

**Conseil économique et social**

Distr. générale
28 juillet 2016
Français
Original : anglais

Commission économique pour l'Europe

Comité des transports intérieurs

**Forum mondial de l'harmonisation
des Règlements concernant les véhicules****Groupe de travail des dispositions générales de sécurité****111^e session**

Genève, 11-14 octobre 2016

Point 9 de l'ordre du jour provisoire

Règlement n° 110 (Véhicules alimentés au GNC/GNL)**Proposition d'amendements au Règlement n° 110
(Véhicules alimentés au GNC/GNL)****Communication de l'expert de l'Organisation internationale
de normalisation***

Le texte reproduit ci-après a été établi par l'expert de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) en vue d'harmoniser les prescriptions applicables aux bouteilles pour GNC du Règlement n° 110 avec celles de la norme ISO 11439:2013. Il s'inspire principalement du document ECE/TRANS/WP.29/GRSG/2016/6 qui intègre les observations formulées lors de la 110^e session du Groupe de travail des dispositions générales de sécurité (GRSG) (voir rapport ECE/TRANS/WP.29/GRSG/89, par. 33 et 34). Les modifications qu'il est proposé d'apporter au texte actuel du Règlement n° 110 apparaissent en caractères gras.

* Conformément au programme de travail du Comité des transports intérieurs pour la période 2016-2017 (ECE/TRANS/254, par. 159, et ECE/TRANS/2016/28/Add.1, activité 3.1), le Forum mondial élabore, harmonise et actualise les Règlements, afin d'améliorer les caractéristiques fonctionnelles des véhicules. Le présent document est soumis en vertu de ce mandat.

GE.16-13106 (F) 291116 011216



* 1 6 1 3 1 0 6 *

Merci de recycler



I. Proposition

Paragraphe 2. (Références), modifier comme suit (en gardant la note de bas de page² inchangée, en supprimant la note de bas de page³ et en renumérotant toutes les notes suivantes) :

« 2. Références

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, parce que le type y renvoie, constituent des dispositions valables pour le présent Règlement.

Normes ASTM²

ASTM D522-93a	Mandrel Bend Test of Attached Organic Coatings
ASTM D1308-87	Effect of Household Chemicals on Clear and Pigmented Organic Finishes
ASTM D2794-93	Test Method for Resistance of Organic Coatings to the Effects of Rapid Deformation (Impact)
ASTM D3170-87	Chipping Resistance of Coatings
ASTM D3359	Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test
ASTM D4814	Standard Specification for Automotive Spark-Ignition Engine Fuel
ASTM D3418	Test Method for Transition Temperatures Polymers by Thermal Analysis
ASTM G154-12a	Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials

Normes EN³

EN1251-2 2000	Réipients cryogéniques – Réipients transportables, isolés sous vide, d'un volume n'excédant pas 1 000 litres
---------------	--

Normes ISO⁴

ISO 37	Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique – Détermination des caractéristiques de contrainte-déformation en traction.
ISO 148-1	Matériaux métalliques – Essai de flexion par choc sur éprouvette Charpy – Partie 1 : Méthode d'essai
ISO 306-1987	Plastiques – Matières thermoplastiques – Détermination de la température de ramollissement Vicat (VST)
ISO 527-2	Plastiques – Détermination des propriétés en traction – Partie 2 : Conditions d'essai des plastiques pour moulage et extrusion

ISO 9227	Essais de corrosion en atmosphères artificielles – Essais aux brouillards salins
ISO 1307	Tuyaux en caoutchouc et en plastique – Dimensions des tuyaux, diamètres intérieurs minimaux et maximaux, et tolérances sur la longueur de coupe
ISO 1402	Tuyaux et flexibles en caoutchouc et en plastique – Essais hydrostatiques
ISO 14130	Composites plastiques renforcés de fibres – Détermination de la résistance au cisaillement interlaminaire apparent par essai de flexion sur appuis rapprochés
ISO 1431	Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique – Résistance au craquelage par l’ozone
ISO 1436	Tuyaux et flexibles en caoutchouc – Types hydrauliques avec armature de fils métalliques tressés pour fluides à base d’huile ou à base d’eau – Spécifications
ISO 1817	Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique – Détermination de l’action des liquides
ISO 2808	Peintures et vernis – Détermination de l’épaisseur du feuil
ISO 4080	Tuyaux et flexibles en caoutchouc et en plastique – Détermination de la perméabilité au gaz
ISO 4672	Tuyaux en caoutchouc et en plastique – Essais de souplesse à température inférieure à l’ambiante
ISO 6892	Matériaux métalliques – Essais de traction
ISO 6506	Matériaux métalliques – Essai de dureté – Essai Brinell
ISO 7225	Bouteilles à gaz – Étiquettes de risque
ISO 7866	Bouteilles à gaz – Bouteilles à gaz transportables sans soudure en alliage d’aluminium rechargeables, pour usage international destinées à être rechargées – Conception, construction et essais
ISO 9001	Systèmes qualité – Modèle pour l’assurance la qualité en conception, développement, production, installation et prestations associées
ISO 9002	Systèmes qualité – Modèle pour l’assurance qualité en production et installation
ISO 9809-1	Bouteilles à gaz – Bouteilles à gaz rechargeables en acier sans soudure – Conception, construction et essais – Partie 1 : Bouteilles en acier trempé et revenu ayant une résistance à la traction inférieure à 1 100 MPa

