



---

**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****110<sup>e</sup> session**

Genève, 26-29 avril 2016

Point 12 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). Le coordonnateur du Groupe de travail de l'ISO (ISO TC 58/SC 3/WG 17) responsable des normes applicables aux bouteilles à haute pression pour le stockage à bord de véhicules automobiles du gaz naturel utilisé comme carburant, propose dans le présent document des amendements au Règlement n° 110 destinés à harmoniser les prescriptions applicables aux bouteilles pour GNC avec celles de la norme ISO 11439:2013. Les amendements proposés sont le fruit des discussions qui ont eu lieu lors de la 106<sup>e</sup> session du Groupe de travail des dispositions générales de sécurité (GRSG) (voir rapport ECE/TRANS/WP.29/GRSG/85, par. 31). Les modifications qu'il est proposé d'apporter au texte actuel du Règlement n° 110 apparaissent en caractères gras pour les ajouts et en caractères biffés pour les suppressions.

---

\* Conformément au programme de travail du Comité des transports intérieurs pour la période 2014-2018 (ECE/TRANS/240, par. 105, et ECE/TRANS/2014/26, activité 02.4), 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



## I. Proposition

Paragraphe 2. (*Références*), modifier comme suit (en gardant la note de bas de page<sup>2</sup> inchangée, en supprimant la note de bas de page<sup>3</sup> et en renumérotant toutes les notes suivantes) :

### « 2. Références

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour le présent Règlement.

Normes ASTM<sup>2</sup>

<del>ASTM B117-90</del>	<del>Test method of Salt Spray (Fog) Testing</del>
<del>ASTM B154-92</del>	<del>Mercurous Nitrate Test for Copper and Copper Alloys</del>
ASTM D522-92 <b>3a</b>	Mandrel Bend Test of <del>a</del> Attached Organic Coatings
ASTM D1308-87	Effect of Household Chemicals on Clear and Pigmented Organic Finishes
<del>ASTM D2344-84</del>	<del>Test Method for Apparent interlaminar Shear Strength of Parallel Fibre Composites by Short Beam Method</del>
ASTM D2794-92 <b>3</b>	Test Method for Resistance of Organic Coatings to the Effects of Rapid Deformation (Impact)
ASTM D3170-87	Chipping Resistance of Coatings
ASTM D3359	<b>Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test</b>
ASTM D4814	<b>Standard Specification for Automotive Spark-Ignition Engine Fuel</b>
ASTM D3418-8 <b>3</b>	Test Method for Transition Temperatures Polymers by Thermal Analysis
<del>ASTM E647-93</del>	<del>Standard Test Method for Measurement of Fatigue Crack Growth Rates</del>
<del>ASTM E813-89</del>	<del>Test Method for <math>J_{IC}</math>, a Measure of Fracture Toughness</del>
<del>ASTM G53-93</del>	<del>Standard Practice for Operating Light and Water Exposure Apparatus (Fluorescent UV Condensation Type) for Exposure of nonmetallic Materials</del>
ASTM G154-12 <b>a</b>	<b>Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials</b>

Normes BSI<sup>3</sup>

~~BS 5045 1: (1982) — Bouteilles à gaz transportables. Bouteilles à gaz en acier sans soudure de contenance en eau supérieure à 0,5 litre — spécifications~~

~~BS 7448 91 — Mécanique de la rupture. Essais de ténacité. Méthode de détermination des valeurs de  $K_{IC}$ , de l'écartement à fond de fissure (CTOD critique) et des valeurs critiques de J pour les matériaux métalliques PD 6493:1991. Guide de méthodes d'évaluation de l'acceptabilité de défauts dans les structures soudées par fusion~~

Normes EN<sup>3</sup>

~~EN 13322 2 2003 — Bouteilles à gaz transportables — Bouteilles à gaz rechargeables soudées en acier — Conception et construction — Partie 2 : acier inoxydable~~

~~EN ISO 5817 2003 — Assemblages en acier soudés par fusion — Niveaux de qualité par rapport aux défauts~~

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

~~EN 895:1995 — Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques. Essai de traction transversale~~

~~EN 910:1996 — Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques. Essais de pliage~~

~~EN 1435:1997 — Contrôle non destructif des assemblages soudés. Contrôle par radiographie des assemblages soudés~~

~~EN 6892 1:2009 — Matériaux métalliques — Essai de traction~~

~~EN 10045 1:1990 — Essai Charpy de choc sur matériaux métalliques — Méthode d'essai (entailles en V et en U)~~

Normes ISO<sup>4</sup>

ISO 37 Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique – Détermination des caractéristiques de contrainte-déformation en traction.

