveau pertinent pour mener la suite des essais. Pour cet essai, la durée prévue par la norme de 180 minutes a été ramenée à 1 heure, et malgré cet allègement, un emballage sur 3 a présenté une fuite et tous ont présenté des déformations permanentes du fond.

En ce qui concerne l'essai de vibrations aléatoires représentatif du transport aérien, celui ne sera pas retenu puisque les résultats d'essais s'avère peu significatif au regard des essais de simulation de transport routier.

A la vue de ces résultats, le programme d'essais retenu pour la seconde partie de l'étude est :

- Essais de vibration en fréquence fixe avec décollement
- Essais de vibrations aléatoires, niveau d'assurance II
- Temps d'essais de 1 heure dans les 2 cas
- Contenu des emballages : eau pour les emballages agréés pour liquide et sable pour les emballages agréés pour solides.



## 5.2 ESSAIS SUR EMBALLAGES AGRÉES UN

### 5.2.1 Essais

Des emballages agréés UN ont été achetés dans le commerce de manière aléatoire. Ces emballages ont été soumis à l'essai de vibration fixe selon ASTM D999 et à l'essai de vibration à fréquences aléatoires selon ASTM D4169, niveau II route, ce qui correspond au niveau de sollicitation intermédiaire.

Les emballages agréés pour liquide ont été remplis à 98% d'eau alors que le fût carton agréé pour solide a été rempli avec du sable à sa masse brute maximale.

Les résultats synthétiques sont les suivants.

Jerricanes et fûts plastique					
Capacité en litres	Réf LNE	Agrément	Echantillon	Fréquence fixe	Fréquences aléatoires niveau II - Route
20	502	Y 1,9 / 150	1,2 et 3	Rien à signaler	
20	510	Y 1 / 200	1,2 et 3	Rien à signaler	
30	503	Y 1,2 / 150	1,2 et 3	Rien à signaler	
60	507	X 1,9 / 250	1,2 et 3	Rien à signaler	
220	504	Y 1,9 / 250	1,2 et 3	Rien à signaler	

Jerricanes métalliques							
Capacité en litres	Réf LNE	Agrément	Echantillon	Fréquence fixe		Fréquences aléatoires niveau II - Route	
				Fuite	Déformation	Fuite	Déformation
20	515	Y 1,2 / 100	1,2 et 3	Rien à signaler			

Fûts métalliques							
Capacité en litres	Réf LNE	Agrément	Echantillon	Fréquence fixe		Fréquences aléatoires niveau II - Route	
				Fuite	Déformation	Fuite	Déformation
30	513	X 1,2 / 300	1, 2 et 3	Rien à signaler			
60	505	X 1,2 / 250	1	Non	Non	Non	Non
			2	Non	Non	Non	Non
			3	Non	<b>Oui</b>	Non	<b>Oui</b>
60	512	Y 1,2 / 100	1	Non	Non	<b>Oui</b> (20 mn)	Oui
			2	Non	Non	<b>Oui</b> (20 mn)	Oui
			3	Non	Non	<b>Oui</b> (25 mn)	Oui
220 <sup>2</sup>	500	Y 1,8 / 270	1	Non	<b>Oui</b>	Non	<b>Oui</b>
			2	Non	<b>Oui</b>	Non	<b>Oui</b>
			3	Non	<b>Oui</b>	<b>Oui</b> (57 mn)	<b>Oui</b>
220	508	Y 1.6 / 200	1	Non	Non	<b>Oui</b> (14 mn)	<b>Oui</b>
			2	Non	Non	<b>Oui</b> (18 mn)	<b>Oui</b>
			3	Non	Non	Non	<b>Oui</b>
220	514	X 1.2 / 250	1,2 et 3	Rien à signaler			

<sup>2</sup> Résultats objets des essais préliminaires repris dans ce rapport

GRV composite 31HA1							
Capacité en litres	réf LNE	Agrément	Echantillon	Fréquence fixe		Fréquences aléatoires niveau II - Route	
				Fuite outre	Déformation	Fuite outre	Déformation
1000	509	Y 1.6 / 110	1	Oui (3 mn)	Oui	Non	Oui
			2	Oui (3 mn)	Oui	Non	Oui
			3	Oui (5 mn)	Oui	Non	Oui
1000	511	Y / 100	1	Oui (6 mn)	Oui	Oui (29 mn)	Oui
			2	Oui (8 mn)	Oui	Oui (35 mn)	Oui
			3	Oui (3 mn)	Oui	Non	Oui