ISO 9809-2	Bouteilles à gaz – Bouteilles à gaz rechargeables en acier sans soudure – Conception, construction et essais – Partie 2 : Bouteilles en acier trempé et revenu ayant une résistance à la traction supérieure ou égale à 1 100 MPa
ISO 9809-3	Bouteilles à gaz – Bouteilles à gaz rechargeables en acier sans soudure – Conception, construction et essais – Partie 3 : Bouteilles en acier normalisé
ISO12991	Gaz naturel liquéfié (GNL) – Réservoirs pour le stockage à bord comme carburant pour véhicules automobiles
ISO14469-1	Véhicules routiers – Connecteur de remplissage en gaz naturel comprimé (GNC) – Partie I : Connecteur 20 MPa (200 bar)
ISO14469-2	Véhicules routiers – Connecteur de remplissage en gaz naturel comprimé (GNC) – Partie 2 : Connecteur 20 MPa (200 bar)
ISO 15403-1	Gaz naturel – Gaz naturel pour usage comme carburant comprimé pour véhicules – Partie 1 : Désignation de la qualité
ISO/TR 15403-2	Gaz naturel – Gaz naturel pour usage comme carburant comprimé pour véhicules – Partie 2 : Spécification de la qualité
ISO15500	Véhicules routiers – Composants des systèmes de combustible gaz naturel comprimé (GNC)
ISO 15500-13	Véhicules routiers – Composants des systèmes de combustible gaz naturel comprimé (GNC) – Partie 13 : Dispositifs de limitation de pression
ISO 21028-1	Réceptacles cryogéniques – Exigences de ténacité pour les matériaux à température cryogénique – Partie I : Températures inférieures à -80 °C
ISO 21029-1	Réceptacles cryogéniques – Réceptacles transportables, isolés sous vide, d'un volume n'excédant pas 1 000 litres – Partie I : Conception, fabrication, inspection et essais
Guide ISO/IEC 25	Prescriptions générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnage et d'essais
Guide ISO/IEC 48	Règles générales pour un système type de certification des produits par une tierce personne
Norme NACE ⁵	
NACE TM0177-90	Laboratory Testing of Metals for Resistance to Sulphide Stress Cracking in H ₂ S Environments
Règlements CEE ⁶	

Règlement n° 10	Prescriptions uniformes relatives à l'homologation des véhicules en ce qui concerne la compatibilité électromagnétique
USA Federal Regulations ⁷	
49 CFR 393.67	Liquid fuel tanks
Normes SAE ⁸	
SAE J2343-2008	Recommended Practice for LNG Medium and Heavy-Duty Powered Vehicles

³ Norme européenne.

⁴ Organisation internationale de normalisation.

⁵ National Association of Corrosion Engineers.

⁶ Règlements de la Commission économique pour l'Europe de l'ONU.

⁷ Règlements fédéraux des États-Unis d'Amérique.

⁸ Society of Automotive Engineers. ».

Paragraphe 4.4, modifier comme suit :

« 4.4 Par «pression maximale de fonctionnement», la pression maximale pour laquelle un organe est conçu et sur la base de laquelle sa résistance est déterminée. Dans le cas d'un réservoir de GNL, c'est la pression correspondant à la valeur nominale retenue pour la soupape de décompression primaire. ».

Paragraphe 4.62, supprimer.

Les paragraphes 4.63 à 4.75 deviennent les paragraphes 4.62 à 4.74.

Annexe 3A

Paragraphe 1, modifier comme suit :

« 1. Domaine d'application

Les bouteilles visées dans la présente annexe relèvent de la classe 0, telle qu'elle est définie au paragraphe 3 du présent Règlement, et sont désignées de la façon suivante :

GNC-1	Métallique
GNC-2	Enveloppe métallique renforcée par un filament continu imprégné de résine (bobiné sur la partie cylindrique) ;
GNC-3	Enveloppe métallique renforcée par un filament continu imprégné de résine (entièrement bobiné) ;
GNC-4	Filament continu imprégné de résine avec enveloppe non métallique (entièrement composite).

Les conditions d'utilisation auxquelles les bouteilles sont soumises sont détaillées au paragraphe 4 de la présente annexe. **Bien que la valeur 20 MPa y soit utilisée comme pression maximale de fonctionnement de référence, d'autres valeurs de pression maximale de fonctionnement peuvent être utilisées.**

La durée de service des bouteilles ...

... ».

Paragraphe 4.2 et 4.3, modifier comme suit :

« 4.2 Pressions maximales

La présente annexe est fondée sur une pression maximale de fonctionnement de 20 MPa à 15 °C pour du gaz naturel utilisé comme carburant, avec une pression maximale de remplissage de 26 MPa. D'autres pressions maximales de fonctionnement peuvent être utilisées, en multipliant la pression par le facteur (coefficient) approprié. Par exemple, dans le cas d'un système ayant une pression maximale de fonctionnement de 24 MPa, les pressions devront être multipliées par 1,20. Sauf lorsque les pressions ont été ajustées de cette manière, la pression de la bouteille doit être limitée à :

- a) Une pression stabilisée de 20 MPa à une température stabilisée de 15 °C ;
- b) 26 MPa, immédiatement après remplissage, quelle que soit la température ;

4.3 Nombre maximal de cycles de remplissage

Les bouteilles sont conçues de façon à être remplies jusqu'à 1 000 fois par an, pendant toute la durée de service. ».

Paragraphe 4.5, modifier comme suit :

« 4.5 Composition du gaz

4.5.1 Généralités

Les bouteilles doivent être conçues de façon à pouvoir être remplies avec du gaz naturel conforme aux spécifications des normes ISO 15403-1 et ISO/TR 15403-2, ainsi qu'avec du gaz sec ou du gaz humide tels qu'ils sont décrits aux paragraphes 4.5.2 et 4.5.3, respectivement. Du méthanol et/ou du glycol ne doivent pas être délibérément ajoutés au gaz naturel.

4.5.2 Gaz sec

La vapeur d'eau doit normalement être limitée à moins de 32 mg/m³, avec un point de rosée de -9 °C à 20 MPa. Il ne doit pas y avoir de limites en ce qui concerne les composants pour les gaz secs, sauf pour :

Le sulfure d'hydrogène et les autres sulfures solubles : 23 mg/m³

L'oxygène : 1 % en volume ;

L'hydrogène doit être limité à 2 % en volume si la résistance à la traction de l'acier utilisé pour la fabrication des bouteilles dépasse 950 MPa ;

4.5.3 Gaz humide

Tout gaz dont la teneur en eau est supérieure à celle qui fixée **au paragraphe 4.5.2** est normalement soumis aux limites concernant les composants suivants :

Le sulfure d'hydrogène et les autres sulfures solubles : 23 mg/m³

L'oxygène : 1 % en volume ;

Le dioxyde de carbone : 3 % en volume ;

L'hydrogène : 0,1 % en volume ;

Dans le cas d'un gaz humide, un minimum de 1 mg d'huile de compresseur par kg de gaz est nécessaire pour assurer la protection des bouteilles et liners métalliques. ».