~~ISO 148 1983 — Acier — Essai de résilience Charpy (entaille en V)~~

~~ISO 188 — Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Essais de résistance au vieillissement accéléré et à la chaleur~~

**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)

<del>ISO 527 Pt 1 93</del>	<del>Plastiques – Détermination des propriétés en traction – Partie 1 : Principes généraux</del>
<b>ISO 527-2</b>	<b>Plastiques – Détermination des propriétés en traction – Partie 2 : Conditions d’essai des plastiques pour moulage et extrusion</b>
<del>ISO 642 79</del>	<del>Acier – Essai de trempabilité par trempé en bout (essai Jominy)</del>
<b>ISO 9227</b>	<b>Essais de corrosion en atmosphères artificielles – Essais aux brouillards salins</b>
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
<b>ISO 14130</b>	<b>Composites plastiques renforcés de fibres – Détermination de la résistance au cisaillement interlaminaire apparent par essai de flexion sur appuis rapprochés</b>
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
<del>ISO 2808 91</del>	<del>Peintures et vernis – Détermination de l’épaisseur du feuil</del>
<del>ISO 3628 78</del>	<del>Plastiques – Matières renforcées au verre – Détermination des caractéristiques en traction</del>
ISO 4080	Tuyaux et flexibles en caoutchouc et en plastique – Détermination de la perméabilité au gaz
<del>ISO 4624 78</del>	<del>Peintures et vernis – Essai de traction</del>
ISO 4672	Tuyaux en caoutchouc et en plastique – Essais de souplesse à température inférieure à l’ambiante
<del>ISO 6982 84</del> <b>6892</b>	<del>Matériaux métalliques – Essais de traction</del>
<del>ISO 6506 1981</del>	<del>Matériaux métalliques – Essai de dureté – Essai Brinell</del>
<del>ISO 6508 1986</del>	<del>Matériaux métalliques – Essai de dureté – Essai Rockwell (échelles A B C D E F G H K)</del>
ISO 7225	Bouteilles à gaz – Étiquettes de risque

ISO/DIS 7866-1992	Bouteilles à gaz – Bouteilles à gaz transportables sans soudure en alliage d'aluminium rechargeables, pour usage international destinées à être rechargées – Conception, <b>construction et essais</b> , fabrication et validation
ISO 9001:1994	Systèmes qualité – Modèle pour l'assurance la qualité en conception, développement, production, installation et prestations associées
ISO 9002:1994	Systèmes qualité – Modèle pour l'assurance qualité en production et installation
<b>ISO 9809-1</b>	<b>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</b>
<b>ISO 9809-2</b>	<b>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</b>
<b>ISO 9809-3</b>	<b>Bouteilles à gaz – Bouteilles à gaz rechargeables en acier sans soudure – Conception, construction et essais – Partie 3 : Bouteilles en acier normalisé</b>
<del>ISO/DIS 12737</del>	<del>Matériaux métalliques – Détermination du facteur d'intensité de contrainte critique</del>
ISO12991	Gaz naturel liquéfié (GNL) – Réservoirs pour le stockage à bord comme carburant pour véhicules automobiles
ISO14469-1:2004	Véhicules routiers – Connecteur de remplissage en gaz naturel comprimé (GNC) – Partie I : Connecteur 20 MPa (200 bar)
ISO14469-2:2007	Véhicules routiers – Connecteur de remplissage en gaz naturel comprimé (GNC) – Partie 2 : Connecteur 20 MPa (200 bar)
<b>ISO 15403-1</b>	<b>Gaz naturel – Gaz naturel pour usage comme carburant comprimé pour véhicules – Partie 1 : Désignation de la qualité</b>
<b>ISO/TR 15403-2</b>	<b>Gaz naturel – Gaz naturel pour usage comme carburant comprimé pour véhicules – Partie 2 : Spécification de la qualité</b>
ISO15500	Véhicules routiers – Composants des systèmes de combustible gaz naturel comprimé (GNC)
<b>ISO 15500-13</b>	<b>Véhicules routiers – Composants des systèmes de combustible gaz naturel comprimé (GNC) – Partie 13 : Dispositifs de limitation de pression</b>

