



**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****Soixante et unième session**

Genève, 28 novembre-6 décembre 2022

Point 6 c) de l'ordre du jour provisoire

**Propositions diverses d'amendements au Règlement type pour
le transport des marchandises dangereuses : citernes mobiles****Section 6.9.3 « Prescriptions relatives à la conception et à la
construction des équipements de service en plastique renforcé
de fibres pour citernes mobiles et aux contrôles et épreuves
qu'ils doivent subir » et amendements à la section 6.9.1****Communication du Président du groupe de travail informel
des équipements de service en plastique renforcé de fibres (PRF)
pour citernes mobiles*****Introduction**

1. Le groupe de travail informel des équipements de service en plastique renforcé de fibres (PRF) pour citernes mobiles a été créé pour élaborer des dispositions relatives aux équipements de service en PRF pour citernes mobiles, comme proposé dans le document ST/SG/AC.10/C.3/2021/8. La proposition était fondée sur l'étude expérimentale complète présentée dans le document informel INF.3 (cinquante-huitième session). Depuis sa création, le groupe de travail informel s'est réuni, au cours de la période 2021-2022, en marge de chaque session du Sous-Comité d'experts du transport des marchandises dangereuses, a organisé plusieurs conférences téléphoniques et a échangé une abondante correspondance électronique.

Contexte

2. Le Sous-Comité est invité à noter que le groupe de travail informel des équipements de service en PRF pour citernes mobiles a mis la dernière main au document de base dont il avait été rendu compte précédemment dans le document informel INF.39 (soixantième session).

* A/75/6 (Sect. 20), par. 20.51.



3. Le Sous-Comité est également invité à noter que le groupe de travail informel des équipements de service en PRF pour citernes mobiles se réunira en marge de sa session plénière (soixante et unième session) afin de poursuivre l'élaboration de prescriptions concernant les équipements de service en PRF pour citernes mobiles.
4. Dans le cadre de ces réunions, le groupe de travail informel reprendra l'examen des questions dont il est chargé en tenant compte de l'état d'avancement du travail qu'il aura accompli par téléconférence et par correspondance avant la réunion, et prendra également en compte les observations formulées par le Sous-Comité au sujet du projet de dispositions réglementaires concernant les équipements de service en PRF pour citernes mobiles qui figurent dans l'annexe du présent document. Le groupe de travail informel devrait centrer ses travaux sur les questions non encore résolues et sur celles que le Sous-Comité souhaite voir examinées plus avant.
5. On trouvera en annexe le projet de texte réglementaire concernant les équipements de service en PRF pour citernes mobiles en tant qu'amendements au chapitre actuel du Règlement type.
6. Le groupe de travail informel rendra compte de ses travaux à la soixante et unième session plénière du Sous-Comité, au cours de laquelle il présentera un document informel sur lequel les représentants seront invités à faire des observations.
7. Les représentants qui souhaiteraient participer à la prochaine réunion du groupe de travail informel sont invités à contacter le Président du groupe (i.sergeichev@skoltech.ru).

Mesures à prendre

8. Le Sous-Comité est invité à examiner le projet de texte réglementaire figurant en annexe, pour adoption.
9. Le groupe de travail informel propose d'organiser une session hybride d'une journée parallèlement à la soixante et unième session du Sous-Comité.

Annexe

Modifications à apporter au chapitre 6.9

À la section 6.9.1, modifier le 6.9.1.4 et ajouter le 6.9.1.5 pour lire comme suit :

« 6.9.1.4 Les prescriptions de la section 6.9.3 s'appliquent aux équipements de service en plastique renforcé de fibres (PRF) pour citernes mobiles dont les réservoirs sont construits en matériaux métalliques ou en PRF destinées au transport des marchandises dangereuses des classes ou divisions 1, 3, 5.1, 6.1, 6.2, 8 et 9, par tous les modes de transport.

