



Conseil Economique et Social

Distr.

GENERALE

TRANS/WP.29/704

13 juin 2000

FRANCAIS

Original: ANGLAIS
et FRANCAIS

COMMISSION ECONOMIQUE POUR L'EUROPE

COMITE DES TRANSPORTS INTERIEURS

Forum mondial sur l'harmonisation des Règlements
concernant les véhicules (WP.29)

PROJET DE REGLEMENT :

PRESCRIPTIONS UNIFORMES RELATIVES A L'HOMOLOGATION :

- I. DES ORGANES SPECIAUX POUR L'ALIMENTATION DU MOTEUR AU GAZ NATUREL COMPRIME (GNC) SUR LES VEHICULES;
- II. DES VEHICULES MUNIS D'ORGANES SPECIAUX D'UN TYPE HOMOLOGUE POUR L'ALIMENTATION DU MOTEUR AU GAZ NATUREL COMPRIME (GNC) EN CE QUI CONCERNE L'INSTALLATION DE CES ORGANES

Note : Le texte reproduit ci-après a été adopté par le Comité d'administration (AC.1) de l'Accord de 1958 modifié à sa quatorzième session, suite à la recommandation du WP.29 à sa cent-vingtième session. Il a été établi sur la base du document TRANS/WP.29/1998/33, tel qu'il a été modifié par documents TRANS/WP.29/1998/33/Corr.1, TRANS/WP.29/1998/64, TRANS/WP.29/1998/68 et TRANS/WP.29/1998/68/Add.1 (TRANS/WP.29/703, par. 186).

1. DOMAINE D'APPLICATION

Le présent Règlement s'applique :

- 1.1 Première partie : aux organes spéciaux pour l'alimentation du moteur au gaz naturel comprimé (GNC) sur les véhicules;
- 1.2 Deuxième partie : aux véhicules en ce qui concerne l'installation d'organes spéciaux d'un type homologué pour l'alimentation du moteur au gaz naturel comprimé (GNC).

2. DEFINITION ET CLASSIFICATION DES ORGANES

Les organes de l'équipement GNC destinés à être utilisés sur les véhicules doivent être classés selon leur pression maximale de fonctionnement et leur fonction, conformément au diagramme de la figure 1-1.

- Classe 0 Eléments à haute pression, y compris les tuyauteries et raccords contenant du GNC à une pression supérieure à 3 MPa et inférieure ou égale à 26 MPa.
- Classe 1 Eléments à moyenne pression, y compris les tuyauteries et raccords contenant du GNC à une pression supérieure à 450 kPa et inférieure ou égale à 3 000 kPa (3 MPa).
- Classe 2 Eléments à basse pression, y compris les tuyauteries et raccords contenant du GNC à une pression supérieure à 20 kPa et inférieure ou égale à 450 kPa.
- Classe 3 Eléments à moyenne pression tels les soupapes de sécurité ou les éléments protégés par une soupape de sécurité, y compris les tuyauteries et raccords contenant du GNC à une pression supérieure à 450 kPa et inférieure ou égale à 3 000 kPa (3 MPa).
- Classe 4 Eléments en contact avec du gaz soumis à une pression inférieure à 20 kPa.

Un organe peut se composer de plusieurs éléments, chacun étant classé individuellement du point de vue de sa pression maximale de fonctionnement et de sa fonction.

Dans le présent Règlement, on entend :

- 2.1 Par "pression" la pression relative, par rapport à la pression atmosphérique, sauf autre indication.
 - 2.1.1 Par "pression de service" la pression stabilisée à une température uniforme du gaz de 15 °C.
 - 2.1.2 Par "pression d'essai" la pression à laquelle l'organe est soumis au cours de l'essai d'homologation.

2.1.3 Par "pression maximale de fonctionnement" la pression maximale pour laquelle un organe est conçu et sur la base de laquelle sa résistance est déterminée.

2.2 Par "organe spécial" :

- a) le réservoir (ou bouteille),
- b) les accessoires fixés au réservoir,
- c) le détendeur,
- d) la vanne automatique,
- e) la vanne manuelle,
- f) le mélangeur gaz/air (carburateur ou injecteur(s)),
- g) le régulateur de débit de gaz,
- h) le flexible de gaz,
- i) la tuyauterie rigide de gaz,
- j) l'embout ou réceptacle de remplissage,
- k) la soupape de contrôle ou antiretour,
- l) la soupape de surpression (soupape de décompression)
- m) le dispositif de surpression (à déclenchement thermique),
- n) le filtre,
- o) le capteur/témoin de pression ou de température,
- p) le limiteur de débit,
- q) le robinet de service,
- r) le module de commande électronique,
- s) le capot étanche,
- t) les raccords,
- u) le tuyau d'aération.

2.2.1 Bon nombre des organes susmentionnés peuvent être combinés ou montés ensemble pour constituer un "organe multifonctionnel".

Figure 1-1 - Diagramme de Classement des organes GNC

P_f = Pression de fonctionnement

[FIGURE - OFFSET]

Figure 1-2

EPREUVES APPLICABLES AUX CLASSES SPECIFIQUES D'ORGANES
(A L'EXCLUSION DES BOUTEILLES)

Epreuve fonctionnelle	Epreuve de surpression	Epreuve d'étanchéité (vers l'extérieur)	Epreuve d'étanchéité (vers l'intérieur)	Epreuve de durabilité en fonctionnement continu	Résistance à la corrosion	Tenue à l'ozone	Compatibilité avec le GNC	Résistance à la vibration	Résistance à la chaleur sèche
	Annexe 5 A	Annexe 5 B	Annexe 5 C	Annexe 5 L	Annexe 5 E	Annexe 5 G	Annexe 5 D	Annexe 5 N	Annexe 5 F
Classe 0	X	X	A	A	X	A	A	X	A
Classe 1	X	X	A	A	X	A	A	X	A
Classe 2	X	X	A	A	X	A	A	X	A
Classe 3	X	X	A	A	X	A	A	X	A
Classe 4	O	O	O	O	X	A	A	O	A

X = Applicable O = Non applicable A = Le cas échéant

2.3 Par "réservoir" (ou bouteille), tout récipient utilisé pour le stockage du gaz naturel comprimé;

2.3.1 Les réservoirs sont désignés de la façon suivante : :

- GNC-1 : métallique;
- GNC-2 : enveloppe métallique intérieure 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);
- CNG-4 : filament continu imprégné de résine avec enveloppe non métallique (entièrement composite).

2.4 Par "type de réservoir", des réservoirs qui ne diffèrent pas entre eux en ce qui concerne les caractéristiques prescrites à l'annexe 3 pour les dimensions et les matériaux.

2.5 Par "accessoires fixés au réservoir", les organes suivants (non exclusivement), qui peuvent être soit indépendants soit :

- 2.5.1 Vanne manuelle;
- 2.5.2 Capteur/témoin de pression;
- 2.5.3 Soupape de surpression (soupape de décompression);
- 2.5.4 Dispositif de surpression (à déclenchement thermique);

- 2.5.5 Vanne automatique de la bouteille;
- 2.5.6 Limiteur de débit;
- 2.5.7 Coffret étanche.
- 2.6 Par "soupape, vanne, robinet, etc.", un dispositif permettant de contrôler le débit d'un fluide.
- 2.7 Par "vanne automatique", une vanne qui n'est pas commandée manuellement.
- 2.8 Par "vanne automatique de la bouteille", une vanne automatique fermement fixée à la bouteille et qui contrôle le débit de gaz du système d'alimentation.
- 2.9 Par "soupape de contrôle ou soupape antiretour", un dispositif automatique qui autorise le gaz à s'écouler dans un sens seulement.
- 2.10 Par "limiteur de débit", une soupape qui se ferme automatiquement ou qui limite le débit de gaz lorsque ce dernier dépasse une valeur fixée par construction.
- 2.11 Par "vanne manuelle", une vanne manuelle fermement fixée sur la bouteille.
- 2.12 Par "soupape de surpression (soupape de décompression)", un dispositif permettant de limiter à une valeur prédéterminée la remontée de pression dans le réservoir.
- 2.13 Par "robinet de service", une vanne d'isolement qui n'est fermée que lorsque le véhicule fait l'objet d'une opération d'entretien.
- 2.14 Par "filtre", un écran protecteur qui retient les corps étrangers présents dans le gaz.
- 2.15 Par "raccord", un branchement utilisé dans un système de tuyauterie, de tubulures ou de flexibles.
- 2.16 Tuyauteries de gaz
- 2.16.1 Par "flexible", un conduit flexible pour l'écoulement du gaz naturel.
- 2.16.2 Par "tuyauterie rigide", une tubulure pour l'écoulement gaz naturel et qui n'est pas censée fléchir des conditions normales d'exploitation.
- 2.17 Par "mélangeur gaz/air", un dispositif permettant d'introduire le carburant gazeux dans le collecteur d'admission du moteur (carburateur ou injecteur).
- 2.18 Par "régulateur de débit de gaz", un dispositif permettant de réduire le débit de gaz, installé en aval d'un détendeur et

contrôlant l'alimentation du moteur.

- 2.19 Par "capot étanche", un dispositif qui évacue une fuite de gaz vers l'air libre, y compris le tuyau d'aération.
- 2.20 Par "témoin de pression", un dispositif pressurisé qui indique la pression de gaz.
- 2.21 Par "détendeur", un dispositif utilisé pour contrôler la pression du carburant gazeux parvenant au moteur.
- 2.22 Par "dispositif de surpression (à déclenchement thermique)", un dispositif à utilisation unique, déclenché par une température et/ou une pression excessives et qui évacue le gaz pour éviter une rupture de la bouteille.
- 2.23 Par "embout ou réceptacle de remplissage", un dispositif monté sur le véhicule, à l'extérieur ou à l'intérieur (compartiment moteur) et utilisé pour remplir le réservoir à la station service.
- 2.24 Par "module de commande électronique (GNC - alimentation)", un dispositif qui contrôle la demande de gaz du moteur et ses autres paramètres et déclenche la fermeture de la vanne d'arrêt automatique, pour des raisons de sécurité.
- 2.25 Par "type d'organes", tels ceux mentionnés aux paragraphes 2.6. à 2.23., des organes qui ne diffèrent pas sur des points essentiels tels les matériaux et la pression maximale de fonctionnement.
- 2.26 Par "type de module de commande électronique", tel que mentionné au paragraphe 2.24, des organes qui ne diffèrent pas sur des points essentiels tels les principes de base du logiciel de base, à l'exception de modifications mineures.

PREMIERE PARTIE

HOMOLOGATION DES ORGANES SPECIAUX POUR L'ALIMENTATION
DU MOTEUR AU GNC SUR LES VEHICULES

3. DEMANDE D'HOMOLOGATION
 - 3.1 La demande d'homologation de l'organe spécial ou de l'organe multifonctionnel spécial est présentée par le détenteur de la marque de fabrique ou de commerce ou par son mandataire accrédité
 - 3.2 Elle doit être accompagnée des pièces suivantes, en triple exemplaire, et des renseignements mentionnés ci-après :
 - 3.2.1 Description du véhicule comprenant tous les détails pertinents mentionnés dans l'annexe 1A du présent Règlement,
 - 3.2.2 Description détaillée du type d'organe spécial,
 - 3.2.3 Schéma de l'organe spécial, suffisamment détaillé et à une échelle appropriée,
 - 3.2.4 Contrôle du respect des spécifications énoncées au paragraphe 6 du présent Règlement.
3. A la demande du service technique chargé des essais d'homologation, des échantillons de l'organe spécial doivent être présentés. Des échantillons supplémentaires devront être fournis sur demande (3 au maximum).
 - 3.3.1 A l'étape de préproduction des réservoirs, [n] */ réservoirs de chaque 50 produits (lot de validation) sont soumis aux épreuves non destructives de l'annexe 3.
4. INSCRIPTIONS
 - 4.1 Les échantillons des organes spéciaux présentés à l'homologation doivent porter la marque de fabrique ou de commerce du fabricant ainsi que l'indication de type et, en outre, pour les flexibles, le mois et l'année de fabrication; ce marquage doit être bien lisible et indélébile.
 - 4.2 Chaque organe doit comporter un emplacement de dimension suffisante pour recevoir la marque d'homologation; cet emplacement doit être indiqué sur les schémas mentionnés au paragraphe 3.2.3 ci-dessus.
 - 4.3 Chaque réservoir doit aussi porter une plaque signalétique sur laquelle sont apposées de manière bien lisible et indélébile les indications suivantes :
 - a) le numéro de série;

*/ A déterminer.

- b) la contenance en litres;
- c) la marque "GNC";
- d) la pression de fonctionnement/d'épreuve [MPa];
- e) le poids (en kg);
- f) le mois et l'année d'homologation (par exemple 01/96);
- g) la marque d'homologation prescrite au paragraphe 5.4.

5. HOMOLOGATION

- 5.1 Lorsque les échantillons d'organes présentés à l'homologation satisfont aux prescriptions des paragraphes 6.1 à 6.11 du présent Règlement, l'homologation de ce type d'organe est accordée.
- 5.2 Un numéro d'homologation est attribué à chaque type d'organe ou à chaque type d'organe multifonctionnel homologué. Ces deux premiers chiffres (actuellement 00 pour le Règlement dans sa forme originelle) indiquent la série d'amendements correspondant aux plus récentes modifications techniques majeures apportées au Règlement à la date où l'homologation est délivrée. Une même Partie contractante ne peut attribuer le même code alphanumérique à une autre type d'organe.
- 5.3 L'homologation, le refus ou l'extension de l'homologation d'un type d'organe GNC en application du présent Règlement est notifié aux Parties à l'accord impliquant le présent Règlement par l'envoi d'une fiche conforme au modèle de l'annexe 2B au présent Règlement.
- 5.4 Sur tout organe conforme à un type homologué en application du présent Règlement, il est apposé de manière bien visible à l'emplacement mentionné au paragraphe 4.2 ci-dessus, en plus des inscriptions prescrites aux paragraphes 4.1 et 4.3, une marque d'homologation internationale composée :

- 5.4.1 D'un cercle entourant la lettre "E" suivi du numéro distinctif du pays qui a accordé l'homologation; 1/
- 5.4.2 Du numéro du présent Règlement, suivi de la lettre "R", d'un tiret et du numéro d'homologation, placés à la droite du cercle mentionné au paragraphe 5.4.1. Ce numéro est le numéro attribué au type de l'organe, figurant sur la fiche d'homologation (voir le paragraphe 5.2. et l'annexe 2B); ses deux premiers chiffres indiquent le numéro de la plus récente série d'amendements incorporée au présent Règlement.
- 5.5 La marque d'homologation doit être bien lisible et indélébile.
- 5.6 L'annexe 2A donne un exemple de la marque d'homologation susmentionnée.
6. SPECIFICATIONS APPLICABLES AUX ORGANES GNC
- 6.1 Prescriptions générales
- 6.1.1 Les organes spéciaux des véhicules alimentés au GNC doivent fonctionner de manière correcte et sûre, comme spécifié dans le présent Règlement.

Les matériaux de l'organe qui sont en contact avec le GNC doivent être compatibles avec ce dernier (voir annexe 5 D).

1/ 1 pour l'Allemagne, 2 pour la France, 3 pour l'Italie, 4 pour les Pays-Bas, 5 pour la Suède, 6 pour la Belgique, 7 pour la Hongrie, 8 pour la République tchèque, 9 pour l'Espagne, 10 pour la Yougoslavie, 11 pour le Royaume-Uni, 12 pour l'Autriche, 13 pour le Luxembourg, 14 pour la Suisse, 15 (libre), 16 pour la Norvège, 17 pour la Finlande, 18 pour le Danemark, 19 pour la Roumanie, 20 pour la Pologne, 21 pour le Portugal, 22 pour la Fédération de Russie, 23 pour la Grèce, 24 pour l'Irlande, 25 pour la Croatie, 26 pour la Slovénie, 27 pour la Slovaquie, 28 pour le Bélarus, 29 pour l'Estonie, 30 (libre), 31 pour la Bosnie-Herzégovine, 32 pour la Lettonie, 33 (libre), 34 pour la Bulgarie, 35 et 36 (libres), 37 pour la Turquie, 38 et 39 (libres), 40 pour l'ex-République yougoslave de Macédoine, 41 (libre), 42 pour la Communauté européenne (Les homologations sont accordées par les Etats membres qui utilisent leurs propres marques CEE), 43 pour le Japon, 44 (libre), 45 pour l'Australie et 46 pour l'Ukraine. Les numéros suivants seront attribués aux autres pays selon l'ordre chronologique de ratification de l'Accord concernant l'adoption de prescriptions techniques uniformes applicables aux véhicules à roues, aux équipements et aux pièces susceptibles d'être montés ou utilisés sur un véhicule à roues et les conditions de reconnaissance réciproque des homologations délivrées conformément à ces prescriptions, ou de leur adhésion à cet Accord et les chiffres ainsi attribués seront communiqués par le Secrétaire général de l'Organisation des Nations Unies aux Parties contractantes à l'Accord.

Les éléments des organes dont le fonctionnement correct et sûr risque d'être compromis par le contact avec le GNC, les hautes pressions ou les vibrations doivent être soumises aux épreuves applicables décrites dans les annexes au présent Règlement. En particulier, il doit être satisfait aux dispositions des paragraphes 6.2. à 6.11.

Les organes spéciaux des véhicules alimentés au GNC doivent satisfaire aux prescriptions concernant la compatibilité électromagnétique conformément à la série 02 d'amendements au Règlement No 10, ou à leur équivalent.

6.2 Prescriptions relatives aux réservoirs

6.2.1 Les réservoirs à GNC doivent être couverts par une homologation de type délivrée conformément aux dispositions de l'annexe III au présent Règlement.

6.3 Prescriptions relatives aux organes fixés au réservoir

6.3.1 Le réservoir doit être équipé des organes suivants, qui peuvent être soit indépendants, soit combinés :

6.3.1.1 Vanne manuelle,

6.3.1.2 Vanne automatique de la bouteille,

6.3.1.3 Dispositif de surpression,

6.3.1.4 Limiteur de débit.

6.3.2 Si nécessaire, le réservoir peut être muni d'un capot étanche.

6.3.3 Les organes visés aux paragraphes 6.3.1. à 6.3.2. ci-dessus doivent être couverts par une homologation de type délivrée conformément aux dispositions énoncées dans l'annexe 4 au présent Règlement.

6.4.-6.11 Prescriptions relatives aux autres organes

Les autres organes doivent être couverts par une homologation de type délivrée conformément aux dispositions énoncées dans les annexes indiquées dans le tableau ci-dessous.

Paragraphe	Organe	Annexe
64	Vanne automatique Soupape de contrôle ou soupape antiretour Soupape de surpression Dispositif de surpression Limiteur de débit	4A
65	Flexible d'alimentation	4B
66	Filtre à GNC	4C
67	Détendeur	4D
68	Capteurs de pression et de température	4
69	Embout ou réceptacle de remplissage	4F
610	Régulateur de débit de gaz et mélangeur gaz/air ou injecteur	4G
611	Module de commande électronique	4H

7. MODIFICATIONS D'UN TYPE D'ORGANE GNC ET EXTENSION DE L'HOMOLOGATION

7.1 Toute modification d'un type d'organe GNC doit être portée à la connaissance du service administratif qui a accordé l'homologation de type. Celui-ci peut alors :

7.1.1 soit considérer que les modifications qui ont été apportées ne risquent pas d'avoir d'influence défavorable réelle et que l'organe satisfait encore aux prescriptions,

7.1.2 soit décider si l'autorité compétente doit soumettre l'organe à une nouvelle série partielle ou complète d'essais.

7.2 La confirmation ou le refus de l'homologation avec indication des modifications est notifiée aux Parties à l'Accord appliquant le présent Règlement par la procédure décrite au paragraphe 5.3 ci-dessus.

7.3 L'autorité compétente qui délivre l'extension d'homologation attribue un numéro d'ordre à chaque fiche de rectification établie pour cette extension.

8. (Vacant)

9. CONFORMITE DE LA PRODUCTION

Les modalités de contrôle de la conformité de la production sont celles définies à l'appendice 2 de l'Accord (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.2), les prescriptions étant les suivantes :

- 9.1 Chaque réservoir doit être soumis à l'épreuve à une pression minimale supérieure à 1,5 fois la pression maximale de fonctionnement conformément aux prescriptions de l'annexe 3 au présent Règlement.
- 9.2 Chaque lot de 200 réservoirs (au maximum) fabriqué avec le même lot de matière première doit faire l'objet d'une épreuve de rupture sous pression hydraulique conformément au paragraphe 3.2 de l'annexe 3.
- 9.3 Tout flexible d'alimentation qui relève des catégories haute et moyenne pression (Classes 0, 1) selon la classification du paragraphe 2 du présent Règlement doit être soumis à l'essai sous une pression double de la pression maximale de fonctionnement.
10. SANCTIONS POUR NON-CONFORMITE DE LA PRODUCTION
- 10.1 L'homologation délivrée pour un type d'organe en application du présent Règlement peut être retirée si les prescriptions du paragraphe 9 ci-dessus ne sont pas respectées.
- 10.2 Si une Partie à l'Accord appliquant le présent Règlement retire une homologation qu'elle avait accordée, elle est tenue d'en informer aussitôt les autres Parties à l'Accord appliquant le présent Règlement, par l'envoi d'une fiche de notification conforme au modèle de l'annexe 2B au présent Règlement.
11. (Vacant)
12. ARRET DEFINITIF DE LA PRODUCTION
- Si le détenteur d'une homologation cesse définitivement la fabrication d'un type d'organe homologué conformément au présent Règlement, il en informe l'autorité qui a délivré l'homologation, laquelle avise à son tour les autres Parties à l'Accord appliquant le présent Règlement, par l'envoi d'une fiche de notification conforme au modèle de l'annexe 2B du présent Règlement.
13. NOMS ET ADRESSES DES SERVICES TECHNIQUES CHARGES DES ESSAIS D'HOMOLOGATION ET DES SERVICES ADMINISTRATIFS
- Les parties à l'Accord appliquant le présent Règlement communiquent au Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies les noms et les adresses des services techniques chargés des essais d'homologation et des services administratifs qui délivrent l'homologation et auxquels doivent être envoyées les fiches de notification d'homologation, de refus, d'extension ou de retrait d'homologation émises dans les autres pays.

DEUXIEME PARTIE

HOMOLOGATION DES VEHICULES MUNIS D'ORGANES SPECIAUX D'UN TYPE HOMOLOGUE
POUR L'ALIMENTATION DU MOTEUR AU GAZ NATUREL COMPRIME (GNC)
EN CE QUI CONCERNE L'INSTALLATION DE CES ORGANES

14. DEFINITIONS
- 14.1 Aux fins de la deuxième partie du présent Règlement, on entend :
- 14.1.1 Par "homologation d'un véhicule", l'homologation d'un type de véhicule des catégories M et N en ce qui concerne son système GNC en tant qu'équipement originel pour l'alimentation du moteur;
- 14.1.2 Par "type de véhicule" des véhicules équipés d'organes spéciaux pour l'alimentation du moteur au GNC qui ne diffèrent pas du point de vue :
- 14.1.2.1 du constructeur;
- 14.1.2.2 de la désignation du type établie par le constructeur;
- 14.1.2.3 des aspects essentiels de la conception et de la construction :
- 14.1.2.3.1 du châssis/plancher (différences évidentes et fondamentales);
- 14.1.2.3.2 de l'installation de l'équipement GNC (différences évidentes et fondamentales).
- 14.1.3 Par "système GNC", un assemblage d'organes (réservoir(s) ou bouteille(s), soupapes, flexibles, etc.) et éléments de raccordement (tuyauteries rigides, raccords, etc.) montés sur des véhicules dont le moteur est alimenté au GNC.
15. DEMANDE D'HOMOLOGATION
- 15.1 La demande d'homologation d'un type de véhicule en ce qui concerne l'installation des organes spéciaux pour l'alimentation du moteur au GNC doit être présentée par le constructeur du véhicule ou par son mandataire accrédité.
- 15.2 Elle doit être accompagnée des documents, en triple exemplaire, donnant la description du véhicule et toutes les caractéristiques utiles énumérées à l'annexe 1 B au présent Règlement.
- 15.3 Un véhicule représentatif du type homologué doit être présenté au service technique chargé des essais d'homologation.

16. HOMOLOGATION

- 16.1 Si le véhicule présenté à l'homologation en application du présent Règlement, muni de tous les organes spéciaux nécessaires pour l'alimentation du moteur au gaz naturel comprimé, satisfait aux prescriptions du paragraphe 17 ci-dessous, l'homologation de type de ce véhicule est accordé.
- 16.2 Un numéro d'homologation est attribué à chaque type de véhicule homologué. Les deux premiers chiffres indiquent la série d'amendements correspondants aux plus récentes modifications techniques majeures apportées au Règlement à la date où l'homologation est délivrée.
- 16.3 L'homologation, le refus ou l'extension de l'homologation d'un type de véhicule alimenté au GNC en application du présent Règlement est notifiée aux Parties à l'Accord appliquant le présent Règlement par l'envoi d'une fiche conforme au modèle de l'annexe 2D au présent Règlement.
- 16.4 Sur tout véhicule conforme à un type de véhicule homologué en application du présent Règlement, il est apposé de manière bien visible, en un emplacement facilement accessible et indiqué sur la fiche d'homologation mentionnée au paragraphe 16.2. ci-dessus, une marque d'homologation internationale composée :
- 16.4.1 D'un cercle entourant la lettre "E" suivi du numéro distinctif du pays qui a accordé l'homologation; 1/

1/ 1 pour l'Allemagne, 2 pour la France, 3 pour l'Italie, 4 pour les Pays-Bas, 5 pour la Suède, 6 pour la Belgique, 7 pour la Hongrie, 8 pour la République tchèque, 9 pour l'Espagne, 10 pour la Yougoslavie, 11 pour le Royaume-Uni, 12 pour l'Autriche, 13 pour le Luxembourg, 14 pour la Suisse, 15 (libre), 16 pour la Norvège, 17 pour la Finlande, 18 pour le Danemark, 19 pour la Roumanie, 20 pour la Pologne, 21 pour le Portugal, 22 pour la Fédération de Russie, 23 pour la Grèce, 24 pour l'Irlande, 25 pour la Croatie, 26 pour la Slovénie, 27 pour la Slovaquie, 28 pour le Bélarus, 29 pour l'Estonie, 30 (libre), 31 pour la Bosnie-Herzégovine, 32 pour la Lettonie, 33 (libre), 34 pour la Bulgarie, 35 et 36 (libres), 37 pour la Turquie, 38 et 39 (libres), 40 pour l'ex-République yougoslave de Macédoine, 41 (libre), 42 pour la Communauté européenne (Les homologations sont accordées par les Etats membres qui utilisent leurs propres marques CEE), 43 pour le Japon, 44 (libre), 45 pour l'Australie et 46 pour l'Ukraine. Les numéros suivants seront attribués aux autres pays selon l'ordre chronologique de ratification de l'Accord concernant l'adoption de prescriptions techniques uniformes applicables aux véhicules à roues, aux équipements et aux pièces susceptibles d'être montés ou utilisés sur un véhicule à roues et les conditions de reconnaissance réciproque des homologations délivrées conformément à ces prescriptions, ou de leur adhésion à cet Accord et les chiffres ainsi attribués seront communiqués par le Secrétaire général de l'Organisation des Nations Unies aux Parties contractantes à l'Accord.

- 16.4.2 Du numéro du présent Règlement, suivi de la lettre "R", d'un tiret, et du numéro d'homologation, placés à la droite du cercle mentionné au paragraphe 16.4.1.
- 16.5 Si le véhicule est conforme à un type de véhicule homologué conformément à un ou plusieurs autres règlements annexés à l'Accord dans le pays qui délivre l'homologation en application du présent Règlement, il n'est pas nécessaire de répéter le symbole mentionné au paragraphe 16.4.1.; en pareil cas, les numéros de règlement et d'homologation et les symboles additionnels éventuels pour tous les règlements en vertu desquels l'homologation est accordée dans le pays doivent être disposés en colonnes verticales à droite du symbole précité.
- 16.6 La marque d'homologation doit être bien lisible et indélébile.
- 16.7 La marque d'homologation doit être placée sur la plaque signalétique du véhicule ou à proximité de cette dernière.
- 16.9 Des exemples de marques d'homologation sont donnés à l'annexe 2C du présent Règlement.
17. PRESCRIPTIONS CONCERNANT L'INSTALLATION D'ORGANES SPECIAUX POUR L'ALIMENTATION DU MOTEUR AU GAZ NATUREL COMPRIME
- 17.1 Prescriptions générales
- 17.1.1 Le système GNC du véhicule doit fonctionner de manière adéquate et sûre à la pression maximale de fonctionnement pour laquelle il a été conçu et homologué.
- 17.1.2 Chaque organe du système doit être homologuée individuellement, conformément à la première partie du présent Règlement.
- 17.1.3 Les matériaux utilisés dans le système doivent être compatibles avec le GNC.
- 17.1.4 Tous les organes du système doivent être convenablement fixés.
- 17.1.5 Le système GNC ne doit pas présenter de fuite c'est-à-dire qu'il doit rester exempt de bulles pendant 3 minutes.
- 17.1.6 Le système GNC doit être installé de manière telle qu'il soit le mieux possible protégé contre les détériorations dues par exemple au déplacement d'éléments du véhicule, aux chocs, à la poussière de la route ou aux opérations de chargement et de déchargement des véhicules ou à des mouvements de la charge transportée.
- 17.1.7 Aucun accessoire ne doit être raccordé au système GNC, en dehors de ceux dont la présence est rigoureusement nécessaire pour le fonctionnement correct du moteur.
- 17.1.7.1 Nonobstant les dispositions du paragraphe 17.1.8., les véhicules peuvent être munis d'un système de chauffage du compartiment des

passagers et/ou du compartiment de chargement raccordé au système GNC.

- 17.1.7.2 Le système de chauffage mentionné au paragraphe 17.8.1. est autorisé si le service technique chargé des essais d'homologation juge qu'il est suffisamment bien protégé et qu'il n'affecte pas le fonctionnement correct du système d'alimentation du moteur au GNC.
- 17.1.8 Signalisation des véhicules des catégories M2 et M3 */ alimentés au GNC.
 - 17.1.8.1 Les véhicules des catégories M2 ou M3 munis d'un système GNC doivent porter une plaque conforme aux prescriptions de l'annexe 6.
 - 17.1.8.2 Cette plaque doit être apposée à l'avant et à l'arrière du véhicule du transport public et à l'extérieur des portes, du côté droit.
- 17.2 Autres prescriptions
 - 17.2.1 Aucun organe du système GNC, y compris les matériaux de protection qui en font partie, ne doit faire saillie au-delà du contour du véhicule à l'exception de l'embout de remplissage, qui peut dépasser au maximum 10 mm par rapport à son embase.
 - 17.2.2 Aucun organe du système GNC ne doit être situé à moins de 100 mm de l'échappement ou d'une source de chaleur analogue, sauf s'il est efficacement protégé contre la chaleur.
- 17.3 Le système GNC
 - 17.3.1 Un système GNC doit comprendre au moins les organes suivants :
 - 17.3.1.1 Réservoir(s) ou bouteille(s);
 - 17.3.1.2 Témoin de pression ou jauge de carburant;
 - 17.3.1.3 Dispositif de surpression (à déclenchement thermique);
 - 17.3.1.4 Vanne automatique;
 - 17.3.1.5 Vanne manuelle;
 - 17.3.1.6 Détendeur;
 - 17.3.1.7 Régulateur de débit de gaz;
 - 17.3.1.8 Limiteur de débit;

*/ Tels que définis dans la Résolution d'ensemble sur la construction des véhicules (TRANS/WP.29/78/Rev.1/Amend.2).