ISO 21028-1: <del>2004</del>	Récipients cryogéniques – Exigences de ténacité pour les matériaux à température cryogénique – Partie I : Températures inférieures à -80 °C
ISO 21029-1: <del>2004</del>	Récipients cryogéniques – Récipients transportables, isolés sous vide, d'un volume n'excédant pas 1 000 litres – Partie I : Conception, fabrication, inspection et essais
Guide ISO/IEC 25- <del>1990</del>	Prescriptions générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnage et d'essais
Guide ISO/IEC 48- <del>1986</del>	Règles générales pour un système type de certification des produits par une tierce personne
<del>ISO/DIS 9809</del>	<del>Bouteilles à gaz – Bouteilles à gaz rechargeables en acier sans soudure – Conception, construction et essais – Partie I : Bouteilles en acier trempé et revenu ayant une résistance à la traction inférieure à 1 100 MPa</del>
<del>ISO 11439</del>	<del>Bouteilles à gaz – Bouteilles haute pression pour le stockage de gaz naturel utilisé comme carburant à bord des véhicules automobiles</del>
Norme NACE <sup>5</sup>	
NACE TM0177-90	Laboratory Testing of Metals for Resistance to Sulphide Stress Cracking in H <sub>2</sub> S Environments
Règlements CEE <sup>6</sup>	
Règlement n° 10	Prescriptions uniformes relatives à l'homologation des véhicules en ce qui concerne la compatibilité électromagnétique
USA Federal Regulations <sup>7</sup>	
49 CFR 393.67	Liquid fuel tanks
Normes SAE <sup>8</sup>	
SAE J2343-2008	Recommended Practice for LNG Medium and Heavy-Duty Powered Vehicles

<sup>3</sup> Norme européenne.

<sup>4</sup> Organisation internationale de normalisation.

<sup>5</sup> National Association of Corrosion Engineers.

<sup>6</sup> Règlements de la Commission économique pour l'Europe de l'ONU.

<sup>7</sup> Règlements fédéraux des États-Unis d'Amérique.

<sup>8</sup> 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'une bouteille de GNC, il s'agit de 20 MPa stabilisés à une température uniforme de 15 °C.~~ Dans le cas d'un réservoir de GNL, c'est la pression correspondant à la valeur nominale retenue pour la soupape de décompression primaire. ».

Paragraphes 4.54 et 4.55, supprimer.

Le paragraphe 4.56 devient le paragraphe 4.54.

Paragraphes 4.57 à 4.60, supprimer.

Le paragraphe 4.61 devient le paragraphe 4.55.

Paragraphe 4.62, supprimer.

Les paragraphes 4.63 à 4.74 deviennent les paragraphes 4.56 à 4.67.

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. ~~La présente annexe prend pour base 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 25 MPa, les pressions seront multipliées par 1,25. 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 ...

... ».

Paragraphes 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 ~~à une pression stabilisée de 20 MPa à une température stabilisée du gaz de 15 °C~~, 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. ~~Les bouteilles doivent être conçues de façon à pouvoir être remplies avec du gaz naturel répondant à l'une des trois conditions suivantes :~~

a) ~~SAE J1616~~

b) ~~Gaz sec~~

**4.5.2 Gaz sec**

La vapeur d'eau doit normalement être limitée à moins de 32 mg/m<sup>3</sup>, 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/m<sup>3</sup>

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 ;

e) ~~Gaz humide ;~~

**4.5.3 Gaz humide**

Tout gaz dont la teneur en eau est supérieure à celle qui est spécifiée **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/m<sup>3</sup>

L'oxygène : 1 % en volume ;

Le dioxyde de carbone : ~~4-3~~ % 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 du modèle** ».

Paragraphe 6.1, modifier comme suit :

« 6.1 Généralités

Les prescriptions suivantes s'appliquent de façon générale aux types de bouteilles spécifiés 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 spécifiée. ~~Les bouteilles en acier de type GNC 1 conçues conformément à la norme ISO 9809 et répondant à toutes les prescriptions y relatives doivent satisfaire uniquement aux prescriptions des paragraphes 6.3.2.4 et 6.9 à 6.13 ci-dessous.~~».

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	< 950 MPa	≥ 950 MPa
Soufre	0,020 %	0,010 %
Phosphore	0,020 %	0,020 %
Soufre et phosphore	0,030 %	0,025 %

~~En cas d'utilisation d'un acier carbone bore, il faut réaliser un essai de dureté sur le premier et le dernier lingot ou la première et la dernière brame de chaque coulée d'acier, conformément à la norme ISO 642. La dureté, mesurée à 7,9 mm de l'extrémité trempée, doit être comprise entre 33 et 53 HRC (dureté Rockwell) ou 327 et 560 HV (dureté Vickers), et doit être certifiée par le fabricant du matériau.~~».

Paragraphe 6.3.2.4 et 6.3.2.5, supprimer.

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.** ».

Paragraphe 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 spécifiées 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 90 °C et la température de fusion, au minimum de 100 °C.