Paragraphe 5, modifier comme suit :

« 5. **Procédure d'homologation de type** ».

Paragraphe 6.1, modifier comme suit :

« 6.1 Généralités

Les prescriptions suivantes s'appliquent de façon générale aux types de bouteilles définis aux paragraphes 7 à 10 de la présente annexe. La conception des bouteilles doit comprendre tous les aspects pertinents permettant de s'assurer que chaque bouteille fabriquée selon cette conception peut être utilisée aux fins de l'objectif visé, pour la durée de service prévue. ».

Paragraphe 6.3.2.1, modifier comme suit :

« 6.3.2.1 Composition

Les aciers doivent être calmés à l'aluminium et/ou au silicium et produits de façon à obtenir principalement une structure à grain fin. La composition chimique de tous les aciers doit être déclarée et définie au minimum par :

- a) La teneur en carbone, manganèse, aluminium et silicium, dans tous les cas ;
- b) La teneur en nickel, chrome, molybdène, bore et vanadium, et tout autre élément d'alliage ajouté de manière intentionnelle. Les limites suivantes ne doivent pas être dépassées dans l'analyse de la coulée :

Résistance à la traction	Limite
Soufre	0,010 %
Phosphore	0,020 %
Soufre et phosphore	0,025 %

».

Paragraphe 6.3.3.4, modifier comme suit :

« 6.3.3.4 Propriétés en traction

Les propriétés mécaniques de l'alliage d'aluminium présent dans les bouteilles finies doivent être déterminées conformément au paragraphe 1 de l'appendice A à la présente annexe. L'allongement de l'aluminium doit être au minimum de 12 % **pour le matériau dont sont faites les bouteilles de type GNC-1 et celui dont sont faits les liners de type GNC-2. L'allongement de l'aluminium pour le matériau dont sont faites les bouteilles de type GNC-3 doit être conforme aux spécifications du fabricant.** ».

Paragraphes 6.3.6 et 6.4, modifier comme suit :

« 6.3.6 Liners en plastique

La limite apparente d'élasticité et l'allongement à la rupture doivent être déterminés conformément au paragraphe 22 de l'appendice A à la présente annexe. Des essais doivent être réalisés pour démontrer les propriétés ductiles

du liner en plastique à des températures inférieures ou égales à -50 °C, sur la base des valeurs spécifiées par le fabricant. Le polymère doit être compatible avec les conditions d'utilisation définies au paragraphe 4 de la présente annexe. Conformément à la méthode décrite au paragraphe 23 de l'appendice A à la présente annexe, la température de ramollissement doit être au minimum de 100 °C.

6.4 Pression d'essai

La pression d'essai minimale utilisée lors de la fabrication doit être **égale à une fois et demie la pression maximale de fonctionnement** ; ».

Paragraphe 6.7, modifier comme suit :

« 6.7 Analyse de fuite avant rupture

Il doit être démontré que les bouteilles de type GNC-1, GNC-2 et GNC-3 peuvent fuir avant de rompre. L'essai de fuite avant rupture doit être effectué conformément au paragraphe 6 de l'appendice A à la présente annexe. Il n'est pas nécessaire de prouver la capacité de fuite avant rupture pour les modèles de bouteilles dont la résistance à la fatigue est supérieure à 45 000 cycles de pression lors des essais réalisés conformément au paragraphe 13 de l'appendice A à la présente annexe. ».

Paragraphe 6.9, modifier comme suit :

« 6.9 Protection contre le feu

Toutes les bouteilles doivent être protégées contre le feu au moyen de dispositifs de surpression. La bouteille, les matériaux qui la composent, les dispositifs de surpression et tout matériau d'isolation ou de protection ajouté doivent être conçus de manière à offrir un niveau de sécurité approprié dans les conditions de l'essai présenté au paragraphe 15 de l'appendice A à la présente annexe.

Les dispositifs de surpression doivent être **conformes à la norme ISO 15500-13**. ».

Paragraphe 6.12, modifier comme suit :

« 6.12 Protection extérieure

La partie extérieure des bouteilles doit satisfaire ...

...

Tout revêtement appliqué sur les bouteilles doit être conçu de manière à ne pas altérer les propriétés mécaniques de la bouteille. Il doit en outre être conçu de manière à faciliter les contrôles ultérieurs durant la période d'utilisation, et le fabricant doit indiquer les précautions à prendre au cours des contrôles afin de maintenir l'intégrité de la bouteille.

Paragraphe 6.15.1 a), remplacer le renvoi à la norme « BS 5045, partie 1 » par « **ISO 9809-1 Annexe B** ».

Paragraphe 6.15.2, modifier comme suit :

« 6.15.2 Taille maximale des défauts

Pour les bouteilles de type GNC-1, GNC-2 et GNC-3, il faut déterminer la taille maximale des défauts qui pourront apparaître à un quelconque endroit de la bouteille ou du liner métallique, mais qui ne se développeront pas

jusqu'à une taille critique au cours de la durée de service prévue. La taille critique est définie comme le défaut (de la bouteille ou du liner) maximal sur toute l'épaisseur de la paroi qui permettrait au gaz stocké de s'échapper sans que la bouteille n'éclate. Les tailles de défaut correspondant aux critères de rejet pour le balayage par ultrasons ou par toute autre méthode équivalente doivent être inférieures aux tailles de défaut maximales admissibles. Pour les bouteilles de type GNC-2 et GNC-3, il est présumé que le composite ne subira aucune dégradation due à des mécanismes liés au temps. La taille de défaut admissible pour le CND doit être déterminée par une méthode appropriée **telle que celle qui est décrite à l'appendice F de la présente annexe.** ».

Paragraphe 6.17, modifier comme suit :

« 6.17 Modification de conception

Une modification de conception est un changement concernant la sélection des matériaux de la structure ou les dimensions qui ne peut être attribué aux tolérances normales de fabrication. Pour les modifications de conception mineures, il doit être possible d'obtenir la validation à l'issue d'un programme d'essai réduit. Les modifications de conception présentées au tableau 6.7 ci-dessous nécessitent des essais de validation comme indiqué.

