



**Comité d'experts du transport des marchandises dangereuses
et du Système général harmonisé de classification
et d'étiquetage des produits chimiques****Sous-Comité d'experts du transport des marchandises dangereuses****Quarante-septième session**

Genève, 22-26 juin 2015

Point 5 b) de l'ordre du jour provisoire

Transport de gaz: questions diverses**Transport de réservoirs à gaz destinés
aux véhicules automobiles****Communication des experts de l'Allemagne et de la France¹****Introduction**

1. En raison du développement et de l'utilisation croissante de systèmes de propulsion alternatifs pour les véhicules, il est nécessaire de transporter des réservoirs à gaz remplis. Actuellement, les technologies suivantes sont utilisées:

- Véhicules fonctionnant au gaz naturel comprimé (GNC);
- Véhicules fonctionnant au gaz de pétrole liquéfié (GPL);
- Véhicules fonctionnant à l'hydrogène gazeux comprimé ou à l'hydrogène liquéfié (H₂, combustion interne ou pile à combustible).

2. Les réservoirs destinés à être installés sur des véhicules sont habituellement transportés soit vides soit remplis d'un gaz inerte à basse pression. Cependant, il faut parfois transporter des réservoirs pleins comme indiqué ci-après.

3. Un atelier de réparation qui remplace un réservoir ne dispose pas toujours de l'équipement nécessaire pour vider (complètement) ce réservoir. Le réservoir démonté doit donc être transporté encore plein pour être éliminé ou recyclé. Tel peut aussi être le cas

¹ Conformément au programme de travail du Sous-Comité pour la période 2015-2016, adopté par le Comité à sa septième session (voir ST/SG/AC.10/C.3/92, par. 95 et ST/SG/AC.10/42, par. 15).



lorsqu'un réservoir démonté est transporté jusqu'à un site d'inspection, par exemple en cas de demande d'activation de garantie.

4. En outre, pour simplifier le processus de production, on transporte parfois les nouveaux réservoirs à hydrogène pleins jusqu'au lieu d'assemblage. Généralement, le réservoir subit une épreuve d'étanchéité au moyen d'un gaz inerte sur le lieu de production puis est transporté à basse pression. Sur le lieu d'assemblage, il est rincé à l'hydrogène plusieurs fois jusqu'à atteindre le rapport de mélange requis dans la pile à combustible. La pile à combustible est sensible aux contaminations du combustible gazeux. Si le réservoir a déjà subi une épreuve d'étanchéité pour l'hydrogène, pur ou en mélange, l'élimination du gaz inerte au lieu d'assemblage s'en trouvera considérablement facilitée.

5. Étant donné que les réservoirs pour véhicules ne sont pas des récipients à gaz qui satisfont aux prescriptions du chapitre 6.2, il n'est pas possible actuellement de les transporter remplis. Les transports terrestres européens sont réglementés depuis déjà un certain temps (disposition spéciale 660 du RID/ADR/ADN). Afin de faciliter encore les opérations de transport, des dispositions pour le transport de gaz dans les réservoirs à gaz destinés aux véhicules devraient aussi être introduites dans le Règlement type des Nations Unies.

Informations générales

6. Les réservoirs à hydrogène et certains réservoirs à GNC destinés à être utilisés sur les véhicules sont construits en matériau composite afin de réduire le poids total du véhicule. Ces réservoirs de stockage en matériau composite se composent de deux couches: une enveloppe intérieure qui empêche les fuites ou l'échappement du gaz (habituellement faite de métal ou de polymère thermoplastique) et une coque extérieure qui assure l'intégrité structurale (habituellement faite d'un métal ou d'un composite de résine thermodurcissable renforcée par de la fibre imprégnée enroulée autour de l'enveloppe intérieure étanche).

7. Les réservoirs à gaz peuvent être montés en tant que réservoir unique ou comme un système constitué par plusieurs bouteilles de gaz. En cas d'incendie, des dispositifs de décompression thermocommandés (TPRD) permettent une libération contrôlée du gaz contenu dans les réservoirs de stockage de l'hydrogène comprimé, avant que les températures élevées résultant de l'incendie n'affaiblissent les réservoirs et provoquent une rupture dangereuse. Les TPRD sont conçus pour évacuer rapidement le contenu entier du réservoir. Ils ne permettent pas la refermeture ou la remise en pression du réservoir; c'est pourquoi les réservoirs de stockage et les TPRD ne peuvent être réutilisés après avoir été exposés à un incendie ou à des températures élevées.