6.4 Pression d'essai

La pression d'essai minimale utilisée lors de la fabrication doit être ~~de 30 MPa~~ **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. ~~L'appendice F ci après présente, pour information, deux méthodes d'analyse de fuite avant rupture.~~

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 ~~soumis à essai conformément aux dispositions du paragraphe 24 de l'appendice A à la présente annexe~~ **conformes à la norme ISO 15500-13. ».**

Paragraphe 6.12, modifier comme suit :

« 6.12 Protection extérieure

La partie extérieure des bouteilles doit satisfaire aux prescriptions concernant l'essai d'environnement énoncées au paragraphe 14 de l'appendice A à la présente annexe. Pour protéger l'extérieur des bouteilles, on peut utiliser :

- a) Un fini de surface apportant une protection adéquate (métallisation par projection sur l'aluminium ou anodisation, par exemple) ; ou
- b) Une fibre et une matrice adaptées (par exemple, de la fibre de carbone dans une résine) ; ou

- c) Un revêtement de protection (par exemple, un revêtement organique ou une peinture) répondant aux prescriptions du paragraphe 9 de l'appendice A à la présente annexe.

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.

~~Les fabricants sont informés que l'appendice H de la présente annexe contient un essai de tenue à l'environnement permettant d'évaluer la compatibilité des revêtements.».~~

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

*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 métalliques, mais qui ne se développeront pas jusqu'à une taille critique au cours de la durée de service spécifiée. 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 ~~donne un aperçu de deux méthodes appropriées.~~ ».

*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 qualification à l'issue d'un programme d'essai réduit. Les modifications de conception présentées au tableau 6.7 ci-dessous nécessitent des essais de qualification comme il est indiqué.

Tableau 6.1  
Essai de qualification en ce qui concerne les 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				
<del>Propriétés en flexion</del>	<del>6.3.2.4</del>				
<del>Examen des soudures</del>	<del>6.3.2.5</del>				
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/fusion					6.3.6
Mécanique de la rupture*	6.7	6.7			

\* Non requis en cas d'utilisation de la méthode d'essai pour les bouteilles défectueuses présentée au paragraphe 7 de l'appendice A à la présente annexe.

...

Tableau 6.4  
Essais de validation de la conception des bouteilles

<i>Référence correspondante dans la présente annexe</i>	<i>Type de bouteille</i>			
	<i>GNC-1</i>	<i>GNC-2</i>	<i>GNC-3</i>	<i>GNC-4</i>
A.12 Éclatement	X*	X	X	X
A.13 Température ambiante/cycle	X*	X	X	X
A.14 Essai <del>en</del> d'environnement acide		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

Référence correspondante dans la présente annexe	Type de bouteille			
	GNC-1	GNC-2	GNC-3	GNC-4
A.21 Perméabilité				X
A.24 Capacités du dispositif de surpression		✗	✗	✗
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 <sup>g</sup>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X <sup>h</sup>	
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 <sup>e</sup>						
Changement de diamètre >20 %			X	X	X	X	X		X			X <sup>i</sup>	
Changement de longueur ≤50 %			X			X <sup>a</sup>							
Changement de longueur >50 %			X		X	X <sup>a</sup>						X <sup>i</sup>	
Matériau de la bouteille <sup>g</sup>			X	X	X	X	X						

Modification de conception	Type d'essai												
	Perméabilité A.21	Cyclage GNC A.27	Éclatement hydrostatique A.12	Essai de fuite avant rupture A.6	Cyclage à température ambiante A.13	Feu à l'air libre A.15	Pénétration A.16	Essai en environnement A.14	Tolérance aux défauts A.17	Fluage à haute température A.18	Rupture sous contrainte A.19	Essai de chute A.20	Couple sur l'ogive A.25
Changement de pression maximale de fonctionnement ≤20 %			X		X								
Forme de l'ogive			X	X <sup>f</sup>	X								
Taille de l'ouverture			X <sup>j</sup>	X <sup>i</sup>	X <sup>j</sup>								
Changement de revêtement							X <sup>j</sup>						
Conception de l'ogive <sup>k</sup>	X <sup>c</sup>	X <sup>c</sup>											X <sup>d</sup>
Dispositif de surpression						X							
Filetage													X

X = essai requis

<sup>a</sup> Essai requis seulement lorsque la longueur augmente.

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

<sup>c</sup> Seulement si l'interface ogive/liner est affectée.

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

<sup>e</sup> Seulement lorsque le diamètre augmente.

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

<sup>g</sup> Des essais sur les matériaux sont requis également.

<sup>h</sup> Seulement pour les conceptions de type GNC-3.

<sup>i</sup> Seulement pour les conceptions de type GNC-3 et GNC-4.

<sup>j</sup> Seulement pour les conceptions de type GNC-2, GNC-3 et GNC-4.

<sup>k</sup> 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 spécifié. 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. ~~Les bouteilles conçues conformément à la norme ISO 9809 et satisfaisant à l'ensemble des prescriptions de cette norme doivent répondre uniquement aux prescriptions de l'essai des matériaux visées au paragraphe 6.3.2.4 et aux prescriptions de l'essai de qualification du modèle visées au paragraphe 7.5, exception faite des paragraphes 7.5.2 et 7.5.3 ci-après. ».~~

*Paragraphe 7.3.2 b)*, remplacer la référence 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 documenté. **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. Les essais ci-après au minimum doivent être réalisés sur les bouteilles visées :**

- 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 est de 177 °C doivent être inférieures aux valeurs pouvant nuire aux propriétés du métal.** ».