Fûts carton							
Capacité en litres	réf LNE	Agrément	Echantillon	Fréquence fixe		Fréquences aléatoires niveau II - Route	
				Fuite	Déformation	Fuite	Déformation
220	(501)	Y 207	1	Non	Oui (légère)	Non	Oui (légère)
			2	Non	Oui (légère)	Non	Oui (légère)
			3	Non	Oui (légère)	Non	Oui (légère)

Les résultats détaillés des essais sont présentés en annexe 3.

### 5.2.2 Commentaires des essais

#### Fûts et jerricanes plastique :

Aucune défaillance n'est apparue après 1 heure d'épreuve selon les 2 méthodes. Au niveau de la mise en œuvre des essais, les fûts 220 litres à fond plat montre une instabilité. Le passage de la cale augmentant ce phénomène, il est difficile de réaliser l'essai à la fréquence exacte provoquant le bon décollement.

Les fûts et jerricanes en plastiques présentent une bonne résistance aux deux types d'essais.

### Fûts et jerricanes acier :

Le fût acier de petite capacité (30 litres) et le jerricane acier (20 litres) ont bien résisté aux 2 essais.

Les 2 modèles de fûts de 60 litres présentent des résultats différents. Le premier modèle n'a présenté aucune fuite malgré les déformations du fond, aussi bien en fréquence fixe qu'en fréquences aléatoires. En ce qui concerne le second modèle, bien qu'ayant bien résisté à l'essai à fréquence fixe, les 3 échantillons ont fui en fréquence aléatoires après 20 ou 25 minutes.

En ce qui concerne les essais à fréquence fixe sur les fûts acier de 220 litres, les résultats sont différents en fonction des modèles. Le premier modèle s'est déformé de manière significative dans le fond, jusqu'à devenir très instable (1 cas sur 3), alors que les 2 autres ont très bien résisté à l'essai.

Pour les essais de vibrations aléatoires, le résultat des essais s'est inversé. Le modèle de fûts qui avait bien résisté en fréquence fixe s'est révélé moins résistant en fréquences aléatoires. En effet, 2 échantillons ont fui après 14 et 18 minutes alors qu'un seul échantillon de l'autre modèle n'a fui qu'après 57 minutes.

Le modèle de fût ayant la meilleure tenue en fréquence fixe a été celui présentant la plus faible tenue en vibrations aléatoires.

Nous pouvons remarquer d'une part que les défaillances constatées pour les fûts de 220 litres ne sont pas inhérentes à cette capacité d'emballage puisqu'un modèle a subi tous les essais avec succès et que d'autre part l'essai à fréquence fixe ne peut pas mettre en évidence certaines faiblesses d'emballages.

### GRV composites

Les 2 modèles de GRV n'ont résisté que quelques minutes à l'essai de vibration à fréquence fixe, l'outre se déchirant rapidement (pas de contact entre l'outre et l'armature aux endroits des ruptures). Il s'avère particulièrement difficile de fermer les bouchons pour ne pas avoir de fuite. Lors de ces essais, les GRV sont à leur fréquence de résonance, ce qui s'avère particulièrement sévère puisque ceux-ci ne résistent que quelques minutes. Cet essai n'est donc pas adapté aux GRV et montre les limites de la méthode.

L'essai à fréquence aléatoire a mis en évidence une résistance médiocre des 2 modèles avec des modes de défaillance différents :

- l'un des modèles présente de très fortes déformations permanentes et des ruptures de l'armature métallique après une heure d'essai ; sur un échantillon par exemple : 6 (3 de chaque côté) montants verticaux

rompus par fatigue plus 9 (4 & 5) en haut et 7 (3 & 4) en bas dont les points de soudure étaient cassés, ainsi que des problèmes de bouchage important mais aucune fuite de l'outre et aucune dégradation de la palette (bois) associée.