8. Afin de permettre leur utilisation sur les véhicules automobiles, dans de nombreux pays les réservoirs à gaz sont approuvés dans le cadre des procédures d'homologation du véhicule. À l'échelle internationale, deux accords ont été conclus sous les auspices de la Commission économique pour l'Europe des Nations Unies (CEE):

- L'Accord de 1958 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, et ses additifs appelés ci-après «Règlements CEE»;
- L'Accord de 1998 concernant l'établissement de Règlements techniques mondiaux applicables aux véhicules à roues ainsi qu'aux équipements et pièces qui peuvent

être montés et/ou utilisés sur les véhicules à roues (et les Règlements techniques mondiaux (RTM) établis conformément à cet Accord).

Les agréments fondés sur ces Règlements CEE et ces RTM sont valables dans les pays qui sont Parties contractantes à ces accords et ont adopté les Règlements. L'Accord de 1958 prévoit la reconnaissance réciproque des homologations. Les règlements suivants, en particulier, servent de base aux homologations des véhicules de transport de passagers et des véhicules commerciaux:

- Règlement CEE n° 67 relatif à l'homologation des équipements spéciaux pour l'alimentation du moteur au gaz de pétrole liquéfié sur les véhicules et à l'homologation des véhicules munis d'un équipement spécial pour l'alimentation du moteur au gaz de pétrole liquéfié;
- Règlement CEE n° 110 relatif à l'homologation des véhicules munis d'organes spéciaux pour l'alimentation du moteur au gaz naturel comprimé (GNC) en ce qui concerne l'installation de ces organes;
- Règlement CEE n° 115 relatif à l'installation sur les véhicules à moteur de systèmes spéciaux d'adaptation au GNC (gaz naturel comprimé) et au GPL (gaz de pétrole liquéfié), qui fait référence aux Règlements CEE susmentionnés;
- Règlement technique mondial n° 13 sur les véhicules à hydrogène et à pile à combustible (ECE/TRANS/180/Add.13): en plus de nombreuses autres prescriptions pour l'homologation des véhicules alimentés à l'hydrogène, il contient des prescriptions fonctionnelles ainsi que les conditions et procédures d'épreuves des systèmes de stockage de l'hydrogène (voir aussi le tableau de l'Annexe), dispositifs de fermeture à haute pression, dispositifs de décompression et tuyauteries de carburant. Le RTM a été élaboré sur la base des règlements, directives et normes internationales de toutes les régions et sera accepté à l'échelle mondiale. Dans l'Union européenne, les homologations de type pour les véhicules à hydrogène sont accordées sur la base du Règlement n° 79/2009/CE et du Règlement n° 406/2010/UE portant application du Règlement n° 79/2009/CE;
- Une proposition de nouveau Règlement CEE sur les véhicules à hydrogène et à pile à combustible (ECE/TRANS/WP.29/2014/78) a été adoptée à la 164^e session du Forum mondial de l'harmonisation des Règlements concernant les véhicules (WP.29). Ce nouveau Règlement pourrait être inclus dans le Règlement type lorsqu'il aura été accepté par les Parties contractantes à l'Accord de 1958 et publié².

9. En outre, des normes ISO ont été établies pour les véhicules alimentés au GNC et les réservoirs à GNC: la norme ISO 11439 contient les prescriptions applicables aux bouteilles à gaz haute pression pour le stockage de gaz naturel utilisé comme carburant à bord des véhicules automobiles. La norme ISO 15500 concerne les systèmes d'alimentation au gaz naturel comprimé (GNC) des véhicules routiers.

10. Les composants d'un système de stockage d'hydrogène type sont indiqués ci-après. Le système comprend le réservoir et tous les autres composants qui forment l'enceinte primaire à pression qui empêche l'hydrogène de s'échapper du système. Dans ce cas, les composants suivants font partie du système de stockage d'hydrogène comprimé:

- a) Le réservoir;
- b) La soupape antiretour;

² S'il est accepté par les Parties contractantes, ce Règlement devrait porter le numéro 134 et entrer en vigueur le 15 juin 2015.