6.9.1.5 Les prescriptions des 6.7.2.5 à 6.7.2.9 et 6.7.2.11 à 6.7.2.16 s'appliquent aux équipements de service en PRF, y compris les parties métalliques (ressorts, fixations, etc.). ».

Ajouter la section 6.9.3 libellée comme suit :

« 6.9.3 Prescriptions relatives à la conception et à la construction des équipements de service en plastique renforcé de fibres pour citernes mobiles et aux contrôles et épreuves qu'ils doivent subir

6.9.3.1 Définitions

Aux fins de la présente section, les définitions des 6.7.2.1 et 6.9.2.1, à l'exception des celles relatives aux matériaux métalliques, s'appliquent à la construction des équipements de service pour citernes mobiles.

En outre, les définitions ci-après s'appliquent aux équipements de service en plastique renforcé de fibres (PRF).

On entend par : *Équipement de service en PRF*, les vannes d'arrêt, les dispositifs de sûreté, les couvercles de trou d'homme, les trappes de nettoyage et les brides borgnes en plastique renforcé de fibres (PRF), y compris leurs parties métalliques (par exemple les ressorts et les fixations pour citernes mobiles).

Moulage par injection, un procédé de fusion de pastilles de plastique (polymères thermodurcissables/thermoplastiques) qui, une fois suffisamment malléables, sont injectées sous pression dans une cavité du moule, qui se remplit et se solidifie pour donner le produit final.

Moulage par compression, un procédé de fabrication de pièces composites dans une large gamme de volumes utilisant généralement un outil métallique adapté dans une presse chauffée (normalement hydraulique) pour consolider des matériaux en feuilles ou des mélanges à mouler à des pressions relativement élevées.

Moulage par injection à réaction renforcée, un procédé consistant à mélanger deux ou plusieurs résines dans la chambre de mélange pour former un polymère thermodurcissable sous haute pression. Des agents de renforcement comme des fibres de verre ou du mica sont ajoutés au mélange. Le mélange de résine est ensuite versé de manière dosée dans un moule à l'aide de pompes haute pression ou de cylindres d'injection.

Échantillon-coupon, un échantillon en PRF fabriqué et éprouvé conformément aux normes nationales et/ou internationales pour définir les valeurs admissibles de conception. Les échantillons-coupons sont fabriqués au moyen de la même technologie que celle utilisée pour les équipements de service en PRF appropriés.

Échantillon d'inspection, un échantillon découpé dans l'équipement de service en PRF afin d'établir l'identité du dispositif de série par rapport au prototype.

Constituants en plastique renforcé de fibres, des fibres et/ou particules de renforcement, des polymères thermodurcis ou thermoplastiques (matrice), des adhésifs et des additifs.

6.9.3.2 Prescriptions générales concernant la conception et la construction

6.9.3.2.1 Aux fins de la présente section, les prescriptions des paragraphes 6.7.2.2.11, 6.7.2.5.1, 6.7.2.5.6, 6.7.2.5.10, 6.7.2.6.3, 6.7.2.8.2, 6.7.2.8.3, 6.7.2.9, 6.7.2.12, 6.7.2.13, 6.7.2.14 et 6.7.2.15 s'appliquent aux équipements de service en PRF. Les équipements de service en PRF doivent être conçus et construits conformément aux dispositions d'un code pour appareils à pression et des normes nationales et internationales, applicables aux PRF et reconnus par l'autorité compétente.

6.9.3.2.2 Système qualité du fabricant

6.9.3.2.2.1 Le fabricant d'équipements de service en PRF doit disposer d'un système qualité documenté garantissant la conformité de chaque élément de la production en série de l'équipement au prototype approuvé. Le programme d'assurance qualité doit être soumis à l'autorité compétente pour approbation. Tous les fournisseurs de matériaux et de composants destinés aux équipements de service en PRF du fabricant doivent disposer d'un système qualité documenté, mis au point conformément aux principes généraux des normes de qualité internationales et nationales.