- 17.3.1.9 Mélangeur gaz/air (carburateur ou injecteur(s));
- 17.3.1.10 Embout ou réceptacle de remplissage;
- 17.3.1.11 Flexible de gaz;
- 17.3.1.12 Tuyauterie rigide de gaz;
- 17.3.1.13 Module de commande électronique;
- 17.3.1.14 Raccords;
- 17.3.1.15 Capot étanche pour les organes installés dans le compartiment pour bagages et dans le compartiment pour passagers. Lorsque le capot étanche est prévu pour être détruit en cas d'incendie, il peut recouvrir le dispositif de surpression.
- 17.3.2 Le système GNC peut aussi comporter les organes suivants :
- 17.3.2.1 Soupape de contrôle ou soupape antiretour;
- 17.3.2.2 Soupape de surpression;
- 17.3.2.3 Filtre à GNC;
- 17.3.2.4 Capteur de pression et/ou de température;
- 17.3.2.5 Système de sélection du carburant et circuit électrique.
- 17.3.3 Une vanne automatique supplémentaire peut être combinée avec le détendeur.
- 17.4 Installation du réservoir
- 17.4.1 Le réservoir doit être monté de manière permanente sur le véhicule. Il ne doit pas être installé dans le compartiment moteur.
- 17.4.2 Le réservoir doit être monté de manière qu'il n'y ait pas de contact métal contre métal sauf à ses points d'ancrage.
- 17.4.3 Lorsque le véhicule est en ordre de marche, le réservoir ne doit pas être à moins de 200 mm au-dessus de la surface de la route.
- 17.4.3.1 Il peut être dérogé aux dispositions du paragraphe 17.4.3. si le réservoir est efficacement protégé à l'avant et sur les côtés et si aucune de ses parties ne fait saillie au-dessous de cette structure de protection.
- 17.4.4. Le ou les réservoirs ou bouteilles de carburant doivent être montés et fixés de manière telle que les accélérations suivantes puissent être absorbées (sans dommage) quand ils sont pleins :

Véhicules des catégories M1 et N1 :

- a) 20 g dans le sens du déplacement
- b) 8 g horizontalement, dans un axe perpendiculaire au sens du déplacement

Véhicules des catégories M2 et N2 :

- a) 10 g dans le sens du déplacement
- b) 5 g horizontalement, dans un axe perpendiculaire au sens du déplacement

Véhicules des catégories M3 et N3 :

- a) 6,6 g dans le sens du déplacement
- b) 5 g horizontalement, dans un axe perpendiculaire au sens du déplacement

Une méthode de calcul peut être utilisée à la place d'une épreuve pratique si son équivalence peut être prouvée par le demandeur de l'homologation, à la satisfaction du service technique.

17.5 Accessoires montés sur le ou les réservoir(s) ou bouteille(s)

17.5.1 Vannes automatiques

17.5.1.1 Une vanne automatique doit être installée directement sur le réservoir.

17.5.2 Dispositif de surpression

17.5.2.1 Le dispositif de surpression (à déclenchement thermique) doit être fixé sur le ou les réservoir(s) de manière telle que l'évacuation des gaz puisse se faire dans le capot étanche si ce dernier satisfait aux prescriptions du paragraphe 17.5.5.

17.5.3 Soupape de surpression sur le réservoir

17.5.3.1 La soupape de surpression doit être fixée au(x) réservoir(s) de manière telle que l'évacuation des gaz puisse se faire dans le capot étanche si ce dernier satisfait aux prescriptions du paragraphe 17.5.5.

17.5.4 Vanne manuelle

17.5.4.1 La vanne manuelle doit être fermement fixée sur la bouteille.

17.5.5 Capot étanche monté sur le ou les réservoir(s)

17.5.5.1 Un capot étanche recouvrant les accessoires du réservoir et satisfaisant aux dispositions des paragraphes 17.5.5.2 à 17.5.5.5 doit être monté sur le réservoir, à moins que celui-ci ne soit installé à l'extérieur du véhicule.

- 17.5.5.2 Le capot étanche doit être mis à l'atmosphère, si nécessaire au moyen d'un raccordement flexible et d'un tuyau d'évacuation qui doivent être en matériau résistant au GNC.
- 17.5.5.3 La sortie de l'évent du capot étanche doit être orientée vers le haut. Elle ne doit pas cependant déboucher dans un passage de roues, ni à proximité d'une source de chaleur telle que l'échappement.
- 17.5.5.4 Les raccordements flexibles et tuyaux d'évacuation installés au fond de la carrosserie du véhicule pour la mise à l'air libre du capot étanche doivent offrir une section libre minimale de 450 mm².
- 17.5.5.5 Le capot étanche et les raccordements flexibles doivent demeurer étanches au gaz sous une pression de 10 kPa sans présenter de déformation permanente.
- 17.5.5.6 Le raccordement flexible doit être fixé au capot étanche et au tuyau d'évacuation par des colliers, ou par d'autres moyens, de telle manière que les raccords soient étanches au gaz.
- 17.5.5.7 Le capot étanche doit englober tous les organes installés dans le compartiment à bagages ou le compartiment pour passagers.

17.6 Tuyauteries de gaz rigides et flexibles

- 17.6.1 Les tuyauteries rigides doivent être en acier inoxydable.
- 17.6.2 Le tuyau rigide peut être remplacé par un flexible pour les Classes 0, 1 ou 2.
- 17.6.3 Le flexible doit satisfaire aux prescriptions de l'annexe 4B du présent Règlement.
- 17.6.4 Les tuyaux rigides doivent être fixés de manière telle qu'ils ne soient pas soumis à des vibrations ou à des contraintes mécaniques.
- 17.6.5 Les flexibles doivent être fixés de manière telle qu'ils ne soient pas soumis à des vibrations ou à des contraintes mécaniques.
- 17.6.6 Au point de fixation, les tuyaux, qu'ils soient rigides ou flexibles, doivent être montés de telle manière qu'il ne puisse y avoir de contact métal contre métal.
- 17.6.7 Les tuyaux rigides ou flexibles ne doivent pas être situés à proximité des points de levage au cric.
- 17.6.8 Au point de passage à travers une paroi, les tuyaux doivent être munis d'un matériau protecteur.

- 17.7 Raccords à gaz entre les organes
- 17.7.1 Les raccords soudés ou brasés ne sont pas autorisés, ni les raccords à compression de type cranté.
- 17.7.2 Pour les tuyaux en acier inoxydable, on ne doit utiliser que des raccords en acier inoxydable.
- 17.7.3 Les boîtiers de raccordement doivent être faits d'un matériau non corrodable.
- 17.7.4 Les tuyaux rigides doivent être joints au moyen de raccords appropriés, par exemple des raccords à compression en deux parties pour les tuyaux en acier et des raccords à olives des deux côtés.
- 17.7.5 Le nombre de raccords doit être limité au strict minimum.
- 17.7.6 Tous les raccords doivent être situés dans des emplacements accessibles, pour inspection.
- 17.7.7 Lorsqu'elles traversent un compartiment pour passagers ou un compartiment à bagages fermé, les tuyauteries ne doivent pas dépasser la longueur raisonnablement nécessaire et, en tout cas, être protégées par un capot étanche.
- 17.7.7.1 Les dispositions du paragraphe 17.7.7 ne s'appliquent pas aux véhicules des catégories M2 ou M3 sur lesquels les tuyauteries et raccordements sont munis d'un manchon en matériau résistant au GNC et mis à l'atmosphère.
- 17.8 Vanne automatique
- 17.8.1 Une vanne automatique doit être montée sur chaque réservoir à GNC.
- 17.8.2 Une autre vanne automatique peut être montée dans la tuyauterie de gaz, aussi près que possible du détenteur.
- 17.8.3 La vanne d'arrêt automatique doit fonctionner de manière telle que l'alimentation en gaz soit coupée en même temps que l'allumage du moteur, quelle que soit la position de la commande d'allumage, et reste coupée tant que le moteur ne tourne pas.
- 17.9 Embout ou réceptacle de remplissage
- 17.9.1 L'embout de remplissage doit être immobilisé en rotation et doit être protégé contre la poussière et l'eau.
- 17.9.2 Lorsque le réservoir à GNC est installé dans le compartiment pour passagers ou dans un compartiment (à bagages) fermé, l'embout de remplissage doit être situé à l'extérieur du véhicule ou dans le compartiment moteur.

- 17.10 Système de sélection du carburant et circuit électrique
- 17.10.1 Les organes électriques du système GNC doivent être protégés contre les surcharges.
- 17.10.2 Les véhicules polycarburants doivent être munis d'un système de sélection du carburant empêchant que le moteur ne puisse à aucun moment être alimenté par plus d'un carburant à la fois.
- 17.10.3 Les branchements et composants électriques situés dans le capot étanche doivent être conçus de manière telle qu'il ne puisse se former d'étincelles.
- 18. CONFORMITE DE LA PRODUCTION
- 18.1 Les procédures de la conformité de la production doivent être conformes à celles de l'appendice 2 de l'Accord (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.2).
- 19. SANCTIONS POUR NON-CONFORMITE DE LA PRODUCTION
- 19.1 L'homologation délivrée pour un type de véhicule en application du présent Règlement peut être retirée si les prescriptions du paragraphe 18 ci-dessus ne sont pas respectées.
- 19.2 Si une Partie à l'Accord appliquant le présent Règlement retire une homologation qu'elle avait accordée, elle est tenue d'en aviser immédiatement les autres Parties à l'Accord appliquant le présent Règlement par l'envoi d'une fiche de notification conforme au modèle de l'annexe 2D au présent Règlement.
- 20. MODIFICATION DU TYPE DE VEHICULE ET EXTENSION DE L'HOMOLOGATION
- 20.1 Toute modification de l'installation des organes spéciaux pour l'alimentation du moteur au gaz naturel comprimé doit être signalée au service administratif ayant homologué le type de véhicule, qui peut alors :
 - 20.1.1 soit considérer que les modifications qui ont été faites ne risquent pas d'avoir d'influence défavorable réelle et qu'en tout cas le véhicule continue de satisfaire aux prescriptions;
 - 20.1.2 soit exiger un nouveau procès-verbal d'essai du service technique chargé de ces derniers.
- 20.2 La confirmation ou le refus d'homologation, avec indication des modifications, est notifié aux Parties à l'Accord appliquant le présent Règlement sur un formulaire conforme au modèle décrit à l'annexe 2D du présent Règlement.
- 20.3 L'autorité compétente qui délivre l'extension d'homologation attribue un numéro d'ordre à la fiche de notification établie pour cette extension, et elle en informe les autres Parties à l'Accord appliquant le présent Règlement au moyen d'une fiche de

notification conforme au modèle de l'annexe 2D du présent Règlement.

21. ARRET DEFINITIF DE LA PRODUCTION

Si le détenteur d'une homologation cesse définitivement la fabrication d'un type de véhicule homologué conformément au présent Règlement, il en informe l'autorité qui a délivré l'homologation, laquelle avise à son tour les autres Parties à l'Accord appliquant le présent Règlement par l'envoi d'une fiche de notification conforme au modèle de l'annexe 2D au présent Règlement.

22. NOMS ET ADRESSES DES SERVICES TECHNIQUES CHARGES DES ESSAIS D'HOMOLOGATION ET DES SERVICES ADMINISTRATIFS

Les Parties à l'Accord appliquant le présent Règlement communiquent au Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies les noms et adresses des services techniques chargés des essais d'homologation et des services administratifs qui délivrent l'homologation et auxquels doivent être renvoyées les fiches de notification d'homologation, de refus, d'extension ou de retrait d'homologation émises dans les autres pays.

Annexe 1 A

CARACTERISTIQUES ESSENTIELLES DE L'ORGANE GNC

- 1. (Vacant)
- 1.2.4.5.1 Description du système :
- 1.2.4.5.2 Détendeur(s) : oui/non 1/
- 1.2.4.5.2.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.2.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.2.5 Schémas :
- 1.2.4.5.2.6 Nombre de points de réglage principaux :
- 1.2.4.5.2.7 Description des principes de réglage aux points de réglage principaux :
- 1.2.4.5.2.8 Nombre de points de réglage du ralenti :
- 1.2.4.5.2.9 Description des principes de réglage aux points de réglage du ralenti :
- 1.2.4.5.2.10 Autres possibilités de réglage (à préciser - joindre descriptions et schémas) :
- 1.2.4.5.2.11 Pression(s) de fonctionnement 2/ : kPa
- 1.2.4.5.2.12 Matériau :
- 1.2.4.5.3 Mélangeur gaz/air (carburateur) : oui/non 1/
- 1.2.4.5.3.1 Numéro :
- 1.2.4.5.3.2 Marque(s) :
- 1.2.4.5.3.3 Type(s) :
- 1.2.4.5.3.4 Schémas :
- 1.2.4.5.3.5 Possibilités de réglage :
- 1.2.4.5.3.6 Pression(s) de fonctionnement 2/ : kPa
- 1.2.4.5.3.7 Matériau :
- 1.2.4.5.4 Régulateur de débit de gaz : oui/non 1/
- 1.2.4.5.4.1 Numéro :

- 1.2.4.5.4.2 Marque(s) :
- 1.2.4.5.4.3 Type(s) :
- 1.2.4.5.4.4 Schémas :
- 1.2.4.5.4.5 Possibilités de réglage (description):
- 1.2.4.5.4.6 Pression(s) de fonctionnement 2/ : kPa
- 1.2.4.5.4.7 Matériau :
- 1.2.4.5.5 Mélangeur(s) gaz/air (injecteur(s)) : oui/non 1/
- 1.2.4.5.5.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.5.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.5.3 Identification :
- 1.2.4.5.5.4 Pression(s) de fonctionnement 2/ : kPa
- 1.2.4.5.5.5 Schémas d'installation :
- 1.2.4.5.5.6 Matériau :
- 1.2.4.5.6 Module de commande électronique (pour l'alimentation au GNC) :
oui/non 1/
- 1.2.4.5.6.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.6.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.6.3 Possibilités de réglage :
- 1.2.4.5.6.4 Principes de base du logiciel :
- 1.2.4.5.7 Réservoir(s) ou bouteille(s) à GNC : oui/non 1/
- 1.2.4.5.7.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.7.2 Type(s) (joindre des schémas) :
- 1.2.4.5.7.3 Capacité : litres
- 1.2.4.5.7.4 Schémas de l'installation du réservoir :
- 1.2.4.5.7.5 Dimensions :
- 1.2.4.5.7.6 Matériau :
- 1.2.4.5.8 Accessoires du réservoir à GNC
- 1.2.4.5.8.1 Témoin de pression : oui/non 1/

- 1.2.4.5.8.1.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.8.1.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.8.1.3 Mode de fonctionnement : flotteur/autre 1/ (joindre une description ou des schémas)
- 1.2.4.5.8.1.4 Pression(s) de fonctionnement 2/ : MPa
- 1.2.4.5.8.1.5 Matériau :
- 1.2.4.5.8.2 Soupape de surpression (soupape de décompression) : oui/non 1/
- 1.2.4.5.8.2.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.8.2.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.8.2.3 Pression(s) de fonctionnement 2/ : MPa
- 1.2.4.5.8.2.4 Matériau :
- 1.2.4.5.8.3 Vanne automatique : oui/non 1/
- 1.2.4.5.8.3.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.8.3.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.8.3.3 Pression(s) de travail 2/ : MPa
- 1.2.4.5.8.3.4 Matériau :
- 1.2.4.5.8.4 Limiteur de débit : oui/non 1/
- 1.2.4.5.8.4.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.8.4.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.8.4.3 Pression(s) de fonctionnement 2/ : MPa
- 1.2.4.5.8.4.4 Matériau :
- 1.2.4.5.8.5 Capot étanche oui/non 1/
- 1.2.4.5.8.5.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.8.5.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.8.5.3 Pression(s) de fonctionnement 2/ : MPa
- 1.2.4.5.8.5.4 Matériau :
- 1.2.4.5.8.6 Vanne manuelle : oui/non 1/
- 1.2.4.5.8.6.1 Marque(s) :

- 1.2.4.5.8.6.2 Type (s) :
- 1.2.4.5.8.6.3 Schémas :
- 1.2.4.5.8.6.4 Pression(s) de fonctionnement 2/ : MPa
- 1.2.4.5.8.6.5 Matériau :
- 1.2.4.5.9 Dispositif de surpression (à déclenchement thermique) :
oui/non 1/
- 1.2.4.5.9.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.9.2 Type (s) :
- 1.2.4.5.9.3 Description et schéma :
- 1.2.4.5.9.4 Température de fonctionnement : 2/ °C
- 1.2.4.5.9.5 Matériau :
- 1.2.4.5.10 Embout du réceptacle de remplissage : oui/non 1/
- 1.2.4.5.10.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.10.2 Type (s) :
- 1.2.4.5.10.3 Pression(s) de fonctionnement 2/ : MPa
- 1.2.4.5.10.4 Description et schéma :
- 1.2.4.5.10.5 Matériau :
- 1.2.4.5.11 Flexible : oui/non 1/
- 1.2.4.5.11.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.11.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.11.3 Description :
- 1.2.4.5.11.4 Pression(s) de fonctionnement : 2/ kPa
- 1.2.4.5.11.5 Matériau :
- 1.2.4.5.12 Capteur(s) de pression et de température : oui/non 1/
- 1.2.4.5.12.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.12.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.12.3 Description :
- 1.2.4.5.12.4 Pression(s) de fonctionnement : 2/ kPa

- 1.2.4.5.12.5 Matériau :
- 1.2.4.5.13 Filtre(s) à GNC : oui/non 1/
- 1.2.4.5.13.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.13.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.13.3 Description :
- 1.2.4.5.13.4 Pression(s) de fonctionnement : 2/ kPa
- 1.2.4.5.13.5 Matériau :
- 1.2.4.5.14 Soupape(s) de contrôle ou antiretour : oui/non 1/
- 1.2.4.5.14.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.14.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.14.3 Description :
- 1.2.4.5.14.4 Pression(s) de fonctionnement : 2/ kPa
- 1.2.4.5.14.5 Matériau :
- 1.2.4.5.15 Système de chauffage raccordé au système GNC : oui/non 1/
- 1.2.4.5.15.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.15.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.15.3 Description et schéma de l'installation :
- 1.2.5 Système de refroidissement : (liquide/air) 1/
- 1.2.5.1 Description du système/schéma concernant le système GNC :
.

1/ Biffer la mention inutile.
2/ Indiquer les tolérances.

Annexe 1 B

CARACTERISTIQUES ESSENTIELLES DU VEHICULE, DU MOTEUR
ET DU SYSTEME POUR LE GNC

- 0. DESCRIPTION DU OU DES VEHICULE(S)
- 0.1 Marque :
- 0.2 Type (s) :
- 0.3 Nom et adresse du constructeur
- 0.4 Type(s) du moteur et numéro(s) d'homologation :
- 1. DESCRIPTION DU OU DES MOTEUR(S)
- 1.1 Constructeur
- 1.1.1 Code(s) moteur du constructeur (inscrit sur le moteur, ou
autre moyen d'identification)
- 1.2 Moteur à combustion interne
- 1.2.3 (vacant)
- 1.2.4.5.1 (vacant)
- 1.2.4.5.2 Détendeur(s) :
- 1.2.4.5.2.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.2.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.2.3 Pression(s) de fonctionnement : 2/ kPa
- 1.2.4.5.2.4 Matériau :
- 1.2.4.5.3 Mélangeur gaz/air (carburateur) : oui/non 1/
- 1.2.4.5.3.1 Numéro :
- 1.2.4.5.3.2 Marque(s) :
- 1.2.4.5.3.3 Type(s) :
- 1.2.4.5.3.4 Pression(s) de travail : 2/ kPa
- 1.2.4.5.3.5 Matériau :

- 1.2.4.5.4 Régulateur de débit de gaz : oui/non 1/
- 1.2.4.5.4.1 Numéro :
- 1.2.4.5.4.2 Marque(s) :
- 1.2.4.5.4.3 Type(s) :
- 1.2.4.5.4.4 Pression(s) de fonctionnement : 2/ kPa
- 1.2.4.5.4.5 Matériau :
- 1.2.4.5.5 Mélangeur gaz/air (injecteur(s)) : ou/non 1/
- 1.2.4.5.5.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.5.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.5.3 Pression(s) de fonctionnement : 2/ kPa
- 1.2.4.5.5.4 Matériau :
- 1.2.4.5.6 Module de commande électronique pour l'alimentation au GNC :
oui/non 1/
- 1.2.4.5.6.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.6.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.6.3 Principes de base du logiciel :
- 1.2.4.5.7 Réservoir(s) ou bouteille(s) à GNC : oui/non 1/
- 1.2.4.5.7.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.7.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.7.3 Capacité : litres
- 1.2.4.5.7.4 Numéro d'homologation :
- 1.2.4.5.7.5 Dimensions :
- 1.2.4.5.7.6 Matériau :
- 1.2.4.5.8 Accessoires du réservoir à GNC :
- 1.2.4.5.8.1 Témoin de pression :
- 1.2.4.5.8.1.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.8.1.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.8.1.3 Pression(s) de fonctionnement 2/ : MPa

- 1.2.4.5.8.1.4 Matériau :
- 1.2.4.5.8.2 Soupape de surpression (soupape de décompression) : oui/non 1/
- 1.2.4.5.8.2.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.8.2.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.8.2.3 Pression(s) de fonctionnement 2/ : MPa
- 1.2.4.5.8.2.4 Matériau :
- 1.2.4.5.8.3 Vanne(s) automatique(s) :
- 1.2.4.5.8.3.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.8.3.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.8.3.3 Pression(s) de fonctionnement 2/ : MPa
- 1.2.4.5.8.3.4 Matériau :
- 1.2.4.5.8.4 Limiteur de débit : oui/non 1/
- 1.2.4.5.8.4.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.8.4.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.8.4.3 Pression(s) de fonctionnement 2/ : MPa
- 1.2.4.5.8.4.4 Matériau :
- 1.2.3.5.8.5 Capot étanche : oui/non 1/
- 1.2.4.5.8.5.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.8.5.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.8.5.3 Pression(s) de fonctionnement 2/ : MPa
- 1.2.4.5.8.5.4 Matériau :
- 1.2.4.5.8.6 Vanne manuelle :
- 1.2.4.5.8.6.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.8.6.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.8.6.3 Pression(s) de fonctionnement 2/ : MPa
- 1.2.4.5.8.6.4 Matériau :

- 1.2.4.5.9 Dispositif de surpression (à déclenchement thermique) :
oui/non 1/
- 1.2.4.5.9.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.9.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.9.3 Température de fonctionnement 2/ : °C
- 1.2.4.5.9.4 Matériau :
- 1.2.4.5.10 Embout ou réceptacle de remplissage : oui/non 1/
- 1.2.4.5.10.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.10.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.10.3 Pression(s) de fonctionnement 2/ : MPa
- 1.2.4.5.10.4 Matériau :
- 1.2.4.5.11 Flexibles : oui/non 1/
- 1.2.4.5.11.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.11.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.11.3 Pression(s) de fonctionnement 2/ : kPa
- 1.2.4.5.11.4 Matériau :
- 1.2.4.5.12 Capteur(s) de pression et de température : oui/non 1/
- 1.2.4.5.12.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.12.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.12.3 Pression(s) de fonctionnement 2/ : kPa
- 1.2.4.5.12.4 Matériau :
- 1.2.4.5.13 Filtre à GNC : oui/non 1/
- 1.2.4.5.13.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.13.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.13.3 Pression(s) de fonctionnement 2/ : kPa
- 1.2.4.5.13.4 Matériau :
- 1.2.4.5.14 Soupape(s) de contrôle ou antiretour : oui/non 1/
- 1.2.4.5.14.1 Marque(s) :

- 1.2.4.5.14.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.14.3 Pression(s) de fonctionnement 2/ : kPa
- 1.2.4.5.14.4 Matériau :
- 1.2.4.5.15 Raccordement du système de chauffage au système CNG :
oui/non 1/
- 1.2.4.5.15.1 Marque(s) :
- 1.2.4.5.15.2 Type(s) :
- 1.2.4.5.15.3 Description et schéma de l'installation :
- 1.2.4.5.16 Documentation diverse :
- 1.2.4.5.16.1 Description du système GNC
- 1.2.4.5.16.2 Configuration du système (circuits électriques, circuits à
dépression, tuyauterie d'équilibrage, etc.) :
- 1.2.4.5.16.3 Représentation du symbole :
- 1.2.4.5.16.4 Caractéristiques de réglage :
- 1.2.4.5.16.5 Numéro d'homologation du véhicule pour l'alimentation à
l'essence, si elle a déjà été accordée :
- 1.2.5 Système de refroidissement : (liquide/air) 1/

1/ Biffer la mention inutile.

2/ Indiquer les tolérances.

Annexe 2 A

EXEMPLE DE MARQUE D'HOMOLOGATION DE TYPE D'UN ORGANE GNC

(voir paragraphe 5.2 du présent Règlement)



xx R-002439

a \$ 8 mm

La marque d'homologation ci-dessus, apposée sur un organe GNC, indique que cet organe a été homologué en Italie (E3), en application du Règlement No xx, sous le numéro d'homologation 002439. Les deux premiers chiffres de ce numéro signifient que l'homologation a été délivrée conformément aux dispositions du Règlement No xx sous sa forme originale.

Annexe 2 B

COMMUNICATION

(format maximal: A4 (210 x 297 mm))

émanant de : Nom de l'administration:
.....
.....
.....



concernant : 2/ DELIVRANCE D'UNE HOMOLOGATION
EXTENSION D'HOMOLOGATION
REFUS D'HOMOLOGATION
RETRAIT D'HOMOLOGATION
ARRET DEFINITIF DE LA PRODUCTION

d'un type d'organe GNC en application du Règlement No xx

Homologation No : Extension No :

1. Organe GNC :

- Réservoir(s) ou bouteille(s) 2/
- Témoin de pression 2/
- Soupape de surpression 2/
- Vanne(s) automatique(s) 2/
- Limiteur de débit 2/
- Capot étanche 2/
- Détendeur(s) de pression 2/
- Soupape(s) de contrôle 2/
- Dispositif de surpression 2/
- Vanne manuelle 2/
- Flexibles 2/
- Embout ou réceptacle de remplissage
- Mélangeur gaz/air (injecteur(s)) 2/
- Régulateur de débit 2/
- Mélangeur gaz/air (carburateur) 2/
- Module de commande électronique 2/
- Capteur(s) de pression et de température 2/
- Filtre(s) à GNC 2/

- 2. Marque de fabrique ou de commerce :
- 3. Nom et adresse du constructeur :
- 4. Le cas échéant, nom et adresse du représentant du constructeur :
.....

5. Présenté à l'homologation le :
6. Service technique chargé des essais d'homologation :
7. Date du procès-verbal délivré par ce service :
8. Numéro du procès-verbal :
9. L'homologation est accordée/refusée/étendue/retirée 2/ :
10. Raison(s) de l'extension (le cas échéant) :
11. Lieu :
12. Date :
13. Signature :
14. Des copies des documents soumis dans le dossier d'homologation ou d'extension d'homologation peuvent être obtenues sur demande.

1/ Numéro distinctif du pays qui a délivré/étendu/refusé/retiré l'homologation (voir les dispositions du règlement relatives à l'homologation).

2/ Biffer les mentions inutiles.

Annexe 2 B - Additif

1. Renseignements complémentaires concernant l'homologation de type d'un type d'organe GNC en application du Règlement No XXX
 - 1.1 Réservoir (s) ou bouteille(s)
 - 1.1.1 Dimensions :
 - 1.1.2 Matériau :
 - 1.2 Témoign de pression
 - 1.2.1 Pression(s) de fonctionnement : 2/
 - 1.2.2 Matériau :
 - 1.3 Soupape de surpression (soupape de décompression)
 - 1.3.1 Pression(s) de fonctionnement : 2/
 - 1.3.2 Matériau :
 - 1.4 Vanne(s) automatique(s)
 - 1.4.1 Pression(s) de fonctionnement : 2/
 - 1.4.2 Matériau :
 - 1.5 Limiteur de débit
 - 1.5.1 Pression(s) de fonctionnement : 2/
 - 1.5.2 Matériau :
 - 1.6 Capot étanche
 - 1.6.1 Pression(s) de fonctionnement : 2/
 - 1.6.2 Matériau :
 - 1.7 Régulateur(s) de pression
 - 1.7.1 Pression(s) de fonctionnement : 2/
 - 1.7.2 Matériau :
 - 1.8 Soupape(s) de contrôle ou de antiretour
 - 1.8.1 Pression(s) de fonctionnement : 2/
 - 1.8.2 Matériau :
 - 1.9 Dispositif de surpression (à déclenchement thermique)
 - 1.9.1 Pression(s) de fonctionnement : 2/
 - 1.9.2 Matériau :
 - 1.10 Vanne manuelle
 - 1.10.1 Pression(s) de fonctionnement : 2/
 - 1.10.2 Matériau :
 - 1.11 Flexibles
 - 1.11.1 Pression(s) de fonctionnement : 2/
 - 1.11.2 Matériau :
 - 1.12 Embout ou réceptacle de remplissage
 - 1.12.1 Pression(s) de fonctionnement : 2/
 - 1.12.2 Matériau :

1.13	Mélangeur gaz/air (injecteur(s))
1.13.1	Pression(s) de fonctionnement : <u>2</u> /
1.13.2	Matériau :
1.14	Régulateur de débit
1.14.1	Pression(s) de fonctionnement : <u>2</u> /
1.14.2	Matériau :
1.15	Mélangeur gaz/air (carburateur)
1.15.1	Pression(s) de fonctionnement : <u>2</u> /
1.15.2	Matériau :
1.16	Module de commande électronique (pour l'alimentation au GNC)
1.16.1	Principes de base du logiciel :
1.17	Capteur(s) de pression et de température
1.17.1	Pression(s) de fonctionnement : <u>2</u> /
1.17.2	Matériau :
1.18	Filtre(s) À GNC
1.18.1	Pression(s) de fonctionnement : <u>2</u> /
1.18.2	Matériau :

(1/ Biffer la mention inutile)

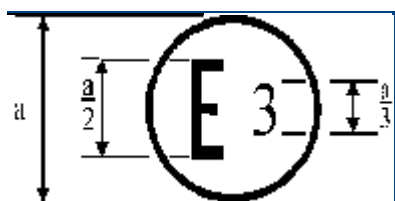
2/ Indiquer les tolérances

Annexe 2 C

EXEMPLES DE MARQUES D'HOMOLOGATION

Modèle A

(Voir le paragraphe 16.2 du présent Règlement)



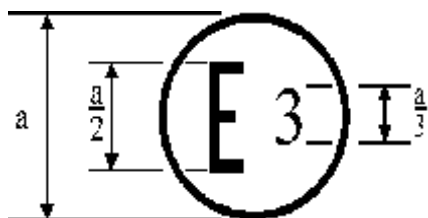
xx R-002439

a \$ 8 mm

La marque d'homologation ci-dessus, apposée sur un véhicule, indique que ce type de véhicule a été homologué en Italie (E3) en ce qui concerne l'installation d'un système GNC pour l'alimentation du moteur au GNCL, en application du Règlement No 67, sous le numéro d'homologation 002439. Les deux premiers chiffres de ce numéro indiquent que l'homologation a été accordée conformément aux dispositions du Règlement No xx sous sa forme originale.

Modèle B

(Voir le paragraphe 16.2 du présent Règlement)



xx 002439
83 021628

a \$ 8 mm

La marque d'homologation ci-dessus, apposée sur un véhicule, indique que ce type de véhicule a été homologué en Italie (E3) en ce qui concerne l'installation d'un système GNC pour l'alimentation du moteur au GNC, en application du Règlement No xx, sous le numéro d'homologation 002439. Les deux premiers chiffres de ce numéro indiquent que l'homologation a été délivrée conformément aux dispositions du Règlement No xx sous sa forme originale et du Règlement No 83 modifié par la série 02 d'amendements.

Annexe 2 D

COMMUNICATION

(format maximal: A4 (210 x 297 mm))



émanant de : Nom de l'administration:

concernant : 2/ DELIVRANCE D'UNE HOMOLOGATION
 EXTENSION D'HOMOLOGATION
 REFUS D'HOMOLOGATION
 RETRAIT D'HOMOLOGATION
 ARRET DEFINITIF DE LA PRODUCTION

d'un type de véhicule en ce qui concerne l'installation d'un équipement GPL en application du Règlement No xx

Homologation No :

Extension No :

- 1. Marque de fabrique ou de commerce du véhicule :
- 2. Type du véhicule :
- 3. Catégorie du véhicule :
- 4. Nom et adresse du constructeur :
- 5. Le cas échéant, nom et adresse du représentant du constructeur :

- 6. Description du véhicule, schéma, etc. (à développer)
- 7. Résultats d'essai
- 8. Véhicule présenté à l'homologation le :
- 9. Service technique chargé des essais d'homologation :
- 10. Date du procès-verbal délivré par ce service :

- 11. Système GNC
- 11.1 Marque de fabrique ou de commerce des organes et numéros
 d'homologation
- 11.1.1 Réservoir(s) ou bouteille(s)
- 11.1.2 Etc. (voir par. 2.2. du présent Règlement)
- 12. Numéro de procès-verbal délivré par ce service :
- 13. L'homologation est accordée/refusée/étendue/retirée 2/ :
- 14. Raisons de l'extension (le cas échéant) :
- 15. Lieu :
- 16. Date :
- 17. Signature :
- 18. Des copies des documents ci-après soumis dans le dossier
 d'homologation peuvent être obtenues sur demande.