- c) La vanne d'arrêt;
- d) Le dispositif de décompression thermocommandé (TPRD).

11. Les paramètres techniques de base des réservoirs à gaz sont résumés dans le tableau ci-dessous.

<i>Gaz</i>	<i>GPL</i>	<i>GNC</i>	<i>H₂</i>
Numéro ONU/Désignation officielle de transport	ONU 1011/Butane de pétrole liquéfiés ONU 1965/ Hydrocarbures gazeux en mélange liquéfié, N.S.A. ONU 1969/Isobutane ONU 1978/Propane	ONU 1971/Méthane comprimé ONU 1954/ Gaz comprimé inflammable N.S.A.	ONU 1049/ Hydrogène comprimé ONU 1966/ Hydrogène liquide réfrigéré
Volume des récipients (L)	~50	10-120	75-250
Pression de service nominale (bar)	12-30	200-250	350-700
Poids net du récipient vide (kg)	10-50	4,5-110	80-250
Matériau	Enveloppes en acier ou en matériau composite	Enveloppes en acier ou en matériau composite	Matériau composite avec diverses enveloppes

12. Étant donné que les RTM énoncent des prescriptions mondiales, il est proposé d'y faire référence dans la disposition spéciale proposée dans le présent document. L'hydrogène peut aussi être utilisé comme gaz liquéfié. Toutefois, il n'y a pas eu d'évaluation approfondie des prescriptions en matière de sécurité ni d'examen poussés des procédures d'essai en vue de déterminer leur applicabilité et leur pertinence par rapport aux cas de défaillance connus. C'est pourquoi la disposition spéciale proposée ne devrait pas s'appliquer aux réservoirs de stockage d'hydrogène liquide. Les dispositions proposées ne sont pas non plus destinées à s'appliquer aux systèmes de stockage dans lesquels l'hydrogène est chimiquement lié (hydrures métalliques).

13. Les Règlements de la CEE et les normes de l'ISO pour les réservoirs à GNC et à GPL ainsi que les RTM et – pour l'Union européenne –, le Règlement (UE) n° 406/2010 applicables aux récipients à hydrogène gazeux garantissent un degré élevé de sécurité (voir à l'annexe certaines prescriptions d'épreuve). Les épreuves ont été établies pour démontrer l'aptitude du réservoir à assurer les fonctions clés notamment celles liées à l'utilisation du véhicule comme les opérations de ravitaillement et de vidage, le stationnement en conditions extrêmes et le comportement en cas d'incendie. Les fabricants sont tenus de surveiller la fiabilité, la durabilité et la résistance résiduelle d'unités représentatives pendant toute la durée de service du véhicule. Étant donné que le RTM n° 13 représente les conclusions des débats d'experts les plus récents sur l'homologation mondiale des véhicules, il est particulièrement apte à assurer un degré élevé de sécurité pour le transport de réservoirs à hydrogène remplis.

Proposition

14. Modifier le Règlement type comme suit:

Chapitre 3.2. Liste des marchandises dangereuses

En regard des Nos ONU 1011, 1049, 1075, 1954, 1965, 1969, 1971, 1978, ajouter la disposition spéciale xxx dans la colonne 6.

Ajouter la disposition spéciale xxx au chapitre 3.3:

«xxx Pour le transport des systèmes de confinement des gaz combustibles qui sont conçus pour être installés sur des véhicules automobiles et qui contiennent ce gaz, il n'y a pas lieu d'appliquer les dispositions de la sous-section 4.1.4.1, des chapitres 5.2, 5.4 et 6.2 de ces Règlements si les conditions ci-après sont satisfaites:

a) Les systèmes de confinement des gaz combustibles doivent satisfaire aux dispositions du Règlement n° 67 Révision 2³ ou du Règlement CEE n° 115⁴ dans le cas des réservoirs à GPL, du Règlement CEE n° 110 Révision 1⁵ ou du Règlement CEE n° 115⁶ dans le cas des réservoirs à GNC, du Règlement technique mondial (RTM) n° 13⁷ ou des normes ISO 14439/ISO 15500⁸ dans le cas des réservoirs à hydrogène sous pression.

b) Les systèmes de confinement des gaz combustibles doivent être étanches et ne présenter aucun dommage externe susceptible d'affecter la sécurité.

