|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Nations Unies | ST/SG/AC.10/C.3/2020/57/Rev.1 |
| _unlogo | **Secrétariat** | Distr. générale21 septembre 2020FrançaisOriginal : anglais |

**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**

**Cinquante-septième session**

Genève, 30 novembre-8 décembre 2020

Point 6 c) de l’ordre du jour provisoire

**Propositions diverses d’amendements au Règlement type
pour le transport des marchandises dangereuses :
Citernes mobiles en plastique renforcé de fibres**

 Groupe de travail informel des citernes mobiles en plastique renforcé de fibres

 Communication du Président du groupe de travail[[1]](#footnote-2)\*

**Révision**

 Contexte

1. Le Sous-Comité d’experts du transport des marchandises dangereuses est invité à noter que le groupe de travail informel des citernes mobiles en plastique renforcé de fibres compte se réunir en marge de la session plénière afin de poursuivre l’élaboration de prescriptions concernant les citernes mobiles en plastique renforcé de fibres (PRF). Ce travail dépend de la disponibilité des salles de réunion et des conseils donnés par le secrétariat pour se conformer aux protocoles nécessaires en matière de santé et de sécurité.

2. 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 correspondance avant la réunion, et prendra également en compte les observations reçues au sujet des dispositions réglementaires concernant les citernes mobiles en PRF qui figurent dans les annexes 1 à 3 du présent document.

3. Le groupe de travail informel rendra compte de ses travaux à la séance plénière, au cours de laquelle il présentera un document informel.

4. Les représentants souhaitant participer à la réunion du groupe de travail informel sont invités à s’annoncer au Président du groupe de travail (steven.webb@dot.gov) et à s’inscrire en ligne à la cinquante-septième session du Sous-Comité. En vue de participer aux travaux du groupe de travail informel, les représentants devront s’inscrire soit en tant que membre d’une délégation d’un État représenté au Sous-Comité soit en tant que membre d’une organisation non gouvernementale dotée du statut consultatif auprès du Sous-Comité.

 Introduction

5. Le groupe de travail informel a été créé afin d’élaborer une norme ONU pour les citernes mobiles en plastique renforcé de fibres, comme suite à la proposition initiale soumise par la Fédération de Russie dans le document ST/SG/AC.10/C.3/2017/40. Au cours des trois années qui ont suivi la constitution du groupe de travail informel, celui‑ci s’est réuni en marge de chaque session du Sous-Comité, a organisé plusieurs conférences téléphoniques et a échangé une abondante correspondance électronique.

6. On trouvera dans les annexes 1 à 3 du présent document un projet de texte réglementaire établissant une norme ONU pour les citernes mobiles en PRF. Il est important de signaler que les travaux concernant l’utilisation des liners métalliques et les dispositions relatives aux essais sont toujours en cours de discussion au sein du groupe de travail et que des modifications supplémentaires peuvent être soumises au moyen d’un document informel supplémentaire pour cette session.

7. Les informations fournies dans les annexes portent sur les questions abordées dans les observations écrites et les discussions informelles en ligne de juillet 2020.

8. Les annexes 1 et 2 contiennent des propositions d’amendements aux sections existantes du Règlement type et l’annexe 3 contient un projet de texte réglementaire concernant les citernes mobiles ONU en PRF.

 Mesures à prendre

9. Le Sous-Comité est invité à examiner le texte ci-après pour adoption. Les modifications qu’il est proposé d’apporter aux annexes 2 et 3 par rapport au texte fourni dans le document ST/SG/AC.10/C.3/2020/57 sont indiquées en caractères **gras** ousoulignés pour les ajouts et ~~biffés~~ pour les suppressions.

Annexe I

 Amendements proposés aux 4.2.5.3 et 4.2.5.2.6 du Règlement type pour le transport des marchandises dangereuses

Modifier comme suit les dispositions spéciales applicables au transport en citernes mobiles du 4.2.5.3 :

« **4.2.5.3** ***Dispositions spéciales applicables au transport en citernes mobiles***

Pour éviter tout risque de confinement, les citernes mobiles métalliques **ou en plastique renforcé de fibres** doivent être équipées d’un dispositif de décompression à ressort, d’un disque de rupture ou d’un élément fusible. Selon qu’il convient, la pression de tarage ou la pression d’éclatement ne doit pas être supérieure à 2,65 bar, avec des pressions d’épreuve supérieures à 4 bar ; ».