*Paragraphe 8.4.1 b)*, remplacer la référence 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 ~~en d'~~environnement ~~acide~~

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. ~~Un essai d'environnement facultatif est présenté à l'appendice H ci après.~~ ».

*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 ~~d'au moins 20 °C la température maximale du matériau d'après la conception~~ **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. ~~Cependant, la température de cuisson des résines thermodurcissables doit être inférieure d'au moins 10 °C à la température de ramollissement du liner en plastique.~~ ».

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

*Annexe 3A – appendice A*

*Paragraphe A.1 et A.2*, modifier comme suit :

« A.1 Essai de traction, acier et aluminium

Un essai de traction doit être effectué sur du matériau prélevé sur la partie cylindrique de la bouteille finie en formant une éprouvette rectangulaire conformément à la méthode décrite dans la norme ISO 9809 pour l'acier et la norme ISO 7866 pour l'aluminium. ~~Pour les bouteilles munies d'un liner en acier inoxydable soudé, un essai de traction doit aussi être effectué sur du matériau prélevé sur les soudures conformément à la méthode décrite au paragraphe 8.4 de la norme EN 13322-2.~~ Les deux faces de l'éprouvette, représentant les surfaces interne et externe de la bouteille, ne doivent pas être usinées. L'essai de traction doit être effectué conformément à la norme ISO 6892-1.

Note – Il est nécessaire de prêter attention à la méthode de mesurage de l'élongation décrite dans la norme ISO 6892-1, particulièrement dans les cas où l'éprouvette est conique, ce qui se traduit par un point de fracture éloigné du centre de la longueur du calibre.

A.2 Essai au choc, bouteilles en acier et liners en acier

L'essai au choc doit être effectué sur du matériau prélevé sur la partie cylindrique de la bouteille finie, sur trois éprouvettes, conformément à la norme ISO 148-1. Les éprouvettes d'essai doivent être prélevées dans la direction indiquée au tableau 6.2 de l'annexe 3A, sur la paroi de la bouteille. ~~Pour les bouteilles munies d'un liner en acier inoxydable soudé, un essai au choc doit aussi être effectué sur du matériau prélevé sur les soudures~~

conformément à la méthode décrite au paragraphe 8.6 de la norme EN 13322-2. L'entaille doit être perpendiculaire à la face de la paroi de la bouteille. Pour les essais longitudinaux, les éprouvettes doivent être entièrement usinées (sur les six faces) ; si l'épaisseur de la paroi ne permet pas d'obtenir une largeur finale de l'éprouvette de 10 mm, la largeur doit être la plus proche possible de l'épaisseur nominale de la paroi de la bouteille. Les éprouvettes prélevées dans la direction transversale doivent être usinées sur quatre faces seulement, les faces interne et externe de la paroi de la bouteille n'étant pas usinées. ».

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/~~DIS~~ 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 ~~D~~ **B** de la norme ISO/~~DIS~~ 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 30 MPa**, à une vitesse ne dépassant pas 10 cycles par minute. Les trois bouteilles doivent céder par 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 :
- 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 ;
  - Soumettre les bouteilles à un cyclage en pression hydrostatique 500 fois par année de service spécifiée, entre 2 MPa au plus et ~~26 MPa~~ **1,3 fois la pression maximale de fonctionnement** au moins, à 65 °C ou plus et à 95 % d'humidité ;
  - Stabiliser les bouteilles à la pression zéro et à la température ambiante ;
  - Les soumettre ensuite à un cyclage en pression entre 2 MPa au plus et ~~20 MPa~~ **la pression maximale de fonctionnement** au moins, 500 fois par année de service spécifiée, 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 spécifiée 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'adhésion, conformément à la norme **ASTM D3359 ISO 4624**, en appliquant la méthode A ou B selon le cas. Le revêtement doit indiquer un taux d'adhésion 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 spécifiée 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 (~~Test Method for Resistance of Organic Coatings to the Effects of Rapid Deformation (Impact)~~). Le revêtement, exposé à température ambiante, doit subir un essai de choc avant de 18 J (160 in-lbs) ;
- d) Essai de résistance aux produits chimiques, conformément à la norme ASTM D1308 (~~Effect of Household Chemicals on Clear and Pigmented Organic Finishes~~). 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'adhésion 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 **G15453** (~~Practice for Operating Light and Water Exposure Apparatus (Fluorescent W Condensation Type) for Exposure of Non-metallic Materials~~). Il ne doit y avoir aucune trace de boursouffure, et l'adhésion doit atteindre le niveau 3 si l'essai est effectué conformément à la norme **ASTM D3359 ISO 4624**. La perte de brillance maximale autorisée est de 20 % ;
- f) Essai d'exposition de 500 h au minimum selon la norme **ISO 9227 ASTM B117** (~~Test Method of Salt Spray (Fog) Testing~~). La diminution de l'épaisseur inférieure ne doit pas dépasser **2 3** mm à la marque, il ne doit y avoir aucune trace de boursouffure et l'adhésion 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 (~~Chipping Resistance of Coatings~~). 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) Adhésion du revêtement
- Le pouvoir adhésif du revêtement doit être mesuré conformément à la norme **ASTM 3359** ~~ISO 4624~~ 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 mesurée en un point quelconque, dépassant la norme de 0,004 cm<sup>3</sup>/h,~~ 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.** ».