NOTA 1: Les critères sont énoncés dans la norme ISO 11623:2002 Bouteilles à gaz transportable – Contrôles et essais périodiques des bouteilles à gaz en matériau composite (ou ISO 19078 Bouteilles à gaz – Inspection de l'installation des bouteilles, et requalification des bouteilles haute pression pour le stockage du gaz naturel, utilisé comme carburant, à bord des véhicules automobiles).

NOTA 2: Si les systèmes de confinement des gaz combustibles ne sont pas étanches ou s'ils sont trop remplis ou s'ils présentent des dommages qui pourraient affecter

³ Règlement CEE n° 67 (Prescriptions uniformes relatives à l'homologation: I. Des équipements spéciaux pour l'alimentation du moteur au gaz de pétrole liquéfié sur les véhicules; II. Des véhicules munis d'un équipement spécial pour l'alimentation du moteur au gaz de pétrole liquéfié en ce qui concerne l'installation de cet équipement).

⁴ Règlement CEE n° 115 (Prescriptions uniformes relatives à l'homologation: I. Des systèmes spéciaux d'adaptation au GPL (gaz de pétrole liquéfié) pour véhicules automobiles leur permettant d'utiliser ce carburant dans leur système de propulsion; II. Des systèmes spéciaux d'adaptation au GNC (gaz naturel comprimé) pour véhicules automobiles leur permettant d'utiliser ce carburant dans leur système de propulsion).

⁵ Règlement CEE n° 110 (Prescriptions uniformes relatives à l'homologation: I. Des organes spéciaux pour l'alimentation du moteur au gaz naturel comprimé (GNC) sur les véhicules; II. Des véhicules munis d'organes spéciaux d'un type homologué pour l'alimentation du moteur au gaz naturel comprimé (GNC) en ce qui concerne l'installation de ces organes).

⁶ Règlement CEE n° 115 (Prescriptions uniformes relatives à l'homologation: I. Des systèmes spéciaux d'adaptation au GPL (gaz de pétrole liquéfié) pour véhicules automobiles leur permettant d'utiliser ce carburant dans leur système de propulsion; II. Des systèmes spéciaux d'adaptation au GNC (gaz naturel comprimé) pour véhicules automobiles leur permettant d'utiliser ce carburant dans leur système de propulsion).

⁷ Règlement technique mondial n° 13: Règlement technique mondial sur les véhicules à hydrogène et à piles à combustibles (ECE/TRANS/180/Add.13).

⁸ ISO 11439: Bouteilles haute pression pour le stockage de gaz naturel utilisé comme carburant à bord des véhicules automobiles et ISO 15500: Véhicules routiers – Composants des systèmes de combustible gaz naturel comprimé (GNC).

la sécurité, ils ne peuvent être transportés que dans des récipients à pression de secours conformes à ces Règlements.

c) Si le système de confinement des gaz est équipé d'au moins deux robinets intégrés en série, deux robinets doivent être obturés de manière à être étanches au gaz dans les conditions normales de transport. Si un seul robinet existe ou fonctionne correctement, toutes les ouvertures à l'exception de celle du dispositif de décompression, doivent être obturées de façon à être étanches aux gaz dans les conditions normales de transport.

d) Les systèmes de confinement des gaz combustibles doivent être transportés de façon à éviter toute obstruction du dispositif de décompression et tout endommagement des robinets et de toute autre partie sous pression des systèmes de confinement des gaz combustibles et tout dégagement accidentel de gaz dans les conditions normales de transport. Le système de confinement des gaz combustibles doit être fixé de façon à ne pas glisser, à ne pas rouler et à ne pas subir de déplacements verticaux.

e) Les systèmes de confinement des gaz combustibles doivent satisfaire aux dispositions des alinéas *a, b, c, d* ou *e* du 4.1.6.1.8.