Modifier comme suit les instructions de transport en citernes mobiles du 4.2.5.2.6 (dans le tableau T1-T22, les notes de bas de page a et b demeurent inchangées) :

« **4.2.5.2.6 *Instructions de transport en citernes mobiles***

Les instructions de transport en citernes mobiles précisent les prescriptions applicables aux citernes mobiles utilisées pour le transport des matières spécifiques. Les instructions de transport en citernes mobiles T1 à T22 indiquent la pression minimale d’épreuve applicable, l’épaisseur minimale du réservoir (en mm d’acier de référence) **ou l’épaisseur minimale du réservoir** **en plastique renforcé de fibres (PRF)** et les prescriptions relatives aux dispositifs de décompression et aux orifices en partie basse. ».

|  | **T1–T22 INSTRUCTIONS DE TRANSPORT EN CITERNES MOBILES T1–T22**Ces instructions s’appliquent aux matières liquides et solides de la classe 1 et des classes 3 à 9. Les dispositions de la section 4.2.1 et les prescriptions de la section 6.7.2 doivent être satisfaites.**Les instructions concernant les citernes mobiles avec un réservoir en PRF s’appliquent aux matières des classes 1, 3, 5.1, 6.1, 6.2, 8 et 9.****En outre, les prescriptions de la section 6.9 s’appliquent aux citernes mobiles avec un réservoir en PRF.** |
| --- | --- |
| Instruction de transporten citernes mobiles | Pression minimale d’épreuve (bar) | Épaisseur minimale du réservoir (en mm d’acier de référence) (voir 6.7.2.4) | Épaisseur minimale du réservoir en PRF | Dispositifs de décompression*a*(voir 6.7.2.8) | Orifices en partie basse*b*(voir 6.7.2.6) |
| T1 | 1,5 | Voir 6.7.2.4.2 | Voir 6.9.2.4 | Normaux | Voir 6.7.2.6.2 |
| T2 | 1,5 | Voir 6.7.2.4.2 | Voir 6.9.2.4 | Normaux | Voir 6.7.2.6.3 |
| T3 | 2,65 | Voir 6.7.2.4.2 | Voir 6.9.2.4 | Normaux | Voir 6.7.2.6.2 |
| T4 | 2,65 | Voir 6.7.2.4.2 | Voir 6.9.2.4 | Normaux | Voir 6.7.2.6.3 |
| T5 | 2,65 | Voir 6.7.2.4.2 | Voir 6.9.2.4 | Voir 6.7.2.8.3 | Non autorisés |
| T6 | 4 | Voir 6.7.2.4.2 | Voir 6.9.2.4 | Normaux | Voir 6.7.2.6.2 |
| T7 | 4 | Voir 6.7.2.4.2 | Voir 6.9.2.4 | Normaux | Voir 6.7.2.6.3 |
| T8 | 4 | Voir 6.7.2.4.2 | Voir 6.9.2.4 | Normaux | Non autorisés |
| T9 | 4 | 6 mm | Voir 6.9.2.4 | Normaux | Non autorisés |
| T10 | 4 | 6 mm | Voir 6.9.2.4 | Voir 6.7.2.8.3 | Non autorisés |
| T11 | 6 | Voir 6.7.2.4.2 | Voir 6.9.2.4 | Normaux | Voir 6.7.2.6.3 |
| T12 | 6 | Voir 6.7.2.4.2 | Voir 6.9.2.4 | Voir 6.7.2.8.3 | Voir 6.7.2.6.3 |
| T13 | 6 | 6 mm | Voir 6.9.2.4 | Normaux | Non autorisés |
| T14 | 6 | 6 mm | Voir 6.9.2.4 | Voir 6.7.2.8.3 | Non autorisés |
| T15 | 10 | Voir 6.7.2.4.2 | Voir 6.9.2.4 | Normaux | Voir 6.7.2.6.3 |
| T16 | 10 | Voir 6.7.2.4.2 | Voir 6.9.2.4 | Voir 6.7.2.8.3 | Voir 6.7.2.6.3 |
| T17 | 10 | 6 mm | Voir 6.9.2.4 | Normaux | Voir 6.7.2.6.3 |
| T18 | 10 | 6 mm | Voir 6.9.2.4 | Voir 6.7.2.8.3 | Voir 6.7.2.6.3 |
| T19 | 10 | 6 mm | Voir 6.9.2.4 | Voir 6.7.2.8.3 | Non autorisés |
| T20 | 10 | 8 mm | Voir 6.9.2.4 | Voir 6.7.2.8.3 | Non autorisés |
| T21 | 10 | 10 mm | Voir 6.9.2.4 | Normaux | Non autorisés |
| T22 | 10 | 10 mm | Voir 6.9.2.4 | Voir 6.7.2.8.3 | Non autorisés |