6.9.3.2.3 Équipements de service en PRF

6.9.3.2.3.1 Les équipements de service en PRF doivent être munis de joints rigides adaptés au réservoir de la citerne mobile. Les raccords ne doivent pas provoquer, dans le réservoir et l'équipement, de concentrations de contraintes locales dangereuses dépassant les valeurs admissibles de conception pour toutes les conditions de fonctionnement et d'essai.

6.9.3.2.3.2 Les équipements de service en PRF doivent être faits de matériaux appropriés, capables de résister à des températures de calcul comprises entre -40 °C et $+50\text{ °C}$, à moins que d'autres gammes de température ne soient prescrites par l'autorité compétente du pays où s'effectue le transport pour des conditions climatiques ou de fonctionnement plus extrêmes (par exemple, présence d'éléments chauffants).

6.9.3.2.3.3 Les équipements de service en PRF et leurs joints boulonnés et/ou collés au réservoir de la citerne mobile doivent être conçus et construits de manière à résister à la pression d'épreuve au moins égale à 1,5 fois la pression de calcul. Des dispositions spéciales sont prévues pour certaines matières dans l'instruction de transport en citernes mobiles applicable indiquée dans la colonne 13 de la Liste des marchandises dangereuses et décrite au 4.2.5, ou dans les dispositions spéciales applicables au transport en citernes mobiles indiquée dans la colonne 14 de la Liste des marchandises dangereuses et décrite au 4.2.5.3.

6.9.3.2.3.4 Les équipements de service en PRF doivent résister aux vibrations, aux impacts de service, à l'exposition à la température de la matière et aux effets dus à l'environnement.

6.9.3.2.3.5 Les calculs de conception des équipements de service en PRF et des joints qui les relient « au réservoir de la citerne mobile doivent être effectués en appliquant la méthode des éléments finis ou conformément à la norme pour récipients à pression applicable.

6.9.3.2.3.6 Les équipements de service en PRF doivent satisfaire aux mêmes prescriptions que celles indiquées au 6.9.2.2.3.14 pour le transport de matières ayant un point d'éclair ne dépassant pas 60 °C .

6.9.3.2.4 Matériaux

6.9.3.2.4.1 Résines

Le traitement du mélange de résine doit être effectué strictement selon les recommandations du fournisseur. Cela est notamment le cas des durcisseurs, des amorceurs et des accélérateurs. Les résines peuvent être :

- Des résines polyester non saturées ;
- Des résines vinylester ;
- Des résines époxydes ;
- Des résines phénoliques ;

- Des résines thermoplastiques.

La température de distorsion thermique (HDT) de la résine, déterminée conformément aux normes ISO 75-1:2013 et ISO 75-2:2013, doit être supérieure d'au moins 20 °C à la température de service maximale de la citerne, mais ne doit en aucun cas être inférieure à 70 °C.

6.9.3.2.4.2 Adjuvants

Les adjuvants nécessaires pour le traitement de la résine, tels que catalyseurs, accélérateurs, durcisseurs et matières thixotropiques, de même que les matériaux utilisés pour améliorer les caractéristiques de la citerne, tels que charges, colorants, pigments, etc., ne doivent pas affaiblir le matériau, compte tenu de la durée de vie et de la température de fonctionnement prévue selon le type.

6.9.3.2.4.3 Fibres de renforcement

Les fibres de renforcement doivent être des fibres à brins courts ou des fibres continues de plusieurs types.

6.9.3.2.4.4 Les équipements de service en PRF doivent être fabriqués par moulage par compression, injection, injection à réaction renforcée ou au contact. D'autres technologies de fabrication peuvent être utilisées avec l'accord de l'autorité compétente.

6.9.3.3 Critères de conception

6.9.3.3.1 Les équipements de service en PRF doivent être conçus de façon à pouvoir analyser les contraintes mathématiquement ou expérimentalement avec des jauges de contrainte à fil résistant ou par d'autres méthodes agréées par l'autorité compétente.