f) Les dispositions du chapitre 5.2 relatives au marquage et à l'étiquetage doivent être appliquées, sauf si les enveloppes de confinement des gaz combustibles sont expédiées dans un dispositif de préhension. Si tel est le cas, les marquages et étiquettes de danger doivent être apposées sur ledit dispositif.

g) Documentation

Chaque lot qui est transporté conformément à cette disposition spéciale doit être accompagné d'un document de transport comportant au moins les informations ci-après:

i) Le numéro ONU du gaz contenu dans les enveloppes de confinement des gaz combustibles, précédé des lettres «UN»;

ii) La désignation officielle de transport du gaz;

iii) Le numéro de la division;

iv) Le nombre d'enveloppes de confinement des gaz combustibles;

v) Dans le cas des gaz liquéfiés, la masse totale de gaz pour chaque enveloppe de confinement des gaz combustibles et, dans le cas des gaz comprimés, la capacité totale en eau de chaque enveloppe de confinement des gaz combustibles, suivie de la pression nominale de service;

vi) Les noms et adresses de l'expéditeur et du destinataire.

i) Les éléments i) à v) doivent apparaître comme dans les exemples ci-après:

Exemple 1: «No ONU 1971 gaz naturel, comprimé, 2.1, un dispositif de stockage de gaz combustibles d'une capacité totale de 50 l, sous une pression de 200 bar».

Exemple 2: «No ONU 1965 hydrocarbures gazeux en mélange, liquéfié, n. s. a., 2.1, trois dispositifs de stockage des gaz combustibles pour véhicule, la masse de gaz étant pour chacun de 15 kg».

Annexe

Prescriptions d'épreuves pour les récipients à gaz sous pression

Prescription d'épreuve	Bouteilles à gaz transportables – bouteilles entièrement bobinées en matériaux composites (EN 12245) telles que mentionnées dans le 6.2.4.1 de l'ADR/RID	Prescriptions relatives à l'homologation des véhicules fonctionnant au GNC (Règlement CEE 110)	ISO 11439 Bouteilles à gaz – Bouteilles haute pression pour le stockage de gaz naturel utilisé comme carburant à bord des véhicules automobiles	ISO 15500 Véhicules routiers – Composants des systèmes de combustible gaz naturel comprimé (GNC)	Règlement CE 79/2009 et Règlement (UE) 406/2010 de la Commission concernant la réception par type des véhicules à moteur fonctionnant à l'hydrogène	Règlement technique mondial sur les véhicules à hydrogène et à pile à combustible (ECE/TRANS/180/Add.13)
PW/PH	300/450	200/300	200/300	200/500	700/1050	700/1050
Pression d'éclatement (min)	> 225 %	> 450 bar et > rapport de contraintes (calcul)	> 450 bar et > rapport de contraintes (calcul)		> 225 % de la PSN (=PW) (jusqu'à 350 % pour les fibres de verre)	> 225 % de la PSN; +/- 10 % de la pression d'éclatement initiale médiane Réceptacles dont le principal composant est la fibre de verre: 350 % de la PSN
Cycle de charge à la température ambiante	500 cycles par an à la PH	1 000 cycles par an à 125 % (PSN=PW)	1 000 cycles par an à 125 % (PSN=PW)	48 000 5...300bar 20 °C	Jusqu'à 45 000 cycles d'essai (2 bar/125 % de la PSN) sans rupture/ seulement perte d'étanchéité	22 000 cycles à 125 % de la PSN sans perte d'étanchéité pendant un minimum de 5 500 cycles pas de rupture/ seulement perte d'étanchéité
Cycle de charge (températures extrêmes)	À +65 °C: 5 000 cycles de charge à la pression hydraulique à 95 % humidité relative 5 000 cycles de charge à la PSN	500 cycles de charge/an à 130 % de la PSN et 95 % d'humidité relative à 65 °C et 500 cycles de charge à -40 °C	48h à 65 °C et 95 % d'humidité relative; 10 000 cycles 20...260bar 65 °C refroidissement à -40 °C 10 000 cycles 20...200bar -40 °C	1 000 température élevée 10...300bar; 85 °C 1 000 température basse 5...150bar; -40 °C	48h à 85 °C et 95 % d'humidité relative; 7 500 cycles de pression entre 2bar et 125 % de la PSN – stabilisation à la température ambiante; refroidissement à -40 °C 7 500 cycles de pression	500 cycles de charge (jusqu'à 150 % de la PSN à -40 °C, +20 °C et 50 °C) pas de perte d'étanchéité, pas de rupture