Croquis, schémas et plans relatifs aux organes et à l'installation
de l'équipement GNC, dans la mesure où ils sont considérés comme
importants aux fins du présent Règlement;

Le cas échéant, croquis des divers éléments de l'équipement et de
leur emplacement sur le véhicule.

1/ Numéro distinctif du pays qui a délivré/étendu/refusé/retiré
l'homologation (voir les dispositions du règlement relatives à
l'homologation).

2/ Biffer les mentions inutiles.

Annexe 3BOUTEILLES A GAZ - BOUTEILLES A HAUTE PRESSION
POUR LE STOCKAGE A BORD DE GAZ NATUREL UTILISE COMME CARBURANT
POUR LES VEHICULES AUTOMOBILES

1. DOMAINE D'APPLICATION

La présente annexe définit les prescriptions minimales des bouteilles à gaz rechargeables légères, ayant une capacité en eau supérieure à 20 l mais n'excédant pas 1 000 l. Ces bouteilles sont conçues uniquement pour le stockage de gaz naturel comprimé haute pression, utilisé comme carburant à bord des véhicules automobiles. Les bouteilles peuvent être fabriquées en n'importe quel type d'acier, d'aluminium ou de matériau non métallique, de tout type de conception ou méthode de fabrication, approprié aux conditions d'utilisation spécifiées. La présente annexe ne couvre pas les liners métalliques, ni les bouteilles en acier inoxydable ou de construction soudée. Les bouteilles couvertes par cette annexe sont classées dans la Classe 0, comme indiqué au paragraphe 2 du présent Règlement, et désignées de la façon suivante :

CNG-1	Bouteille métallique
CNG-2	Liner métallique renforcé par un filament continu imprégné de résine (bobiné sur la partie cylindrique)
CNG-3	Liner métallique renforcé par un filament continu imprégné de résine (entièrement bobiné)
CNG-4	Filament continu imprégné de résine avec liner métallique (tout-composite)

Les conditions d'utilisation auxquelles les bouteilles seront soumises sont détaillées au paragraphe 4. La présente annexe prend pour base une pression de service 20 MPa à 15 °C pour du gaz naturel utilisé comme carburant, avec une pression maximale de remplissage de 26 MPa. D'autres pressions de service peuvent être utilisées, en multipliant la pression par le facteur (coefficient) approprié. Par exemple, dans le cas d'un système ayant une pression de service de 25 MPa, les pressions seront multipliées par 1,25.

La durée de vie en service des bouteilles doit être définie par le fabricant et peut varier en fonction des applications. Le calcul de la durée de vie en service d'une bouteille est basé sur 1 000 remplissages par an de la bouteille et au moins 15 000 remplissages. La durée de vie maximale en service doit être de 20 ans.

Pour les bouteilles métalliques et les bouteilles à liner métallique, on calcule la durée de vie de la bouteille à partir de la vitesse de propagation des fissures en fatigue. Un contrôle par ultrasons ou un contrôle équivalent est nécessaire sur chaque bouteille ou chaque liner, pour s'assurer de l'absence de défaut de dimension supérieure à la taille maximale autorisée. Cette approche permet d'optimiser la conception et la

construction de bouteilles légères pour véhicules ayant comme carburant du gaz naturel.

Pour toutes les bouteilles composites avec un liner non métallique qui ne reprend aucun effort, la durée de vie est déterminée au moyen de méthodes de conception appropriées, d'essais de qualification de la conception et de contrôles de fabrication.

2. REFERENCES NORMATIVES

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente annexe (tant qu'il n'existe pas de dispositions équivalentes de la CEE).

Normes ASTM 1/

ASTM B117-90	Test method of Salt Spray (Fog) Testing;
ASTM B154-92	Mercurous Nitrate Test for Copper and Copper Alloys;
ASTM D522-92	Mandrel Bend Test of attached Organic Coatings;
ASTM D1308-87	Effect of Household Chemicals on Clear and Pigmented Organic Finishes;
ASTM D2344-84	Test Method for Apparent interlaminar Shear Strength of Parallel Fibre Composites by Short Beam Method;
ASTM D2794-92	Test Method for Resistance of Organic Coatings to the Effects of Rapid Deformation (Impact);
ASTM D3170-87	Chipping Resistance of Coatings;
ASTM D3418-83	Test Method for Transition Temperatures Polymers by Thermal Analysis;
ASTM E647-93	Standard Test ,Method for Measurement of Fatigue Crack Growth Rates;
ASTM E813-89	Test Method for J_{IC} , a Measure of Fracture Toughness;
ASTM G53-93	Standard Practice for Operating Light and Water - Exposure Apparatus (Fluorescent UV-Condensation Type) for Exposure of non-metallic materials

1/ American Society for Testing and Materials.

Normes BSI 2/

BS 5045:	Part 1 (1982) Transportable Gas Containers - Specification for Seamless Steel Gas Containers Above 0.5 litre Water Capacity
BS 7448-91	Fracture Mechanics Toughness Tests Part I - Method for Determination of K_{IC} , Critical COD and Critical J Values of metallic materials;
BS PD 6493-1991	Guidance and Methods for Assessing the Acceptability of Flaws in Fusion Welded Structures; Metallic Materials

Normes ISO 3/

ISO 148-1983	Acier - Essai de résilience Charpy (entaille en V)
ISO 306-1987	Plastiques - Matières thermoplastiques - Détermination de la température de ramolissement Vicat (VST)
ISO 527-1-93	Plastiques - Détermination des propriétés en traction - Partie 1 : Principes généraux
ISO 642-79	Acier - Essai de trempabilité par trempe en bout (essai Jominy)
ISO 2808-91	Peintures et vernis - Détermination de l'épaisseur du feuil
ISO 3628-78	Plastiques - Matières renforcées au verre textile - Détermination des caractéristiques en traction
ISO 4624-78	Peintures et vernis - Essai de traction
ISO 6982-84	Matériaux métalliques - Essais de traction
ISO 6506-1981	Matériaux métalliques - Essai de dureté - Essai Brinell
ISO 6508-1986	Matériaux métalliques - Essai de dureté - Essai Rockwell (échelles A-B-C-D-E-F-G-H-K)
ISO 7225	Bouteilles à gaz - Etiquettes de risque

2/ British Standard Institution.

3/ International Organization for Standardization.

ISO/DIS 7866-1992	Bouteilles à gaz transportables sans soudure en alliage d'aluminium rechargeables, pour usage international - Conception, construction et essai
ISO 9001:1994	Systèmes qualité - Modèle pour l'assurance de la qualité en conception, développement, production, installation et prestations
ISO 9002:1994	Systèmes qualité - Modèle pour l'assurance de la qualité en production, installation et prestations associées
ISO/DIS 12737	Matériaux métalliques - Détermination du facteur d'intensité de contrainte critique
ISO/IEC Guide 25-1990	Prescriptions générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnage et d'essais
ISO/IEC Guide 48-1986	Règles générales pour un système type de certification des produits par une tierce personne
ISO/DIS 9809	Bouteilles à gaz transportables sans soudure - Spécifications pour la conception, la fabrication et les essais - Partie 1 : Bouteilles en acier trempé et revenu sans soudure ayant une résistance à la traction inférieure à 1 100 MPa

NACE Standard 4/

NACE TM0177-90	Laboratory Testing of Metals for Resistance to Sulphide Stress Cracking in H ₂ S Environments.
----------------	---

3. DEFINITIONS

Pour les besoins de la présente annexe les définitions suivantes s'appliquent :

3.1 (non attribué)

3.2 auto-fretage : procédure d'application de la pression utilisée pour la fabrication des bouteilles composites avec liners métalliques, qui consiste à porter le liner au-delà de sa limite d'élasticité, de manière à provoquer une déformation plastique permanente. Ceci entraîne des contraintes en compression dans le liner et provoque des contraintes en traction dans les fibres à une pression interne nulle.

3.3 pression d'auto-fretage : pression à l'intérieur de la bouteille

4/ National Association of Corrosion Engineers.

bobinée, à laquelle la distribution requise est établie pour les contraintes entre le liner et le bobinage.

- 3.4 lot-bouteilles tout composite : un "lot" doit être composé d'un groupe de bouteilles produites sans interruption à partir de liners qualifiés de même dimension, même conception, fabriqués avec les mêmes matériaux spécifiés et en utilisant la même méthode de fabrication.
- 3.5 lot-bouteilles et liners métalliques : un "lot" doit être composé d'un groupe de bouteilles métalliques ou de liners métalliques produits sans interruption de même diamètre nominal, même épaisseur de paroi, même conception. Ils doivent être fabriqués avec les mêmes matériaux spécifiques et en utilisant la même méthode de fabrication, le même équipement de fabrication et le même traitement thermique, ainsi que les mêmes conditions de temps, température et atmosphère au cours du traitement thermique.
- 3.6 lot-liners non métalliques : un "lot" doit être composé d'un groupe de liners non métalliques produits sans interruption de même diamètre nominal, même épaisseur de paroi, même conception, fabriqués avec les mêmes matériaux spécifiés et en utilisant la même méthode de fabrication.
- 3.7 limite de lot : un "lot" ne doit en aucun cas être constitué de plus de 200 bouteilles finies ou liners (bouteilles et liners pour essais destructifs exclus), ou du nombre de bouteilles produites pendant une campagne de production, quel que soit le plus grand des deux nombres.
- 3.8 bouteille composite : bouteille constituée d'un filament continu imprégné de résine bobiné autour d'un liner métallique ou non métallique. Les bouteilles composites avec liners non métalliques sont ainsi toutes appelées bouteilles tout composite.
- 3.9 tension de bobinage contrôlée : procédé utilisé dans la fabrication des bouteilles composites frettées avec liners métalliques, dans lequel les contraintes de compression du liner et les contraintes de traction du bobinage à une pression interne nulle sont obtenues en bobinant les filaments de renforcement avec une tension élevée.
- 3.10 pression de remplissage : pression du gaz dans la bouteille immédiatement après son remplissage.
- 3.11 bouteilles finies : bouteilles terminées et prêtes à être utilisées, représentatives d'une production normale, et comportant un marquage d'identification ainsi qu'un revêtement externe, comprenant le système d'isolation intégré spécifié par le fabricant, mais exempt de tout système d'isolation ou de protection.
- 3.12 renfort entièrement bobiné : bobinage externe composé d'un filament de renforcement enroulé suivant la circonférence et suivant le sens axial de la bouteille.

- 3.13 température du gaz : température du gaz dans la bouteille.
- 3.14 renfort bobiné sur la partie cylindrique : bobinage externe constitué d'un filament enroulé suivant une direction essentiellement circonférentielle autour de la partie cylindrique du liner de telle sorte que le filament ne reprenne aucun effort important dans une direction parallèle à l'axe longitudinal de la bouteille.
- 3.15 liner : récipient utilisé comme enveloppe intérieure étanche au gaz, autour de laquelle des fibres de renforcement (filaments) sont entourées, de façon à obtenir la résistance nécessaire. Deux types de liners sont décrits dans la présente norme : les liners métalliques, conçus pour partager l'effort avec le renforcement, et les liners non métalliques qui ne supportent aucun effort.
- 3.16 fabricant : personne ou organisme responsable de la conception, de la fabrication et des essais effectués sur les bouteilles.
- 3.17 pression maximale développée : pression stabilisée développée lorsque le gaz d'une bouteille remplie à la pression de service à atteint la température maximale de service.
- 3.18 bobinage : système de renforcement constitué de filaments et de résine appliqués autour du liner.
- 3.19 précontrainte : procédé d'application de l'auto-frettage ou de la tension d'enroulement contrôlée
- 3.20 durée de vie en service : durée de vie, en années, pendant laquelle les bouteilles peuvent être utilisées en toute sécurité. conformément aux conditions normales de service.
- 3.21 pression stabilisée : pression du gaz lorsqu'une température établie donnée est atteinte.
- 3.22 température stabilisée : température du gaz uniforme après dissipation de toute variation de température provoquée par le remplissage.
- 3.23 pression d'épreuve : pression à laquelle la bouteille est soumise à un essai hydrostatique.
- 3.24 pression de service : pression stabilisée de 20 MPa à une température uniforme de 15 °C.

4. CONDITIONS D'UTILISATION

4.1 Généralités

- 4.1.1 Conditions d'utilisation normalisées : les conditions d'utilisation normalisées spécifiées dans cette section servent de base à la conception, à la fabrication, au contrôle, aux essais et à l'homologation des bouteilles destinées à être fixées

de façon permanente sur les véhicules et utilisées pour stocker, à température ambiante, le gaz naturel à utiliser comme comburant dans les véhicules.

- 4.1.2 Utilisation de bouteilles : les conditions d'utilisation spécifiées sont également conçues pour fournir des informations sur la façon dont les bouteilles fabriquées selon le présent Règlement peuvent être utilisées en toute sécurité par :
- a) les fabricants de bouteilles;
 - b) les propriétaires de bouteilles;
 - c) les concepteurs ou sous-traitants responsables de la pose des bouteilles;
 - d) les concepteurs ou propriétaires de l'équipement utilisé pour recharger les bouteilles sur les véhicules;
 - e) les fournisseurs de gaz naturel;
 - f) les autorités administratives définissant les règles d'utilisation des bouteilles.
- 4.1.3 Durée de vie en service : la durée de vie en service pour laquelle les bouteilles peuvent être utilisées en toute sécurité doit être spécifiée par le concepteur de la bouteille en prenant comme base les conditions d'utilisation ci-incluses. La durée de vie en service maximale doit être de 20 ans.
- 4.1.4. Requalification périodique : des recommandations pour la requalification périodique par inspection visuelle ou essai au cours de la durée de vie en service doivent être fournies par le fabricant de la bouteille, en fonction de l'utilisation dans les conditions d'utilisation spécifiées dans cette annexe. Chaque bouteille doit être contrôlée visuellement au moins tous les 36 mois, et à chaque nouvelle installation, pour vérifier l'absence de dommages ou détérioration, même sous les supports. Le contrôle visuel doit être effectué par un organisme compétent approuvé ou reconnu par l'autorité réglementaire, conformément aux spécifications des fabricants. Les bouteilles ne portant pas d'étiquette mentionnant les informations obligatoires ou dont les informations obligatoires sont illisibles pour quelque raison que ce soit doivent être retirées du service. Si la bouteille peut être identifiée de façon certaine par le fabricant et par son numéro de série, une nouvelle étiquette peut remplacer l'ancienne, la bouteille pouvant ainsi rester en service.
- 4.1.4.1 Bouteilles impliquées dans des collisions : les bouteilles ayant été impliquées dans une collision de véhicules doivent subir un nouveau contrôle par un organisme autorisé par le fabricant, sauf indication contraire de la part de l'autorité ayant juridiction. La bouteille qui n'a subi aucun dommage lors de la collision peut

être remise en service, sinon la bouteille doit être renvoyée au fabricant pour être soumise à un examen.

- 4.1.4.2 Bouteilles impliquées dans des incendies : les bouteilles ayant été impliquées dans un incendie doivent être soumises à un nouveau contrôle par l'organisme autorisé par le fabricant ou condamnées et retirées du service.

4.2 Pressions maximales

La pression de la bouteille doit être limitée à :

- a) Une pression établie de 20 MPa à une température établie de 15 °C;
- b) 26 MPa, immédiatement après remplissage, quelle que soit la température;
- c) Il convient que la température maximale développée ne dépasse pas 26 MPa: En conséquence, dans les endroits où la température ambiante dépasse 30 °C pendant 10% des jours d'une année, la pression de remplissage doit être établie de telle sorte que la pression développée ne dépasse pas 26 MPa à 65 °C (c'est-à-dire qu'il convient de limiter à 18 MPa la pression établie à -40 °C).

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 de gaz de 15 °C, jusqu'à 1 000 fois par an, pendant toute la durée de vie en service.

4.4 Plage de températures

4.4.1 Température établie du gaz

La température établie du gaz dans les bouteilles peut varier d'un minimum de -40 °C à un maximum de 65 °C.

4.4.2 Températures dans les bouteilles

La température des matériaux composant la bouteille peut varier d'un minimum de -40 °C à un maximum de +82 °C.

Il est possible qu'une température supérieure à 65 °C soit localisée et que la température du gaz présent dans la bouteille ne dépasse jamais +65 °C, sauf dans les conditions définies en paragraphe 4.4.3.

4.4.3 Températures transitoires

Les températures du gaz développé au cours du remplissage et du déchargement peuvent varier au-delà des limites définies en paragraphe 4.4.1.

4.5 Composition du gaz

Du méthanol et/ou du glycol ne doivent pas être délibérément ajoutés au gaz nature. Il convient que les bouteilles soient 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

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

- le sulfure d'hydrogène et autres sulfures solubles . . . 23 mg/m³
- l'oxygène 1 % par volume

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

c) Gaz humide

Tout gaz dont la teneur en eau est supérieure à celle de b) est normalement soumis aux limites concernant les composants suivants :

- le sulfure d'hydrogène et autres sulfures solubles . . . 23 mg/m³
- l'oxygène 1 % par volume
- le dioxyde de carbone 4 % par volume
- l'hydrogène 0,1 % par volume

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

4.6 Surfaces externes

Les bouteilles ne sont pas conçues pour une exposition continue aux attaques mécaniques et chimiques, par exemple fuite d'un chargement pouvant être transporté sur des véhicules ou dommages graves dus à l'abrasion en raison des conditions sur la route, et doivent être conformes aux normes d'installation reconnues. Cependant, les surfaces externes des bouteilles peuvent être exposées, par inadvertance, à :

- a) l'eau, en immersion intermittente ou éclaboussure sur la route;
- b) le sel, si le véhicule fonctionne à proximité de l'océan ou si du sel est utilisé pour dégivrer;
- c) les radiations d'ultraviolet provoquées par les rayons du soleil;
- d) l'impact de graviers;
- e) les solvants, les acides et les alcalins, les fertilisants;
- f) les fluides pour véhicules, c'est-à-dire l'essence, les liquides hydrauliques, le glycol et le pétrole.

4.7 Infiltration ou fuite de gaz

Les bouteilles peuvent être placées dans des endroits fermés, pendant des périodes de temps assez longues. La fuite de gaz à travers la paroi de la bouteille (perméabilité) ou les fuites entre les ogives d'extrémité et le liner doivent être pris en considération lors de la conception.

5. HOMOLOGATION DE LA CONCEPTION

5.1 Généralités

Les informations suivantes doivent être soumises par le concepteur de la bouteille et doivent être accompagnées d'une demande d'homologation à l'attention de l'autorité compétente :

- a) la déclaration de service (par. 5.2);
- b) données concernant la conception (par. 5.3);
- c) les données concernant la fabrication (par. 5.4);
- d) le système de qualité (par. 5.5);
- e) la résistance à la rupture et la valeur des défauts de CND (contrôle non destructif) (par. 5.6);
- f) la feuilles de spécifications;
- g) des données supplémentaires (par. 5.8).

Pour les bouteilles conçues conformément à l'ISO 9809, il n'est pas nécessaire de fournir le rapport d'analyse de contrainte défini en paragraphe 5.3.2 ou les informations du paragraphe 5.6.

5.2 Déclaration de service

L'objectif de cette déclaration de service est non seulement de servir de guide aux utilisateurs et aux installateurs de bouteilles mais aussi d'informer l'autorité compétente ou son représentant désigné. La déclaration de service comprend :

- a) une déclaration indiquant que la conception de la bouteille est appropriée à l'utilisation de cette bouteille dans les conditions de service définies au paragraphe 4 concernant la durée de vie en service de la bouteille;
- b) la durée de vie en service;
- c) les prescriptions minimales concernant les essais ou l'inspection en service;
- d) les dispositifs de protection contre les surpressions et/ou les dispositifs d'isolation nécessaires;
- e) les méthodes de soutien, les revêtements protecteurs, etc., nécessaires mais non fournis;
- f) une description de la conception de la bouteille;
- g) toute autre information nécessaire pour assurer l'utilisation et le contrôle de la bouteille en toute sécurité.

5.3 Données concernant la conception

5.3.1 Plans

Les plans doivent, au minimum, être accompagnés des éléments suivants :

- a) le titre, le numéro de référence, la date d'émission et les numéros de révision avec les dates d'émission le cas échéant;
- b) la référence à la présente norme et le type de la bouteille;
- c) toutes les dimensions ainsi que les tolérances, y compris les détails des ogives, avec leurs épaisseurs minimales, ainsi que des ouvertures;
- d) la masse, ainsi que les tolérances des bouteilles ;
- e) les spécifications des matériaux, ainsi que les caractéristiques mécaniques et techniques minimales ou les plages de tolérances et, pour les bouteilles et les liners métalliques, la plage de dureté spécifiée;
- f) d'autres données, telles que la plage de pressions d'auto-frettage, la pression d'essai minimale, les détails sur le

système de protection contre le feu et sur le revêtement de protection extérieur.

5.3.2 Rapport d'analyse des contraintes

Une analyse de contrainte par élément fini ou par toute autre méthode doit être fournie.

Un tableau résumant les contraintes calculées dans le rapport doit être fourni.

5.3.3 Données concernant l'essai sur les matériaux

Une description détaillée des matériaux et tolérances des caractéristiques des matériaux utilisés pour la conception doit être fournie. Les résultats d'essais doivent également être présentés, en définissant les caractéristiques mécaniques et en déterminant si les matériaux sont appropriés au service, dans les conditions définies au paragraphe 4.

5.3.4 Données des essais de qualification de la conception

Les matériaux, la conception, la fabrication et la vérification de la bouteille doivent être appropriés au service prévu, en répondant aux prescriptions des essais requis pour la conception d'une bouteille particulière, lorsqu'elle est soumise à essai avec les méthodes adéquates d'essai détaillées dans l'appendice A de la présente annexe.

Les résultats de l'essai doivent également comporter les dimensions, l'épaisseur de la paroi et le poids de chaque bouteille soumise à essai.

5.3.5 Protection contre le feu

La disposition des systèmes de protection contre les surpressions, qui protègent la bouteille d'une rupture soudaine si elle est exposée aux conditions définies en A. 15, doit être spécifiée. Les résultats d'essai doivent prouver l'efficacité du système de protection spécifié contre le feu.

5.3.6 Fixation des bouteilles

Les détails des fixations des bouteilles ou les prescriptions relatives à la fixation doivent être fournis conformément au paragraphe 6.11.

5.4 Données relatives à la fabrication

Les détails concernant l'ensemble des modes de fabrication, des contrôles non destructifs, des essais de production et des essais par lot doivent être fournis. Les tolérances de tous les procédés de fabrication tels que le traitement thermique, le formage, le coefficient de mélange de résine, la tension et la vitesse de

bobinage du filament, les temps et les températures de cuisson et les procédures d'auto-frettage doivent être spécifiés. Le fini de la surface, les détails du filetage, les critères d'acceptation pour le balayage à ultrasons (ou équivalent) et les lotissements maximum des essais par lots doivent également être spécifiés.

5.5 (non attribué)

5.6 Résistance à la rupture et dimension des défauts du CND

5.6.1 Résistance à la rupture

Le fabricant doit démontrer la fuite avant rupture par éclatement d'une bouteille entaillée, comme décrit en paragraphe 6.7.

5.6.2 Dimensions des défauts du CND

En utilisant l'approche décrite en paragraphe 6.15.2. le fabricant doit établir la dimension maximale des défauts pour le contrôle non destructif qui empêchera toute défaillance de la bouteille due à la fatigue pendant sa durée de vie en service ou la rupture de la bouteille.

5.7 Feuille de spécification

Un résumé des documents fournissant les informations requises en paragraphe 5.1 doit apparaître dans une feuille de spécification pour la conception de chaque bouteille. Le titre, la référence, le numéro, le nombre de révisions et la date de la première édition et de la première version doivent être indiqués pour chaque document. Tous les documents doivent être signés ou visés par celui qui les a émis. Toute feuille de spécification doit se voir attribuer un numéro et porter mention du numéro de la révision le cas échéant. Ces informations peuvent être utilisées pour désigner la conception de la bouteille. La feuille de spécification doit également porter la signature de l'ingénieur responsable de la conception. Un espace permettant d'apposer un tampon doit être laissé sur la feuille de spécification, ce tampon devant indiquer l'enregistrement de la conception.

5.8 Données supplémentaires

Des données supplémentaires concernant l'application, telles que l'historique du matériau proposé pour l'utilisation ou l'utilisation d'une bouteille particulière, dans d'autres conditions d'utilisation, doivent être fournies le cas échéant.

5.9 Homologation et certification

5.9.1 Contrôle et essai

L'évaluation de la conformité doit être effectuée conformément aux dispositions figurant au paragraphe 9 du présent Règlement. Afin de s'assurer que les bouteilles sont conformes au Règlement

international, elles doivent être soumises à un contrôle conforme aux paragraphes 6.13 et 6.14 effectué par l'autorité compétente.

5.9.2 Certificat d'essai

Si les résultats des essais sur le prototype effectués conformément au paragraphe 6.13 se révèlent satisfaisants, l'autorité compétente doit remettre un certificat d'essai. L'appendice D de la présente annexe donne un exemple de certificat d'essai.

5.9.3 Certificat d'acceptation de lot

L'autorité compétente doit préparer un certificat d'acceptation tel que celui présenté dans l'appendice D de la présente annexe.

6. PRESCRIPTIONS APPLICABLES À TOUS LES TYPES DE BOUTEILLES

6.1 Généralités

Les prescriptions suivantes s'appliquent généralement aux types de bouteilles spécifiées aux paragraphes 7 à 10. La conception des bouteilles doit couvrir tous les aspects pertinents permettant de s'assurer que chaque bouteille produite selon cette conception peut être utilisée avec l'objectif visé lors de sa fabrication, pour la durée de vie en service spécifiée. Les bouteilles en acier de type CNG-1 conçues conformément à l'ISO 9809 et répondant à toutes les prescriptions qui y sont contenues doivent répondre uniquement aux prescriptions définies aux paragraphes 6.3.2.4 et 6.9 à 6.13.

6.2 Conception

Le présent Règlement ne fournit pas de formules pour la conception, ni n'indique les contraintes ou tensions autorisées. Il est cependant nécessaire de démontrer que les bouteilles sont capables de passer avec succès les essais concernant les matériaux, la qualification de conception, les essais de production et les essais par lots spécifiés dans le présent Règlement. Toute conception doit garantir un mode de défaillance de type "fuite avant rupture" lors de la dégradation possible des pièces soumises à la pression en cours d'utilisation normale. S'il se produit des fuites des bouteilles métalliques ou des liners métalliques, ces fuites résultent uniquement du développement d'une fissure due à la fatigue.

6.3 Matériaux

6.3.1 Les matériaux utilisés doivent correspondre aux conditions spécifiées au paragraphe 4. La conception ne doit pas mettre en contact des matériaux incompatibles. Les essais de validation de la conception des matériaux sont résumés dans le tableau 6.1.

6.3.2 Acier

6.3.2.1 Composition

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

- a) sa teneur en carbone, manganèse, aluminium et silicium, dans tous les cas;
- b) sa 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 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 33-53 HRC (dureté Rockwell), ou 327-560 HV (dureté Vickers) et doit être certifiée par le fabricant du matériau.

6.3.2.2 Propriétés de traction

Les propriétés mécaniques de l'acier dans la bouteille ou le liner finis doivent être déterminées conformément au paragraphe A.1 de l'appendice A. L'allongement de l'acier doit être au minimum de 14 %.

6.3.2.3 Propriétés de résistance aux chocs

Les propriétés de résistance aux chocs de l'acier dans les bouteilles ou liners finis doivent être déterminées conformément au paragraphe A.2 de l'appendice A. Les valeurs d'énergie résultant de l'essai de flexion par choc ne doivent pas être inférieures à celles indiquées au tableau 6.2 de la présente annexe.

6.3.2.4 Résistance à la fissuration sous contrainte au sulfure

Si la limite supérieure des tolérances de dureté pour l'acier dépasse 240 HB (dureté Brinell), l'acier d'une bouteille finie doit être soumis à essai conformément au paragraphe A.3 et répondre aux prescriptions de ce paragraphe.

6.3.3 Aluminium

6.3.3.1 Composition

Les alliages d'aluminium doivent être définis en accord avec les méthodes de l'Aluminium (Association de l'Aluminium) pour un système d'alliage donné. La teneur maximale en impuretés de plomb et de bismuth ne doit pas dépasser 0,003 % dans tous les alliages d'aluminium.

6.3.3.2 Essais de corrosion

Les alliages d'aluminium doivent répondre aux prescriptions concernant les essais de corrosion réalisés conformément au paragraphe A.4 de l'appendice A.

6.3.3.3 Fissuration sous charge

Les alliages d'aluminium doivent répondre aux prescriptions concernant les essais de fissuration sous charge réalisés conformément au paragraphe A.5 de l'appendice A.

6.3.3.4 Propriétés de traction

Les propriétés mécaniques de l'alliage d'aluminium contenu dans les bouteilles finies doivent être déterminées conformément au paragraphe A.1 de l'appendice A. L'allongement de l'aluminium doit être au minimum de 12 %.

6.3.4.1 Généralités

Le matériau utilisé pour l'imprégnation peut être une résine thermodurcissable ou thermoplastique. Les matériaux pouvant servir de matrice sont, par exemple, l'époxy, l'époxy modifié, les plastiques thermodurcissables comme le polyester et le vinylester, les matériaux thermoplastiques comme le polyéthylène et le polyamide.

6.3.4.2 Résistance au cisaillement

Les résines doivent être soumises à essai conformément au paragraphe A.26 de l'appendice A et se conformer aux prescriptions de ce paragraphe.

6.3.4.3 Température de transition vitreuse

La température de transition vitreuse de la résine doit être déterminée conformément à l'ASTM D3418.

6.3.5 Fibres

Les matériaux filamenteux renforçant la structure doivent être la fibre de verre, la fibre d'aramide et la fibre de carbone. En cas d'utilisation d'un matériau de renfort filamenteux en fibre de carbone, la conception doit inclure un système permettant d'éviter la corrosion galvanique des composants métalliques de la bouteille. Le fabricant doit conserver le dossier concernant les spécifications publiées au sujet des matériaux composites, les recommandations du fabricant du matériau relatives au stockage, aux conditions de stockage et à la durée de conservation, ainsi que la certification du fabricant du matériau indiquant que chaque envoi est conforme aux dites prescriptions de spécification. Le fabricant de la fibre doit certifier que les propriétés de la fibre sont conformes aux spécifications du fabricant relatives au produit.

6.3.6 Liners en plastique

La limite apparente d'élasticité et l'allongement à la rupture doivent être déterminés conformément au paragraphe A.22 de l'appendice A. Les essais doivent démontrer les propriétés ductiles du liner en plastique à des températures inférieures ou égales à -50 °C en se conformant aux valeurs spécifiées par le fabricant. Le polymère doit être compatible avec les conditions de service spécifiées au paragraphe 4.0 de la présente annexe. Conformément à la méthode décrite au paragraphe A.23 de l'appendice A, 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'épreuve

La pression d'épreuve minimale utilisée lors de la fabrication doit être de 30 MPa.