- L'autre modèle présente une armature métallique (mieux conçue) qui résiste beaucoup mieux (légère déformation permanente des tubes renforts horizontaux sans commune mesure avec celles du cas précédent) mais pour 2 des 3 échantillons des fuites sont apparues après 28 et 35 minutes d'essais suite à des déchirures de l'outre localisées au même endroit (sur le dessus, en coin suivant une diagonale). De plus les anneaux supérieurs de maintien de l'outre par rapport à l'armature sont détruits après quelques minutes d'essais et la palette (métallique) associée présente des déformations qui génèrent et/ou compliquent la manutention (3 cas sur 3).

#### Fûts en carton

Le fût en carton, agréé pour solide et remplis de sable pour les essais, bien qu'un peu déformé en partie basse après l'essai, a supporté de manière satisfaisante les 2 essais.

## **6. CONCLUSION**

Ces essais permettent de montrer que tous les emballages agréés ne satisfont pas ces essais de vibrations, même dans le cas des essais à fréquences aléatoires d'un niveau modéré (niveau II) représentatives d'un transport réel.

La méthode avec fréquence aléatoire, plus proche de la réalité, fait preuve d'une meilleure sélectivité et semble plus pertinente pour évaluer la résistance des emballages aux vibrations.

L'analyse théorique comparative des 2 méthodes du paragraphe 4 est confirmée.

En effet, l'essai à fréquence fixe s'est révélé très sévère pour les emballages ayant une fréquence de résonance en dessous de 5 Hz comme les GRV et le passage de la cale de 1,6 mm d'épaisseur sous l'emballage en cours d'essai a tendance à le déstabiliser. Ceci pourrait peut être dans certain cas être préjudiciable à la tenue de l'emballage.

Par contre, cet essai a l'avantage d'être plus facile à mettre en œuvre, les moyens d'essais étant moins coûteux.

En ce qui concerne l'essai de vibrations aléatoires, les sollicitations sont très proches de celles qui peuvent être rencontrer en pratique, il est donc à ce titre plus représentatif. De plus, l'emballage est testé sur une plage de fréquence adaptée au mode de transport (1 à 200 Hz pour le routier), toutes les fréquences de résonance de l'emballage comprises dans la gamme sont donc sollicitées. Les emballages ayant des fréquences de résonances plus élevées ne sont donc pas privilégiés par cet essai. Ceci a été confirmé par les essais sur les fûts métalliques de 60 et 200 litres

qui se sont, de manière générale, mieux comportés en essais à fréquence fixe qu'en fréquences aléatoires.

Par ailleurs, en vibrations aléatoires le mouvement du plateau est asservi en accélération et de ce fait il conduit à des essais de sévérité parfaitement reproductible, quelque soit l'échantillon; alors que pour les essais à basse fréquence fixe de décollement de l'échantillon et à amplitude de déplacement spécifiée à 25,4 mm, l'accélération du plateau est proportionnelle au carré de la fréquence (de décollement) qui varie d'un échantillon à l'autre.

Enfin, l'essai aléatoire présente l'avantage de pouvoir être modulé. Cette modulation pourrait permettre de compenser le fait que les emballages soient testés avec de l'eau et destinés à transporter des matières d'une densité plus élevée. Nous pourrions imaginer, par exemple, lorsque l'essai est réalisé avec de l'eau, une sollicitation de niveau II pour les faibles densités proches de l'eau et le niveau I pour les densités supérieures. Cette modulation pourrait aussi être appliquée en fonction du groupe d'emballage. Ces modulations ne sont pas réalisables avec l'essai à fréquence fixe.

Des essais de vibrations permettraient d'améliorer le niveau de sécurité des emballages et surtout des GRV composites qui se sont révélés les plus fragiles.

Il semblerait judicieux d'adopter la méthode d'essai à fréquences aléatoires pour qualifier les emballages pour les raisons suivantes :

- très représentative des conditions réelles de transport,
- elle ne pénalise pas les emballages ayant une fréquence de résonance en dessous de 5 Hz
- elle permet de tester un modèle suivant toutes les gammes de fréquences, le sollicitant sur ses fréquences de résonances, c'est à dire ses points faibles, mais pas uniquement
- pas d'intervention pendant le déroulement de l'essai sur le comportement de l'emballage (passage de la cale)
- elle permettrait de relever le niveau de sécurité de certains types d'emballages qui ont présenté de réelles faiblesses
- les sollicitations pourraient être modulées en fonction de la densité et le groupe d'emballage du produit.