Tableau 6.1

Essai de validation des matériaux

	<i>Paragraphe correspondant dans la présente annexe</i>				
	<i>Acier</i>	<i>Aluminium</i>	<i>Résines</i>	<i>Fibres</i>	<i>Liners en plastique</i>
Propriétés en traction	6.3.2.2	6.3.3.4		6.3.5	6.3.6
Propriétés de résistance aux chocs	6.3.2.3				
Résistance à la fissuration sous contrainte au sulfure	6.3.2.6				
Résistance à la fissuration sous charge		6.3.3.3			
Fissuration par corrosion sous contrainte		6.3.3.2			
Résistance au cisaillement			6.3.4.2		
Température de transition vitreuse			6.3.4.3		
Température de ramollissement					6.3.6

...

Tableau 6.4
Essais de validation de la conception des bouteilles

Référence correspondante dans la présente annexe	Type de bouteille			
	GNC-1	GNC-2	GNC-3	GNC-4
A.12 Éclatement	X*	X	X	X
A.13 Température ambiante/cycle	X*	X	X	X
A.14 Essai d'environnement		X	X	X
A.15 Feu à l'air libre		X	X	X
A.16 Essai de pénétration	X	X	X	X
A.17 Tolérance aux défauts	X	X	X	X
A.18 Fluage à haute température		X	X	X
A.19 Rupture sous contrainte		X	X	X
A.20 Essai de chute			X	X
A.21 Perméabilité				X
A.25 Essai de couple sur l'ogive	X			X
A.27 Cyclage au gaz naturel				X
A.6 Capacité de fuite avant rupture		X	X	
A.7 Température extrême/cycle	X	X	X	X

X = requis.

* = Non requis pour les bouteilles conçues selon la norme ISO 9809 (qui prévoit déjà ces essais).

...

Tableau 6.7
Modification de conception

Modification de conception	Type d'essai												
	Perméabilité A.21	Cyclage GNC A.27	Éclatement hydro- statique A.12	Essai de fuite avant rupture A.6	Cyclage à température ambiante A.13	Feu à l'air libre A.15	Péné- tration A.16	Essai en environ- nement A.14	Tolérance aux défauts A.17	Fluage à haute tempé- rature A.18	Rupture sous contrainte A.19	Essai de chute A.20	Couple sur l'ogive A.25
Fabricant de la fibre			X		X						X	X	
Matériau du liner métallique ^g			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X ^h	
Liner en plastique	X	X	X			X				X		X	X
Fibre			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Résine				X			X	X	X	X			
Changement de diamètre ≤20 %			X		X		X ^e						

Modification de conception	Type d'essai												
	Perméabilité A.21	Cyclage GNC A.27	Éclatement hydro- statique A.12	Essai de fuite avant rupture A.6	Cyclage à température ambiante A.13	Feu à l'air libre A.15	Péné- tration A.16	Essai en environ- nement A.14	Tolérance aux défauts A.17	Fluage à haute tempé- rature A.18	Rupture sous contrainte A.19	Essai de chute A.20	Couple sur l'ogive A.25
Changement de diamètre b) >20 %			X	X	X	X	X		X			X ⁱ	
Changement de longueur ≤50 %			X			X ^a							
Changement de longueur >50 %			X		X	X ^a						X ⁱ	
Matériau de la bouteille ^g			X	X	X	X	X						
Changement de pression maximale de fonctionnement ≤20 %			X		X								
Forme de l'ogive			X	X ^f	X								
Taille de l'ouverture			X ^j	X ⁱ	X ^j								
Changement de revêtement								X ^j					
Conception de l'ogive ^k	X ^c	X ^c											X ^d
Dispositif de surpression						X							
Filetage													X

X = essai requis.

^a Essai requis seulement lorsque la longueur augmente.

^b Seulement en cas de changement d'épaisseur proportionnel au changement de diamètre et/ou de pression.

^c Seulement si l'interface ogive/liner est affectée.

^d Seulement si l'interface ogive/liner ou ogive/composite est affectée ou si le couple requis change.

^e Seulement lorsque le diamètre augmente.

^f Pour les conceptions de type GNC-1 et GNC-2, requis seulement pour des conceptions non ISO 9809-1.

^g Des essais sur les matériaux sont requis également.

^h Seulement pour les conceptions de type GNC-3.

ⁱ Seulement pour les conceptions de type GNC-3 et GNC-4.

^j Seulement pour les conceptions de type GNC-2, GNC-3 et GNC-4.

^k Seulement pour les conceptions de type GNC-4. ».

Paragraphe 7.1, modifier comme suit :

« 7.1 Généralités

Il convient de déterminer à la conception la taille maximale admissible pour un défaut situé sur n'importe quelle partie de la bouteille et qui ne se

développera pas jusqu'à la taille critique durant la nouvelle période d'essais prévue pour la bouteille utilisée à la pression maximale de fonctionnement, ou sur la durée de service, si aucun nouvel essai n'est prescrit. L'évaluation de la capacité de fuite avant rupture doit se faire conformément aux procédures appropriées présentées au paragraphe 6 de l'appendice A à la présente annexe. La taille admissible pour les défauts doit être déterminée conformément au paragraphe 6.15.2 ci-dessus. ».

Paragraphe 7.3.2 b), remplacer le renvoi à la norme « BS 5045, partie 1, annexe I » par « **ISO 9809-1, annexe B** ».

Paragraphe 7.4, modifier comme suit :

« 7.4 Essais par lots

Les essais par lots doivent être effectués sur des bouteilles finies représentatives de la production normale et portant des marques d'identification. Dans chaque lot, deux bouteilles doivent être sélectionnées au hasard. Si le nombre de bouteilles soumises à essai est supérieur au nombre requis dans la présente annexe, l'ensemble des résultats doit être justifié. **Les bouteilles homologuées conformément aux normes ISO 9809-1, ISO 9809-2, ISO 9809-3 ou ISO 7866 ne doivent pas être soumises à l'essai de cyclage en pression décrit au paragraphe 13 de l'appendice A à la présente annexe.**

a) Essai des matériaux par lots ...

...

c) Essai périodique de cyclage en pression. Les bouteilles finies doivent être soumises à un cyclage en pression conformément au paragraphe 13 de l'appendice A à la présente annexe et selon une fréquence d'essai définie comme suit :

i) Une bouteille ...