6.5 Pressions d'éclatement et rapports de contraintes de la fibre

Pour tous les types de bouteilles, la pression d'éclatement minimale réelle ne doit pas être inférieure aux valeurs indiquées au tableau 6.3 de la présente annexe. Pour les conceptions de type CNG-2, CNG-3 et CNG-4, le bobinage composite doit être conçu de manière à obtenir une grande fiabilité sous charge continue et sous charge cyclique. Cette fiabilité doit être réalisée par l'obtention de rapports de contraintes pour le matériau filamenteux en composite servant de renfort à la structure égaux ou supérieurs aux valeurs données au tableau 6.3 de la présente annexe. Le rapport de contraintes est défini comme étant la contrainte dans la fibre à la pression d'éclatement minimale

spécifiée divisée par la contrainte dans la fibre à la pression de travail. Le rapport d'éclatement est défini comme la pression d'éclatement réelle de la bouteille divisée par la pression de travail. Pour les conceptions de type CNG-4, le rapport de contraintes est égal au rapport d'éclatement. Pour les conceptions de type CNG-2 et CNG-3 (à liner métallique, à bobinage composite), les calculs de rapport de contraintes doivent inclure :

- a) une méthode d'analyse applicable aux matériaux non linéaires (programme informatique dédié ou programme d'analyse par éléments finis);
- b) la courbe contrainte-allongement élastique-plastique doit être connue et modélisée correctement;
- c) les propriétés mécaniques des matériaux composites doivent être modélisées correctement;
- d) les calculs doivent être réalisés à la pression d'auto-fretage, à la pression zéro, à la pression de travail et à la pression d'éclatement minimum;
- e) les précontraintes dues à la tension de bobinage doivent être prises en compte dans l'analyse;
- f) la pression d'éclatement minimum doit être choisie de manière à ce que le rapport entre la contrainte calculée à la pression d'éclatement minimum et la contrainte calculée à la pression de travail soit conforme aux prescriptions concernant le rapport de contraintes pour la fibre utilisée;
- g) lors de l'analyse des bouteilles à matériau filamentaire de renfort hybride (deux types de fibre ou plus), la répartition des efforts entre les différentes fibres doit être prise en compte en se basant sur les modules d'élasticité différents des fibres. Les prescriptions de rapport de contraintes pour chaque type de fibre doivent être conformes aux valeurs indiquées au tableau 6.3 de la présente annexe. La vérification du rapport de contraintes peut également être réalisée par des jauges de contrainte. L'appendice informatif E présente une méthode qui peut être utilisée.

6.6 Analyse de contrainte

Une analyse de contrainte doit être réalisée afin de justifier les épaisseurs de paroi correspondant à la conception minimum. Cette analyse doit comprendre la détermination des contraintes dans les liners et les fibres pour les conceptions en composites.

6.7 Analyse de fuite avant rupture

Les bouteilles de type CNG-1, CNG-2 et CNG-3 doivent posséder des caractéristiques de fuite avant rupture. L'essai de fuite avant

rupture par éclatement doit être effectué conformément au paragraphe A.6 de l'appendice A. Il n'est pas nécessaire de prouver la caractéristique de fuite avant rupture pour les conceptions de bouteilles dont la résistance à la fatigue lors des essais, réalisés conformément au paragraphe A.13 de l'appendice A est supérieure à 45 000 cycles de pression. L'appendice F présente, à titre indicatif, deux méthodes d'analyse de fuite avant rupture.

6.8 Contrôle et essai

Le contrôle de fabrication doit spécifier les programmes et procédures concernant :

- a) Le contrôle, les essais et les critères d'acceptation lors de la fabrication;
- b) L'inspection en service périodique, les essais et les critères d'acceptation. L'intervalle entre les différents contrôles visuels des surfaces extérieures des bouteilles doit être conforme au paragraphe 4.1.4, sauf décision contraire de l'Autorité compétente. Le fabricant doit établir les critères de rejet d'un nouveau contrôle visuel d'après les résultats des essais de cyclage en pression réalisés sur des bouteilles présentant des défauts. L'appendice G de la présente annexe présente un guide des instructions du fabricant concernant la manutention, l'utilisation et l'inspection des bouteilles.

6.9 Protection contre l'incendie

Toutes les bouteilles doivent être protégées contre les incendies par l'intermédiaire de systèmes de protection contre les surpressions. La bouteille, les matériaux qui la composent, les systèmes de protection contre les surpressions et tout matériau d'isolation ou de protection ajouté, doivent être conçus ensemble de manière à garantir un niveau de sécurité approprié dans les conditions d'incendie de l'essai spécifié au paragraphe A.15 de l'appendice A. Les systèmes de protection contre les surpressions doivent être soumis à essai conformément au paragraphe A.24 de l'appendice A.

6.10 Ouvertures

6.10.1 Généralités

Seules les ogives peuvent comporter des ouvertures. L'axe des ouvertures doit coïncider avec l'axe longitudinal de la bouteille. Les filetages doivent être taillés nettement, égalisés, sans discontinuité de surface et calibrés.

6.10.2 Filetages coniques

Les ouvertures comportant des filetages coniques peuvent être utilisés dans tous les types de bouteilles. Les filetages

coniques doivent se conformer à une norme nationale ou internationale reconnue.

6.10.3 Filetages droits

Les ouvertures comportant des filetages droits doivent se conformer à une norme nationale ou internationale reconnue. La résistance au cisaillement du filetage à la pression d'épreuve de la bouteille calculé en utilisant les équations ci-dessous, ne doit pas dépasser un quart de la résistance au cisaillement maximale du matériau fileté.

$$A' \leq n \cdot L \cdot d \cdot \left[\frac{1}{2n} \cdot \frac{d + D}{\sqrt{3}} \right] \quad (1)$$

$$T' \leq P \cdot \delta \cdot \frac{\left(\frac{b}{2}\right)^2}{10} \quad (2)$$

$$S' \leq \frac{T}{A} \quad (3)$$

où

A est l'aire de cisaillement du filetage intérieur, en mm²;
n est le nombre de filetages par mm;
d est le diamètre extérieur minimum du filetage extérieur, en mm;
D est le diamètre maximum dans le plan de jauge du filetage intérieur, en mm;
L est la longueur de filetage, en mm;
P est la pression d'épreuve hydrostatique, en MPa;
b est le diamètre de base dans le plan de jauge du filetage extérieur, en mm;
T est la force de poussée, en N;
S est la résistance au cisaillement moyenne sur le filetage intérieur, en MPa.

6.11 Supports des bouteilles

Le fabricant doit spécifier de quelle manière les bouteilles doivent être maintenues pour l'installation sur les véhicules. Le fabricant doit également indiquer les instructions d'installation du support, y compris la force et le couple de serrage nécessaires pour exercer la force de maintien requise, sans toutefois provoquer une contrainte inacceptable dans les bouteilles ou endommager la surface des bouteilles.

6.12 Protection environnementale de l'extérieur

La partie externe des bouteilles doit répondre aux prescriptions concernant les conditions d'essai de tenue à l'environnement du paragraphe A.14 de l'appendice A. La protection de l'extérieur des bouteilles peut être assurée de la manière suivante par :

- a) un fini de surface apportant une protection adéquate (par exemple métallisation par projection sur l'aluminium, anodisation); ou
- b) l'utilisation d'une fibre et d'une matrice adaptées (par exemple fibre de carbone dans la résine); ou
- c) un revêtement de protection (par exemple revêtement organique, peinture) qui doit répondre aux prescriptions du paragraphe A.9 de l'appendice A.

Tout revêtement appliqué sur les bouteilles doit être conçu de manière à ce que le procédé d'application n'affecte pas les propriétés mécaniques de la bouteille. Le revêtement doit être conçu de manière à faciliter l'inspection en service ultérieure et le fabricant doit fournir une indication sur le traitement du revêtement au cours de cette inspection afin de garantir l'intégrité permanente de la bouteille.

Les fabricants sont informés que l'appendice de la présente annexe contient un essai de tenue à l'environnement évaluant la compatibilité des systèmes de revêtement.

6.13 Essais de validation de la conception

Pour l'homologation de chaque type de bouteille, il faut prouver que le matériau, la conception, la fabrication et la vérification sont adaptés à l'utilisation prévue. Cette preuve est apportée si les prescriptions appropriées concernant les essais de validation du matériau résumées au tableau 6.1 de la présente annexe et les essais de validation de la bouteille, résumées au tableau 6.4 de cette annexe sont respectées, les essais étant menés conformément aux méthodes d'essai appropriées décrites à l'appendice de cette annexe. Les bouteilles ou liners d'essai doivent être sélectionnés et les essais effectués sous le contrôle de l'autorité compétente: Si un plus grand nombre de bouteilles ou liners est soumis à essai par rapport au nombre requis par la présente norme, tous les résultats doivent être documentés.

6.14 Essais par lots

Les essais par lots spécifiés dans la présente annexe pour chaque type de bouteille doivent être effectués sur les bouteilles ou liners prélevés à partir de chaque lot de bouteilles ou liners finis. Il est également possible d'utiliser des échantillons témoins ayant subi un traitement thermique, considérés comme représentatifs des bouteilles ou liners finis. Les essais par

lots requis pour chaque type de bouteille sont spécifiés au tableau 6.5 de la présente annexe.

6.15 Contrôles et essais de production

6.15.1 Généralités

Les contrôles et essais de production doivent être effectués sur l'ensemble des bouteilles produites dans un lot. Chaque bouteille doit être contrôlée en cours de fabrication et en fin de fabrication de la manière suivante, par :

- a) un balayage par ultrasons (ou méthode prouvée équivalente) des bouteilles et liners métalliques conformément à BS 5045, Partie 1, annexe B, ou une méthode prouvée équivalente, afin de confirmer que la taille maximale des défauts est inférieure à la taille spécifiée dans la conception;
- b) la vérification des dimensions critiques et de la masse critique de la bouteille finie et de tous les liners et bobinages afin de contrôler que ceux-ci sont compris dans les tolérances de la conception;
- c) la vérification de compatibilité avec le fini de surface spécifié, en accordant une importance particulière aux emboutis profonds, aux replis et aux dédoublements au niveau du goulot ou du col des extrémités forgées ou obtenues par repoussage, ou au niveau des ouvertures;
- d) la vérification du marquage;
- e) les essais de dureté des bouteilles et liners métalliques conformément au paragraphe A.8 de l'appendice A doivent être effectués après le traitement thermique final et les valeurs ainsi déterminées doivent être comprises dans les tolérances spécifiées pour la conception;
- f) un essai de pression hydrostatique conformément au paragraphe A.11 de l'appendice A.

Le tableau 6.6 de la présente annexe donne un résumé des prescriptions concernant le contrôle de production critique qu'il faut réaliser sur chaque bouteille.

6.15.2 Taille maximale des défauts

Pour les conceptions de type CNG-1, CNG-2 et CNG-3, il faut déterminer la taille maximale des défauts situés sur n'importe quelle partie de la bouteille métallique et qui n'atteindront pas une taille critique au cours de la durée de vie spécifiée. La taille critique des défauts est définie comme le défaut d'épaisseur (de la bouteille ou du liner) maximal traversant les parois, qui permettrait au gaz stocké de s'échapper sans que la bouteille n'éclate. Les tailles de défauts correspondant aux

critères de rejet pour le balayage par ultrasons ou une méthode équivalente doivent être inférieures aux tailles de défauts maximales autorisées. Pour les types CNG-2 et CNG-3, les conceptions prennent pour hypothèse que le composite ne subira aucun endommagement dû à des mécanismes dépendant du temps. La taille de défaut autorisée pour le CND doit être déterminée par une méthode appropriée. L'appendice F de la présente annexe indique deux méthodes appropriées.

6.16 Non-respect des prescriptions d'essais

En cas de non-respect des prescriptions d'essais, de nouveaux essais ou traitements thermiques doivent être effectués comme suit :

- a) S'il a été prouvé qu'une erreur a été commise lors de la réalisation des essais ou du mesurage, un nouvel essai doit être effectué. Si le résultat de cet essai est satisfaisant, le premier essai ne doit pas être pris en compte;
- b) Si l'essai a été réalisé de manière satisfaisante, l'origine de l'échec des essais doit être déterminée.

Si l'on considère que cet échec est dû au traitement thermique appliqué, le fabricant peut faire subir à toutes les bouteilles du lot un nouveau traitement thermique.

Si l'échec n'est pas dû au traitement thermique appliqué, toutes les bouteilles identifiées comme défectueuses doivent être rejetées ou réparées en utilisant une méthode approuvée. Les bouteilles qui n'ont pas été rejetées sont alors considérées comme formant un nouveau lot.

Dans les deux cas, le nouveau lot doit être à nouveau soumis à essai. Tous les essais de prototype ou par lots, nécessaires pour prouver l'acceptabilité du nouveau lot, doivent être à nouveau effectués. Si un ou plusieurs essais sont, même partiellement, considérés comme non satisfaisants, l'ensemble des bouteilles du lot doit être rejeté.

6.17 Changement de conception

Un changement de conception est un changement concernant la sélection des matériaux de la structure ou un changement de dimensions qui ne peut être attribué aux tolérances normales de fabrication.

Les changements de conception mineurs doivent pouvoir obtenir la validation par l'intermédiaire d'un programme d'essai limité. Les changements de conception spécifiés au tableau 6.7 doivent nécessiter un essai de validation de la conception comme spécifié dans ce tableau.

Tableau 6.1

Essai de validation de la conception des matériaux

	Paragraphe correspondant				
	Acier	Aluminium	Résines	Fibres	Liners en plastique
Propriétés de traction	6.3.2.2	6.3.3.4		6.3.5	6.3.6
Résistance à la fissuration sous contrainte au sulfure	6.3.2.4				
Propriétés de résistance aux chocs	6.3.2.3				
Résistance à la fissuration sous charge		6.3.3.3			
Fissuration par corrosion sous contraintes		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 présentées au paragraphe A.7 de l'appendice A

Tableau 6.2

Valeurs acceptables pour l'essai de résistance aux chocs

Diamètre de bouteille D, en millimètres	> 140			# 140
Direction de l'essai	Transversale			Longitudinale
Largeur de l'éprouvette, en millimètres	3-5	> 5 - 7,5	> 7,5 - 10	3 à 5
Température d'essai, en °C	- 50			- 50
Résistance aux chocs, en J/cm ²				
- Moyenne entre 3 éprouvettes	30	35	40	60
- Eprouvette individuelle	24	28	32	48

Tableau 6.3

Valeurs d'éclatement minimales réelles et rapports de contraintes

	CNG-1	CNG-2		CNG-3		CNG-4	
	Entièrement en métal	Bobiné sur la partie cylindrique		Entièrement bobinés		Entièrement en composite	
	Pression d'éclatement (MPa)	Rapport de contraintes	Pression d'éclatement (MPa)	Rapport de contraintes	Pression d'éclatement (MPa)	Rapport de contraintes	Pression d'éclatement (MPa)
Entièrement en métal	45						
Verre		2.75	50 1)	3.65	70 1)	3.65	73
Aramide		2.35	47	3.10	60 1)	3.1	62
Carbone		2.35	47	2.35	47	2.35	47
Hybride		2)		2)		2)	

Note 1) - La pression d'éclatement minimale réelle. En plus, les calculs doivent être effectués conformément au paragraphe 6.5 de la présente annexe pour prouver que le rapport de contraintes minimum soit conforme aux prescriptions.

Note 2) - Le rapport de contraintes et la pression d'éclatement doivent être calculés conformément au paragraphe 6.5 de la présente annexe.

Tableau 6.4

Essai de validation de la conception des bouteilles

Essai et référence d'annexe		Type de bouteille			
		CNG-1	CNG-2	CNG-3	CNG-4
A.12	Eclatement	X*	X	X	X
A.13	Température ambiante/cycle	X*	X	X	X
A.14	Essai en environnement acide		X	X	X
A.15	Essai au feu de bois	X	X	X	X
A.16	Essai de pénétration	X	X	X	X
A.17	Résistance à l'entaille		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.24	Exigences pour les systèmes de protection contre les surpressions	X	X	X	X
A.25	Essai de couple sur l'ogive				X
A.27	Cyclage au gaz naturel				X
A.6	Fuite avant rupture	X	X	X	
A.7	Température extrême/cyclage		X	X	X

X = Requis

* = Non requis pour les bouteilles conçues suivant l'ISO 9809
(la norme ISO 9809 comporte déjà ces essais).

Tableau 6.5

Essais par lots

Essai et référence d'annexe		Type de bouteille			
		CNG-1	CNG-2	CNG-3	CNG-4
A.12	Eclatement	X	X	X	X
A.13	Cycle ambiant	X	X	X	X
A.1	Traction	X	X†	X†	
A.2	Chocs (acier)	X	X†	X†	
A.9.2	Revêtement *	X	X	X	X

X = Requis

* = Sauf lorsque aucun revêtement de protection n'est utilisé.

† = Essais sur le liner.

Tableau 6.6

Prescriptions relatives au contrôle de production

	CNG-1	CNG-2	CNG-3	CNG-4
Prescriptions relatives au contrôle				
Dimensions critiques	X	X	X	X
Fini de surface	X	X	X	X
Défauts (ultrasons ou équivalent)	X	X	X	
Dureté des bouteilles métalliques et des liners métalliques	X	X	X	
Essai d'épreuve hydrostatique	X	X	X	X
Essai de fuite				X
Marquage	X	X	X	X

X = Requis

Tableau 6.7

Changement de conception

Changement de conception	Type d'essai								
	Eclatement hydrostatique A.12	Cyclage température ambiante A.13	Essai environnemental A.14	Essai au feu de bois A.15	Résistance à l'entaille A.17	Pénétration A.16	Rupture sous contrainte A.19 Fluage à haute température A.18 Essai de chute A.20	Couple sur l'ogive A.25 Perméabilité A.21 Cyclage CNG A.27	Exigences pour les systèmes de protection contre les surpressions A.24
Fabricant de la fibre	X	X					X*	X†	
Bouteille ou liner métallique	X	X	X*	X	X*	X	X*		
Liner plastique		X	X					X†	
Fibre	X	X	X	X	X	X	X	X†	
Résine			X		X	X	X		
Changement diamètre #20%	X	X							
Changement diamètre >20%	X	X		X	X*	X			
Changement longueur # 50%	X			X‡					
Changement longueur > 50%	X	X		X‡					
Changement pression de travail #20% @	X	X							
Forme de l'ogive	X	X						X†	
Taille de l'ouverture	X	X							
Changement de revêtement			X						
Conception de l'ogive								X†	
Changement de procédé de fabrication	X	X							
Système de protection contre les surpressions				X					X

X = Requis

* = Essai non requis sur les conceptions métalliques (CNG-1).

† = Essai uniquement requis sur les conceptions entièrement en composite (CNG-4).

‡ = Essai uniquement requis lorsque la longueur augmente.

@ = Uniquement en cas de changement d'épaisseur proportionnel au diamètre et/ou changement de pression.

7. BOUTEILLES MÉTALLIQUES DE TYPE CNG-1

7.1 Généralités

La conception doit identifier la taille maximale d'un défaut autorisé, 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 (ou la durée de vie si aucun nouvel essai n'est spécifié) d'une bouteille à la pression de service. La détermination de la caractéristique de "fuite avant rupture" doit être effectuée conformément aux modes opératoires appropriés définis au paragraphe 6 de l'appendice A. La taille de défaut autorisée doit être déterminée conformément au paragraphe 6.15.2 ci-dessus.

Les bouteilles conçues conformément à la norme ISO 9809 et respectant l'ensemble des prescriptions de cette norme doivent uniquement répondre aux prescriptions concernant l'essai des matériaux définies au paragraphe 6.3.2.4 et aux prescriptions concernant l'essai de validation de la conception au paragraphe 7.5, excepté le paragraphe 7.5.3 ci-après.

7.2 Analyse des contraintes

Les contraintes à l'intérieur de la bouteille doivent être calculées pour une pression de 2 MPa, 20 MPa, pour la pression d'essai et pour la pression d'éclatement de la conception. Les calculs doivent utiliser des techniques d'analyse appropriées mettant en oeuvre la théorie des coques minces qui prend en compte la flexion hors du plan de la coque, afin d'établir la distribution des contraintes au niveau du goulot, des zones de transition et de la partie cylindrique de la bouteille.

7.3 Prescriptions relatives aux essais de fabrication et de production

7.3.1 Généralités

Les ogives des bouteilles en aluminium ne doivent pas être fermées par un procédé de formage. Les ogives à la base des bouteilles d'acier qui ont été fermés par formage, excepté pour les bouteilles conçues conformément à la norme ISO 9809, doivent être contrôlés par CND ou une méthode équivalente. Il ne faut pas ajouter de métal lors du procédé de fermeture au niveau de l'ogive. Chaque bouteille doit subir un contrôle d'épaisseur et de fini de surface avant les opérations de formage des ogives.

Après le formage des ogives, les bouteilles doivent subir un traitement thermique dans la gamme de dureté spécifiée pour la conception. Le traitement thermique localisé n'est pas autorisé.

Lorsque le support est assuré par une bague au niveau du goulot

ou au niveau du fond de la bouteille, ou par des fixations, ces éléments doivent être en matériau compatible avec le matériau de la bouteille et doivent être fixés solidement par une méthode autre que le soudage, le brasage dur ou le brasage tendre.

7.3.2 Contrôle non destructif

Les essais suivants doivent être effectués sur chaque bouteille métallique :

- a) essai de dureté conformément au paragraphe A.8 de l'appendice A,
- b) contrôle par ultrasons conformément à la norme BS 5045, Partie 1, annexe I, ou une méthode de CND prouvée équivalente, afin de s'assurer que la taille de défaut maximale ne dépasse pas la taille spécifiée dans la conception définie conformément au paragraphe 6.15 ci-dessus.

7.3.3 Essai de pression hydrostatique

Chaque bouteille finie doit être soumise à un essai de pression hydrostatique conformément au paragraphe A.11 de l'appendice A.

7.4 Essais des bouteilles par lots

Les essais par lots doivent être effectués sur des bouteilles finies représentatives de la fabrication normale et portant un marquage d'identification. Dans chaque lot, deux bouteilles doivent être sélectionnés au hasard. Si un plus grand nombre de bouteilles est soumis à essai par rapport au nombre requis par la présente norme, l'ensemble des résultats doit être documenté. Les essais suivants doivent au minimum être réalisés sur ces bouteilles :

- a) Essais des matériaux par lots. Une bouteille, ou un échantillon témoin pour le traitement thermique représentatif de la bouteille finie doit être soumis aux essais suivants :
 - i) vérification des tailles critiques par rapport à la conception;
 - ii) un essai de traction conformément au paragraphe A.1 de l'appendice A et répondant aux prescriptions de la conception;
 - iii) pour les bouteilles en acier, trois essais de flexion par chocs conformément au paragraphe A.2 de l'appendice A et répondant aux prescriptions au paragraphe 6.3.2.3 ci-dessus.
 - iv) lorsque la conception comporte un revêtement de protection, le revêtement doit être soumis à essai conformément au paragraphe A.9.2 de l'appendice A.

Toutes les bouteilles représentant un lot d'essai qui ne répond pas aux prescriptions spécifiées doivent être soumises aux modes opératoires spécifiés au paragraphe 6.16 ci-dessus.

Lorsque le revêtement ne répond pas aux prescriptions du paragraphe A.9.2 de l'appendice A, le lot doit être entièrement contrôlé afin d'éliminer les bouteilles présentant les mêmes défauts. Le revêtement sur toutes les bouteilles défectueuses peut être éliminé et redéposé. L'essai de revêtement par lots doit alors être à nouveau effectué.

- b) Essai d'éclatement par lots. Une bouteille doit être soumise à une pression hydrostatique jusqu'à rupture conformément au paragraphe A.12 de l'appendice A.

Si la pression d'éclatement est inférieure à la pression d'éclatement minimale calculée, il faut procéder aux modes opératoires spécifiés au paragraphe 6.16 ci dessus.

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

- i) une bouteille de chaque lot doit être soumise à un cyclage en pression égal à 1000 fois la durée de vie spécifiée exprimée en années, avec un minimum de 15 000 cycles;
- ii) sur 10 lots de fabrication consécutifs appartenant à une famille de conception identique (matériaux et modes opératoires similaires), si aucune des bouteilles soumises aux cycles de pression du paragraphe i) ci-dessus ne fuit ou n'éclate au cours d'un nombre de cycles inférieur à 1500 fois la durée de vie spécifiée exprimée en années (22 500 cycles au minimum), alors l'essai de cyclage en pression peut être effectué uniquement sur 1 bouteille prélevée tous les 5 lots de fabrication;
- iii) sur 10 lots de fabrication consécutifs appartenant à une famille de conception identique, si aucune des bouteilles soumises aux cycles de pression du paragraphe i) ci-dessus ne fuit ou n'éclate au cours d'un nombre de cycles inférieur à 2000 fois la durée de vie spécifiée exprimée en années (30 000 cycles au minimum), alors l'essai de cyclage en pression peut être effectué uniquement sur 1 bouteille prélevée tous les 10 lots de fabrication;
- iv) si plus de 6 mois se sont écoulés depuis le dernier lot de fabrication, une bouteille appartenant au prochain lot de fabrication doit être soumise aux essais de

cyclage en pression afin de conserver la fréquence réduite de réalisation des essais définie aux paragraphes ii) ou iii) ci-dessus;

- v) si l'une des bouteilles soumise à l'essai de cyclage en pression à fréquence réduite défini au paragraphe ii) ou iii) ci-dessus ne correspond pas au nombre de cycles de pression requis (respectivement 22 500 ou 30 000 cycles de pression minimum), il peut alors être nécessaire de revenir à la fréquence d'essai de cyclage en pression définie en i) pendant au minimum 10 lots de fabrication afin de rétablir la fréquence réduite pour les essais de cyclage en pression définie aux paragraphes ii) ou iii) ci-dessus;
- vi) si l'une des bouteilles définies aux paragraphes i), ii) ou iii) ci-dessus ne répond pas aux prescriptions concernant un nombre minimum de cycles égal à 1 000 fois la durée de vie spécifiée exprimée en années (15 000 cycles minimum), l'origine de la défaillance doit être déterminée et éliminée suivant les modes opératoires du paragraphe 6.16 de cette annexe. L'essai de cyclage en pression doit alors être réalisé une nouvelle fois sur trois nouvelles bouteilles de ce lot. Si l'une des trois bouteilles supplémentaires ne répond pas aux prescriptions concernant un nombre minimum de cycles de pression égal à 1 000 fois la durée de vie spécifiée exprimée en années, alors le lot doit être rejeté.

7.5 Essais de validation de la conception des bouteilles

7.5.1 Généralités

Les essais de validation doivent être effectués sur les bouteilles finies représentatives de la production normale et portant un marquage d'identification. La sélection, le contrôle et la justification des résultats doivent être conformes au paragraphe 6.13 ci-dessus.

7.5.2 Essai d'éclatement sous pression hydrostatique

Trois bouteilles représentatives doivent être soumises à une pression hydrostatique jusqu'à rupture conformément au paragraphe A.12 de l'Appendice A. La pression d'éclatement de la bouteille doit être supérieure à la pression minimale d'éclatement calculée par l'analyse des contraintes de la conception, et doit être de 45 MPa au minimum.

7.5.3 Essai de cyclage en pression à la température ambiante

Deux bouteilles finies doivent être soumises à un cyclage en pression à température ambiante conformément au paragraphe A.13 de l'appendice A jusqu'à rupture, ou à un minimum

de 45 000 cycles. Les bouteilles ne doivent pas éclater avant d'avoir atteint la durée de vie spécifiée exprimée en années multipliée par 1 000 cycles. Les bouteilles dépassant 1 000 cycles multipliés par la durée de vie spécifiée exprimée en années doivent subir une défaillance par fuite et non par éclatement. Les bouteilles qui ne présentent aucune défaillance lors de 45 000 cycles doivent être détruites, soit en poursuivant le cyclage jusqu'à la rupture, soit par une mise sous pression hydrostatique jusqu'à la rupture. Le nombre de cycles jusqu'à la rupture et la localisation du début de la rupture doivent être enregistrés.

7.5.4 Essai au feu de bois

Les essais doivent être effectués conformément au paragraphe A.15 de l'appendice A et répondre aux dites prescriptions.

7.5.5 Essais de pénétration

Les essais doivent être réalisés conformément au paragraphe A.16 de l'appendice A et doivent répondre aux dites prescriptions.

7.5.6 Essai de fuite avant rupture

Pour les conceptions de bouteilles ne dépassant pas 45 000 cycles lors des essais, comme indiqué au paragraphe 7.5.3 ci-dessus, les essais de fuite avant rupture doivent être réalisés conformément au paragraphe A.6 de l'appendice A et répondre aux dites prescriptions.

8. BOUTEILLES DE TYPE CNG-2, BOBINÉES SUR LA PARTIE CYLINDRIQUE

8.1 Généralités

Au cours de la mise en pression, ce type de conception de bouteilles présente un comportement dans lequel des déplacements du bobinage composite et du liner métallique se superposent de manière linéaire. En raison des différentes techniques de fabrication, cette norme ne donne pas une méthode de conception bien déterminée.

La détermination de la fuite avant rupture doit être conforme aux modes opératoires appropriés définis au paragraphe A.6 de l'appendice A. La taille de défaut autorisée doit être déterminée conformément au paragraphe 6.15.2 ci-dessus.

8.2 Prescriptions relatives à la conception

8.2.1 Liner métallique

Le liner métallique doit avoir une pression d'éclatement réelle minimale de 26 MPa.

8.2.2 Bobinage composite

La contrainte de traction dans les fibres doit être conforme aux prescriptions du paragraphe 6.5 ci-dessus.

8.2.3 Analyse des contraintes

Il faut calculer les contraintes dans le composite et le liner après la précontrainte. Les pressions utilisées pour ces calculs doivent être de zéro, 2 MPa, 20 MPa, la pression d'essai et la pression d'éclatement de la conception. Les calculs doivent mettre en oeuvre des techniques d'analyse appropriées obéissant à la théorie des coques minces qui tient compte du comportement non linéaire du matériau constituant le liner. Ces calculs sont utilisés pour établir la répartition des contraintes au niveau de l'embout, des zones de transition et de la partie cylindrique du liner.

Pour les conceptions dans lesquelles la précontrainte est réalisée par auto-frettage, il faut calculer les limites à l'intérieur desquelles la pression d'auto-frettage doit se situer.

Pour les conceptions dans lesquelles la précontrainte est réalisée par tension de bobinage contrôlée, il faut calculer la température à laquelle ceci est réalisé, la tension nécessaire dans chaque couche de composite et la précontrainte produite dans le liner.

8.3 Prescriptions en matière de fabrication

8.3.1 Généralités

La bouteille en composite doit être constituée par un liner bobiné avec des enroulements filamenteux continus. Les opérations d'enroulement filamenteux doivent être commandées par ordinateur ou mécaniquement. Les filaments doivent être appliqués sous tension contrôlée lors du bobinage. Une fois le bobinage terminé, les résines thermodurcissables doivent être cuites suivant une courbe de température en fonction du temps, prédéterminée et contrôlée.

8.3.2 Liner

La fabrication d'un liner métallique doit être conforme aux prescriptions données au paragraphe 7.3 ci-dessus relatives au type de fabrication approprié pour le liner.

8.3.3 Bobinage

Les bouteilles doivent être fabriquées dans une machine à enroulement filamenteux. Lors du bobinage, les variables importantes doivent être surveillées afin de rester dans les tolérances spécifiées et doivent être documentées dans un dossier

sur le bobinage. Ces variables peuvent comprendre les éléments suivants, mais cette liste n'est pas exhaustive :

- a) type de fibre, y compris leur taille;
- b) méthode d'imprégnation;
- c) tension de bobinage;
- d) vitesse de bobinage;
- e) nombre de mèches;
- f) largeur de bande;
- g) type de résine et composition;
- h) température de la résine;
- i) température du liner.

8.3.3.1 Cuisson des résines thermodurcissables

En cas d'utilisation d'une résine thermodurcissable, la résine doit être cuite après enroulement filamentaire. Lors de la cuisson, le cycle de cuisson (c'est-à-dire l'historique de température en fonction du temps) doit être documenté.

8.3.4 Auto-frettage

L'auto-frettage, s'il est utilisé, doit être effectué avant l'essai de pression hydrostatique. La pression d'auto-frettage doit être comprise dans les limites établies au paragraphe 8.2.3 ci-dessus et le fabricant doit établir la méthode permettant de contrôler la pression appropriée.

8.4 Prescriptions relatives à l'essai de production

8.4.1 Contrôle non destructif

Les contrôles non destructifs doivent être effectués conformément à une norme ISO ou une norme équivalente reconnues. Les essais suivants doivent être effectués sur chaque liner métallique :

- a) Essai de dureté conforme au paragraphe A.8 de l'appendice A;
- b) Contrôle par ultrasons, conformément à la norme BS 5045, Partie 1, annexe B, ou une méthode d'essai prouvée équivalente, afin de s'assurer que la taille de défaut maximale ne dépasse pas la taille spécifiée dans la conception.