En ce qui concerne les critères d'acceptations, il est évident que le critère d'absence de fuite doit être retenu, et si le niveau II était retenu, il serait également nécessaire de limiter les déformations acceptées étant donnée le niveau raisonnable de ces sollicitations.

**Trappes, le 20 Novembre 2003**

**Le Chef de la Division  
Emballage de Transport et  
de Collecte**

**Responsable de l'Activité  
Emballages de Produits  
Dangereux**

**Bernard Picque**

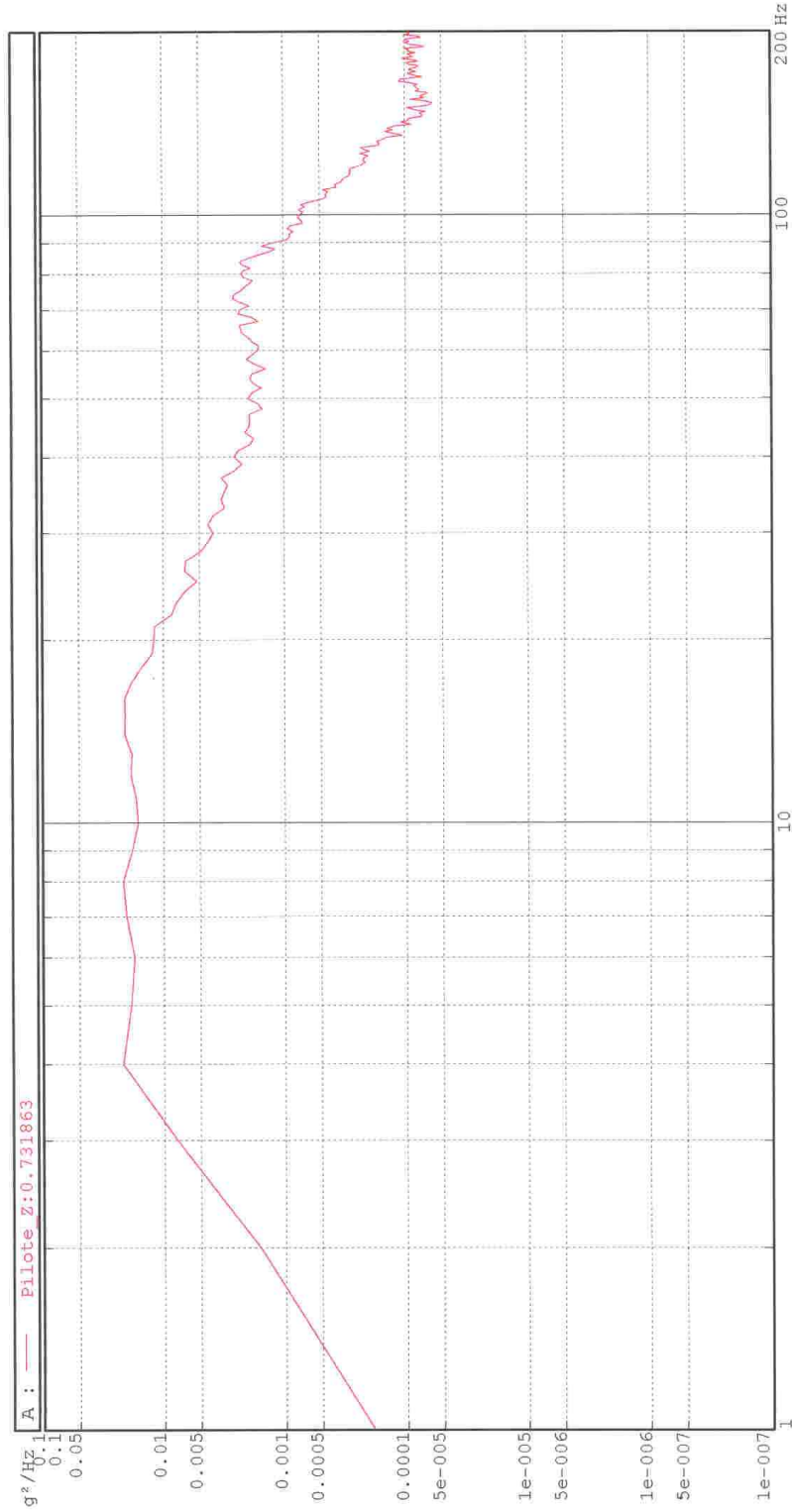
**Alain GERARD**

### ANNEXE 1

#### Essais de vibrations aléatoires niveau II - Route Densité spectrale de puissance Valeur mesurée

Essais de vibrations aléatoires selon le gabarit : LEVEL I TRUCK D4169 I

Exemple d'un spectre d'excitation relevé au point de pilotage



## ANNEXE 2

### Comparatif des 2 méthodes

### Emballage



Fond de l'emballage avant essai





**ANNEXE 2**

**Comparatif des 2 méthodes**

**Vibrations fréquence fixe**

Fonds des emballages déformés après essai - **Pas de fuite**



Le fond du fût n°3 est très déformé – Le fût est devenu très instable

**ANNEXE 2**

**Comparatif des 2 méthodes**

**Vibrations fréquences aléatoires**

**Niveau I - Route**

Fond de l'emballage déformé et fuites dans tous les cas

1<sup>er</sup> échantillon : **fuite** après 32 minutes



2<sup>ème</sup> échantillon : **fuite** après 46 minutes



3<sup>ème</sup> échantillon : **fuite** après 48 minutes



## ANNEXE 2

### Comparatif des 2 méthodes

### Vibrations fréquences aléatoires

### Niveau II - Route

Fond des emballages après essais : déformation permanente