...

iv) Si plus de 6 mois se sont écoulés depuis le dernier lot de fabrication, une bouteille appartenant au lot suivant doit être soumise à l'essai de cyclage en pression afin de maintenir la fréquence d'essai réduite prévue au paragraphe ii) ou iii) ci-dessus ;

v) Si l'une des ...

... ».

Paragraphe 8.3.3.1, modifier comme suit :

« 8.3.3.1 Cuisson des résines thermodurcissables

En cas d'utilisation d'une résine thermodurcissable, elle doit être cuite après l'enroulement filamentaire. Lors de la cuisson, le cycle de cuisson (c'est-à-dire l'historique des températures en fonction du temps) doit être consigné. La température de cuisson doit être surveillée et ne doit pas altérer les propriétés des matériaux du liner. La température maximale **et la durée de cuisson des bouteilles comportant un liner en aluminium doivent être inférieures aux valeurs pouvant nuire aux propriétés du métal.** ».

Paragraphe 8.4.1 b), remplacer le renvoi à la norme « BS 5045, partie 1, annexe 1B » par « **ISO 9809-1, annexe B** ».

Paragraphe 8.6.4, modifier comme suit :

« 8.6.4 Essai **d'**environnement

Une bouteille doit être soumise à cet essai conformément au paragraphe 14 de l'appendice A à la présente annexe et doit répondre aux prescriptions correspondantes. ».

Paragraphe 8.6.8, modifier comme suit :

« 8.6.8 Essai de fluage à température élevée

Lorsque la température de transition vitreuse de la résine ne dépasse pas **102 °C**, une bouteille doit être soumise à cet essai conformément au paragraphe 18 de l'appendice A à la présente annexe et doit répondre aux prescriptions correspondantes. ».

Paragraphe 10.4, modifier comme suit :

« 10.4 Prescriptions relatives à la fabrication

Les prescriptions en matière de fabrication sont celles du paragraphe 8.3 ci-dessus. ».

Paragraphe 10.6.1 a) iii), remplacer « température de fusion » par « température de ramollissement ».

Annexe 3A – appendice A

Paragraphe A.1, remplacer le renvoi à la norme « ISO 6892 » par « **ISO 6892-1** » (à deux reprises).

Paragraphe A.2, remplacer le renvoi à la norme « ISO 148 » par « **ISO 148-1** ».

Paragraphes A.4 à A.10, modifier comme suit :

« A.4 Essais de corrosion, aluminium

Les essais de corrosion pour les alliages d'aluminium doivent être effectués conformément à l'annexe A de la norme **ISO 7866** et doivent répondre aux prescriptions correspondantes.

A.5 Essai de fissuration sous charge, aluminium

L'essai de fissuration sous charge doit être effectué conformément à l'annexe **B** de la norme **ISO 7866** et doit répondre aux prescriptions correspondantes.

A.6 Essai de fuite avant rupture

Trois bouteilles finies doivent être soumises à un cyclage en pression entre une pression inférieure ou égale à 2 MPa et une pression supérieure ou égale à **une fois et demie la pression maximale de fonctionnement**, à une cadence ne dépassant pas 10 cycles par minute. Les trois bouteilles doivent finir par présenter une fuite.

A.7 Essai de cyclage en pression à température extrême

Plusieurs bouteilles finies, dont le bobinage composite est dénué de tout revêtement de protection, doivent être soumises à l'essai comme suit sans qu'apparaissent des signes de rupture, de fuite ou de délaminage :

a) Conditionner les bouteilles pendant 48 h à la pression zéro, à 65 °C ou plus et à 95 % d'humidité relative ou plus. Pour satisfaire à cette

prescription, on peut projeter de l'eau sous forme de jet fin ou de brume dans une pièce maintenue à 65 °C ;

- b) Soumettre les bouteilles à un cyclage en pression hydrostatique 500 fois par année de service prévue, entre 2 MPa au plus et **1,3 fois la pression maximale de fonctionnement** au moins, à 65 °C ou plus et à 95 % d'humidité ;
- c) Stabiliser les bouteilles à la pression zéro et à la température ambiante ;
- d) Les soumettre ensuite à un cyclage en pression entre 2 MPa au plus et **la pression maximale de fonctionnement** au moins, 500 fois par année de service prévue, à -40 °C ou moins ;

À la suite du cyclage ...

...

A.8 Essai de dureté Brinell

L'essai de dureté Brinell doit être effectué sur la paroi parallèle, au centre et à une extrémité en forme d'ogive de chaque bouteille ou liner, conformément à la norme ISO 6506-1. Il doit être réalisé après le traitement thermique final. Les valeurs de dureté ainsi déterminées doivent être comprises dans la plage définie à la conception.

A.9 Essais du revêtement (obligatoires en cas d'application du paragraphe 6.12 c) de l'annexe 3A)

A.9.1 Essais d'évaluation des propriétés du revêtement

Les revêtements doivent être évalués en appliquant les méthodes d'essai suivantes ou des normes nationales équivalentes :

- a) Essai d'adhérence, conformément à la norme **ASTM D3359**, en appliquant la méthode A ou B selon le cas. Le revêtement doit indiquer un taux d'adhérence de 4A ou 4B, selon la méthode employée ;
- b) Essai de flexibilité, conformément à la norme ASTM D522 (Mandrel Bend Test of Attached Organic Coatings), en appliquant la méthode d'essai B avec un mandrin de 12,7 mm (0,5 pouce), à l'épaisseur prescrite et à -20 °C. Des échantillons doivent être préparés conformément à la même norme. Il ne doit y avoir aucune fissure apparente ;
- c) Essai de résistance aux chocs, conformément à la norme ASTM D2794. Le revêtement, exposé à température ambiante, doit subir un essai de choc avant de 18 J ;
- d) Essai de résistance aux produits chimiques, conformément à la norme ASTM D1308. Cet essai doit être effectué en appliquant la méthode de l'échantillon découvert et en observant une exposition de 100 h à une solution d'acide sulfurique à 30 % (acide d'accumulateurs ayant une densité spécifique de 1,219) et une exposition de 24 h à du polyalkylène glycol (liquide de frein, par exemple). Il ne doit y avoir aucune trace de soulèvement, de boursouffure ou d'amollissement du revêtement. L'adhérence doit atteindre le niveau 3 si l'essai est effectué conformément à la norme ASTM D3359 ;
- e) Essai d'exposition de 1 000 h au minimum selon la norme **ASTM G154**. Il ne doit y avoir aucune trace de boursouffure, et

l'adhérence doit atteindre le niveau 3 si l'essai est effectué conformément à la norme **ASTM D3359**. La perte de brillance maximale autorisée est de 20 % ;