8.4.2 Essai de pression hydrostatique

Chaque bouteille finie doit être soumise à un essai de pression hydrostatique conformément au paragraphe A.11 de l'appendice A. Le fabricant doit définir la limite appropriée d'expansion volumétrique permanente pour la pression d'essai utilisée.

Toutefois, cette expansion ne doit en aucun cas dépasser 5 % de l'expansion volumétrique totale à la pression d'essai. Toutes les bouteilles qui ne correspondent pas à la limite de rejet définie doivent être mises au rebut et ensuite, soit détruites, soit utilisées pour réaliser les essais par lots.

8.5 Essais des bouteilles par lots

8.5.1 Généralités

Les essais par lots doivent être effectués sur des bouteilles finies représentatives de la production normale et portant un marquage d'identification. Deux bouteilles, ou suivant le cas, une bouteille et un liner, doivent être sélectionnés au hasard dans chaque lot. Si un nombre plus important de bouteilles est soumis aux essais, la présente annexe exige que tous les résultats soient documentés. Il faut au minimum réaliser les essais suivants sur ces bouteilles. Lorsque des défauts sont détectés sur le bobinage avant l'auto-frettage ou l'essai de pression hydrostatique, le bobinage peut être entièrement retiré et remplacé.

- a) Essais des matériaux par lots Une bouteille, un liner ou un échantillon témoin pour le traitement thermique représentatif d'une bouteille finie doit être soumis aux essais suivants :
- i) Vérification des dimensions par rapport à la conception;
 - ii) Un essai de traction conformément au paragraphe A.1 de l'appendice A et répondant aux prescriptions de conception;
 - iii) Pour les bouteilles en acier, trois essais de résistance aux chocs conformément au paragraphe A.2 de l'appendice A et répondant aux prescriptions de la conception;
 - iv) Lorsque la conception comporte un revêtement de protection, le revêtement doit être soumis à essai conformément au paragraphe A.9.2 de l'appendice A et doit répondre aux dites prescriptions. Toutes les bouteilles ou liners représentant un lot d'essai ne répondants pas aux prescriptions spécifiées, doivent être soumises aux modes opératoires spécifiés au paragraphe 6.16 ci-dessus.

Lorsque le revêtement ne répond pas aux prescription du paragraphe A.9.2 de l'appendice A, le lot doit être entièrement contrôlé afin d'éliminer les bouteilles présentant les mêmes défauts. Le revêtement sur toutes les bouteilles défectueuses peut être éliminé en utilisant une méthode ne modifiant pas l'intégrité du bobinage composite, et redéposé. L'essai de revêtement par lots doit alors être à nouveau effectué.

- b) Essai d'éclatements par lots. Une bouteille doit être soumise à essai conformément aux prescriptions du paragraphe 7.4 (b) ci-dessus.
- c) Essai périodique de cyclage en pression. L'essai doit être réalisé conformément aux prescriptions du paragraphe 7.4 (c) ci-dessus.

8.6 Essais de validation de la conception des bouteilles

8.6.1 Généralités

Les essais de validation doivent être effectués sur des bouteilles représentatives de la production normale et portant un marquage d'identification. La sélection, le contrôle et la justification des résultats doivent être conformes au paragraphe 6.13 ci-dessus.

8.6.2 Essai d'éclatement par pression hydrostatique

- a) Un liner doit être soumis à un essai d'éclatement par pression hydrostatique conformément au paragraphe A.12 de l'appendice A. La pression d'éclatement doit être supérieure à la pression d'éclatement minimum spécifiée pour la conception du liner;
- b) Trois bouteilles doivent être soumises à un essai d'éclatement par pression hydrostatique conformément au paragraphe A.12 de l'appendice A. Les pressions d'éclatement des bouteilles doivent être supérieures à la pression d'éclatement minimale spécifiée par l'analyse des contraintes pour la conception, conformément au tableau 6.3 de la présente annexe et ne doivent en aucun cas être inférieures à la valeur nécessaire pour se conformer aux prescriptions concernant le rapport de contraintes définies au paragraphe 6.5 ci-dessus.

8.6.3 Essai de cyclage en pression à température ambiante

Deux bouteilles finies doivent être cyclées en pression à température ambiante jusqu'à la rupture conformément au paragraphe A.13 de l'appendice A ou pendant un minimum de 45 000 cycles. Les bouteilles ne doivent pas subir de défaillance avant d'avoir atteint la durée de vie spécifiée exprimée en années multipliée par 1 000 cycles. Les bouteilles dépassant 1 000 cycles multipliés par la durée de vie spécifiée exprimée en années doivent subir une défaillance par fuite et non par éclatement. Les bouteilles qui ne présentent aucune défaillance lors de 45 000 cycles doivent être détruites soit en poursuivant le cyclage jusqu'à la rupture, soit par une mise sous pression hydrostatique jusqu'à la rupture. Le nombre de cycles jusqu'à la rupture et la localisation du début de la défaillance doivent être documentés.

8.6.4 Essai en environnement acide

Une bouteille doit être soumise à essai conformément au paragraphe A.14 de l'appendice A et doit répondre aux dites prescriptions. L'appendice informatif H de la présente annexe comprend un essai de tenue à l'environnement facultatif.

8.6.5 Essai au feu de bois

Les bouteilles finies doivent être soumises à essai conformément au paragraphe A.15 de l'appendice A et doivent se conformer aux dites prescriptions.

8.6.6 Essai de pénétration

Une bouteille finie doit être soumise à essai conformément au paragraphe A.16 de l'appendice A et doit se conformer aux dites prescriptions.

8.6.7 Essais de résistance à l'entaille

Une bouteille finie doit être soumise à essai conformément au paragraphe A.17 de l'appendice A et doit se conformer aux dites prescriptions.

8.6.8 Essais de fluage à haute température

Dans les conceptions pour lesquelles la température de transition vitreuse de la résine ne dépasse pas d'au moins 20 °C la température maximale du matériau de la conception, une bouteille doit être soumise à essai conformément au paragraphe A.18 de l'appendice A et répondre aux dites prescriptions.

8.6.9 Essai de fluage accéléré

Une bouteille finie doit être soumise à essai conformément au paragraphe A.19 de l'appendice A et répondre aux dites prescriptions.

8.6.10 Essai de fuite avant rupture par éclatement

Pour les conceptions ne dépassant pas 45 000 cycles lors des essais comme indiqué au paragraphe 8.6.3 ci-dessus, les essais de fuite avant rupture par éclatement doivent être effectués conformément au paragraphe A.6 de l'appendice A et répondre aux dites prescriptions.

8.6.11 Essai de cyclage en pression à température extrême

Une bouteille finie doit être soumise à essai conformément au paragraphe A.7 de l'appendice A et répondre aux dites prescriptions.

9. BOUTEILLES DE TYPE CNG-3, ENTIÈREMENT BOBINÉES

9.1 Généralités

Pendant la mise en pression, ce type de bouteille a un comportement dans lequel les déplacements du bobinage composite et du liner sont superposés. En raison des différentes techniques de fabrication, la présente norme ne donne pas de méthode bien définie pour la conception. La détermination de la fuite avant rupture doit être conforme aux modes opératoires appropriés définis au paragraphe A.6 de l'appendice A. La taille de défaut autorisée doit être déterminée conformément au paragraphe 6.15.2 ci-dessus.

9.2 Prescriptions relatives à la conception

9.2.1 Liner métallique

La contrainte de compression dans le liner à pression zéro et à 15 °C ne doit pas provoquer de flambage ou de froissement du liner.

9.2.2 Bobinage composite

La contrainte de traction dans les fibres doit être conforme aux prescriptions du paragraphe 6.5 ci-dessus.

9.2.3 Analyse des contraintes

Les contraintes s'exerçant dans le sens tangentiel et longitudinal de la bouteille à l'intérieur du composite et du liner après mise en pression doivent être calculées. La pression utilisée pour ces calculs doit être de zéro, la pression de travail, 10 % de la pression de travail, la pression d'essai et la pression d'éclatement de la conception. Il faut calculer les limites dans lesquelles la pression d'auto-frettage doit être comprise. Les calculs doivent mettre en oeuvre des techniques d'analyse appropriées obéissant à la théorie des coques minces qui tient compte du comportement non linéaire du matériau constituant le liner. Ces calculs sont utilisés pour établir la distribution des contraintes au niveau de l'ogive, des zones de transition et de la partie cylindrique du liner.

9.3 Prescriptions en matière de fabrication

Les prescriptions en matière de fabrication doivent être conformes au paragraphe 8.3 ci-dessus, mais le bobinage doit également inclure des filaments enroulés en hélice.

9.4 Prescriptions en matière d'essai de fabrication

Les prescriptions en matière de fabrication doivent être conformes aux prescriptions du paragraphe 8.4 ci-dessus.

9.5 Essais des bouteilles par lots

Les essais par lots doivent se conformer aux prescriptions du paragraphe 8.5 ci-dessus.

9.6 Essais de validation de la conception des bouteilles

Les essais de validation doivent être effectués conformément aux prescriptions du paragraphe 8.6 ci-dessus et du paragraphe 9.6.1 ci-dessous, si ce n'est que l'éclatement du liner indiqué au paragraphe 8.6 ci-dessus n'est pas requis.

9.6.1 Essai de chute

Une ou plusieurs bouteilles doivent être soumises à un essai de chute conformément au paragraphe A.20 de l'appendice A.

10. BOUTEILLES DE TYPE CNG-4, ENTIÈREMENT EN COMPOSITE

10.1 Généralités

La présente norme ne donne pas une méthode bien définie pour la conception des bouteilles avec des liners en polymère en raison de la variété des conceptions de bouteilles existantes.

10.2 Prescriptions en matière de conception

Les calculs de conception doivent être utilisés pour justifier que la conception est adaptée. Les contraintes de traction dans les fibres doivent répondre aux prescriptions du paragraphe 6.5 ci-dessus.

Les filetages coniques et droits conformes aux paragraphes 6.10.2 ou 6.10.3 ci-dessus doivent être utilisés sur les embouts métalliques des ogives.

Les embouts métalliques des ogives avec des ouvertures filetées doivent être capables de résister à une force de torsion de 500 Nm, sans affecter l'intégrité du raccord du liner non métallique. Les embouts métalliques des ogives raccordées au liner non métallique doivent être en matériau compatible avec les conditions de service spécifiées au paragraphe 4 de la présente annexe.

10.3 Analyse des contraintes

Les contraintes s'exerçant dans le composite et le liner dans le sens tangentiel et longitudinal de la bouteille doivent être calculées. Les pressions utilisées pour ces calculs doivent être la pression zéro, la pression de travail, la pression d'essai et la pression d'éclatement de la conception. Les calculs doivent mettre en oeuvre des techniques d'analyse appropriées afin d'établir la distribution des contraintes dans l'ensemble de la bouteille.

10.4 Prescriptions en matière de fabrication

Les prescriptions en matière de fabrication doivent être conformes au paragraphe 8.3 ci-dessus, si ce n'est que la température de cuisson des résines thermodurcissables doit être inférieure d'au moins 10 °C par rapport à la température de ramollissement du liner en plastique.

10.5 Prescriptions d'essai de production

10.5.1 Chaque bouteille finie doit être soumise à un essai de pression hydrostatique conformément au paragraphe A.11 de l'appendice A. Le fabricant doit définir la limite appropriée d'expansion élastique à la pression d'essai utilisée, mais l'expansion élastique des bouteilles ne doit en aucun cas dépasser de plus de 10 % la valeur moyenne pour l'ensemble du lot. Toutes les bouteilles ne correspondant pas à la limite de rejet définie doivent être mises au rebut et ensuite, soit détruites, soit utilisées pour réaliser les essais par lots.

10.5.2 Essais de fuite

Chaque bouteille doit être soumise à un essai de fuite conformément au paragraphe A.10 de l'appendice A et doit répondre aux dites prescriptions.

10.6 Essais de bouteilles par lots

10.6.1 Généralités

Les essais par lots doivent être effectués sur des bouteilles finies représentatives de la production normale et portant un marquage d'identification. Dans chaque lot, une bouteille doit être sélectionnée au hasard. Si un plus grand nombre de bouteilles est soumis à essai par rapport au nombre requis par la présente annexe, l'ensemble des résultats doit être documenté. Il faut réaliser au minimum les essais suivants sur ces bouteilles :

a) Essai des matériaux par lots

Une bouteille, un liner ou un échantillon témoin de liner représentatif d'une bouteille finie doit être soumis aux essais suivants :

- i) Vérification des tailles par rapport à la conception;
- ii) Un essai de traction du liner en plastique conformément au paragraphe A.22 de l'appendice A et répondant aux dites prescriptions.
- iii) La température de fusion du liner en plastique doit être soumise à essai conformément au paragraphe A.23 de l'appendice A et doit répondre aux prescriptions de la conception;

iv) Lorsque la conception comporte un revêtement de protection, le revêtement doit être soumis à essai conformément au paragraphe A.9.2 de l'appendice A. Lorsque le revêtement ne répond pas aux prescriptions au paragraphe A.9.2 de l'appendice A, le lot doit être entièrement contrôlé afin d'éliminer les bouteilles présentant les mêmes défauts. Le revêtement sur toutes les bouteilles défectueuses peut être éliminé et redéposé. L'essai de revêtement par lots doit alors être à nouveau effectué.

b) Essai d'éclatement par lots

Une bouteille doit être soumise à essai conformément aux prescriptions du paragraphe 7.4 (b) ci-dessus.

c) Essai périodique de cyclage en pression

Sur une bouteille, l'embout de l'ogive doit être soumis à un essai de couple de 500 Nm conformément à la méthode d'essai au paragraphe A.25 de l'appendice A. La bouteille doit ensuite être cyclée en pression conformément aux modes opératoires indiqués au paragraphe 7.4 (c).

Suivant le cyclage en pression requis, la bouteille doit être soumise à un essai de fuite conformément à la méthode décrite au paragraphe A.10 de l'appendice A et doit répondre aux dites prescriptions.

10.7 Essais de validation de la conception des bouteilles

10.7.1 Généralités

Les essais de validation de la conception des bouteilles doivent être conformes aux prescriptions des paragraphes 8.6, 10.7.2, 10.7.3 et 10.7.4 de la présente annexe, si ce n'est que l'essai de fuite avant rupture du paragraphe 8.6.10 ci-dessus n'est pas requis.

10.7.2 Essai de couple sur l'ogive

Une bouteille doit être soumise à essai conformément au paragraphe A.25 de l'appendice A.

10.7.3 Essai de perméabilité

Une bouteille doit être soumise à un essai de perméabilité conformément au paragraphe A.21 de l'appendice A et doit répondre aux dites prescriptions.

10.7.4 Essai de cyclage au gaz naturel

Une bouteille finie doit être soumise à essai conformément au paragraphe A.27 de l'appendice A et doit répondre aux dites prescriptions.

11. MARQUAGE

11.1 Réalisation du marquage

Le fabricant doit effectuer un marquage permanent lisible ne dépassant pas 6 mm de hauteur sur chaque bouteille. Le marquage doit être réalisé soit par des étiquettes incorporées dans les revêtements en résine, des étiquettes fixées par adhésif, des poinçons donnant de faibles contraintes utilisés sur les ogives renforcées des types de conceptions CNG-1 et CNG-2, ou une combinaison des éléments précédents. Les étiquettes adhésives et leur application doivent être conformes à la norme ISO 7225, ou une norme équivalente. Les étiquettes multiples sont autorisées et il convient de les placer de manière à ce qu'elles ne soient pas cachées par les supports de fixation.

Chaque bouteille conforme à la présente norme doit comporter le marquage suivant :

a) Des mentions obligatoires;

- i) "**CNG SEULEMENT**", en lettres de 25 mm de hauteur au minimum;
- ii) "**NE PAS UTILISER APRÈS XX/XXXX**", en lettres de 25 mm de hauteur au minimum, en indiquant le mois et l'année d'expiration 1/ ;
- iii) Identification de la fabrication;
- iv) Identification de la bouteille (numéro de référence applicable et numéro de série unique pour chaque bouteille);
- v) Pression de service et température;
- vi) Numéro du Règlement CEE, ainsi que le type de bouteille et le numéro d'enregistrement de certification;
- vii) Les dispositifs et/ou vannes de protection contre les surpressions qui sont qualifiés pour une utilisation avec la bouteille, ou les moyens permettant d'obtenir

1/ La date d'expiration ne doit pas dépasser la durée de vie spécifiée. La date d'expiration peut être indiquée sur la bouteille au moment de l'expédition, à condition que les bouteilles aient été stockées dans un lieu sec sans pression interne.

les renseignements concernant les systèmes qualifiés de protection contre l'incendie;

viii) En cas d'utilisation d'étiquettes, toutes les bouteilles doivent porter un numéro d'identification unique poinçonné sur une surface métallique visible afin de permettre l'identification en cas de destruction de l'étiquette.

b) Mentions facultatives :

Les renseignements facultatifs suivants peuvent être indiqués sur une (des) étiquette(s) séparée(s) :

- 1) Gamme de température du gaz, par exemple de - 40 °C à 65 °C;
- 2) Capacité nominale en eau de la bouteille jusqu'à deux chiffres significatifs, par exemple 120 litres;
- 3) Date du premier essai de pression (mois et année).

Les marquages doivent être placés dans l'ordre indiqué mais leur position spécifique peut varier suivant l'espace disponible sur l'étiquette. L'exemple suivant indiquant les mentions obligatoires est acceptable :

<p>CNG SEULEMENT NE PAS UTILISER APRÈS ../.... Fabricant/Numéro de référence/Numéro de série 20 MPa/15 °C CEE R XXXX CNG-2 (No d'enregistrement) "Utiliser uniquement un Système de Protection contre les Surpressions, Approuvé par le Fabricant"</p>
--

12.

PREPARATION DE L'EXPEDITION

Avant l'expédition à partir de l'atelier du fabricant, l'intérieur de chaque bouteille doit être nettoyé et séché. Les bouteilles qui ne sont pas fermées immédiatement par un raccord de vanne et des systèmes de protection contre les surpressions, si ceux-ci sont applicables, doivent comporter des bouchons sur toutes les ouvertures afin d'éviter la pénétration de l'humidité dans la bouteille et de protéger les filetages. Un inhibiteur de corrosion (contenant de l'huile par exemple) doit être vaporisé dans les bouteilles en acier et les liners avant l'expédition.

L'état de service du fabricant et tous les renseignements nécessaires pour assurer une manutention, une utilisation et une inspection en service correctes de la bouteille doivent être transmis à l'acheteur. L'état de service doit être conforme à l'appendice D de la présente annexe.

Annexe 3 - Appendice A

METHODES D'ESSAI

A.1 Essai de traction, acier et aluminium

Un essai de traction doit être effectué sur un matériau prélevé sur la partie cylindrique de la bouteille finie, en utilisant une éprouvette rectangulaire formée conformément à la méthode décrite dans l'ISO 9809 pour l'acier et l'ISO 7866 pour l'aluminium. Les deux faces de l'éprouvette, représentant les surfaces internes et externes de la bouteille, ne doivent pas être usinées. L'essai de traction doit être effectué conformément à l'ISO 6892.

NOTE - Il est nécessaire de prêter attention à la méthode de mesurage de l'élongation décrite dans l'ISO 6892, particulièrement dans les cas où l'éprouvette est conique, provoquant 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 un matériau prélevé sur la partie cylindrique de la bouteille finie, sur trois éprouvettes, conformément à l'ISO 148. Les éprouvettes d'essai au choc doivent être prélevées dans la direction requise par le tableau 6.2 de l'annexe 3 sur la paroi de la bouteille. L'entaille doit être perpendiculaire à la face de la paroi de la bouteille. Pour les essais longitudinaux, l'éprouvette doit être entièrement usinée (sur ses 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 intérieures et extérieures de la bouteille n'étant pas usinées.

A.3 Essai de fissuration sous contrainte au sulfure

Conformément à l'essai de traction normalisé NACE décrit dans la norme NACE TM0177-90, les éprouvettes de traction miniatures, ayant un diamètre de calibre de 2,54 mm, doivent être usinées à partir de la paroi d'une bouteille finie placée sous une charge de traction et immergée dans la solution d'essai NACE. Un minimum de 3 essais doit être effectué pour démontrer que la contrainte seuil (la contrainte maximale à laquelle ou en dessous de laquelle aucune éprouvette n'échoue à l'essai de fissuration sous contrainte au sulfure pendant une période de 720 heures) dépasse 20 % de la limite apparente d'élasticité minimale de l'acier.

A.4 Essais de corrosion, aluminium

Les limites de corrosion pour les alliages d'aluminium doivent être effectués conformément à l'annexe A de la norme ISO/DIS 7866 et respecter ses prescriptions.

A.5 Essais de fissures sous charge, aluminium

La résistance à cet essai doit être contrôlée conformément à l'annexe D de l'ISO/DIS 7866 et respecter ses prescriptions.

A.6 Essai de fuite avant rupture

Trois bouteilles finies doivent être cyclées d'une pression inférieure ou égale à 2 MPa à une pression supérieure ou égale à 30 MPa, à une vitesse ne dépassant pas 10 cycles par minute.

Toute bouteille doit échouer par fuite.

A.7 Cyclage en pression à température extrême

Des bouteilles terminées, dont le bobinage composite est débarrassé de tout revêtement de protection, doivent être soumises à essai comme suit et ne démontrer aucun signe de rupture, de fuite ou de délaminage :

- a) Conditionner pendant 48 heures à la pression zéro, à 65 °C ou plus et à 95 % ou plus d'humidité relative. L'objectif de cette prescription doit être atteint grâce à la vaporisation d'un jet fin ou brumeux d'eau dans une chambre maintenue à 65 °C;
- b) Soumettre à une pression hydrostatique 500 fois par année de service spécifié, à 2 MPa ou moins et à 26 MPa ou plus, à 65 °C ou plus et à une humidité à 95 %;
- c) Stabiliser à la pression zéro et à température ambiante;
- d) Soumettre ensuite à une pression inférieure ou égale à 2 MPa et supérieure ou égale à 20 MPa, 500 fois par année de service spécifié, à - 40 °C ou moins;

La vitesse de la pression de cyclage de b) ne doit pas dépasser 10 cycles par minute. La vitesse de la pression de cyclage de d) ne doit pas dépasser 3 cycles par minute sauf si un capteur de pression est installé directement à l'intérieur de la bouteille. Des instruments d'enregistrement adaptés doivent être mis à disposition afin de s'assurer que la température minimale du liquide est maintenue au cours du cyclage à basse température.

A la suite d'un cyclage en pression à des températures extrêmes, les bouteilles doivent être mises sous pression hydrostatique conformément aux prescriptions de l'essai

d'éclatement hydrostatique et atteindre une pression d'éclatement minimale égale à 85 % de la pression d'éclatement minimale de conception. Pour les conceptions de type CNG-4, l'étanchéité de la bouteille doit être vérifiée conformément au paragraphe A.10 ci-après avant d'effectuer l'essai d'éclatement hydrostatique.

A.8 Essai Brinell

Les essais de dureté Brinell doivent être effectués sur la paroi parallèle au centre et à une extrémité en forme d'ogive de chaque bouteille ou liner, conformément à l'ISO 6506. L'essai doit être effectué après traitement thermique final; les valeurs de dureté ainsi déterminées doivent être comprises dans la plage spécifiée à la conception.

A.9 Essais de revêtement (obligatoires si le paragraphe 6.12 c) de l'annexe 3 est utilisé)

A.9.1 Essais de performance du revêtement

Les revêtements doivent être évalués en utilisant les méthodes d'essai suivantes ou les normes nationales équivalentes.

- i) Des essais d'adhésion conformes à l'ISO 4624 en utilisant la méthode A ou B applicable. Le revêtement doit montrer un taux d'adhésion de 4A ou de 4B, selon les cas;
- ii) Des essais de flexibilité conformément à l'ASTM D522 Essai de pliage autour d'un mandrin de revêtements organiques fixés, en utilisant la méthode d'essai B avec un mandrin de 12,7 mm (0,5 pouces) à l'épaisseur spécifiée et à - 20 °C. Des échantillons doivent être préparés conformément à la norme de l'ASTM D522. Il ne doit y avoir aucune fissure apparente.
- iii) Des essais de résistance à la flexion par choc conformément l'ASTM D2794 Méthode d'essai pour la résistance des revêtements organiques aux effets de la déformation rapide (choc). Le revêtement à température ambiante doit subir un essai de choc préliminaire de 18 J (160 in-lbs);
- iv) Des essais de résistance aux produits chimiques s'ils sont conformes à l'ASTM D1308 Effet des produits chimiques ménagers sur les revêtements organiques clairs et pigmentés. Ces essais doivent être effectués en utilisant la méthode d'essai de l'échantillon découvert et une exposition de 100 heures à une solution d'acide sulfurique de 30 % (acides d'accumulateurs avec une densité spécifique de 1 219) ainsi qu'une exposition de 24 heures à un glycol de polyalcalène (par exemple du liquide de frein). Il ne doit y avoir aucune trace de

soulèvement, de boursoufflure ou d'amollissement du revêtement. L'adhésion doit être égale à 3 si l'essai est effectué conformément à l'ASTM D3359;

- v) Un minimum de 1 000 heures d'exposition conformément à l'ASTM G53 Guide pour l'exploitation d'appareillage pour l'exposition au rayonnement des matériaux non métalliques. Il ne doit y avoir aucune trace de boursoufflure et l'adhésion doit être égale à 3 si l'essai est effectué conformément à l'ISO 4624. La perte de brillance maximale autorisée est de 20 %;
- vi) Un minimum de 500 heures d'exposition conformément à l'ASTM B1117 Méthode d'essai au brouillard salin. La diminution de l'épaisseur inférieure ne doit pas dépasser 3 mm à la marque; il ne doit y avoir aucune trace de boursoufflure et l'adhésion doit être égale à 3 si l'essai est effectué conformément à l'ASTM D3359;
- vii) Des essais de résistance à l'éclatement à température ambiante en utilisant l'ASTM D3170 Résistance à l'éclatement des revêtements. Le revêtement doit être égal à 7A ou plus et il ne doit y avoir aucune exposition au substrat.

A.9.2 Essais par lots des revêtements

i) Epaisseur du revêtement

L'épaisseur du revêtement doit respecter les prescriptions de la conception si l'essai est effectué conformément à l'ISO 2808;

ii) Adhésion du revêtement

La résistance de l'adhésion du revêtement doit être mesurée conformément à l'ISO 4624 et doit être égale à 4 au minimum si elle est mesurée en utilisant la méthode A ou B, selon les cas.

A.10 Essai d'étanchéité

Les conceptions de type CNG-4 doivent subir des essais d'étanchéité utilisant la procédure suivante (ou toute autre procédure acceptable) :

- a) Les bouteilles doivent être minutieusement séchées et mises sous pression à la pression de service avec de l'air sec ou de l'azote et contenant du gaz détectable tel que l'hélium;
- b) Toute fuite mesurée à n'importe quel point, dépassant la norme de 0,004 cm³/h ramené aux conditions normales, doit entraîner la mise au rebut.

A.11 Essai hydraulique

Une des deux options suivantes doit être utilisée :

Option 1 : Essai avec mesure de l'expansion volumétrique

- a) La bouteille doit faire l'objet d'un essai hydraulique égal à au moins 1,5 fois la pression de travail. En aucun cas la pression d'épreuve ne doit dépasser la pression d'auto-frettage.
- b) La pression doit être maintenue pendant un temps suffisamment long (au moins 30 secondes) pour assurer l'expansion complète. Toute pression interne appliquée après auto-frettage et avant l'essai hydrostatique ne doit pas dépasser 90 % de la pression d'épreuve hydrostatique. Si la pression d'épreuve ne peut pas être maintenue à cause d'une défaillance de l'appareillage de l'essai, il est possible de répéter l'essai à une pression augmentée de 700 kPa. Pas plus de deux reprises ne sont autorisées;
- c) Le fabricant doit définir la limite de l'expansion volumétrique pour la pression d'épreuve utilisée mais en aucun cas l'expansion volumétrique ne doit dépasser 5 % de l'expansion volumétrique totale mesurée sous l'application de la pression d'épreuve. Pour les conceptions de type CNG-4, l'expansion élastique doit être établie par le fabricant. Toute bouteille ne respectant pas la limite définie de mise au rebut doit être refusée, détruite ou utilisée dans le cadre d'essais par lots.

Option 2 : Epreuve

La pression hydrostatique dans la bouteille doit être augmentée graduellement et régulièrement jusqu'à ce que la pression d'épreuve, égale à au moins 1,5 fois la pression de service, soit atteinte. La pression d'épreuve de la bouteille doit être maintenue pendant une période suffisamment longue (au moins 30 secondes) pour s'assurer qu'elle ne tend pas à diminuer et que l'étanchéité est garantie.

A.12 Essai d'éclatement à la pression hydrostatique

- a) Le niveau de la mise sous pression ne doit pas dépasser 1.4 MPa par seconde (200 psi/seconde) aux pressions dépassant de 80 % la pression d'éclatement originale. Si le niveau de la mise sous pression, aux pressions dépassant de 80 % la pression d'éclatement d'origine, dépasse 350 kPa/seconde (50 psi/seconde), il faut placer la bouteille schématiquement entre la source de pression et le dispositif de mesurage de la pression, ou laisser s'écouler 5 secondes à la pression d'éclatement originale minimale;

- b) La pression minimale requise (calculée) doit être d'au moins 45 MPa et en aucun cas inférieure à la valeur nécessaire pour respecter les prescriptions relatives aux rapports de contraintes. La pression d'éclatement réelle doit être enregistrée. Une rupture peut se produire soit dans la région cylindrique, soit dans la région en forme de dôme 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 l'huile, l'eau inhibée ou le glycol;
- b) Cycler la bouteille à une pression inférieure ou égale à 2 MPa et supérieure ou égale à 26 MPa et à pas plus de 10 cycles par minute.

Le nombre de cycles jusqu'à la défaillance doit faire l'objet d'un rapport ainsi que l'emplacement et la description de l'origine de la défaillance.

A.14 Essai à l'environnement acide

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

- i) exposer une zone de 150 mm de diamètre sur la surface de la bouteille, pendant 100 heures, 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;
- ii) 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 originale minimale.

A.15 Essai au feu de bois

A.15.1 Généralités

Les essais au feu de bois sont conçus pour démontrer que les bouteilles finies, équipées du système de protection contre l'incendie (robinet, limiteur de pression et/ou isolation thermique intégrale) spécifié lors de la conception, n'éclateront pas lorsqu'elles seront soumises à des essais en conditions d'incendie.

Il est nécessaire de prendre d'infimes précautions lors de l'essai au feu de bois dans le cas d'une rupture de la bouteille.

A.15.2 Disposition des bouteilles

Les bouteilles doivent être placées horizontalement : le fond de la bouteille doit se trouver à environ 100 mm au-dessus du foyer.

Des écrans de protection métalliques doivent être utilisés pour empêcher que les flammes n'entrent en contact direct avec les robinets des bouteilles, les fixations et/ou les systèmes de protection contre les surpressions. Les écrans de protection métalliques ne doivent pas être en contact direct avec le système de protection contre l'incendie spécifié (les systèmes de protection contre les surpressions et le robinet des bouteilles).

Toute défaillance se produisant au cours de la mise à essai d'une bouteille, fixation ou tube ne faisant pas partie du système de protection prévu pour la conception, doit en annuler le résultat.

A.15.3 Foyer

Un foyer uniforme de 1,65 mètre de longueur doit permettre un contact direct des flammes sur la surface de la bouteille sur tout le diamètre.

Tout combustible peut être utilisé pour alimenter le feu à condition qu'il fournisse une chaleur uniforme suffisante à maintenir les températures d'essai spécifiées jusqu'à ce que la bouteille soit vidée. Il convient de prendre en considération les problèmes de pollution lors de la sélection d'un combustible. La disposition du feu doit être enregistrée avec assez de détails pour pouvoir s'assurer que le niveau de chaleur appliqué à la bouteille peut être reproduit. Toute défaillance ou incohérence relative à la source du feu au cours de l'essai en annule le résultat.