6.9.3.3.2 Les équipements de service en PRF doivent être conçus et fabriqués de façon à résister à la pression d'épreuve indiquée aux 6.7.2.5.6 et 6.9.3.2.3.3.

6.9.3.3.3 À la pression d'épreuve prescrite, la déformation maximale relative due à la traction mesurée dans l'équipement de service en PRF, en mm/mm, ne doit pas entraîner la formation de microfissures, et ne doit donc pas dépasser le premier point de rupture ou d'endommagement de la résine à l'allongement, mesuré lors des essais de traction prescrits aux 6.9.2.7.1.2 c) et 6.9.3.4.1.1.

6.9.3.3.4 Pour la pression d'épreuve interne prescrite au 6.9.3.2.3.3, les critères de défaillance ne doivent pas dépasser la valeur suivante :

$$FC \leq \frac{1}{K}$$

où

$$K = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5$$

où

K doit avoir une valeur minimale de 4.

K_0, K_1, K_2, K_3, K_4 sont indiqués au 6.9.2.3.4.

K_5 est un facteur lié à la détérioration des propriétés du matériau dû à l'exposition au brouillard salin et au rayonnement ultraviolet.

$$K_5 = \frac{\sigma_n}{\sigma_{eff}}$$

où σ_n est la résistance à la traction nominale (dans des conditions normales) du matériau en PRF et σ_{eff} est la résistance à la traction du matériau après une exposition consécutive au brouillard salin conformément aux normes ISO 12944-2 et ISO 12944-6, pendant 168 heures à $+(35 \pm 2)$ °C, et une exposition aux rayons ultraviolets conformément à la norme ISO 4892-2, pendant 168 heures à $+(23 \pm 2)$ °C.

$\sigma_{eff} = \min(\sigma_{eff}^1, \sigma_{eff}^2 \dots \dots \sigma_{eff}^k)$, où $1,2,\dots,k$ – identifiants des matières approuvées pour être transportées par la citerne mobile concernée. Si un revêtement de protection est utilisé, les échantillons ainsi revêtus doivent être fabriqués et soumis à l'essai.

Un exercice de validation de la conception s'appuyant sur une analyse numérique et sur un critère pertinent de défaillance des composites doit être entrepris pour vérifier que les équipements de service en PRF sont inférieures aux valeurs admissibles. Les critères pertinents de défaillance des composites comprennent, entre autres, la méthode SIFT (Strain Invariant Failure Theory), le critère de déformation maximale ou le critère de contrainte maximale. D'autres critères de résistance sont autorisés, après accord avec l'autorité compétente. La méthode de cet exercice de validation de la conception et ses résultats doivent être communiqués à l'autorité compétente.

Les valeurs admissibles doivent être déterminées sur la base d'expériences visant à établir les paramètres requis en fonction des critères de défaillance choisis, associés au facteur de sécurité K, aux valeurs de résistance mesurées conformément à la norme ISO 527-4:1997, et aux critères de déformation maximale en tension prescrits au 6.9.2.3.5.

6.9.3.3.5 La résistance des équipements de service en PRF et des joints qui les relient au réservoir de la citerne mobile doit être calculée au moyen de la méthode des éléments finis. Les singularités doivent être traitées en suivant une méthode adéquate conformément au code de conception appliqué.