Paragraphe 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 ~~(200 psi/s)~~ 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 ~~(50 psi/s)~~, il faut placer la bouteille schématiquement entre la source de pression et le dispositif de mesure 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** ~~45 MPa~~ 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** ~~26 MPa~~ 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 ~~en d'~~environnement ~~acide~~

~~Sur une bouteille finie, il convient d'appliquer la procédure d'essai suivante :~~

- a) ~~Exposer une zone de 150 mm de diamètre à la surface de la bouteille, pendant 100 h, à une solution d'acide sulfurique à 30 % (acide d'accumulateurs ayant une densité de 1,219) tout en maintenant la bouteille à 26 MPa ;~~
- b) ~~La bouteille doit alors être éclatée conformément à la procédure définie au paragraphe A.12 ci dessus et fournir une pression d'éclatement dépassant 85 % de la pression d'éclatement minimale par conception.~~

**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.23, modifier comme suit :*

« A.16 Essai de pénétration

Une bouteille mise sous pression à ~~20 MPa~~ **la pression maximale de fonctionnement**  $\pm 1$  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 spécifiées 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 ~~26 MPa~~ **1,3 fois la pression maximale de fonctionnement** au moins pendant 3 000 cycles ~~suivis de 12 000 cycles supplémentaires~~ 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 ~~des 12 000 derniers~~ **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 ~~26 MPa~~ **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 ~~26 MPa~~ **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 ~~26 MPa~~ **1,3 fois la pression maximale de fonctionnement à température ambiante** au moins, 1 000 fois par année de service spécifiée. Les bouteilles ~~peuvent ne doivent ni~~ **peuvent ne doivent ni** fuir ~~au cours du cyclage, mais elles ne doivent pas~~ **ni se rompre au cours des 3 000 premiers cycles mais elles peuvent céder par 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 ~~ou un mélange de 90 % d'azote et de 10 % d'hélium~~ 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** ~~une durée suffisamment longue~~ pour établir éventuellement un taux d'infiltration stable. Celui-ci doit être inférieur à 0,25 ml de gaz naturel ~~ou d'hélium~~ 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 ~~3628~~ et doivent satisfaire aux prescriptions du paragraphe 6.3.6 de l'annexe 3A.

A.23 Température de ~~fonte~~ **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** ~~et satisfaire aux prescriptions du paragraphe 6.3.6 de l'annexe 3A.~~ ».

*Paragraphe A.24, remplacer par :*

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

*Paragraphes A.25 à A.27, modifier comme suit :*

« A.25 Essai de torsion sur l'ogive

Le corps d'une bouteille doit être retenu contre toute rotation et un couple de ~~500 Nm~~ **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** ~~ASTM D2344~~ 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 ~~300~~ **1 000** cycles. Chaque cycle, qui consiste à ...
- ... ».

*Paragraphe A.28, supprimer.*

*Annexe 3A – appendice F, remplacer par :*

## « Annexe 3A – Appendice F

### Dimensions des défauts pour le contrôle non destructif

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 pas 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

~~L'essai d'environnement a pour objet de démontrer que les bouteilles des véhicules fonctionnant au gaz naturel peuvent résister aux conditions environnementales sous la caisse du véhicule et à l'exposition occasionnelle à d'autres liquides. Cet essai a été mis au point par l'industrie automobile des États-Unis d'Amérique en réponse aux défaillances des bouteilles par fissures de corrosion du bobinage composite. 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 preconditionnée par ~~une combinaison~~ des chocs dus à un pendule ~~et à des graviers~~ pour simuler les conditions potentielles sous la caisse du véhicule. Elle est ensuite soumise à une ~~séquence d'immersion simulant une route salée pluie/acide,~~ d'exposition à d'autres liquides, **ainsi qu'à des cycles de pression et d'exposition à des températures basses et élevées.** 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 85 %** 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 (par exemple les joints toriques) que celle utilisée en service.