A.15.4 Mesurages de température et de pression

Les températures à la surface doivent être surveillées par au moins trois thermocouples placés au fond de la bouteille et espacés par 0,75 m ou plus. Des écrans de protection métalliques doivent être utilisés pour éviter tout contact direct des flammes sur les thermocouples. Une autre méthode consiste à insérer les thermocouples dans des blocs de métal inférieurs à 25 mm².

Les températures des thermocouples et la pression des bouteilles doivent être enregistrées toutes les 30 secondes au moins au cours de l'essai.

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 de service;

b) à 25 % de la pression de service.

Juste après l'allumage, le feu doit entrer en contact avec la surface de la bouteille sur toute sa longueur ainsi que sur le diamètre de celle-ci.

Dans les cinq minutes suivant l'allumage, un thermocouple au moins doit présenter une température de 590 °C au minimum. Cette température minimale doit être maintenue jusqu'à la fin de l'essai.

A.15.6 Bouteilles de 1,65 m de longueur ou moins

Le centre de la bouteille doit être placé au-dessus du centre du foyer.

A.15.7 Si la bouteille est équipée d'un système de protection contre les surpressions à l'une de ses extrémités, le foyer doit commencer à l'autre extrémité. Si la bouteille est équipée d'un système de protection contre les surpressions à ses deux extrémités, ou à plus d'un emplacement sur toute sa longueur, le centre du foyer doit être placé à mi-chemin entre les systèmes de protections contre les surpressions séparés par la plus grande distance horizontale.

Si la bouteille est également protégée par une isolation thermique, deux essais au feu à la pression de service doivent être effectués, l'un avec le foyer centré sur la longueur de la bouteille et l'autre avec le feu débutant à l'une des extrémités des bouteilles.

A.15.8 Résultats acceptables

La bouteille doit se vider par un système de protection contre les surpressions.

A.16 Essais de pénétration

Une bouteille mise sous pression à 20 MPa ± 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 conceptions de type CNG-2, CNG-3 et CNG4, le projectile doit atteindre la paroi latérale selon un angle d'environ 45°. La bouteille ne doit comporter aucune trace de défaut dû à des éclats. La perte de petites pièces de matériau ne pesant pas plus de 45 grammes chacune ne doit pas constituer une cause d'échec à l'essai. La taille approximative des ouvertures de l'entrée et de la sortie ainsi que leurs emplacements doivent être enregistrés.

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

Pour les conceptions de type CNG-2, CNG-3 et CNG-4 uniquement, des entailles doivent être découpées dans la direction

longitudinale dans le composite sur 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.

La bouteille entaillée doit alors être cyclée d'une pression inférieure ou égale à 2 MPa à une pression supérieure ou égale à 26 MPa pendant 3 000 cycles suivis par 12 000 cycles supplémentaires à température ambiante. La bouteille ne doit fuir ou se rompre pendant les 3 000 premiers cycles mais peut présenter une fuite au cours des 12 000 derniers. Toutes les bouteilles soumises à cet essai doivent être détruites.

A.18 Essai de fluage à températures élevées

Cet essai est requis pour toutes les conceptions de type CNG-4 et toutes les conceptions de type CNG-2 et CNG-3 pour lesquelles la température de transition vitreuse de la matrice en résine ne dépasse pas la température maximale originale de la matière donnée au paragraphe 4.4.2 de l'annexe 3 d'au moins 20 °C. Une bouteille finie doit faire l'objet d'un essai comme suit :

- a) La bouteille doit être mise sous pression à 26 MPa et maintenue à une température de 100 °C pendant 200 heures au minimum;
- b) Après l'essai, la bouteille doit respecter les prescriptions du paragraphe A.10 ci-dessus (essai d'étanchéité) du paragraphe A.11 ci-dessus (essai d'expansion hydrostatique), et du paragraphe A.12 ci-dessus (essai d'éclatement).

A.19 Essai de fluage accéléré

Pour les conceptions des types CNG-2, CNG-3 et CNG-4 uniquement, une bouteille ne comportant aucun revêtement de protection doit être mise sous pression hydrostatique à 26 MPa, tout en étant immergée dans de l'eau à 65 °C. La bouteille doit être maintenue à cette pression et à cette température pendant 1 000 heures. 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 85 % de la pression d'éclatement originale minimale.

A.20 Essai d'endommagement au choc

Une ou plusieurs bouteilles finies doivent être soumises à un essai de chute à température ambiante sans mise sous pression interne ou robinets attachés. La surface sur laquelle les bouteilles sont lâchées doit être horizontale et bétonnée. Une bouteille doit être lâchée en position horizontale. Son fond doit être à 1,8 m au-dessus de la surface sur laquelle elle est lâchée. 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 avec un angle de 45° sur une ogive d'une hauteur telle que le centre de gravité soit à 1,8 m; toutefois, si l'extrémité inférieure est plus proche du sol que 0,6 m, 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.

Après le choc dû au lâcher, les bouteilles doivent être cyclées d'une pression inférieure ou égale à 2 MPa à une pression supérieure ou égale à 26 MPa, 1 000 fois par année de service spécifiée. Les bouteilles peuvent présenter une fuite mais pas de rupture au cours du cyclage. Toutes les bouteilles faisant l'objet de l'essai de cyclage doivent être détruites.

A.21 Essai de perméabilité

Cet essai n'est requis que pour les conceptions de type CNG-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. Toute présence de fuite éventuelle doit être surveillée pendant une durée suffisamment longue permettant d'établir un taux d'infiltration stable. Le taux d'infiltration 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 de traction des plastiques

La limite conventionnelle d'élasticité et l'élongation ultime du matériau des liners en plastique doivent être déterminées à - 50 °C en utilisant l'ISO 3628 et respecter les prescriptions du paragraphe 6.3.6 de l'annexe 3.

A.23 Température de fonte des plastiques

Les polymères provenant des liners finis doivent faire l'objet d'essais conformément à la méthode décrite dans l'ISO 306 et respecter les prescriptions du paragraphe 6.3.6 de l'annexe 3.

A.24 Prescriptions relatives aux systèmes de protection contre les surpressions

La compatibilité des systèmes de protection contre les surpressions spécifiés par le fabricant aux conditions de service énumérées au paragraphe 4 de l'annexe 3 doit être démontrée par les essais de validation suivants :

- a) Une bouteille doit être maintenue à une température contrôlée supérieure ou égale à 100 °C et à une pression supérieure ou égale à la pression d'épreuve (30 MPa) pendant 24 heures. A la fin de cet essai, il ne doit y avoir aucune trace de fuite ni de signe visible d'extrusion de tout métal fusible utilisé dans la conception;

- b) Une bouteille doit faire l'objet d'un essai de fatigue à un taux de cyclage en pression ne devant pas dépasser 4 cycles par minute, comme suit :
- i) maintenue à 82 °C, tout en étant mise sous pression pendant 10 000 cycles entre 2 MPa et 26 MPa;
 - ii) maintenue à - 40 °C, tout en étant mise sous pression pendant 10 000 cycles entre 2 MPa et 26 MPa.

A la fin de cet essai, il ne doit y avoir aucune trace de fuite ni de signe visible d'extrusion de tout métal fusible utilisé dans la conception.

- c) Les composants exposés, en laiton, destinés à maintenir la pression sur les systèmes de protection contre les surpressions, doivent supporter, sans subir aucune fissure de corrosion, un essai au nitrate de mercure comme décrit dans l'ASTM B154. Le système de protection contre les surpressions doit être immergé pendant 30 minutes dans une solution de nitrate de mercure aqueuse contenant 10 g de nitrate de mercure et 10 ml d'acide nitrique par litre de solution. Après cette immersion, le système de protection contre les surpressions doit faire l'objet d'un essai d'étanchéité par l'application d'une pression aérostatique de 26 MPa pendant 1 minute au cours de laquelle l'absence de fuite sur le composant doit être vérifiée. Toute fuite ne doit pas dépasser 200 cm³/h;
- d) Les composants exposés, en acier inoxydable, destinés à maintenir la pression sur les systèmes de protection contre les surpressions doivent être fabriqués dans un type d'alliage résistant aux fissures de corrosion sous contraintes par chlorure.

A.25 Essai de couple sur l'ogive

Le corps d'une bouteille doit être retenu contre toute rotation et un couple de 500 Nm 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 l'ASTM D2344 ou à une forme nationale équivalente. Après avoir bouilli dans l'eau pendant 24 heures, le composite doit avoir une résistance minimale au cisaillement de 13,8 MPa.

A.27 Essai de cyclage du gaz naturel

Une bouteille finie doit être cyclée en pression en utilisant du gaz naturel comprimé de moins de 2 MPa à une pression de travail pendant 300 cycles. Chaque cycle, qui consiste à remplir et vider la bouteille, ne doit pas dépasser 1 heure. La bouteille doit subir un essai d'étanchéité conformément au paragraphe A.10 ci-dessus et en respecter les prescriptions. Après le cyclage au gaz naturel, la bouteille doit être sectionnée et le liner et l'interface liner/ogive doit faire l'objet d'une inspection destinée à détecter toute détérioration telle que des fissures dues à la fatigue ou une décharge électrostatique.

NOTE - Il est nécessaire d'accorder une attention particulière à la sécurité lors de cet essai. Avant d'effectuer cet essai, les bouteilles de cette conception doivent avoir pleinement satisfait les prescriptions de l'essai défini au paragraphe 8.6.3 de l'annexe 3 (essai de cyclage en pression à température ambiante), au paragraphe A.10 ci-dessus (essai d'étanchéité), au paragraphe A.12 ci-dessus (essai d'éclatement à la pression hydrostatique), et au paragraphe A.21 ci-dessus (essai de perméabilité).

Annexe 3 - Appendice B
(vacant)

Annexe 3 - Appendice C
(vacant)

Annexe 3 - Appendice D

FORMULAIRES DE RAPPORTS

NOTE - Cet appendice n'est pas une partie obligatoire de la présente annexe. Les formulaires suivants doivent être utilisés.

1. Le rapport de fabrication et le certificat de conformité; il doit être clair, lisible et dans le format du formulaire 1.
2. Le rapport 1/ de l'analyse chimique du matériau pour les bouteilles, les liners et les ogives métalliques; les éléments essentiels requis, l'identification, etc.
3. Le rapport 1/ des propriétés mécaniques du matériau pour les bouteilles et les liners métalliques; il doit contenir tous les rapports d'essais requis par le présent Règlement.
4. Le rapport 1/ des propriétés physiques et mécaniques des matériaux pour les liners non métalliques; il doit contenir tous les rapports d'essais et les informations requis dans le présent Règlement.
5. Le rapport de l'analyse du composite; il doit contenir tous les rapports d'essais et données requis dans le présent Règlement.
6. Le rapport des essais hydrostatiques, du cyclage en pression périodique et des essais d'éclatement; il doit contenir les rapports d'essais et données requis dans le présent Règlement.

1/ Les formulaires de rapport de 2 à 6 doivent être développés par le fabricant et doivent identifier de façon complète les bouteilles et les prescriptions. Chaque rapport doit être signé par l'Autorité compétente et le fabricant.

Formulaire 1

Rapport du fabricant et certification de conformité

Fabriqué par :

Situé à :

Numéro d'enregistrement réglementaire :

Marque et numéro du fabricant :

Numéro de série, de à compris

Description de la bouteille :

Taille : Diamètre extérieur : mm Longueur mm

Les inscriptions imprimées sur l'ogive ou sur les étiquettes de la bouteille sont :

- a) "CNG" uniquement :
- b) "NE PAS UTILISER APRES"
- c) Marque du fabricant :
- d) Numéro de série ou de référence :
- e) Pression de travail en MPa :
- f) Norme ISO :
- g) Protection contre l'incendie (type) :
- h) Date de l'essai d'origine (mois et année) :
- i) Masse de la tare de la bouteille vide (kg) :
- j) Marque de l'organisme ou des inspecteurs autorisés :
- k) Contenance en eau en litres :
- l) Pression d'épreuve en MPa :
- m) Toute instruction particulière :
-

Chaque bouteille a été fabriquée conformément à toutes les prescriptions du Règlement CEE No.... et conformément à la description de la bouteille ci-dessus. Les rapports et les résultats des essais requis sont joints.

Par la présente, je certifie que l'ensemble des résultats des essais s'est avéré satisfaisant en tous points et que ces essais sont conformes aux prescriptions pour le type visé ci-dessus

Commentaires :
.

Autorité compétente :
Signature des inspecteurs :
Signature des fabricants :
Lieu : Date :

Annexe 3 - Appendice E

VERIFICATION DES RAPPORTS DE CONTRAINTE EN UTILISANT DES JAUGES DE CONTRAINTE

1. La relation contrainte-allongement pour les fibres est toujours élastique. Ainsi les rapports de contrainte et les rapports d'allongement sont égaux.
2. Des jauges de contrainte de fort allongement sont requises.
3. Il convient d'orienter les jauges de contrainte dans la direction des fibres sur lesquelles elles sont montées (par exemple, avec des fibres frettées sur l'extérieur de la bouteille, monter les jauges dans la direction du frettage).
4. Méthode 1 (elle s'applique aux bouteilles sans enroulement de haute tension)
 - a) Avant l'auto-frettage, appliquer les jauges de contrainte et étalonner;
 - b) Mesurer que l'allongement à l'auto-frettage, la pression zéro après auto-frettage, la pression de service et la pression d'éclatement minimale ont été respectés;
 - c) Confirmer que l'allongement à la pression d'éclatement divisé par l'allongement à la pression de service respecte les prescriptions relatives au rapport de contrainte. Pour la construction hybride, l'allongement à la pression de service est comparé à l'allongement de rupture des bouteilles renforcées d'un seul type de fibre.
5. Méthode 2 (elle s'applique à toutes les bouteilles)
 - a) A la pression zéro, après l'enroulement et l'auto-frettage, appliquer les jauges de contrainte et étalonner;
 - b) Mesurer les allongements à la pression zéro, à la pression de service et à la pression minimale d'éclatement:
 - c) A la pression zéro, après avoir effectué les mesurages des allongements à la pression de service et à la pression minimale d'éclatement et tout en surveillant les jauges de contrainte, couper et séparer la section de la bouteille de façon à ce que la région contenant la jauge de contrainte ait une longueur d'environ cinq pouces. Retirer le liner sans endommager le composite. Mesurer les allongements après avoir retiré le liner.
 - d) Ajuster les lectures de l'allongement à la pression zéro, à la pression de service et à la pression minimale d'éclatement du taux d'allongement à la pression zéro avec et sans le liner;

- e) Confirmer que l'allongement à la pression d'éclatement divisé par l'allongement à la pression de service respecte les prescriptions relatives au rapport de contrainte. Pour la construction hybride, l'allongement à la pression de service est comparé à l'allongement de rupture des bouteilles renforcées d'un seul type de fibre.
-

Annexe 3 - Appendice F

METHODES D'EVALUATION DE LA RESISTANCE A LA RUPTURE

F.1 Déterminer les emplacements sensibles à la fatigue

L'emplacement et l'orientation d'une rupture de fatigue dans les bouteilles doivent être déterminés par une analyse appropriée de la contrainte ou par des essais de fatigue en grandeur réelle comme requis pour tous les essais de validation de la conception pour chaque type de conception. Si une analyse de la contrainte par éléments finis est utilisée, l'emplacement sensible à la fatigue doit être identifié sur la base de l'emplacement et de l'orientation de la plus haute concentration de contrainte principale de traction dans la paroi de la bouteille ou du liner à la pression de service.

F.2 Fuite avant rupture

F.2.1 Détermination de la taille critique par l'analyse

Cette analyse peut être effectuée pour démontrer que la bouteille finie fuira si un défaut de la bouteille ou du liner se transforme en une fissure traversant la paroi. Une analyse de fuite avant rupture doit être effectuée sur la paroi latérale de la bouteille. Si l'emplacement sensible à la fatigue est à l'extérieur de la paroi latérale, une analyse de fuite avant rupture doit également être effectuée à cet emplacement en utilisant une approche de niveau II comme indiqué dans la BS PD6493. Cette analyse doit inclure les étapes suivantes :

- a) Mesurer la longueur maximale (par exemple, l'axe principal) de l'entaille de la paroi visible en surface (généralement de forme elliptique) à partir du cyclage de trois bouteilles soumises à des essais dans le cadre des essais de validation de la conception suivant les paragraphes A.13 et A.14 de l'appendice A) pour chaque type de conception. Utiliser l'entaille la plus longue des trois bouteilles dans l'analyse. Modéliser une entaille semi-elliptique dans la paroi avec un axe principal égal à deux fois le grand axe mesuré le plus long et le petit axe égal à 0,9 de l'épaisseur de la paroi. L'entaille semi-elliptique doit être créée aux emplacements spécifiés au paragraphe F.1 de l'appendice F. L'entaille doit être orientée de façon à ce que la contrainte principale de traction la plus forte provoque l'avancée de la fissure.
- b) Les niveaux de contrainte dans la paroi/le liner à 26 MPa obtenus à partir de l'analyse des contraintes, comme souligné au paragraphe 6.6 de l'annexe 3, doivent être utilisés pour l'analyse. Les forces appropriées qui provoquent l'avancée de la fissure doivent être calculées en utilisant le paragraphe 9.2 ou 9.3 de la BS PD6493.
- c) La ténacité de la bouteille terminée ou du liner d'une bouteille terminée, déterminée à température ambiante pour l'aluminium et

à -40 °C pour l'acier, doit être établie en utilisant une technique d'essai normalisée (soit l'ISO/DIS 12737, soit l'ASTM 813-89 ou la BS 7448), conformément aux paragraphes 8.4 et 8.5 de la BS PD6493.

- d) Le coefficient d'instabilité plastique doit être calculé conformément au paragraphe 9.4 de la BS PD6493-91.
- e) L'entaille modélisée doit être acceptable conformément au paragraphe 11.2 de la BS PD6493-91.

F.2.2 Essai de fuite avant rupture par éclatement d'une bouteille entaillée

Un essai de rupture doit être effectué sur la paroi latérale de la bouteille. Si les emplacements sensibles à la fatigue comme déterminé au paragraphe F.1 de l'appendice F sont à l'extérieur de la paroi latérale, l'essai de rupture doit également être effectué à cet emplacement. La procédure d'essai est la suivante :

- a) Détermination de la longueur de l'entaille de fuite avant rupture

La longueur de l'entaille de fuite avant rupture à l'emplacement sensible à la fatigue doit être égale à deux fois la longueur maximale mesurée de la fissure traversant la paroi, déterminée à partir du cyclage en pression de trois bouteilles soumises à essai jusqu'à ruine, et ce dans le cadre des essais de validation de la conception pour chaque type de conception.

- b) Entailles des bouteilles

Pour les conceptions de type CNG-1 ayant un emplacement sensible à la fatigue dans la partie cylindrique en direction axiale, les entailles externes doivent être usinées longitudinalement, environ au milieu de la partie cylindrique de la bouteille. Les entailles doivent être faites à l'épaisseur de paroi minimale de la moitié de section basée sur les mesurages de l'épaisseur à quatre points autour de la bouteille. Pour les conceptions de type CNG-1 ayant un emplacement sensible à la fatigue à l'extérieur de la partie cylindrique, l'entaille de fuite avant rupture doit être introduite sur la surface interne de la bouteille avec l'orientation sensible à la fatigue. Pour les conceptions de type CNG-2 et CNG-3, l'entaille de fuite avant rupture doit être introduite dans le liner métallique.

Pour les entailles devant être soumises à essai en pression monotone, l'outil de coupe doit avoir une épaisseur d'environ 12,5 mm avec un angle de 45 °C et un rayon de fond d'entaille de 0,25 mm maximum. Le diamètre de l'outil de coupe doit être de 50 mm pour les bouteilles ayant un diamètre extérieur inférieur à 140 mm, et de 65 à 80 mm pour les bouteilles ayant un diamètre extérieur supérieur à 140 mm (l'utilisation d'un outil CVN normalisé est recommandée).

NOTE - Il convient que la lame de l'outil soit aiguisée régulièrement pour assurer que le rayon de fond d'entaille respecte la spécification. La profondeur de l'entaille peut être ajustée pour obtenir une fuite par mise en pression hydraulique monotone. L'entaille ne doit pas progresser de plus de 10 % par rapport à l'entaille usinée mesurée sur la surface externe.

c) Mode opératoire de l'essai

L'essai doit être effectué par pressurisation monotone ou pressurisation cyclique comme décrit ci-dessous :

- i) Pressurisation monotone jusqu'à éclatement
La bouteille doit être mise sous pression hydrostatique jusqu'à ce que la pression soit libérée de la bouteille à l'emplacement de l'entaille. La pressurisation doit être effectuée comme décrit au paragraphe A.12 de l'appendice A.
- ii) Pression cyclique
La procédure d'essai doit être conforme aux prescriptions du paragraphe A.13 de l'appendice A.

d) Critères d'acceptation pour l'essai de la bouteille entaillée

La bouteille n'est acceptée que si les conditions suivantes sont remplies :

- i) Pour l'essai d'éclatement de la bouteille entaillée, la pression de rupture doit être supérieure ou égale à 26 MPa. Pour l'essai d'éclatement sous pressurisation monotone, une entaille mesurée sur la surface externe, égale à 1,1 fois la longueur usinée originale, est autorisée.
- ii) Pour les bouteilles soumises à cyclage, l'avancée de la fissure due à la fatigue au-delà de la longueur d'origine du défaut usiné est autorisée. Cependant, le mode de rupture doit être une "fuite". Il convient que la propagation de l'entaille due à la fatigue se produise sur un minimum de 90 % de la longueur d'origine de l'entaille usinée.

NOTE - Si ces prescriptions ne sont pas respectées (la rupture se produit au-dessous de 26 MPa et si la rupture est une fuite), un nouvel essai peut être effectué avec une entaille moins profonde. De plus, si une rupture se produit à une pression supérieure à 26 MPa bar et si l'entaille est peu profonde, un nouvel essai peut être effectué avec une entaille plus profonde.

F.3 Taille du défaut pour contrôle non destructif (CND)

F.3.1 Taille du défaut par l'analyse

Les calculs doivent être effectués conformément à la norme britannique (BS) PD 6493, partie 3, en suivant les étapes suivantes :

- a) Les fissures de fatigue doivent être créées à l'emplacement sous forte contrainte dans la paroi/le liner sous forme d'entailles planes;
- b) La variation de contrainte appliquée à l'emplacement sensible à la fatigue, due à une pression comprise entre 2 MPa et 20 MPa, doit être établie à partir de l'analyse des contraintes comme indiqué au paragraphe F.1 de l'appendice F;
- c) Les contraintes de flexion et de membrane peuvent être utilisées séparément;
- d) Le nombre minimal de cycles de pression est de 15 000;
- e) Les données relatives à la vitesse de propagation de la fissure de fatigue doivent être déterminées dans l'air conformément à l'ASTM E647. L'orientation du plan de taille doit aller dans la direction C-L (c'est-à-dire que le plan de la fissure est perpendiculaire aux circonférences et le long de l'axe de la bouteille), comme l'illustre l'ASTM E399. La vitesse de propagation doit être déterminée en prenant la moyenne de trois essais d'éprouvettes. Si les données relatives à la vitesse de propagation de la fissure de fatigue sont disponibles pour le matériau et les conditions de fonctionnement, elles peuvent être utilisées dans l'analyse;
- f) L'étendue de l'avancée de la fissure dans la direction de l'épaisseur et dans celle de la longueur par cycle de pressions doit être déterminée conformément aux étapes soulignées au paragraphe 4.2 de la norme BS PD6493-91 en intégrant la relation entre la vitesse de propagation de la fissure de fatigue, comme établi en e), et la variation du paramètre provoquant l'avancée de la fissure correspondant à la pression cyclique appliquée;
- g) A l'aide des étapes précédentes, calculer la profondeur et la longueur maximales autorisées pour l'entaille qui n'entraîneront aucune défaillance de la bouteille au cours de sa durée de vie spécifiée par rupture ou fatigue. Les dimensions de l'entaille pour les CND doivent être inférieures ou égales aux dimensions autorisées calculées lors de la conception.

F.3.2

Pour les conceptions de type CNG-1, CNG-2 et CNG-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 3 doivent être cyclées en pression jusqu'à rupture conformément à la méthode d'essai prévue au paragraphe A.13 de l'appendice A. Pour les conceptions de type CNG-1 ayant un emplacement sensible à la fatigue dans la partie cylindrique, les entailles externes doivent être introduites sur la paroi latérale. Pour les conceptions de type CNG-1 ayant un emplacement sensible à la fatigue à l'extérieur de la paroi latérale et pour les conceptions de type CNG-2 et CNG-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 ou subir de rupture en moins de 15 000 cycles.

Les dimensions autorisées d'une entaille pour les CND doivent être inférieures ou égales aux dimensions de l'entaille artificielle à cet emplacement.

Annexe 3 - Appendice G

INSTRUCTIONS DU FABRICANT POUR LA MANIPULATION, L'UTILISATION
ET L'INSPECTION DES BOUTEILLES

G.1 Généralités

La principale fonction de le présent appendice est de fournir des conseils à l'acheteur, au distributeur, à l'installateur et à l'utilisateur de la bouteille pour en assurer l'utilisation en toute sécurité tout au long de sa durée de vie prévue.

G.2 Distribution

Le fabricant doit informer l'acheteur du fait que les instructions doivent être fournies à toutes les parties impliquées dans la distribution, la manipulation, l'installation et l'utilisation des bouteilles. Le document peut être reproduit afin de fournir un nombre de copies suffisant aux besoins. Cependant, il doit être marqué de façon à fournir une référence aux bouteilles livrées.

G.3 Référence aux codes, normes et réglementations déjà existants

Des instructions spécifiques peuvent être établies en référence à des codes, normes et réglementations nationaux ou reconnus.

G.4 Manipulation de la bouteille

Des procédures de manipulation doivent être fournies de façon à assurer que les bouteilles ne subiront ni dommage, ni contamination inacceptables au cours de leur manipulation.

G.5 Installation

Les instructions d'installation doivent être fournies de façon à assurer que les bouteilles ne subiront aucun dommage inacceptable au cours de l'installation et du fonctionnement normal pendant la durée de vie prévue.

Si le montage est spécifié par le fabricant, les instructions doivent contenir, lorsqu'ils s'avèrent utiles, des détails tels que la conception du montage, l'utilisation de matériaux de joint non fragiles, les couples de serrage appropriés et le fait d'éviter l'exposition directe de la bouteille avec un environnement de contacts mécaniques ou chimiques.

Si le montage n'est pas spécifié par le fabricant, ce dernier doit attirer l'attention de l'acheteur sur l'impact possible à long terme du système de montage des véhicules; par exemple, les mouvements de la carrosserie du véhicule et l'expansion/la contraction de la bouteille dans les conditions de pression et de température de service.

Le cas échéant, l'attention de l'acheteur doit être attirée sur le besoin de fournir des installations qui éviteront que des solides et des liquides ne soient ramassés, endommageant ainsi le matériau de la bouteille.

Le système de protection contre les surpressions à installer doit être spécifié.

G.6 Utilisation des bouteilles

Le fabricant doit attirer l'attention de l'acheteur sur les conditions de service prévues par le présent Règlement, en particulier sur le nombre de cycles de pression autorisé pour la bouteille, sa durée de vie en années, les limitations concernant la qualité du gaz et les pressions maximales autorisées.

G.7 Inspection en cours d'utilisation

Le fabricant doit clairement spécifier l'obligation qu'a l'utilisateur d'observer les prescriptions d'inspection requises pour la bouteille (par exemple, l'intervalle jusqu'à une nouvelle inspection par le personnel autorisé). Cette information doit être conforme aux prescriptions d'homologation de la conception.

Annexe 3 - Appendice H

ESSAI D'ENVIRONNEMENT

H.1 Domaine d'application

L'essai d'environnement a pour objectif de démontrer que les bouteilles GNV peuvent résister à l'exposition de l'environnement sous la caisse du véhicule et à l'exposition occasionnelle à d'autres liquides. Cet essai a été développé par l'industrie automobile américaine en réponse aux défaillances des bouteilles par fissures de corrosion du bobinage composite.

H.2 Résumé de la méthode d'essai

Une bouteille est préalablement préconditionnée par une combinaison de chocs dus à un pendule et à des graviers pour simuler les conditions potentielles sous la caisse du véhicule. La bouteille est ensuite soumise à une séquence d'immersion simulant une route salée pluie/acide, à une exposition à d'autres liquides, à des cycles de pression et à des expositions à des températures basses et élevées. A la fin de cette séquence de l'essai, la bouteille sera mise sous pression hydrostatique jusqu'à destruction. La force d'éclatement résiduelle restante de la bouteille ne doit pas être inférieure à 85 % de la force d'éclatement de la conception minimale.

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 (le cas échéant), les supports et leurs garnitures, ainsi que les raccords utilisant la même configuration d'étanchéité (par exemple les joints toriques) que celle utilisée en service. Les supports peuvent être peints ou revêtus avant l'installation dans l'essai d'immersion s'ils sont peints ou revêtus avant l'installation du véhicule.

Les bouteilles seront soumises à l'essai en position horizontale et découpées le long de leur axe médian en parties "inférieures" et "supérieures". La partie inférieure de la bouteille sera tour à tour immergée dans un milieu salage routier/pluie acide et dans de l'air chaud ou froid.

La partie supérieure sera divisée en cinq zones distinctes marquées pour le préconditionnement et l'exposition aux liquides. Les zones auront théoriquement un diamètre de 100 mm. Ces zones ne doivent pas se chevaucher sur la surface du cylindre. Même si cela serait 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, il convient que l'ensemble de la bouteille, y compris les parties en forme d'ogive, soit aussi résistant aux environnements d'exposition que les zones exposées.

Figure H.1

Orientation de la bouteille et disposition des zones d'exposition

Zone d'exposition à d'autres liquides



Zone immergée (tiers inférieur)

H.4

Appareillage de préconditionnement

Les appareils suivants sont nécessaires au préconditionnement de la bouteille soumise à essai par chocs dus à un pendule et à du gravier.

a) Choc dû à un pendule

Le corps de choc doit être en acier et avoir la forme d'une pyramide avec 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 aussi proche de cette valeur que possible.

Au cours du choc dû au pendule, la bouteille doit être maintenue en position par les ogives des extrémités ou par des supports de montage prévus à cet effet.

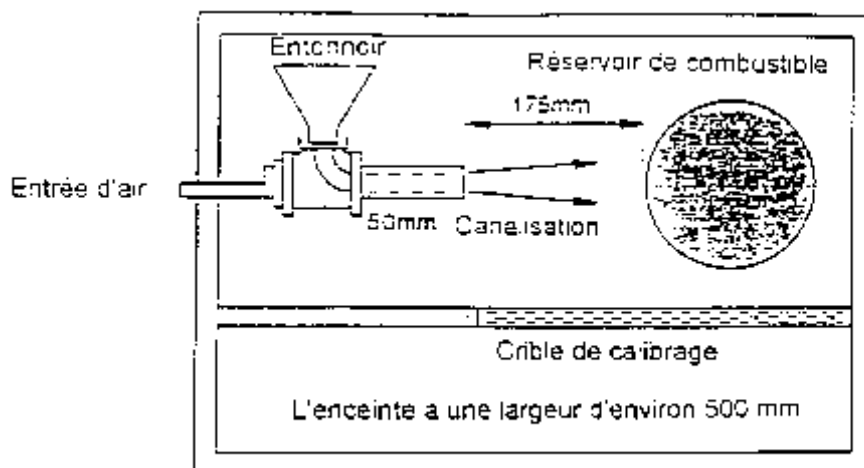
b) Choc dû au gravier

Machine construite en fonction des spécifications de la conception illustrées à la figure H.2. Cette procédure de fonctionnement de l'équipement doit suivre la description de l'ASTM D3170, méthode d'essai normalisée pour la résistance aux

éclats des revêtements à l'exception du fait que la bouteille peut être à la température ambiante au cours du choc dû au gravier.

c) Gravier

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



H.5

Environnements d'exposition

a) Environnements d'immersion

A une étape précise de la séquence d'essai (tableau 1), la bouteille sera orientée horizontalement, le tiers inférieur du diamètre de la bouteille immergé dans une solution simulée de pluie acide/eau salée pour route. La solution se compose des éléments suivants :

- Eau déminéralisée;
- Chlorure de sodium : 2,5 % par poids \pm 0,1 %;
- Chlorure de calcium : 2,5 % par 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 utilise le liquide.