6.9.3.4 Essais des matériaux

6.9.3.4.1 Résines

6.9.3.4.1.1 Allongement à la rupture de la résine selon la norme ISO 527-2.

6.9.3.4.1.2 Température de déformation thermique selon les normes ISO 75-1:2013 et ISO 75-2:2013.

6.9.3.4.2 Échantillons-coupons

6.9.3.4.2.1 Résistance à la traction et allongement à la rupture conformément à la norme ISO 527-4.

6.9.3.4.2.2 Résistance à la flexion conformément à la norme ISO 14125:1998.

6.9.3.4.2.3 Essai de résistance au matage conformément à la norme ISO 12815:2013.

6.9.3.4.2.4 Masse volumique conformément à la norme ISO 1183-1.

6.9.3.4.2.5 Teneur en masse et composition des fibres de renforcement conformément à la norme ISO 1172. La teneur en masse de fibres des échantillons-coupons doit être comprise entre 90 % et 100 % de la teneur minimale en masse de fibres spécifiée pour l'équipement de service en FRP approprié et obtenue à partir d'essais sur les échantillons d'inspection.

6.9.3.4.2.6 Compatibilité chimique avec les matières transportées conformément au 6.9.2.7.1.3.

6.9.3.4.2.7 Dureté conformément à la norme ISO 868:2003.

6.9.3.4.2.8 Température de déformation thermique conformément aux normes ISO 75-1:2013 et ISO 75-2:2013.

6.9.3.4.2.9 Facteur de fluage α selon la procédure prescrite au 6.9.2.7.1.2 e). Les échantillons d'essai doivent être prélevés conformément à la norme ISO 14125:1998.

6.9.3.4.2.10 Facteur de vieillissement β selon la procédure prescrite au 6.9.2.7.1.2 f). Les échantillons d'essai doivent être prélevés conformément à la norme ISO 14125:1998.

6.9.3.4.2.11 Des essais supplémentaires doivent être effectués pour déterminer les propriétés des matériaux nécessaires au calcul de conception.

6.9.3.4.3 Échantillons d'inspection

Avant les essais, les échantillons doivent être débarrassés de tout revêtement. Les essais doivent porter sur les 6.9.3.4.2.1 à 6.9.3.4.2.8.

6.9.3.5 Agrément de type

6.9.3.5.1 Pour tout prototype d'équipement de service en PRF, l'autorité compétente, ou un organisme désigné par elle, doit établir un certificat d'agrément de type. Ce certificat doit attester que le prototype a été contrôlé par l'autorité, convient à l'usage auquel il est destiné et répond aux prescriptions générales énoncées dans le présent chapitre.

Il doit comporter la mention indiquant que les épreuves sur le prototype ont été effectuées conformément au 6.9.3.5.2, les informations sur les matières dont le transport est autorisé, les matériaux du corps et des garnitures d'étanchéité et le numéro du certificat.

6.9.3.5.2 Le procès-verbal d'épreuve du prototype d'équipement de service en PRF doit comprendre au moins :

- a) Les résultats des essais réalisés sur le matériau utilisé pour la construction des équipements de service en PRF conformément aux prescriptions des 6.9.3.4.1 à 6.9.3.4.3 ;
- b) Les résultats des essais réalisés conformément à la norme ISO 4126-1:2013 pour les dispositifs de sûreté appropriés ;
- c) Les résultats des essais sous pression réalisés conformément à la procédure approuvée par l'autorité compétente. La pression d'épreuve ne doit pas être inférieure à la plus élevée des valeurs suivantes : quatre fois la pression de service maximale admissible (PSMA) du réservoir, ou quatre fois la pression à laquelle celui-ci peut être soumis en service sous l'action d'une pompe ou d'un autre dispositif (à l'exception des dispositifs de décompression) ;
- d) Les résultats de l'essai de résistance au feu réalisés conformément à la norme ISO 21843:2018 ;
- e) Les résultats des essais de résistance électrique réalisés conformément à la procédure reconnue par l'autorité compétente ;
- f) Les résultats des autres essais prescrits par l'autorité compétente.

6.9.3.5.3 Un programme d'inspection de la durée de service doit être mis en place et prévu dans le manuel d'exploitation, afin de surveiller l'état de l'équipement de service en PRF lors des contrôles périodiques. Ce programme doit être agréé par l'autorité compétente.