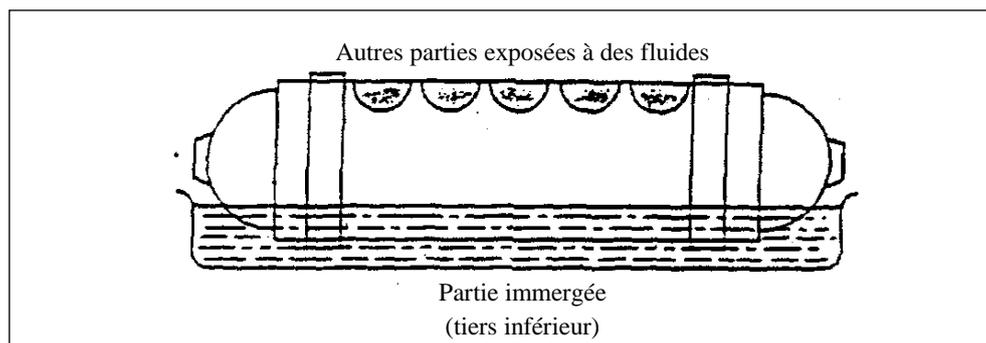
~~Les bouteilles sont soumises à l'essai en position horizontale et divisées le long de leur axe médian en parties "inférieure" et "supérieure". La partie inférieure de la bouteille est tour à tour immergée dans un milieu salage routier/pluie acide et dans de l'air chaud ou froid.~~

La partie supérieure est divisée en cinq zones distinctes marquées pour le preconditionnement et l'exposition aux liquides. 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 preconditionnement 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 Appareillage requis

~~Les appareils suivants sont nécessaires aux fins des essais de choc avec un pendule et avec du gravier.~~

- a) — **Preconditionnement au Choc avec un 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.**

b) — Choc avec du gravier

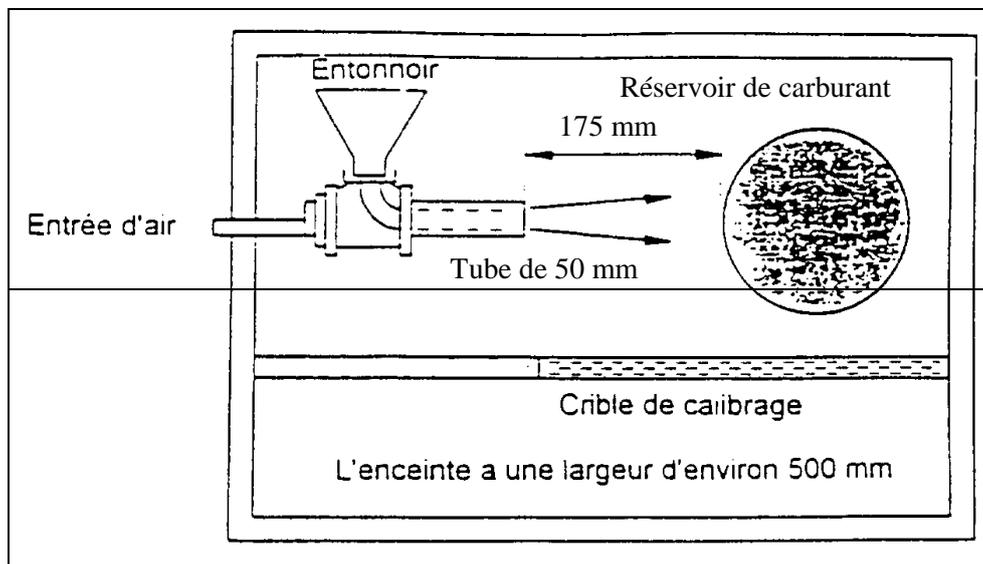
~~Machine construite en fonction des spécifications illustrées à la figure H.2. La procédure de mise en œuvre doit être conforme à la description de la norme ASTM D3170 (méthode d'essai normalisée pour la résistance aux éclats des revêtements), sauf que la bouteille peut être à la température ambiante durant l'essai.~~

e) — Gravier

~~Gravier routier alluvial passant dans un crible de 16 mm mais tamisé à travers un crible de 9,5 mm. Chaque application doit correspondre à 550 ml de gravier calibré (soit environ 250 à 300 cailloux).~~

Figure H.2

**Essai de choc avec du gravier**



H.5 Environnements d'exposition

a) — Environnement d'immersion

~~À l'étape spécifiée de la séquence d'essai (voir le tableau 1), la bouteille doit être orientée horizontalement, son tiers inférieur étant immergé dans une solution simulée pluie acide/eau salée. La solution doit se composer des éléments suivants :~~

Eau déionisée ;

Chlorure de sodium : — 2,5 % en poids  $\pm 0,1$  % ;

Chlorure de calcium : — 2,5 % en poids  $\pm 0,1$  % ;

Acide sulfurique : — En quantité suffisante pour atteindre une solution au pH de  $4,0 \pm 0,2$ .