La température du lot doit être 21 ± 5 °C. Au cours de l'immersion, la section non immergée de la bouteille doit être laissée à l'air ambiant.

b) Exposition à d'autres liquides

A l'étape appropriée de la séquence d'essai (tableau 1), chaque zone marquée doit être exposée à l'une des cinq solutions pendant 30 minutes. Le même environnement doit être utilisé pour chaque emplacement tout au long de l'essai. Les solutions sont :

L'acide sulfurique : 19 % de solution par volume d'eau;
La soude caustique : 25 % de solution par volume d'eau;
Le méthanol/l'essence: concentrations de 30/70 %;
Le nitrate d'ammonium: 28 % par poids en eau;
Liquide lave-glace.

Lors de l'exposition, l'échantillon sera orienté avec la zone d'exposition au-dessus. Une seule couche de laine de verre (d'environ 0,5 mm) arrangée aux dimensions appropriées doit être placée sur la zone exposée. Au moyen d'une pipette, verser 5 ml du liquide d'essai sur la zone exposée. Retirer la couche de gaz après la mise sous pression de la bouteille pendant 30 minutes.

H.6

Conditions d'essai

a) Cycle de pression

Comme défini dans la séquence d'essai, la bouteille doit être cyclée d'une pression hydraulique inférieure ou égale à 2 MPa et supérieure ou égale à 26 MPa. Le cycle total ne doit pas être inférieur à 66 secondes et doit comprendre un maintien de 60 minimum à 26 MPa. Le processus du cycle nominal sera le suivant :

Augmentation de # 2 MPa à \$ 26 MPa;
Maintien à \$ 26 MPa pendant un minimum de 60 secondes;
Diminution de \$ 26 MPa à # 2 MPa;
Le temps total du cycle doit être de 66 secondes au minimum.

b) Pression sous exposition d'autres liquides

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

c) Exposition à des températures basses et élevées

Comme défini dans la séquence d'essai, l'ensemble de la bouteille doit être exposé à de l'air très chaud ou très froid en contact avec une surface externe. L'air froid doit être à - 40 °C au moins et l'air chaud doit être à

82 °C ± 5 °C. Pour les expositions à basses températures, la température du liquide des bouteilles de type CNG-4 doit être surveillée à l'aide d'un thermocouple installé à l'intérieur de la bouteille pour s'assurer qu'elle reste à - 40 °C au moins.

H.7 Procédure de l'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 par graviers.

La partie centrale du fond de la bouteille qui sera submergée doit être preconditionnée par un choc du sommet du corps du pendule à trois emplacements espacés par 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 par graviers.

La bouteille doit être exempte de 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 devant être utilisés sont définis dans le tableau 1. La surface de la bouteille ne doit pas être lavée ou essuyée entre les différentes étapes.

H.8 Résultats acceptables

Après la séquence d'essai précédente, la bouteille doit être soumise à une pression hydraulique jusqu'à destruction conformément à la procédure décrite au paragraphe A.12 de l'appendice A. La pression d'éclatement de la bouteille ne doit pas être inférieure à 85 % de la pression d'éclatement de conception initiale.

Tableau H.1

Conditions et séquence d'essai

Etapes de l'essai	Environnements d'exposition	Nombre de cycles de pression	Température
1	Autres liquides	--	Ambiante
2	Immersion	1 875	Ambiante
3	Air	1 875	Elevée
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	Elevée
10	Autres liquides	--	Ambiante
11	Immersion	1 875	Ambiante

Annexe 4 A

PRESCRIPTIONS RELATIVES A L'HOMOLOGATION DES ORGANES SUIVANTS :
VANNE AUTOMATIQUE, SOUPAPE DE CONTROLE, SOUPAPE DE SURPRESSION,
DISPOSITIF DE SURPRESSION ET LIMITEUR DE DEBIT

1. La présente annexe définit les prescriptions relatives à l'homologation des organes suivants : vanne automatique, soupape de contrôle, soupape de surpression, dispositif de surpression et limiteur de débit.
2. Vanne automatique
 - 2.1 Les matériaux composant la vanne automatique et qui lors du fonctionnement sont en contact avec le GNC doivent être compatibles avec le gaz d'essai. Pour vérifier cette compatibilité, on applique la procédure décrite dans l'annexe 5 D.
 - 2.2 Spécifications de fonctionnement
 - 2.2.1 La vanne automatique doit être conçue de manière telle à résister à une pression égale à une fois et demie la pression de fonctionnement (en MPa), sans fuite ni déformation.
 - 2.2.2 La vanne automatique doit être conçue de manière telle à être étanche à une pression égale à une fois et demie la pression de fonctionnement (en MPa) (voir annexe 5 B).
 - 2.2.3 Dans la position normale d'utilisation indiquée par le fabricant, la vanne automatique est soumise à 20 000 opérations; elle est ensuite désactivée. Elle doit rester étanche à une pression égale à une fois et demie la pression de fonctionnement (en MPa) (voir annexe 5 B).
 - 2.2.4 La vanne automatique doit être conçue de manière telle à fonctionner aux températures indiquées à l'annexe 5 O.
 - 2.3 Le système électrique, le cas échéant, doit être isolé du corps de la vanne automatique. La résistance d'isolement doit être supérieure à 10 MΩ.
 - 2.4 La vanne automatique commandée électriquement doit être en position "fermée" lorsque le courant est coupé.
 - 2.5 La vanne automatique doit satisfaire aux essais prévus pour la Classe d'organes déterminée selon le schéma de la figure 1-1 du paragraphe 2 du présent Règlement.
3. Soupape de contrôle
 - 3.1 Les matériaux composant la soupape de contrôle et qui lors du fonctionnement sont en contact avec le CNG doivent être compatibles avec le gaz d'essai. Pour vérifier cette compatibilité, on applique la procédure décrite dans l'annexe 5 D.

- 3.2 Spécifications de fonctionnement
- 3.2.1 La soupape de contrôle doit être conçue de manière telle à résister à une pression égale à une fois et demie la pression de fonctionnement (en MPa), sans fuite ni déformation.
- 3.2.2 La soupape de contrôle doit être conçue de manière telle à être étanche (vers l'extérieur) à une pression égale à une fois et demie la pression de fonctionnement (en MPa) (voir annexe 5 B).
- 3.2.3 Dans la position normale de fonctionnement indiquée par le fabricant, la soupape de contrôle est soumise à 20 000 opérations; elle est ensuite désactivée. Elle doit rester étanche (vers l'extérieur) à une pression égale à une fois et demie la pression de fonctionnement (en MPa) (voir annexe 5 B).
- 3.2.4 La soupape de contrôle doit être conçue de manière telle à fonctionner aux températures indiquées à l'annexe 5 O.
- 3.3 La soupape de contrôle doit satisfaire aux essais prévus pour la Classe d'organe déterminée selon le schéma de la figure 1-1 du paragraphe 2 du présent Règlement.
4. Soupape de surpression et dispositif de surpression
- 4.1 Les matériaux composant la soupape de surpression et le dispositif de surpression et qui lors du fonctionnement sont en contact avec le GNC doivent être compatibles avec le gaz d'essai. Pour vérifier cette compatibilité, on applique la procédure décrite dans l'annexe 5 D.
- 4.2 Spécifications de fonctionnement
- 4.2.1 Pour la Classe 0, la soupape de surpression et le dispositif de surpression doivent être conçus de manière telle à résister à une pression égale à une fois et demie la pression de fonctionnement (en kPa).
- 4.2.2 Pour la Classe 1, la soupape de surpression et le dispositif de surpression doivent être conçus de manière telle à être étanches à une pression égale à une fois et demie la pression de fonctionnement (en kPa), l'orifice de sortie étant fermé (voir annexe 5 B).
- 4.2.3 Pour les Classes 1 et 2, le dispositif de surpression doit être conçu de manière telle à être étanche à deux fois la pression de fonctionnement, les orifices de sortie étant fermés.
- 4.2.4 Le dispositif de surpression doit être conçu de manière telle à provoquer l'ouverture du fusible à une température de $110\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$.
- 4.2.5 Pour la Classe 0, la soupape de surpression doit être conçue de manière telle à fonctionner à des températures comprises entre -40 °C et 85 °C .

- 4.3 La soupape de surpression et le dispositif de surpression doivent satisfaire aux essais prévus pour la Classe d'organes déterminée selon le schéma de la figure 1-1 du paragraphe 2 du présent Règlement.
5. Limiteur de débit
- 5.1 Les matériaux composant le limiteur de débit et qui sont en contact avec le GNC lors du fonctionnement doivent être compatibles avec le gaz d'essai. Pour vérifier cette compatibilité, on applique la procédure décrite dans l'annexe 5 D.
- 5.2 Spécifications de fonctionnement
- 5.2.1 Le limiteur de débit, lorsqu'il n'est pas intégré dans la bouteille, doit être conçu de manière telle à résister à une pression égale à une fois et demie la pression de fonctionnement (en MPa).
- 5.2.2 Le limiteur de débit doit être conçu de manière telle à être étanche à une pression égale à une fois et demie la pression de fonctionnement (en MPa).
- 5.2.3 Le limiteur de débit doit être conçu de manière telle à fonctionner aux températures indiquées à l'annexe 5 O.
- 5.3 Le limiteur de débit doit être monté à l'intérieur du réservoir.
- 5.4 Le limiteur de débit doit comporter un tube de dégagement pour permettre l'égalisation des pressions.
- 5.5 Le limiteur de débit doit être coupé lorsque l'écart de pression entrée-sortie atteint 90 kPa. A cet écart, le débit ne doit pas dépasser 8 000 cm³ par minute.
- 5.6 Lorsque le limiteur de débit est en position fermée, le débit du tube de dégagement ne doit pas dépasser 500 cm³ par minute à une pression différentielle de 700 kPa.
- 5.7 Le dispositif doit satisfaire aux essais prévus pour la Classe d'organes déterminée selon le schéma de la figure 1-1 du paragraphe 2 du présent Règlement, sauf en ce qui concerne la surpression, l'étanchéité vers l'extérieur, l'essai de résistance à la chaleur sèche et la tenue à l'ozone.
-

Annexe 4 B

PRESCRIPTIONS RELATIVES A L'HOMOLOGATION DES FLEXIBLES DE GAZ

Objet

La présente annexe définit les prescriptions relatives à l'homologation des flexibles utilisés pour le GNC.

Trois types de flexible sont considérés :

- i) Les flexibles haute pression (Classe 0),
- ii) Les flexibles moyenne pression (Classe 1),
- iii) Les flexibles basse pression (Classe 2).

1. FLEXIBLES HAUTE PRESSION, Classe 0
 - 1.1 Prescriptions générales
 - 1.1.1 Le tuyau doit être conçu pour résister à une pression de fonctionnement maximale égale à une fois et demie la pression de fonctionnement (en MPa).
 - 1.1.2 Le tuyau doit être conçu pour résister aux températures indiquées à l'annexe 5 O.
 - 1.1.3 Le diamètre intérieur du tuyau doit être conforme aux valeurs du tableau 1 de la norme ISO 1307.
 - 1.2 Construction du tuyau
 - 1.2.1 Le tuyau doit comporter un tube à âme lisse et un revêtement extérieur d'une matière synthétique appropriée, ainsi qu'une ou plusieurs couches intermédiaires de renforcement.
 - 1.2.2 Les couches intermédiaires de renforcement doivent être protégées contre la corrosion par un revêtement.

Si l'on utilise pour les couches intermédiaires de renforcement un matériau résistant à la corrosion (acier inoxydable, par exemple), le revêtement n'est pas nécessaire.
 - 1.2.3 Les revêtements intérieur et extérieur doivent être lisses et exempts de pores, de trous ou de corps étrangers.

Une perforation pratiquée intentionnellement dans le revêtement extérieur ne doit pas être considéré comme une déféctuosité.
 - 1.2.4 Le revêtement extérieur doit être perforé de façon à éviter la formation de bulles.
 - 1.2.5 Lorsque le revêtement extérieur est perforé et que la couche intermédiaire est composée d'un matériau non résistant à la corrosion, cette dernière doit être protégée contre la corrosion.

1.3 Prescriptions et épreuves pour le revêtement et l'intérieur.

1.3.1 Résistance à la traction et allongement.

1.3.1.1 La résistance à la traction et l'allongement de rupture doivent être déterminés conformément à la norme ISO 37.

La résistance à la traction ne doit pas être inférieure à 20 MPa ni l'allongement de rupture inférieur à 250 %.

1.3.1.2 La résistance au n-pentane doit être déterminée selon la norme ISO 1817, dans les conditions suivantes :

- i) Milieu : n-pentane,
- ii) Température : 23 °C (tolérance selon ISO 1817),
- iii) Durée d'immersion : 72 heures.

Critères d'acceptation :

- i) Changement de volume maximal : 20 %
- ii) Changement maximal de la résistance à la traction : 25 %
- iii) Changement maximal de l'allongement de rupture : 30 %.

Après un séjour de 48 heures dans l'air à 40 °C, la masse ne doit pas diminuer de plus de 5 % par rapport à la masse initiale.

1.3.1.3 La résistance au vieillissement doit être déterminée selon la norme ISO 188, dans les conditions suivantes :

- i) Température : 70 °C (température d'essai = température maximale de fonctionnement - 10 °C),
- ii) Durée d'exposition : 168 heures.

Critères d'acceptation :

- i) Changement maximal de la résistance à la traction : 25 %
- ii) Changement maximal de l'allongement de rupture : - 30 % et + 10 %.

1.4 Prescriptions et méthodes d'épreuve pour le revêtement extérieur

1.4.1. Résistance à la traction et allongement

1.4.1.1 La résistance à la traction et l'allongement de rupture doivent être déterminés selon la norme ISO 37.

La résistance à la traction ne doit pas être inférieure à 10 MPa ni l'allongement de rupture inférieur à 250 %.

1.4.1.2 La résistance au n-hexane doit être déterminée selon la norme ISO 1817, dans les conditions suivantes :

- i) Milieu : n-hexane,
- ii) Température : 23 °C (tolérance selon ISO 1817),

iii) Durée d'immersion : 72 heures.

Critères d'acceptation :

- i) Changement maximal de volume : 30 %,
- ii) Changement maximal de la résistance à la traction : 35 %,
- iii) Changement maximal de l'allongement de rupture : 35 %.

1.4.1.3 La résistance au vieillissement doit être déterminée selon la norme ISO 188, dans les conditions suivantes :

- i) Température : 70 °C (température d'essai = température maximale de fonctionnement -10 °C)
- ii) Durée d'exposition : 336 heures

Critères d'acceptation :

- i) Changement maximal de la résistance à la traction : 25 %
- ii) Changement maximal de l'allongement de rupture : -30% et +10 %

1.4.2 Tenue à l'ozone

1.4.2.1 L'essai doit être exécuté conformément à la norme ISO 14311.

1.4.2.2 Les éprouvettes, qui sont étirées à un allongement de 20 %, doivent être exposées à l'air à 40 °C ayant une concentration d'ozone de $5 \cdot 10^{-7}$ pendant 120 heures.

1.4.2.3 Aucune fissuration des éprouvettes n'est tolérée.

1.5 Prescriptions pour tuyaux sans raccord.

1.5.1 Etanchéité au gaz (perméabilité)

1.5.1.1 Un tuyau d'une longueur libre de 1 m doit être raccordé à un réservoir rempli de propane liquide, à la température de $23^{\circ} \pm 2$ °C

1.5.1.2 L'essai doit être exécuté conformément à la méthode décrite dans la norme ISO 4080.

1.5.1.3 La fuite à travers la paroi du tuyau ne doit pas être de plus de 95 cm³ par mètre de tuyau et par période de 24 heures.

1.5.2 Résistance à basse température

1.5.2.1 L'essai doit être exécuté conformément à la méthode B décrite dans la norme ISO 4672-1978.

1.5.2.2 Température d'essai : $-25^{\circ} \pm 3$ °C.

1.5.2.3 Il n'est toléré ni fissuration ni rupture.

1.5.3 Essai de pliage

1.5.3.1 Un tuyau vide, d'une longueur d'environ 3,5 m doit pouvoir subir sans rupture 3 000 fois l'essai de pliage alterné prescrit ci-dessous. Il doit ensuite pouvoir résister à la pression d'essai mentionnée au paragraphe 1.5.4.2.

1.5.3.2

Figure 1 (à titre d'exemple seulement)

Diamètre intérieur du tuyau [mm]	Rayon de courbure [mm] (Figure 1)	Distance entre axes [mm] (Figure 1)	
		Verticale b	Horizontale a
jusqu'à 13	102	241	102
de 13 à 16	153	356	153
de 16 à 20	178	419	178

1.5.3.3 La machine d'essai (fig. 1) doit être constituée d'un bâti en acier avec deux roues en bois d'une largeur de jante d'environ 130 mm.

La périphérie des roues doit comporter une gorge pour le guidage des tuyaux.

Le rayon des roues, mesuré au fond de la gorge, doit être comme indiqué au paragraphe 1.5.3.2.

Les plans médians longitudinaux des deux roues doivent être dans le même plan vertical et la distance entre les centres des roues doit être conforme aux valeurs indiquées au paragraphe 1.5.3.2.

Chaque roue doit pouvoir tourner librement autour de son axe.

Un mécanisme d'entraînement hale le tuyau sur les roues à une vitesse de quatre mouvements complets par minute.

- 1.5.3.4 Le tuyau doit être installé en forme de S sur les roues (voir fig. 1).

L'extrémité côté roue supérieure doit être munie d'un lest suffisant pour plaquer complètement le tuyau contre les roues. L'extrémité côté roue inférieure est fixée au mécanisme d'entraînement.

Ce mécanisme doit être réglé de façon que le tuyau parcoure une distance totale de 1,2 m dans les deux sens.

- 1.5.4 Epreuve de pression hydraulique et détermination de la pression minimale de rupture

- 1.5.4.1 L'épreuve doit être exécutée conformément à la méthode décrite dans la norme ISO 1402.

- 1.5.4.2 La pression d'épreuve, égale à une fois et demie la pression de fonctionnement (en MPa) doit être appliquée pendant 10 minutes, sans qu'il se produise de fuite.

- 1.5.4.3 La pression de rupture ne doit pas être inférieure à 45 MPa.

1.6 Raccords

- 1.6.1 Les raccords doivent être en acier ou en laiton et leur surface doit résister à la corrosion.

- 1.6.2 Les raccords doivent être du type à sertissage.

- 1.6.2.1 L'écrou de serrage doit être fileté au pas UNF.

- 1.6.2.2 Le cône d'étanchéité doit être du type à demi angle vertical de 45°.

1.7 Flexibles (ensemble tuyau-raccords)

- 1.7.1 Le raccord doit être construit de telle manière qu'il ne soit pas nécessaire de dénuder le tuyau de son revêtement extérieur, à moins que le renforcement du tuyau soit en matériau résistant à la corrosion.

- 1.7.2 Le flexible doit être soumis à un essai d'impulsion de pression conformément à la norme ISO 1436.

- 1.7.2.1 L'essai doit être exécuté avec de l'huile en circulation à une température de 93 °C et à une pression minimale de 26 MPa.

- 1.7.2.2 Le tuyau doit être soumis à 150 000 impulsions.

- 1.7.2.3 Après l'essai d'impulsion, le tuyau doit pouvoir supporter la pression d'épreuve indiquée au paragraphe 1.5.4.2.
- 1.7.3 Etanchéité au gaz
 - 1.7.3.1 Le flexible doit pouvoir subir sans fuite une pression égale à une fois et demie la pression de fonctionnement (en MPa) pendant cinq minutes.
- 1.8 Marquages
 - 1.8.1 Chaque tuyau doit comporter, à des intervalles ne dépassant pas 0,5 m, les indications ci-après, bien lisibles et indélébiles, formées de caractères, de chiffres ou de symboles.
 - 1.8.1.1 La marque de fabrique ou de commerce du fabricant.
 - 1.8.1.2 L'année et le mois de fabrication.
 - 1.8.1.3 La dimension et le type.
 - 1.8.1.4 La marque d'identification "GNC, Classe 0".
 - 1.8.2 Chaque raccord doit porter la marque de fabrique ou de commerce du fabricant ayant réalisé l'assemblage.
- 2. TUYAUX HAUTE PRESSION, Classe 1
 - 2.1 Prescriptions générales
 - 2.1.1 Le tuyau doit être conçu pour résister à une pression maximale de fonctionnement de 3 MPa.
 - 2.1.2 Le tuyau doit être conçu pour résister aux températures indiquées à l'annexe 5 O.
 - 2.1.3 Le diamètre intérieur doit être conforme aux indications du tableau 1 de la norme ISO 1307.
 - 2.2 Construction de tuyau
 - 2.2.1 Le tuyau doit comporter un tube à âme lisse et un revêtement d'une matière synthétique appropriée, ainsi qu'une ou plusieurs couches intermédiaires de renforcement.
 - 2.2.2 Les couches intermédiaires de renforcement doivent être protégées contre la corrosion par un revêtement.

Si l'on utilise pour les couches intermédiaires de renforcement un matériau résistant à la corrosion (acier inoxydable par exemple), le revêtement n'est pas nécessaire.
 - 2.2.3 Les revêtements intérieur et extérieur doivent être lisses et exempts de pores, de trous ou de corps étrangers.

Une perforation pratiquée intentionnellement dans le revêtement extérieur ne doit pas être considérée comme une défectuosité.

2.3 Prescriptions et épreuves pour le revêtement intérieur

2.3.1 Résistance à la traction et allongement

2.3.1.1 La résistance à la traction et l'allongement de rupture doivent être déterminés conformément à la norme ISO 37.

La résistance à la traction ne doit pas être inférieure à 10 MPa ni l'allongement de rupture inférieur à 250 %.

2.3.1.2 La résistance au n-pentane doit être déterminée selon la norme ISO 1817 dans les conditions suivantes :

- i) milieu : n-pentane
- ii) température : 23 °C (tolérance selon ISO 1817)
- iii) durée d'immersion : 72 heures

Critères d'acceptation :

- i) changement de volume maximal : 20 %
- ii) changement maximal de la résistance à la traction : 25 %
- iii) changement maximal de l'allongement de rupture : 30 %

Après un séjour de 48 heures dans l'air à 40 °C, la masse ne doit pas diminuer de plus de 5 % par rapport à la masse initiale.

2.3.1.3 La résistance au vieillissement doit être déterminée selon la norme ISO 188, dans les conditions suivantes :

- i) température : 115 °C (température d'essai = température maximale de fonctionnement - 10 °C)
- ii) durée d'exposition : 168 heures

Critères d'acceptation :

- i) changement maximal de la résistance à la traction : 25 %
- ii) changement maximal de l'allongement de rupture : - 30 % et + 10 %

2.4 Prescriptions et méthodes d'épreuve pour le revêtement extérieur

2.4.1. Résistance à la traction et allongement

2.4.1.1 La résistance à la traction et l'allongement de rupture doivent être déterminés selon la norme ISO 37.

La résistance à la traction ne doit pas être inférieure à 10 MPa ni l'allongement de rupture inférieur à 250 %.

2.4.1.2 La résistance au n-hexane doit être déterminée selon la norme ISO 1817, dans les conditions suivantes :

- i) milieu : n-hexane
- ii) température : 23 °C (tolérance selon ISO 1817)
- iii) durée d'immersion : 72 heures

Critères d'acceptation :

- i) changement maximal de volume : 30 %
- ii) changement maximal de la résistance à la traction : 35 %
- iii) changement maximal de l'allongement de rupture : 35 %

2.4.1.3 La résistance au vieillissement doit être déterminée selon la norme ISO 188, dans les conditions suivantes :

- i) température : 115 °C (température d'essai = température maximal de fonctionnement - 10 °C)
- ii) durée d'exposition : 336 heures

Critères d'acceptation :

- i) changement maximal de la résistance à la traction : 25 %
- ii) changement maximal de l'allongement de rupture : - 30 % et + 10 %

2.4.2 Tenue à l'ozone

2.4.2.1 L'essai doit être exécuté conformément à la norme ISO 1431/1.

2.4.2.2 Les éprouvettes, qui sont étirées à un allongement de 20 %, doivent être exposées à l'air à 40 °C ayant une concentration d'ozone de $5 \cdot 10^{-7}$ pendant 120 heures.

2.4.2.3 Aucune fissuration des éprouvettes n'est tolérée.

2.5 Prescriptions pour tuyau sans raccord

2.5.1 Etanchéité (perméabilité) au gaz

2.5.1.1 Un tuyau d'une longueur libre de 1 m doit être raccordé à un réservoir rempli de propane liquide à la température de 23° + 2 °C.

2.5.1.2 L'essai doit être exécuté conformément à la méthode décrite dans la norme ISO 4080.

2.5.1.3 La fuite à travers la paroi du tuyau ne doit pas être de plus de 95 cm³ par mètre de tuyau et par période de 24 heures.

2.5.2 Résistance à basse température

2.5.2.1 L'essai doit être exécuté conformément à la méthode B décrite dans la norme ISO 4672-19978.

2.5.2.2 Température d'essai : $- 25 \pm 3$ °C.

2.5.2.3 Il n'est toléré ni fissuration ni rupture.

2.5.3 Essai de pliage

2.5.3.1 Un tuyau vide, d'une longueur d'environ 3,5 m doit pouvoir subir sans rupture 3 000 fois l'essai de pliage alterné prescrit ci-dessus. Il doit ensuite pouvoir résister à la pression d'essai mentionnée au paragraphe 2.5.4.2.

2.5.3.2

Figure 2 (à titre d'exemple seulement)

Diamètre intérieur du tuyau [mm]	Rayon de courbure [mm] (Figure 2)	Distance entre axes [mm] (Figure 2)	
		Verticale b	Horizontale a
jusqu'à 13	102	241	102
de 13 à 16	153	356	153
de 16 à 20	178	419	178

2.5.3.3 La machine d'essai (fig. 2) doit être constituée d'un bâti en acier avec deux roues en bois d'une largeur de jante d'environ 130 mm.

La périphérie des roues doit comporter une gorge pour le guidage du tuyau.

Le rayon des roues, mesuré au fond de la gorge, doit être comme indiqué au paragraphe 2.5.3.2.

Les plans médians longitudinaux des deux roues doivent être dans le même plan vertical et la distance entre les centres des roues doit être conforme aux valeurs indiquées au paragraphe 2.5.3.2.

Chaque roue doit pouvoir tourner librement autour de son axe.

Un mécanisme d'entraînement hale le tuyau sur les roues à une vitesse de quatre mouvements complets par minute.

2.5.3.4 Le tuyau doit être installé en forme de S sur les roues (voir fig. 2).

L'extrémité côté roue supérieure doit être munie d'un lest suffisant pour plaquer complètement le tuyau contre les roues. L'extrémité côté roue inférieure est fixée au mécanisme d'entraînement.

Ce mécanisme doit être réglé de façon que le tuyau parcoure une distance totale de 1,2 m dans les deux sens.

2.5.4 Epreuve de pression hydraulique

2.5.4.1 L'épreuve doit être exécutée conformément à la méthode décrite dans la norme ISO 1402.

2.5.4.2 La pression d'épreuve de 3 MPa doit être appliquée pendant 10 minutes, sans qu'il se produise de fuite.

2.6 Raccords

2.6.1 Si un raccord est monté sur le tuyau, les conditions ci-après doivent être satisfaites :

2.6.2 Les raccords doivent être en acier ou en laiton et leur surface doit résister à la corrosion.

2.6.3 Les raccords doivent être du type à sertissage.

2.7 Flexibles (ensembles tuyau-raccords)

2.7.1 Le raccord doit être construit de telle manière qu'il ne soit pas nécessaire de dénuder le tuyau de son revêtement extérieur, à moins que le renforcement du tuyau soit en matériau résistant à la corrosion.

2.7.2 Le flexible doit être soumis à un essai d'impulsion de pression conformément à la norme ISO 1436.

2.7.2.1 L'essai doit être exécuté avec de l'huile en circulation à une température de 93 °C et à une pression minimum de une fois et demie la pression maximale de fonctionnement.

2.7.2.2 Le tuyau doit être soumis à 150 000 impulsions.

2.7.2.3 Après l'essai d'impulsion, le tuyau doit pouvoir supporter la pression d'épreuve indiquée au paragraphe 2.5.4.2;

- 2.7.3 Etanchéité au gaz
 - 2.7.3.1 Le flexible (ensemble tuyau-raccords) doit pouvoir subir sans fuite une pression de gaz de 3 MPa pendant cinq minutes.
- 2.8 Marquages
 - 2.8.1 Chaque tuyau doit porter, à des intervalles ne dépassant pas 0,5 m, les indications ci-après, bien lisibles et indélébiles formées de caractères, de chiffres ou de symboles.
 - 2.8.1.1 La marque de fabrique ou de commerce du fabricant.
 - 2.8.1.2 L'année et le mois de fabrication.
 - 2.8.1.3 La dimension et le type.
 - 2.8.1.4 La marque d'identification "GNC, Classe 1".
 - 2.8.2 Chaque raccord doit porter la marque de fabrique ou de commerce du fabricant ayant réalisé l'assemblage.
- 3. TUYAUX BASSE PRESSION, Classe 2
 - 3.1 Prescriptions générales
 - 3.1.1. Le tuyau doit être conçu de façon à résister à une pression maximale de fonctionnement de 450 kPa.
 - 3.1.2 Le tuyau doit être conçu de façon à résister aux températures indiquées à l'annexe 5 O.
 - 3.1.3 Le diamètre intérieur du tuyau doit être conforme aux valeurs du tableau 1 de la norme ISO 1307.
 - 3.2 (Vacant)
 - 3.3 Prescriptions et épreuves pour le revêtement intérieur
 - 3.3.1 Résistance à la traction et allongement
 - 3.3.1.1 La résistance à la traction et l'allongement de rupture doivent être déterminés selon la norme ISO 37.

La résistance à la traction ne doit pas être inférieure à 10 MPa ni l'allongement de rupture inférieur à 250 %.
 - 3.3.1.2 La résistance au n-pentane doit être déterminée selon la norme ISO 1817, dans les conditions suivantes :
 - i) milieu : n-pentane
 - ii) température : 23 °C (tolérance selon ISO 1817)
 - iii) durée d'immersion : 72 heures

Critères d'acceptation :

- i) changement de volume maximal : 20 %
- ii) changement maximal de la résistance à la traction : 25 %
- iii) changement maximal de l'allongement de rupture : 30 %

Après un séjour de 48 heures dans l'air à 40 °C, la masse ne doit pas diminuer de plus de 5 % par rapport à la masse initiale.

3.3.1.3 La résistance au vieillissement doit être déterminée selon la norme ISO 188, dans les conditions suivantes :

- i) température : 120 °C (tolérance selon ISO 188)
- ii) durée d'exposition : 168 heures

Critères d'acceptation :

- i) changement maximal de la résistance à la traction : 35 %
- ii) changement maximal de l'allongement de rupture : -30 % et plus 10 %

3.4 Prescriptions et méthodes d'épreuve pour le revêtement extérieur

3.4.1 Résistance à la traction et allongement

3.4.1.1 La résistance à la traction et l'allongement de rupture doivent être déterminés selon la norme ISO 37.

La résistance à la traction ne doit pas être inférieure à 10 MPa ni l'allongement de rupture inférieur à 250 %.

3.4.1.2 La résistance au n-hexane doit être déterminée selon la norme ISO 1817, dans les conditions suivantes :

- i) milieu : n-hexane
- ii) température : 23 °C (tolérance selon ISO 1817)
- iii) durée d'immersion : 72 heures

Critères d'acceptation :

- i) changement maximal de volume : 30 %
- ii) changement maximal de la résistance à la traction : 35 %
- iii) changement maximal de l'allongement de rupture : 35 %

3.4.1.3 La résistance au vieillissement doit être déterminée selon la norme ISO 188, dans les conditions suivantes :

- i) température : 120 °C (tolérance selon ISO 188)
- ii) durée d'exposition : 336 heures

Critères d'acceptation :

- i) changement maximal de la résistance à la traction : 25 %
- ii) changement maximal de l'allongement de rupture : -30 % et +10 %

3.4.2 Tenue à l'ozone

3.4.2.1 L'essai doit être exécuté conformément à la norme ISO 1431/1.

3.4.2.2 Les éprouvettes, qui sont étirées en allongement de 20 %, doivent être exposées à l'air à 40 °C ayant une humidité relative de 50 % \pm 10 % et une concentration d'ozone de $5 \cdot 10^{-7}$ pendant 120 heures.