- f) Essai d'exposition de 500 h au minimum selon la norme **ISO 9227**. La diminution de l'épaisseur inférieure ne doit pas dépasser 2 mm à la marque, il ne doit y avoir aucune trace de boursoufflure et l'adhérence doit atteindre le niveau 3 si l'essai est effectué conformément à la norme ASTM D3359 ;
- g) Essai de résistance à l'écaillage à température ambiante, conformément à la norme ASTM D3170. Le revêtement doit atteindre le niveau 7A ou plus et il ne doit y avoir aucune exposition du substrat.

A.9.2 Essais par lots du revêtement

a) Épaisseur du revêtement

L'épaisseur du revêtement doit satisfaire aux prescriptions de la conception lorsque l'essai est effectué conformément à la norme ISO 2808 ;

b) Adhérence du revêtement

Le pouvoir adhésif du revêtement doit être mesuré conformément à la norme **ASTM 3359** et doit atteindre le niveau 4 au minimum s'il est mesuré en appliquant la méthode A ou B selon le cas.

A.10 Essai d'étanchéité

Les bouteilles de type GNC-4 doivent subir un essai d'étanchéité selon la procédure suivante (ou toute autre procédure acceptable) :

- a) Les bouteilles doivent être minutieusement séchées, puis mises sous pression, à la pression maximale de fonctionnement, avec de l'air sec ou de l'azote, et elles doivent contenir un gaz détectable tel que l'hélium ;
- b) Toute fuite **détectée** doit entraîner la mise au rebut. **Une fuite est un rejet de gaz par une fissure, un pore, ou toute autre défaut similaire. La perméabilité à travers la paroi conformément au paragraphe A.21 n'est pas considérée comme une fuite.** ».

Paragraphes A.12 à A.14, modifier comme suit :

« A.12 Essai d'éclatement à la pression hydrostatique

- a) La mise sous pression ne doit pas se faire à plus de 1,4 MPa par seconde aux pressions dépassant de 80 % la pression d'éclatement nominale. Si la mise sous pression, aux pressions dépassant de 80 % la pression d'éclatement nominale, dépasse 350 kPa/s, il faut placer la bouteille schématiquement entre la source de pression et le dispositif de mesurage de la pression, ou bien laisser s'écouler 5 s à la pression d'éclatement minimale nominale ;
- b) La pression d'éclatement minimale requise (calculée) doit être d'au moins **la pression minimale d'éclatement spécifiée pour la conception** et ne doit en aucun cas être inférieure à la valeur nécessaire pour respecter les prescriptions relatives au rapport de contraintes. La pression d'éclatement effective doit être enregistrée.

La rupture peut se produire soit dans le cylindre, soit dans la partie conique de la bouteille.

A.13 Cyclage en pression à température ambiante

Le cyclage en pression doit être effectué conformément à la procédure suivante :

- a) Remplir la bouteille devant faire l'objet de l'essai avec un liquide non corrosif tel que de l'huile, de l'eau inhibée ou du glycol ;
- b) Soumettre la bouteille au cyclage entre une pression de 2 MPa au plus et **1,3 fois la pression maximale de fonctionnement** au moins, à une cadence ne dépassant pas 10 cycles par minute.

Le nombre de cycles jusqu'à la défaillance ainsi que l'emplacement et la description de la défaillance doivent être consignés.

A.14 Essai d'environnement

L'essai d'environnement doit satisfaire aux dispositions de l'appendice H de l'annexe 3A. ».

Paragraphe A.15.5, modifier comme suit :

« A.15.5 Prescriptions générales relatives aux essais

Les bouteilles doivent être mises sous pression avec du gaz naturel et mises à l'essai en position horizontale :

- a) À la pression maximale de fonctionnement ;
- b) À 25 % de la pression maximale de fonctionnement (**seulement si la conception ne comporte pas de dispositif de décompression thermocommandé**).

Juste après l'allumage, le feu doit entrer en contact avec la surface de la bouteille sur toute sa longueur (1,65 m) ainsi que sur le diamètre de celle-ci. Dans les 5 min suivant l'allumage, un thermocouple au moins doit indiquer une température de 590 °C au minimum.

Cette température minimale doit être maintenue jusqu'à la fin de l'essai. ».

Paragraphes A.16 à A.27, modifier comme suit :

« A.16 Essai de pénétration

Une bouteille mise sous pression à **la pression maximale de fonctionnement** ± 1 MPa avec du gaz comprimé doit être pénétrée par une balle perforante ayant un diamètre de 7,62 mm ou plus. La balle doit complètement pénétrer au moins une des parois latérales de la bouteille. **Pour les bouteilles de type GNC-1, le projectile doit atteindre la paroi latérale selon un angle de 90°.** Pour les bouteilles de type GNC-2, GNC-3 et GNC4, le projectile doit atteindre la paroi latérale selon un angle d'environ 45°. La bouteille ne doit comporter aucune trace de défaut dû à une fragmentation. La perte de petites pièces de matériau ne pesant pas plus de 45 g chacune ne doit pas constituer une cause d'échec à l'essai. La taille approximative des orifices d'entrée et de sortie ainsi que leur emplacement doivent être consignés.