Tolérance aux défauts	2 entailles de 1 mm, 50 % de l'épaisseur de la paroi 1 ^{re} bouteille Essai de rupture: >4/3 x PH 2 ^e bouteille: 1 000 cycles de charge à 2/3 de la PH Pas de nouvelle perte d'étanchéité/sans rupture	Entailles > identifiables à l'examen visuel 3 000 cycles de charge à 260 bar pas de perte d'étanchéité; 12 000 cycles de charge à 260 bar pas de rupture	Deux incisions: 1. 1,25 mm de profondeur et 25 mm de long; 2. 0,75 mm de profondeur et 200 mm de long 20 000 cycles 260 bar pas de rupture, la perte d'étanchéité ne doit pas se produire avant au-moins 3 000 cycles avant la rupture	-	Deux entailles (25 mm de long et 1,25 mm de profondeur; 200 mm de long; 0,75 mm de profondeur) 3 000 cycles de pression (2 bar - 125 % de la PSN) sans rupture ou perte d'étanchéité	Deux incisions: 1. 1,25 mm de profondeur et 25 mm de long 2. 0,75 mm de profondeur et 200 mm de long Pas de rupture, pas de perte d'étanchéité avant au minimum 5 500 cycles
Perméabilité	X pour le gaz soumis à l'essai > X remplissage 672 h à 2/3 de la PH X ml/h/L max X = 0,25 ou individ.	GNC/90 % N ₂ /10 % He état stable à la PSN max 0,25 ml/h/L	500 h 0,25 cm ³ /h/l Méthane 200 bar	-	500 h ou état stable > 48 h à la PSN Max. 6 Nccm/h/L	115 % de la PSN à 50 °C pendant 30 h ou jusqu'à l'état stable selon la durée la plus longue 46 Nml/h/L
Impact (balle)	Pas de rupture après une entrée à 45 °	Pas de rupture après une entrée à 45 ° à la PSN	PNS + 10 bar Pas de rupture après une entrée à 45 ° pour le type 4	-	Pas de rupture après une entrée à 45 ° à la PSN	Non mentionné
Impact (chute)	1 chute d'une hauteur de 1,2 m sur une plaque en acier dans cinq positions différentes	- En position horizontale, le fond étant à 1,8 m au-dessus de la surface sur laquelle se produit la chute, - Verticalement sur chaque extrémité le fond étant à 1,8 m au-dessus de la surface sur laquelle se produit la chute, - À un angle de 45 ° sur une ogive d'une hauteur telle que le centre de gravité soit à 1,8 m, puis cycles de pression allant jusqu'à 125 % de la PSN	Chute à un angle de 45 °: centre de gravité 1,8 m 488J 20 000 cycles à 260 bar Après 3 000 cycles perte d'étanchéité avant rupture autorisée		Non mentionné	Chute à un angle de 45 °: centre de gravité 1,8 m Deux chutes sur les extrémités du récipient: centre de gravité à une hauteur de 1,8 m Chute en position horizontale: 1,8 m par rapport au fond du récipient suivi de 5 500 cycles de pression

Épreuve du brasier	590 °C au bout de 2 minutes avec le dispositif de décompression à 100 % de la PW	590 °C au bout de 5 minutes avec le dispositif de décompression à 100 % de la PSN	590 °C au bout de 5 minutes avec le dispositif de décompression à 100 % de la PSN	600 °C ± 10 °C 2 minutes 20 bar	590 °C au bout de 2 minutes avec le dispositif de décompression à 100% de la PSN (détente supérieure au dispositif de décompression; pas de rupture)	590 °C au bout de 3 minutes avec le dispositif de décompression; à 100% du dispositif de décompression Les gaz du réservoir doivent être évacués par le dispositif de décompression et le réservoir ne doit pas éclater
--------------------	--	---	---	---------------------------------------	--	--