Le niveau et le pH de la solution doivent être réglés avant chaque étape de l'essai qui nécessite le liquide.

La température du bain doit être de  $21\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ . Durant l'immersion, la partie non immergée de la bouteille doit être maintenue à l'air ambiant.

b) — Exposition à d'autres liquides

À l'étape appropriée de la séquence d'essai (voir le tableau 1), 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 concentrations de 30/70 % ;

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 seule couche de laine de verre (d'environ 0,5 mm d'épaisseur), arrangée aux dimensions appropriées, et de diamètre compris entre 90 et 100 mm doit être placée sur la zone exposée. Au moyen d'une pipette, verser 5 ml du liquide d'essai 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. Retirer la couche de gaze après la mise sous pression de la bouteille pendant 30 min.

H.6 Conditions d'essai

a) — Cycle de pression

Comme défini dans la séquence d'essai, 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 26 MPa 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. Le cycle total ne doit pas être inférieur à 66 s et doit comprendre un maintien de 60 s au minimum à 26 MPa. Le processus du cycle nominal est le suivant :

Augmentation de  $\leq 2$  MPa à  $\geq 26$  MPa ;

Maintien à  $\geq 26$  MPa pendant un minimum de 60 s ;

Diminution de  $\geq 26$  MPa à  $\leq 2$  MPa ;

La durée totale du cycle doit être de 66 s au minimum.

b) — Pression lors de l'exposition à d'autres liquides

Après l'application des autres liquides, la bouteille doit être soumise à une pression supérieure ou égale à 26 MPa pendant un minimum de 30 min ;

e) — Exposition à des températures basse et élevée

Comme défini dans la séquence d'essai, la bouteille doit être totalement exposée à de l'air très chaud ou très froid en contact avec la surface externe. L'air froid doit être à  $-40$  °C au moins et l'air chaud à  $82$  °C  $\pm 5$  °C. Pour l'exposition à basse température, la température du fluide à l'intérieur des bouteilles de type GNC-1 doit être surveillée à l'aide d'un thermocouple installé dans la bouteille de façon à s'assurer qu'elle est maintenue à  $-40$  °C au moins.

#### H.7 Méthode d'essai

a) Préconditionnement de la bouteille

Chacune des cinq zones marquées pour être exposées à d'autres liquides sur la partie supérieure de la bouteille doit être preconditionnée par un choc unique du sommet du corps du pendule sur son centre géométrique. Après le choc, les cinq zones doivent être de nouveau conditionnées par l'application d'un choc avec du gravier. La partie centrale du fond de la bouteille qui est submergé par la suite doit être preconditionnée par un choc du sommet du corps du pendule à trois emplacements espacés d'environ 150 mm.

Après le choc, cette même partie centrale ayant reçu le choc doit être de nouveau conditionnée par l'application d'un choc avec du gravier. La bouteille ne doit pas être sous pression au cours du preconditionnement.

b) Séquence et cycles d'essai

La séquence de l'exposition à l'environnement, les cycles de pression et la température à appliquer sont définis dans le tableau 1.

La surface de la bouteille ne doit pas être lavée ni essuyée entre les différentes étapes.

#### H.8 Résultats acceptables

Après la séquence d'essai ci-dessus, la bouteille doit être soumise à une pression hydraulique jusqu'à destruction, conformément à la procédure décrite au paragraphe 12 de l'appendice A à la présente annexe. La pression d'éclatement de la bouteille ne doit pas être inférieure à ~~80~~ **85** % de la pression d'éclatement minimale nominale.

Tableau 1  
**Conditions et séquence d'essai**

<i>Étapes de l'essai</i>	<i>Environnements d'exposition</i>	<i>Nombre de cycles de pression</i>	<i>Température</i>
1	Autres liquides	-	Ambiante
2	Immersion	1 875	Ambiante
3	Air	1 875	Élevée
4	Autres liquides	-	Ambiante
5	Immersion	1 875	Ambiante
6	Air	3 750	Basse
7	Autres liquides	-	Ambiante
8	Immersion	1 875	Ambiante
9	Air	1 875	Élevée
10	Autres liquides	-	Ambiante
11	Immersion	1 875	Ambiante

».

## II. Justification

La justification de la présente proposition a déjà été présentée aux experts du GRSG sur la base du document informel GRSG-106-29 consacré à l'annexe 3 du Règlement n° 110 de la CEE et à la norme ISO 11439 – Bouteilles à gaz – Bouteilles haute pression pour le stockage de gaz naturel utilisé comme carburant à bord des véhicules automobiles (voir 106<sup>e</sup> session du GRSG, 5-9 mai 2014, point 8 de l'ordre du jour).