A.17 Essai de résistance à l'entaille dans le composite

Pour les bouteilles de type GNC-2, GNC-3 et GNC-4 uniquement, des entailles doivent être pratiquées dans la direction longitudinale du matériau composite d'une bouteille finie équipée d'un revêtement de protection. Les entailles doivent dépasser les limites de l'inspection visuelle telles qu'elles sont définies par le fabricant. **Il faut au moins une entaille de 25 mm de long pour une profondeur de 1,25 mm et une de 200 mm de long pour une profondeur de 0,75 mm pratiquées dans la direction longitudinale paroi latérale de la bouteille.**

La bouteille entaillée doit alors être soumise à un cyclage entre une pression de 2 MPa au plus et **1,3 fois la pression maximale de fonctionnement** au moins pendant 3 000 cycles à température ambiante. La bouteille ne doit pas fuir ni éclater pendant les 3 000 premiers cycles, mais elle peut présenter une fuite au cours **de sa durée de vie ultérieure exprimée en années multipliée par 1 000 cycles (moins les 3 000 cycles déjà accomplis)**. Toutes les bouteilles soumises à cet essai doivent être détruites.

A.18 Essai de fluage à température élevée

Cet essai doit être réalisé pour toutes les bouteilles de type GNC-4 et toutes les bouteilles de type GNC-2 et GNC-3 pour lesquelles la température de transition vitreuse de la matrice en résine ne dépasse pas la température maximale nominale de la matière indiquée au paragraphe 4.4.2 de l'annexe 3A d'au moins 20 °C. Une bouteille finie doit être soumise à l'essai comme suit :

- a) La bouteille doit être mise sous pression à **1,3 fois la pression maximale de fonctionnement** et maintenue à une température de 100 °C pendant 200 h au minimum ;
- b) Après l'essai, la bouteille doit répondre aux prescriptions des paragraphes A.11 (essai hydraulique), A.10 (essai d'étanchéité) (**pour les bouteilles de type GNC-4 seulement**) et A.12 (essai d'éclatement à la pression hydrostatique) ci-dessus.

A.19 Essai de fluage accéléré

Pour les bouteilles de type GNC-2, GNC-3 et GNC-4 uniquement, une bouteille ne comportant aucun revêtement de protection ne doit être immergée dans de l'eau à 65 °C et mise sous pression hydrostatique à **1,3 fois la pression maximale de fonctionnement**. La bouteille doit être maintenue à cette pression et à cette température pendant 1 000 h. La bouteille doit alors être mise sous pression pour éclater conformément à la procédure définie au paragraphe A.12 ci-dessus, sauf que la pression d'éclatement doit dépasser de 85 % la pression d'éclatement minimale nominale.

A.20 Essai de choc

Une ou plusieurs bouteilles finies doivent être soumises à un essai de chute à température ambiante, sans mise sous pression interne et sans robinets attachés. La surface sur laquelle les bouteilles sont lâchées doit être horizontale et bétonnée. Une bouteille doit être lâchée en position horizontale, le fond étant à 1,8 m au-dessus de la surface sur laquelle se produit la chute. Une bouteille doit être lâchée verticalement sur chaque extrémité, à une hauteur suffisante au-dessus du sol ou du plan pour que l'énergie potentielle soit de 488 J ; en aucun cas, cependant, la hauteur de

l'extrémité inférieure ne doit dépasser 1,8 m. Une bouteille doit être lâchée sur une ogive à un angle de 45° et d'une hauteur telle que le centre de gravité soit à 1,8 m ; toutefois, si l'extrémité inférieure se trouve à moins de 0,6 m du sol, l'angle du lâcher doit être modifié de façon à maintenir une hauteur minimale de 0,6 m et un centre de gravité de 1,8 m.

Les bouteilles doivent pouvoir rebondir sur le plancher ou le socle en béton après le choc initial. Aucune mesure ne doit être prise pour empêcher les bouteilles de rebondir, mais on peut les empêcher de se renverser lors de l'essai de chute verticale décrit ci-dessus.

Après le choc dû à la chute, les bouteilles doivent être soumises à un cyclage entre une pression de 2 MPa au plus et **1,3 fois la pression maximale de fonctionnement à température ambiante** au moins, 1 000 fois par année de service spécifiée. Les bouteilles **ne doivent ni fuir ni se rompre au cours des 3 000 premiers cycles mais elles peuvent présenter une fuite pendant leur durée de vie ultérieure exprimée en années multipliée par 1 000 cycles (moins les 3 000 cycles déjà accomplis)**. Toutes les bouteilles soumises à l'essai de cyclage doivent être détruites.

A.21 Essai de perméabilité

Cet essai n'est requis que pour les bouteilles de type GNC-4. Une bouteille finie doit être remplie avec du gaz naturel comprimé à la pression de service, placée dans une chambre fermée et scellée à température ambiante, et surveillée. La surveillance doit se faire pendant **500 h au maximum** pour établir éventuellement un taux d'infiltration stable. Celui-ci doit être inférieur à 0,25 ml de gaz naturel par heure par litre (contenance en eau) de la bouteille.

A.22 Propriétés en traction des plastiques

La limite apparente d'élasticité et l'allongement à la rupture du matériau des liners en plastique doivent être déterminés à -50 °C en appliquant la norme ISO 527-2 et doivent satisfaire aux prescriptions du paragraphe 6.3.6 de l'annexe 3A.

A.23 Température de ramollissement des plastiques

Les polymères provenant des liners finis doivent faire l'objet d'essais conformément à la méthode décrite dans la norme ISO 306. **La température de ramollissement doit être d'au moins 100 °C** ».

A.24 Prescriptions relatives aux dispositifs de surpression. Les dispositifs de surpression **doivent satisfaire aux prescriptions de la norme ISO 15500-13.**

A.25 Essai de torsion sur l'ogive

Le corps d'une bouteille doit être retenu contre toute rotation et un couple de **150 % du couple recommandé par le fabricant** doit être appliqué à chaque extrémité de la bouteille, tout d'abord dans le sens de vissage de la connexion fileté, puis dans l'autre sens et finalement de nouveau dans le sens de vissage.

A.26 Résistance au cisaillement de la résine

Les résines doivent faire l'objet d'un essai sur un coupon représentatif du bobinage conformément à la norme ISO 14130 ou à une forme nationale équivalente. Après avoir bouilli dans de l'eau pendant 24 h, le composite doit avoir une résistance minimale au cisaillement de 13,8 MPa.

- A.27 Essai de cyclage au gaz naturel
- Une bouteille finie doit être cyclée en pression avec du gaz naturel comprimé entre moins de 2 MPa et la pression maximale de fonctionnement pendant **1 000** cycles. Chaque cycle, qui consiste à ...
- ... ».