3.4.2.3 Aucune fissuration de l'éprouvette n'est tolérée.

3.5 Prescriptions pour tuyau sans raccord

3.5.1 Etanchéité (perméabilité) au gaz

3.5.1.1 Un tuyau d'une longueur libre de 1 m doit être raccordée à un réservoir rempli de propane liquide à la température de 23 °C \pm 2 °C.

3.5.1.2 L'essai doit être exécuté conformément à la méthode décrite dans la norme ISO 4080.

3.5.1.3 La fuite à travers la paroi du tuyau ne doit pas être de plus de 95 cm³ par mètre de tuyau et par période de 24 heures.

3.5.2 Résistance à basse température

3.5.2.1 L'essai doit être exécuté conformément à la méthode B décrite dans la norme ISO 4672.

3.5.2.2 Température d'essai : -25 E \pm 3 °C.

3.5.2.3 Il n'est toléré ni fissuration ni rupture.

3.5.3 Résistance à haute température

3.5.3.1 Un tronçon de tuyau long d'au moins 0,5 m est porté intérieurement à la pression de 450 kPa et placé dans une étuve à 120 °C \pm 2 °C pendant 24 heures.

3.5.3.2 Aucune fuite n'est tolérée.

3.5.3.3 Après l'épreuve, le tuyau est soumis à une pression d'essai de 50 kPa pendant 10 minutes. Aucune fuite n'est tolérée.

3.5.4 Essai de pliage

3.5.4.1 Un tuyau vide, long d'environ 3,5 m, doit pouvoir subir sans rupture 3 000 fois l'essai de pliage alterné prescrit ci-dessous.

3.5.4.2

Figure 3 (à titre d'exemple seulement)

La machine d'essai (fig. 3) doit être constituée d'un bâti en acier avec deux roues en bois d'une largeur de jante d'environ 130 mm.

La périphérie des roues doit comporter une gorge pour le guidage du tuyau.

Le rayon des roues, mesuré au fond de la gorge, doit être de 102 mm.

Les plans médians longitudinaux des deux roues doivent être dans le même plan vertical et la distance entre les centres des roues doit être de 241 mm pour la verticale et de 102 mm pour l'horizontale.

Chaque roue doit pouvoir tourner librement autour de son axe.

Un mécanisme d'entraînement hale le tuyau sur les roues à une vitesse de quatre mouvements complets par minute.

3.5.4.3 Le tuyau doit être installé en forme de S sur les roues (voir fig. 3).

L'extrémité côté roue supérieure doit être munie d'un lest suffisant pour plaquer complètement le tuyau contre les roues. L'extrémité côté roue inférieure est fixée au mécanisme d'entraînement.

Ce mécanisme doit être réglé de façon que le tuyau parcoure une distance totale de 1,2 m dans les deux sens.

3.6 Marquages

3.6.1 Chaque tuyau doit porter, à des intervalles ne dépassant pas 0,5 m, les indications ci-après, bien lisibles et indélébiles, formées de caractères, de chiffres ou de symboles.

3.6.1.1 La marque de fabrique ou de commerce du fabricant.

- 3.6.1.2 L'année et le mois de fabrication.
 - 3.6.1.3 La dimension et le type.
 - 3.6.1.4 La marque d'identification "GNC, Classe 2".
 - 3.6.2 Chaque raccord doit porter la marque de fabrique ou de commerce du fabricant ayant réalisé l'assemblage.
-

Annexe 4 C

PRESCRIPTIONS RELATIVES A L'HOMOLOGATION DU FILTRE A GNC

1. La présente annexe définit les prescriptions relatives à l'homologation du filtre à GNC.
 2. Conditions de fonctionnement
 - 2.1 Le filtre à GNC doit être conçu pour fonctionner aux températures indiquées à l'annexe 5 O.
 - 2.2 Le filtre à GNC doit être classé en fonction de la pression maximale de fonctionnement (voir par. 2 du présent Règlement) :
 - 2.2.1 Classe 0 : le filtre à GNC doit être conçu pour résister à une pression égale à 1,5 fois la pression de fonctionnement (en MPa).
 - 2.2.2 Classes 1 et 2 : le filtre à GNC doit être conçu pour résister à une pression égale au double de la pression de fonctionnement.
 - 2.2.3 Classe 3 : le filtre à GNC doit être conçu pour résister au double de la pression de décharge de la soupape de surpression à laquelle il est soumis.
 - 2.3 Les matériaux du filtre à GNC qui sont en contact avec le GNC lors du fonctionnement doivent être compatibles avec ce gaz (voir annexe 5 D).
 - 2.4 L'organe doit satisfaire aux essais prévus pour sa Classe, déterminée selon le schéma de la figure 1-1 du paragraphe 2 du présent Règlement.
-

Annexe 4 D

DISPOSITIONS RELATIVES A L'HOMOLOGATION DU DETENDEUR

1. La présente annexe définit les prescriptions relatives à l'homologation du détenteur.
 2. Détendeur
 - 2.1 Le matériau composant le détenteur et qui est en contact avec le gaz naturel comprimé lors du fonctionnement doit être compatible avec le gaz d'essai. Pour vérifier cette compatibilité, on applique la procédure décrite à l'annexe 5 D.
 - 2.2 Les matériaux qui composent le détenteur et qui sont en contact lors du fonctionnement avec l'agent caloporteur du détenteur doivent être compatibles avec ce fluide.
 - 2.3 Pour les éléments soumis à haute pression, l'organe doit satisfaire aux essais prévus pour la Classe 0, et pour les éléments soumis à moyenne et basse pression à ceux prévus pour les Classes 1, 2, 3 et 4.
 3. Classification et pressions d'essai
 - 3.1 L'élément du détenteur qui est en contact avec la pression du réservoir est rangé dans la Classe 0.
 - 3.1.1 L'élément du détenteur rangé dans la Classe 0 doit être étanche (annexe 5 B) à une pression pouvant atteindre une fois et demie la pression de fonctionnement (en MPa), le ou les orifices de sortie de cet élément étant fermés.
 - 3.1.2 L'élément du détenteur rangé dans la Classe 0 doit résister à une pression pouvant atteindre une fois et demie la pression de fonctionnement (en MPa).
 - 3.1.3 L'élément du détenteur rangé dans les Classes 1 et 2 doit être étanche (voir annexe 5 B) à une pression pouvant atteindre deux fois la pression de fonctionnement.
 - 3.1.4 L'élément du détenteur rangé dans les Classes 1 et 2 doit résister à une pression pouvant atteindre deux fois la pression de fonctionnement.
 - 3.1.5 L'élément du détenteur rangé dans la Classe 3 doit résister à une pression pouvant atteindre deux fois la pression de décharge de la soupape de surpression à laquelle il est soumis.
 - 3.2 Le détenteur doit être conçu pour fonctionner aux températures indiquées à l'annexe 5 O.
-

Annexe 4 E

DISPOSITIONS RELATIVES A L'HOMOLOGATION DES CAPTEURS
DE PRESSION ET DE TEMPERATURE

1. La présente annexe définit les prescriptions relatives à l'homologation des capteurs de pression et de température.
 2. Capteurs de pression et de température
 - 2.1 Le matériau composant les capteurs de pression et de température et qui lors du fonctionnement est en contact avec la GNC doit être compatible avec le gaz d'essai. Pour vérifier cette compatibilité, on applique la procédure décrite à l'annexe 5 D.
 - 2.2 Les capteurs de pression et de température sont rangés dans une Classe déterminée selon le schéma de la figure 1-1 du paragraphe 2 du présent Règlement.
 3. Classification et pression d'essai
 - 3.1 L'élément des capteurs de pression et de température qui est en contact avec la pression du réservoir est rangé dans la Classe 0.
 - 3.1.1 L'élément des capteurs de pression et de température rangé dans la Classe 0 doit être étanche à une pression pouvant atteindre une fois et demie la pression de fonctionnement (en MPa) (voir annexe 5 B).
 - 3.1.2 L'élément des capteurs de pression et de température rangé dans la Classe 0 doit résister à une pression pouvant atteindre une fois et demie la pression de fonctionnement (en MPa).
 - 3.1.3 L'élément des capteurs de pression et de température rangé dans les Classes 1 et 2 doit être étanche à une pression pouvant atteindre le double de la pression de fonctionnement (voir annexe 5 B).
 - 3.1.4 L'élément des capteurs de pression et de température qui est rangé dans les Classes 1 et 2 doit résister à une pression pouvant atteindre le double de la pression de fonctionnement.
 - 3.1.5 L'élément des capteurs de pression et de température qui est rangé dans la Classe 3 doit résister à une pression pouvant atteindre le double de la pression de décharge de la soupape de surpression à laquelle il est soumis.
 - 3.2 Les capteurs de pression et de température doivent être conçus pour fonctionner aux températures indiquées à l'annexe 5 O.
 - 3.3 Le circuit électrique, le cas échéant, doit être isolé du corps des capteurs de pression et de température. La résistance d'isolement doit être supérieure à 10 MΩ.
-

Annexe 4 F

PRESCRIPTIONS RELATIVES A L'HOMOLOGATION DE L'EMBOUT DE REMPLISSAGE

1. Objet

La présente annexe définit les prescriptions relatives à l'homologation de l'embout de remplissage.

2. Embout de remplissage

2.1 Le matériau composant l'embout de remplissage et qui est en contact avec le GNC lorsque le dispositif est en service doit être compatible avec ce gaz. Pour vérifier cette compatibilité, on applique la procédure décrite à l'annexe 5 D.

2.2 L'embout de remplissage doit être conforme aux prescriptions applicables aux organes de la Classe 0.

3. Pressions d'essai

3.1 L'embout de remplissage est considéré comme un organe de la Classe 0.

3.1.1 L'embout de remplissage ne doit pas présenter de fuite à une pression égale à une fois et demie la pression de travail (en MPa) (voir annexe 5 B).

3.1.2 L'embout de remplissage doit résister à une pression de 33 MPa.

3.2 L'embout de remplissage doit être conçu pour fonctionner aux températures indiquées à l'annexe 5 O.

Annexe 4 G

PRESCRIPTIONS RELATIVES A L'HOMOLOGATION DU REGULATEUR
DE DEBIT DE GAZ ET DU MELANGEUR GAZ/AIR OU INJECTEUR

1. La présente annexe définit les prescriptions relatives à l'homologation du régulateur de débit de gaz et du mélangeur gaz/air ou injecteur.
2. Mélangeur gaz/air ou injecteur.
 - 2.1 Le matériau composant un mélangeur gaz/air ou injecteur et qui est en contact avec le GNC doit être compatible avec ce gaz. Pour vérifier cette compatibilité, on applique la procédure décrite à l'annexe 5 D.
 - 2.2 Le mélangeur gaz/air ou injecteur doit être conforme aux prescriptions applicables aux organes des Classes 1 ou 2, selon leur Classement.
 - 2.3. Pressions d'essai.
 - 2.3.1 Le mélangeur gaz/air ou injecteur de la Classe 2 doit résister à une pression égale au double de la pression de fonctionnement.
 - 2.3.1.1 Le mélangeur gaz/air ou injecteur de la Classe 2 ne doit pas présenter de fuite à une pression égale au double de la pression de fonctionnement.
 - 2.3.2 Les mélangeurs gaz/air ou injecteurs des Classes 1 et 2 doivent être conçus pour fonctionner aux températures indiquées à l'annexe 5 O.
 - 2.4 Les organes à commande électrique et contenant du GNC doivent remplir les conditions suivantes :
 - i) Etre mis séparément à la masse;
 - ii) Le circuit électrique de l'organe doit être isolé du corps;
 - iii) L'injecteur doit être en position fermée lorsque le courant électrique est coupé.
3. Régulateur de débit de gaz.
 - 3.1 Le matériau composant le régulateur de débit de gaz et qui est en contact avec le GNC doit être compatible avec ce gaz. Pour vérifier cette compatibilité, on applique la procédure décrite à l'annexe 5 D.
 - 3.2 Le régulateur de débit de gaz doit être conforme aux prescriptions applicables aux organes des Classes 1 ou 2, selon leur classement.

- 3.3 Pressions d'essai.
- 3.3.1 Le régulateur de débit de gaz de la Classe 2 doit résister à une pression égale au double de la pression de fonctionnement.
- 3.3.1.1 Le régulateur de débit de gaz de la Classe 2 ne doit pas présenter de fuite à une pression égale au double de la pression de fonctionnement.
- 3.3.2 Le régulateur de débit de gaz des Classes 1 et 2 doit être conçu de manière à fonctionner aux températures indiquées à l'annexe 5 O.
- 3.4 Les organes à commande électrique contenant du GNC doivent répondre aux conditions suivantes :
- i) Etre mis séparément à la masse;
 - ii) Le circuit électrique de l'organe doit être isolé du corps.
-

Annexe 4 H

PRESCRIPTIONS RELATIVES A L'HOMOLOGATION DU MODULE DE COMMANDE ELECTRONIQUE

1. La présente annexe définit les prescriptions relatives à l'homologation du module de commande électronique.
 2. Module de commande électronique
 - 2.1 Le module de commande électronique peut être tout dispositif qui contrôle la demande en GNC du moteur et commande la fermeture de la vanne automatique en cas de rupture du tuyau d'alimentation ou si le moteur cale ou lors d'une collision.
 - 2.2 Le délai de fermeture de la vanne automatique à partir du moment où le moteur cale ne doit pas dépasser 5 secondes.
 - 2.3 Le dispositif peut être muni d'un système de calage automatique de l'avance à l'allumage, incorporé ou non dans le module de commande électronique.
 - 2.4 Le dispositif peut être intégré avec des injecteurs passifs pour permettre le bon fonctionnement du module de commande électronique de l'essence lors du fonctionnement au GNC.
 - 2.5 Le module de commande électronique doit être conçu de manière à fonctionner aux températures indiquées à l'annexe 5 O.
-

Annexe 5

EPREUVES

1. Classement
 - 1.1 Les organes GNC pour véhicules doivent classés compte tenu de leur pression maximale de fonctionnement et de leur fonction, conformément aux dispositions du paragraphe 2 du présent Règlement.
 - 1.2 Le Classement des organes détermine le choix des épreuves exécutées pour l'homologation de type de ces derniers ou de leurs éléments.
2. Méthodes d'épreuve applicables

Le tableau 5.1 ci-après présente les méthodes d'épreuve applicables selon le classement

Tableau 5.1

Epreuve	Classe 0	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Annexe
Suppression ou résistance	X	X	X	X	O	5 A
Etanchéité vers l'extérieur	X	X	X	X	O	5 B
Etanchéité vers l'intérieur	A	A	A	A	O	5 C
Epreuve de durabilité	A	A	A	A	O	5 L
Compatibilité avec le GNC	A	A	A	A	A	5 D
Résistance à la corrosion	X	X	X	X	X	5 E
Résistance à la chaleur sèche	A	A	A	A	A	5 F
Tenue à l'ozone	A	A	A	A	A	5 G
Epreuve de rupture/destructive	X	O	O	O	O	5 M
Cycle thermique	A	A	A	A	O	5 H
Cycle de pression	X	O	O	O	O	5 I
Résistance aux vibrations	A	A	A	A	O	5 N
Température de fonctionnement	X	X	X	X	X	5 O

X = Applicable O = Non applicable A = Le cas échéant

Les matériaux entrant dans la construction des organes doivent avoir des caractéristiques, attestées par écrit, au minimum égales aux prescriptions (d'épreuve) énoncées dans la présente annexe en ce qui concerne :

- i) la température
- ii) la pression
- iii) la compatibilité avec le GNC
- iv) la durabilité

1. Prescriptions générales

1.1 Les épreuves d'étanchéité doivent être effectuées avec un gaz comprimé tel que l'air ou l'azote.

1.2 On peut utiliser de l'eau ou un autre fluide pour obtenir la pression nécessaire à l'épreuve de résistance hydrostatique.

1.3 La durée des épreuves d'étanchéité vers l'extérieur et de résistance hydrostatique doit être de trois minutes au minimum.

Annexe 5 A

EPREUVE DE SUPPRESSION (EPREUVE DE RESISTANCE)

Un organe contenant du GNC doit résister - à la température ambiante, la tubulure de sortie côté haute pression étant obturée - pendant une minute au minimum à une pression hydrostatique d'épreuve comprise entre une fois et demie et 2 fois la pression maximale de fonctionnement, sans signe apparent de rupture ou de déformation permanente. Pour l'épreuve, on peut utiliser de l'eau ou tout autre fluide hydraulique approprié.

Les échantillons, après avoir subi l'épreuve de durabilité de l'annexe 5 L, sont reliés à une source de pression hydrostatique. Une vanne d'arrêt et un manomètre ayant une plage de pression non inférieure à une fois et demie la pression d'épreuve doivent être installés dans la tuyauterie d'alimentation en pression hydrostatique.

Le tableau 5.2 ci-après indique les pressions de fonctionnement et les pressions de l'épreuve de rupture selon le Classement du paragraphe 2 du présent Règlement.

Tableau 5.2

Classement de l'organe	Pression de fonctionnement [en kPa]	Surpression [en kPa]
Classe 0	3 000 <math><P_f< 26 000</math>	Une fois et demie la pression de fonctionnement
Classe 1	450 <math><P_f< 3 000</math>	Une fois et demie la pression de fonctionnement
Classe 2	20 <math><P_f< 450</math>	2 fois la pression de fonctionnement
Classe 3	450 <math><P_f< 3 000</math>	2 fois la pression de fonctionnement

Annexe 5 B

EPREUVE D'ETANCHEITE VERS L'EXTERIEUR

1. L'organe ne doit pas présenter de fuite au joint de tige ni au joint de corps, ni à d'autres joints, et il ne doit pas présenter de signe de porosité des parties moulées lorsqu'elles sont soumises, dans l'épreuve décrite aux paragraphes 2 et 3 de la présente annexe, à une pression aérostatique comprise entre 0 et la pression indiquée au tableau 5.2.

2. L'épreuve doit être exécutée dans les conditions suivantes :

- i) à la température ambiante
- ii) à la température minimale de fonctionnement
- iii) à la température maximale de fonctionnement

Les températures minimales et maximales de fonctionnement sont indiquées dans l'annexe 5 O.

3. Au cours de cet essai, le matériel soumis à l'épreuve doit être relié à une source de pression aérostatique. Une vanne automatique et un manomètre ayant une plage de mesure comprise entre une fois et demie et deux fois la pression d'épreuve doivent être installés dans la tuyauterie de gaz comprimé. Le manomètre doit être installé entre la vanne automatique et l'échantillon d'essai. Pour détecter les fuites au cours de l'épreuve, on doit immerger l'échantillon dans l'eau ou utiliser toute autre méthode équivalente (mesure de débit ou perte de charge).

4. La fuite vers l'extérieur doit être inférieure à ce qui est prescrit dans les annexes; en l'absence d'indications, elle doit être inférieure à 15 cm³/heure.

5. Epreuve à haute température

Un organe contenant du GNC ne doit pas présenter de fuite supérieure à 15 cm³/heure lorsque, ses tubulures obturées, il est soumis à une pression de gaz, à la température maximale de fonctionnement indiquée dans l'annexe 5 O, égale à la pression maximale de fonctionnement. L'organe doit être conditionné pendant 8 heures au moins à cette température.

6. Epreuve à basse température

Un organe contenant du GNC ne doit pas présenter une fuite supérieure à 15 cm³/heure lorsque, à la température minimale de fonctionnement, il est soumis à une pression de gaz à la pression maximale de fonctionnement indiquée par le fabricant. L'organe doit être conditionné pendant 8 heures au moins à cette température.

Annexe 5 C

EPREUVE D'ETANCHEITE VERS L'INTERIEUR

1. Les épreuves ci-après doivent être exécutées sur des échantillons de la vanne ou de l'embout de remplissage qui ont été au préalable soumis à l'épreuve d'étanchéité vers l'extérieur de l'annexe 5 B ci-dessus.

2. La portée de la vanne, en position fermée, ne doit pas fuir lorsqu'elle est soumise à une pression aérostatique comprise entre 0 fois et une fois et demie la pression de fonctionnement (en kPa).

3. Une soupape antiretour à portée en matériau mou (élastique) ne doit pas fuir (en position fermée) lorsqu'elle est soumise à une pression aérostatique comprise entre 0 fois et une fois et demie la pression de fonctionnement (en kPa).
4. Une soupape antiretour à portée métal/métal, en position fermée, ne doit pas fuir à un débit excédant 0,47 dm³/s lorsqu'elle est soumise à un écart de pression aérostatique de 138 kPa en pression effective.
5. La portée de la soupape antiretour supérieure utilisée dans l'ensemble de l'embout de remplissage, en position fermée, ne doit pas fuir lorsqu'elle est soumise à une pression aérostatique comprise entre 0 fois et une fois et demie la pression de fonctionnement (en kPa).
6. Lors de l'épreuve d'étanchéité vers l'intérieur, l'orifice de l'échantillon de soupape est relié à une source de pression aérostatique, la soupape est en position fermée et l'orifice de sortie est ouvert. Une vanne automatique et un manomètre ayant une plage de mesure comprise entre une fois et demie et 2 fois la pression d'épreuve doivent être installés dans la tuyauterie d'alimentation en pression. Le manomètre doit être installé entre la vanne automatique et l'échantillon d'essai. Pendant que la soupape est soumise à la pression d'épreuve, on doit contrôler l'absence de fuite en immergeant l'orifice de sortie ouvert dans l'eau, sauf indication contraire.
7. Pour déterminer la conformité aux dispositions des paragraphes 2 à 5, on relie une certaine longueur de tuyau à la sortie de la soupape. L'extrémité ouverte de ce tuyau de sortie débouche dans une colonne inversée, graduée en centimètres cubes, fermée en bas par un joint hydraulique. L'appareillage est réglé de manière telle :
 - 1) Que l'extrémité du tuyau de sortie soit située approximativement à 13 mm au-dessus du niveau de l'eau dans la colonne inversée;
 - 2) Que l'eau à l'intérieur et à l'extérieur de la colonne graduée soit au même niveau. Ces réglages faits, le niveau de l'eau dans la colonne graduée doit être enregistré. La soupape étant dans la position fermée qu'elle occupe en fonctionnement normal, de l'air ou de l'azote à la pression d'épreuve prescrite doivent être appliqués à l'entrée de la soupape pendant une durée d'épreuve d'au moins deux minutes. Pendant cette période, la position verticale de la colonne graduée doit être réglée, si nécessaire, pour maintenir le même niveau d'eau à l'intérieur et à l'extérieur.

A la fin de la période d'épreuve, et les niveaux à l'intérieur et à l'extérieur de la colonne graduée étant les mêmes, on enregistre à nouveau le niveau de l'eau dans la colonne graduée. D'après le changement de volume dans la colonne graduée, on calcule le débit de fuite en appliquant la formule ci-après :

$$V_1 = V_t \cdot \frac{60}{t} \cdot \left(\frac{273}{T} \cdot \frac{P}{101,6} \right)$$

où :

- V_1 = Débit de fuite, en centimètres cubes d'air ou d'azote par heure.
 V_t = Accroissement du volume dans la colonne graduée pendant l'essai.
 t = Durée de l'essai, en minutes.
 P = Pression barométrique pendant l'essai, en kPa.
 T = Température ambiante pendant l'essai, en K.

8. Au lieu de la méthode décrite ci-dessus, on peut mesurer le débit de fuite avec un débitmètre monté côté entrée de la soupape à l'essai. Le débitmètre doit pouvoir indiquer avec précision, pour le flux d'essai utilisé, le débit maximal de fuite autorisée.

Annexe 5 D

EPREUVE DE COMPATIBILITE AVEC LE GNC

1. Mis en contact avec du GNC, un élément en matière synthétique ne doit présenter ni perte de poids ni changement de volume excessif.

Pour déterminer la résistance au n-pentane, on utilise la norme ISO 1817, dans les conditions suivantes :

- i) milieu : n-pentane
ii) température : 23 °C (tolérance selon ISO 1817)
iii) durée d'immersion : 72 heures

2. Critères d'acceptation :

changement maximal de volume : 20 %

Après un séjour dans l'air à 40 °C, pendant 48 heures, la masse ne doit pas diminuer de plus de 5 % par rapport à la masse initiale.

Annexe 5 E

EPREUVE DE RESISTANCE A LA CORROSION

1. Un organe métallique destiné à contenir du GNC doit satisfaire aux épreuves d'étanchéité mentionnées dans les annexes 5 B et 5 C, après avoir été soumis pendant 144 heures à l'épreuve au brouillard salin, conformément à la norme ISO CD 15500-2, tous raccords obturés.

Mode opératoire :

Avant l'essai, l'organe doit être nettoyé comme indiqué par le fabricant. Tous les raccords doivent être obturés. L'organe ne doit pas fonctionner pendant l'épreuve.

Ensuite, l'organe est soumis pendant deux heures à la pulvérisation avec une solution saline contenant 5 % de NaCl (en masse) pur à 99,7 % au minimum et 95 % d'eau distillée ou déminéralisée, à la température de 20 °C. Après pulvérisation, l'organe est maintenu pendant 168 heures à la température de 40 °C et une humidité relative de 90-95 %. Cette séquence doit être répétée quatre fois.

Après l'épreuve, l'organe doit être nettoyé et séché une heure à 55 °C. il doit alors être exposé aux conditions de référence pendant quatre heures, avant d'être soumis à d'autres épreuves.

2. Un organe en cuivre ou en laiton destiné à contenir du GNC doit satisfaire aux épreuves d'étanchéité mentionnées dans les annexes 5 B et 5 C, après avoir été soumis pendant 24 heures à l'immersion dans l'ammoniac conformément à la norme ISO cd 15500-2, tous les raccords étant obturés.

Annexe 5 F

RESISTANCE A LA CHALEUR SECHE

L'essai doit être exécuté conformément à la norme ISO 188. L'éprouvette doit être exposée pendant 168 heures à l'air à une température égale à la température maximale de fonctionnement.

La variation de la résistance à la traction ne doit pas dépasser + 25 %. La variation de l'allongement de rupture ne doit pas dépasser les valeurs suivantes :

Accroissement maximal :	10 %
Diminution maximale :	30 %

Annexe 5 G

TENUE A L'OZONE

1. L'essai doit être exécuté conformément à la norme ISO 1431.

L'éprouvette, qui est à étirer à un allongement de 20 %, doit être exposée pendant 120 heures à l'air à 40 °C ayant une concentration d'ozone de $5 \cdot 10^{-7}$.

2. Aucune fissuration de l'éprouvette n'est tolérée.
-

Annexe 5 H

CYCLE THERMIQUE

Les éléments non métalliques contenant du GNC doivent satisfaire aux épreuves d'étanchéité mentionnées aux annexes 5 B et 5 C, après avoir été soumis pendant 96 heures à un cycle thermique consistant à passer, à la pression maximale de fonctionnement, de la température de fonctionnement minimale à la température de fonctionnement maximale, la durée de chaque cycle étant de 120 minutes.

Annexe 5 I

CYCLE DE MISE EN PRESSION APPLICABLE UNIQUEMENT AUX BOUTEILLES
(VOIR ANNEXE 3)

Annexe J et K - vacantes

Annexe 5 L

ESSAI DE DURABILITE (FONCTIONNEMENT CONTINU)

Mode opératoire

L'organe doit être relié à une source d'air sec pressurisé ou d'azote au moyen d'un raccord d'une résistance suffisante et soumis au nombre de cycles spécifié pour cet organe. Un cycle consiste en une ouverture et une fermeture de l'organe pendant une période qui n'est pas inférieure à 10 ± 2 secondes.

a) Cycles à la température ambiante

L'organe doit fonctionner pendant 96 % de la totalité des cycles, à la température ambiante et à une pression de service nominale. Pendant la fermeture, la pression en aval de l'appareil d'essai doit pouvoir être ramenée jusqu'à 50 % de la pression d'essai. Ensuite, l'organe doit satisfaire à l'essai d'étanchéité de l'annexe 5 B à la température ambiante. Il est permis d'interrompre cette partie de l'essai à des intervalles de 20 % pour vérifier l'étanchéité.

b) Cycles à haute température

L'organe doit fonctionner pendant 2 % de la totalité des cycles à la température maximale appropriée fixée pour la pression nominale de service. A l'achèvement des cycles à haute température, l'organe doit satisfaire à l'essai d'étanchéité de l'annexe 5 B à la température maximale appropriée.

c) Cycles à basse température

Pendant 2 % de la totalité des cycles, l'organe doit fonctionner à la température minimale appropriée fixée pour la pression nominale de service. A l'achèvement des cycles à basse température, l'organe doit satisfaire à l'essai d'étanchéité de l'annexe 5 B à la température minimale appropriée.

Après les cycles et une nouvelle épreuve d'étanchéité, l'organe doit pouvoir s'ouvrir et se fermer complètement lorsqu'un couple dont la valeur maximale n'est pas supérieure à celle indiquée dans le tableau 5.3 est appliqué à la manette de l'organe dans un sens permettant son ouverture complète et inversement.

Tableau 5.1

Dimension du tuyau d'admission de l'organe (mm)	Couple maximal (Nm)
6	1,7
8 ou 10	2,3
12	2,8

Cet essai est effectué à la température maximale appropriée qui a été spécifiée et répété à la température de -40 °C.

Annexe 5 M

EPREUVE DE RUPTURE/DESTRUCTIVE, APPLICABLE UNIQUEMENT
AUX BOUTEILLES (VOIR ANNEXE 3)

Annexe 5 N

EPREUVE DE RESISTANCE AUX VIBRATIONS

Après six heures de vibrations dans les conditions d'essai ci-après, tous les organes comportant des éléments mobiles doivent rester intacts, continuer à fonctionner et satisfaire aux essais d'étanchéité qui leur sont applicables.

Mode opératoire

L'organe doit être fixé dans un appareil et soumis à des vibrations pendant deux heures à 17 Hz avec une amplitude de 1,5 mm (0,006 pouces) dans chacun des trois axes directionnels. Après six heures de vibration, l'organe doit satisfaire aux dispositions de l'annexe 5 C.

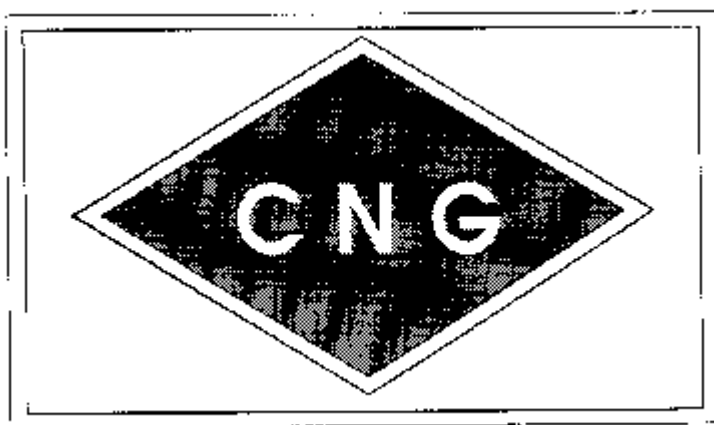
Annexe 5 O

TEMPERATURES DE FONCTIONNEMENT

	Compartment moteur	A bord
Modéré	-20 °C +120 °C	-20 °C +85 °C
Froid	-40 °C +120 °C	-40 °C +85 °C

Annexe 6

PRESCRIPTIONS RELATIVES A LA MARQUE GNC POUR LES VEHICULES
DE TRANSPORT PUBLIC



Cette marque se présente sous la forme d'une étiquette en matériau résistant aux intempéries.

Pour les couleurs et les dimensions, l'étiquette doit satisfaire aux conditions ci-après :

Couleurs :

Fond : vert
Bordure : blanc ou blanc réfléchissant
Lettres : blanc ou blanc réfléchissant

Dimensions :

Largeur de la bordure : 4 - 6 mm
Hauteur des caractères : 24 mm
Epaisseur du trait : 4 mm
Largeur de l'étiquette : 110 - 150 mm
Hauteur de l'étiquette : 80 - 110 mm

Les lettres "GNC" doivent être centrées.