6.9.3.6 Contrôles et épreuves

6.9.3.6.1 Les équipements de service en PRF doivent être soumis à un contrôle et à une épreuve avant leur mise en service. Le contrôle et l'épreuve initiaux après fabrication doivent comprendre une vérification des caractéristiques de conception et un examen extérieur de l'équipement de service en PRF compte tenu des matières devant être transportées, et une épreuve de pression. Avant que l'équipement de service en PRF ne soit mis en service, il faut procéder à une épreuve d'étanchéité et à la vérification du bon fonctionnement de l'équipement. Les soupapes de sécurité doivent être soumises à une épreuve pour déterminer la pression d'ouverture et de fermeture. Le programme de contrôle et d'épreuve initiaux doit être agréé par l'autorité compétente.

6.9.3.6.2 Le contrôle et l'épreuve périodiques des équipements de service en PRF doivent être effectués lors du contrôle de la citerne mobile réalisé conformément aux dispositions des 6.7.2.19.2, 6.7.2.19.4 et 6.7.2.19.5, selon le programme d'inspection de la durée de service agréé par l'autorité compétente.

6.9.3.6.3 Le contrôle et l'épreuve exceptionnels s'imposent lorsque l'équipement de service en PRF présente des signes de détérioration, des fuites ou d'autres anomalies indiquant une faiblesse susceptible de compromettre l'intégrité de la citerne mobile. Le contrôle exceptionnel doit comprendre des essais non destructifs réalisés à la demande de l'autorité compétente.

6.9.3.6.4 Les contrôles et les épreuves indiquées aux 6.9.3.6.1 à 6.9.3.6.3 doivent être effectués par un expert agréé par l'autorité compétente ou l'organisme désigné par elle ou en présence d'un tel expert.

6.9.3.6.5 Dans tous les cas où des travaux de réparation ont été effectués sur l'équipement de service en PRF, ces travaux doivent être approuvés par l'autorité compétente, compte tenu des prescriptions du présent chapitre.

6.9.3.7 Marquage

6.9.3.7.1 Marquage des dispositifs de sûreté

Sur chaque dispositif de décompression, les indications ci-après doivent être marquées :

- Nom du fabricant et numéro de série de l'équipement ;
- Nom des matériaux du corps et des garnitures d'étanchéité ;
- Numéro du certificat d'agrément de type ;
- Pression nominale de décharge (en MPa ou bar) du dispositif ;
- Tolérances admissibles pour la pression d'ouverture des dispositifs de décompression à ressort ;
- Débit nominal des dispositifs de décompression à ressort dans des conditions normales (pression extérieure de 1 bar et température ambiante de 0 °C) en m³ d'air normalisés par seconde, nm³/s (calculé conformément à la norme ISO 4126-7:2013) ;
- Section transversale des dispositifs de décompression à ressort (en mm²) ;
- Pression de service maximale admissible (PSMA) ;
- Intervalle des températures de calcul.

6.9.3.7.2 Marquage des obturateurs

Sur chaque obturateur, les indications ci-après doivent être marquées :

- Nom du fabricant et numéro de série de l'équipement ;
- Nom des matériaux du corps et des garnitures d'étanchéité ;
- Numéro du certificat d'agrément de type ;
- Désignation du dispositif d'arrêt ;
- Diamètre nominal (en mm) ;
- Pression de service maximale admissible (PSMA) ;
- Direction du débit moyen ;
- Intervalle des températures de calcul.

6.9.3.7.3 Marquage des couvercles de trou d'homme

Sur chaque couvercle de trou d'homme, les indications ci-après doivent être marquées :

- Nom du fabricant et numéro de série de l'équipement ;
- Numéro du certificat d'agrément de type ;
- Nom des matériaux du corps et des garnitures d'étanchéité ;
- Diamètre nominal (en mm) ;
- Pression de service maximale admissible (PSMA) ;
- Intervalle des températures de calcul. ».