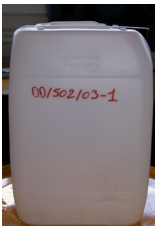







**Fuite** au niveau du fond sur 1 emballage après 57 minutes d'essais



## ANNEXE 3






## Essais sur emballages agréés UN

Jerricanes et fûts plastique				
Modèle	Référence LNE	Agrément	Fréquence fixe	Fréquences aléatoires niveau II - Route
20 litres 	502	Y 1,9 / 150	Rien à signaler	Rien à signaler
20 litres 	510	Y 1 / 200	Rien à signaler	Rien à signaler
30 litres 	503	Y 1,2 / 150	Rien à signaler	Rien à signaler

60 litres 	507	X 1,9 / 250	Rien à signaler	Rien à signaler
Jerricanes et fûts plastique				
Modèle	Référence LNE	Agrément	Fréquence fixe	Fréquences aléatoires niveau II - Route
220 litres 	504	Y 1,9 / 250	Temps essais : 1 heure  La périphérie du fond décolle alors que le centre reste en contact avec la table. L'augmentation de la fréquence conduit à une très grande instabilité. Le passage de la cale déstabilise l'emballage.  Rien à signaler sur la résistance de l'emballage	Rien à signaler
220 litres 	506	Y 1,9 / 200		




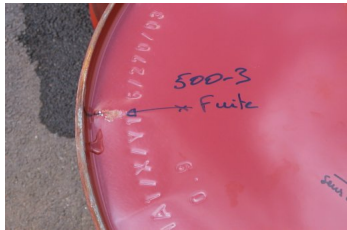

**ANNEXE 3**

**Essais sur emballages agréés UN**

Fûts et jerricanes métalliques				
Modèle	Référence LNE	Agrément	Fréquence fixe	Fréquences aléatoires niveau II - Route
<p>20 litres</p> 	515	Y 1,2 / 100	Rien à signaler	Rien à signaler
<p>30 litres</p> 	513	X 1,2 / 100	Rien à signaler	Rien à signaler
<p>60 litres</p> 	505	X 1,2 / 250	<p>Rien à signaler sur 2 échantillons</p> <p>Déformation permanente du fond du troisième échantillon</p> 	<p>Rien à signaler sur 2 échantillons</p> <p>Déformation permanente du fond du troisième échantillon</p> 