Annexe 3A – appendice F, remplacer par :

« Annexe 3A – Appendice F

Dimensions des défauts pour le contrôle non destructif (CND)

Pour les bouteilles de type GNC-1, GNC-2 et GNC-3, trois bouteilles présentant des entailles artificielles dépassant la capacité de détection de longueur et de profondeur de la méthode d'inspection CND requise au paragraphe 6.15 de l'annexe 3A doivent être cyclées en pression jusqu'à rupture conformément à la méthode d'essai prévue au paragraphe 13 de l'appendice A à la présente annexe. Pour les bouteilles de type GNC-1 ayant un emplacement sensible à la fatigue dans la partie cylindrique, les entailles externes doivent être introduites sur la paroi latérale. Pour les bouteilles de type GNC-1 ayant un emplacement sensible à la fatigue à l'extérieur de la paroi latérale et pour les bouteilles de type GNC-2 et GNC-3, des entailles internes doivent être introduites. Les entailles internes peuvent être usinées avant le traitement à chaud et la fermeture de l'extrémité de la bouteille.

Les bouteilles ne doivent ni fuir ni rompre avant 15 000 cycles. Les dimensions autorisées d'une entaille pour le CND doivent être inférieures ou égales aux dimensions de l'entaille artificielle à cet emplacement. ».

Annexe 3A – appendice H, modifier comme suit :

« Annexe 3A – Appendice H

Essai d'environnement

- H.1 Objet
- Cet essai ne s'applique qu'aux bouteilles de types GNC-2, GNC-3 et GNC-4.**
- H.2 Résumé de la méthode d'essai
- Une bouteille est préconditionnée par des chocs dus à un pendule pour simuler les conditions potentielles sous la caisse du véhicule. Elle est ensuite soumise à une **exposition à des liquides, ainsi qu'à des cycles de pression**. À la fin de cette séquence d'essai, la bouteille est mise sous pression hydrostatique jusqu'à destruction. La force d'éclatement résiduelle restante de la bouteille ne doit pas être inférieure à **80 %** de la force d'éclatement minimale selon la conception.
- H.3 Installation et préparation de la bouteille
- La bouteille doit faire l'objet d'un essai dans des conditions représentatives de la géométrie installée, y compris le revêtement (s'il y a lieu), les supports

et leurs garnitures, ainsi que les raccords, en utilisant la même configuration d'étanchéité (c'est-à-dire des joints toriques) que celle utilisée en service. Les supports peuvent être peints ou revêtus avant l'essai d'immersion s'ils sont peints ou revêtus avant d'être installés dans le véhicule.

La partie supérieure est divisée en cinq zones distinctes marquées pour le préconditionnement et l'exposition aux liquides (**voir fig. H.1**). Les zones ont théoriquement un diamètre de 100 mm. Elles ne doivent pas se chevaucher sur la surface du cylindre. Même si cela est plus commode pour les essais, il n'est pas nécessaire que ces zones soient alignées ; néanmoins, elles ne doivent pas déborder sur la partie immergée du cylindre.

Même si le préconditionnement et l'exposition aux liquides sont effectués sur la partie cylindrique de la bouteille, l'ensemble de la bouteille, y compris les parties en forme d'ogive, doit être aussi résistant aux environnements d'exposition que les zones exposées.

Figure H.1

Orientation de la bouteille et disposition des parties exposées



H.4 Préconditionnement au pendule

Le corps de choc doit être en acier et doit avoir la forme d'une pyramide ayant des faces triangulaires équilatérales et une base carrée, le sommet et les arêtes étant arrondis à un rayon de 3 mm. Le centre de percussion du pendule doit coïncider avec le centre de gravité de la pyramide ; sa distance par rapport à l'axe de rotation du pendule doit être de 1 m. La masse totale du pendule par rapport à son centre de percussion doit être de 15 kg. L'énergie du pendule au moment du choc ne doit pas être inférieure à 30 Nm et doit être aussi proche que possible de cette valeur.

Au cours de l'essai de choc avec un pendule, la bouteille doit être maintenue en position par les ogives des extrémités ou par des supports de montage prévus à cet effet. **La bouteille doit être exempte de pression au cours du préconditionnement.**

H.5 Liquide d'exposition

Chaque zone marquée doit être exposée à l'une des cinq solutions suivantes pendant 30 min. Le même environnement doit être utilisé pour chaque emplacement tout au long de l'essai. Les solutions sont les suivantes :

Acide sulfurique : solution à 19 % en volume dans l'eau ;

Hydroxyde de sodium : solution à 25 % en poids dans l'eau ;

Mélange 5 % méthanol/95 % essence : concentration d'essence dans le carburant M5 conforme à la norme ASTM D4814 ;

Nitrate d'ammonium : solution à 28 % en poids dans l'eau ;

Liquide lave-glace (**solution à 50 % en volume d'alcool méthylique et d'eau**)

Lors de l'exposition, l'échantillon doit être orienté avec la zone d'exposition au-dessus. Une couche de laine de verre (d'environ 0,5 mm **d'épaisseur**) et **de diamètre compris entre 90 et 100 mm** doit être placée sur la zone exposée. **Verser sur la couche de laine de verre une quantité de liquide d'essai suffisante pour la mouiller de manière égale sur toute sa surface et toute son épaisseur et pour que la concentration du fluide reste constante pendant toute la durée de l'essai.**

H.6 **Cycle de pression et période de maintien en pression**

La bouteille doit être soumise à un cyclage hydraulique entre une pression de 2 MPa au moins et **125 % de la pression maximale de fonctionnement** au plus **pendant 3 000 cycles**. **La vitesse de mise en pression ne doit pas dépasser 2,75 MPa par seconde**. **Après le cyclage en pression la bouteille doit être soumise à une pression de 125 % de la pression maximale de fonctionnement pendant une durée minimale de 24 h et jusqu'à ce que la durée d'exposition (comprenant la période de cycles de pression et la période de maintien en pression) aux liquides d'épreuve soit d'au moins 48 heures.** ».

II. Justification

On trouvera une justification des modifications proposées dans le document GRSG-111-02, qui peut être consulté à l'adresse suivante : www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29grsg/grsginf111.html.