## ANNEXE 3


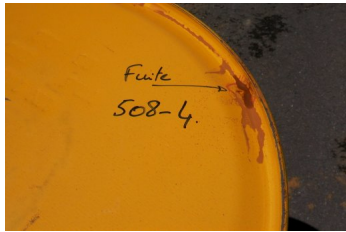

## Essais sur emballages agréés UN

Fûts et jerricanes métalliques				
Modèle	Référence LNE	Agrément	Fréquence fixe	Fréquences aléatoires niveau II - Route
60 litres 	512	Y 1,2 / 100	Rien à signaler	Fuite au niveau du fond pour les 3 échantillons
220 litres <sup>3</sup> 	500	Y 1,8 / 270	Aucune fuite Déformation permanente au niveau du fond.  Un essai a été arrêté après 14 minutes, le fût étant très instable  	<b>Fuite</b> après 57 minutes d'un échantillon au niveau du fond.    Tous ont présentés des déformations permanentes au niveau du fond  

<sup>3</sup> Résultats objets des essais préliminaires repris dans ce rapport

## ANNEXE 3




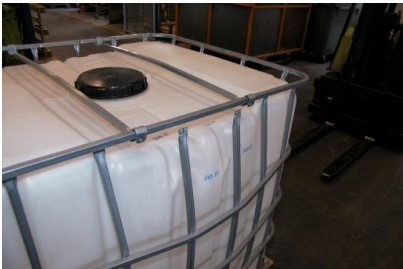

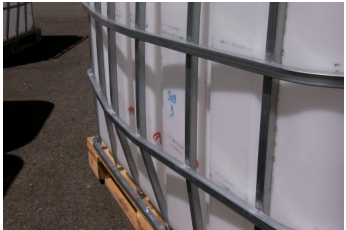
## Essais sur emballages agréés UN

Fûts et jerricanes métalliques				
Modèle	Référence LNE	Agrément	Fréquence fixe	Fréquences aléatoires niveau II – Route
220 litres 	508	Y 1.6 / 200	Rien à signaler	<b>Fuite</b> après 14 et 18 minutes au niveau du fond de 2 échantillons.  Echantillon n° 3 : pas de fuite après 1 heure mais déformation permanente du fond
220 litres 	514	X 1,2 / 250	Rien à signaler	Rien à signaler









**ANNEXE 3**

**Essais sur emballages agréés UN**

GRV composite 31HA1				
Modèle	Référence LNE	Agrément	Fréquence fixe	Fréquences aléatoires niveau II - Route
<p>1000 litres</p> 	509	Y 1.6 / 110	<p>Essais : <b>3 à 5 minutes</b></p> <p><b>Fuite</b> importante au niveau du <b>bouchon</b> sur un échantillon</p> <p><b>Fuite de l'outre</b> sur plusieurs cm en partie supérieure.</p>  <p>Déformation permanente du treillis métallique et rupture de soudures</p>  	<p>Essais : <b>1 heure</b> malgré une <b>fuite</b> au niveau du <b>bouchon</b> avant 10 minutes (serrage avec outil ou à la main)</p> <p>Pas de fuite de l'outre</p> <p>Montants verticaux cassés par fatigue, soudures également cassées par fatigue.</p>  <p>Très importante déformation permanente</p> 


**ANNEXE 3**

**Essais sur emballages agréés UN**

GRV composite 31HA1				
Modèle	Référence LNE	Agrément	Fréquence fixe	Fréquences aléatoires niveau II - Route
<p>1000 litres</p> 	511	Y / 100	<p>Essais : <b>3 à 8 minutes</b></p> <p><b>Fuite</b> de l'outre sur plusieurs cm en partie supérieure</p>   <p>Déformation permanente du treillis métallique.</p> 	<p>Essais : <b>1 heure</b> malgré une petite fuite au niveau du bouchon avant 10 minutes sur un échantillon.</p> <p><b>Fuite</b> de l'outre à <b>27 minutes</b> pour un échantillon, <b>35 minutes</b> pour un autre. Pas de fuite pour le 3<sup>ème</sup></p>   <p>Faible déformation permanente du treillis métallique</p> <p>Déformation importante du dessus de la palette métallique sur un échantillon, la reprise au transpalette est impossible</p> <p>Perte de vis de fixation au niveau de la palette</p>

**ANNEXE 3**

**Essais sur emballages agréés UN**

Fûts carton				
Modèle	Référence LNE	Agrément	Fréquence fixe	Fréquences aléatoires niveau II - Route
220 litres 	501	Y 207	Légère déformation permanente du cerclage du fond  Pas de fuite	Légère déformation permanente du cerclage du fond  Pas de fuite