*а* Dans le cas où figure la mention « Normaux », toutes les prescriptions du 6.7.2.8 s’appliquent, à l’exception du 6.7.2.8.3.

*b* Si, dans cette colonne, il est indiqué « non autorisés », les orifices en partie basse ne sont pas autorisés lorsque la matière à transporter est une matière liquide (voir 6.7.2.6.1). Lorsque la matière à transporter est une matière solide à toutes les températures pouvant apparaître dans des conditions normales de transport, les orifices en partie basse conformes aux prescriptions du 6.7.2.6.2 sont autorisés.

Annexe II

 Amendements proposés au chapitre 6.7 du Règlement type pour le transport des marchandises dangereuses

Ajouter un nouveau nota au début du chapitre 6.7, libellé comme suit :

***NOTA****: Les prescriptions du présent chapitre s’appliquent également aux citernes mobiles en plastique renforcé de fibres (PRF) dans les conditions indiquées au chapitre 6.9.*

Annexe III

 Proposition de nouveau chapitre 6.9 du Règlement type pour le transport des marchandises dangereuses

À la suite de l’actuel chapitre 6.8, ajouter un nouveau chapitre 6.9, libellé comme suit :

 « Chapitre 6.9

 Prescriptions relatives à la conception et à la construction des citernes mobiles à réservoir en plastique renforcé de fibres (PRF) et aux contrôles et épreuves qu’elles doivent subir

6.9.1 Domaine d’application et prescriptions générales

6.9.1.1 Les prescriptions de la section 6.9.2 s’appliquent aux citernes mobiles à réservoir en plastique renforcé de fibres conçues pour le 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. Outre les prescriptions formulées dans le présent chapitre, et sauf indication contraire, les prescriptions applicables énoncées dans la Convention internationale sur la sécurité des conteneurs (CSC) de 1972, telle que modifiée, doivent être remplies par toute citerne mobile multimodale en plastique renforcé de fibres répondant à la définition du “conteneurˮ aux termes de cette Convention.

6.9.1.2 Les prescriptions du présent chapitre ne s’appliquent pas aux citernes mobiles offshore.

6.9.1.3 Les ~~dispositions~~ prescriptions du chapitre 4.2 et de la section 6.7.2 s’appliquent aux réservoirs de citernes mobiles en PRF, à l’exception de celles qui sont relatives à l’utilisation de matières métalliques pour la construction d’une citerne mobile à réservoir et des prescriptions supplémentaires énoncées dans le présent chapitre.

6.9.1.4 Pour tenir compte du progrès scientifique et technique, les prescriptions techniques du présent chapitre pourront être remplacées par d’autres ~~dispositions~~ prescriptions (“arrangements alternatifsˮ) qui devront offrir un niveau de sécurité au moins égal à celui des ~~dispositions~~ prescriptions du présent chapitre quant à la compatibilité avec les matières transportées et la capacité de la citerne mobile en PRF à résister aux chocs, aux charges et au feu. En cas de transport international, les citernes mobiles en PRF construites selon ces arrangements alternatifs devront être agréées par les autorités compétentes.

6.9.2 Prescriptions relatives à la conception et à la construction des citernes mobiles en PRF et aux contrôles et épreuves qu’elles doivent subir

6.9.2.1 Définitions

Aux fins de la présente section, les définitions du 6.7.2.1 s’appliquent à la construction du réservoir d’une citerne mobile, sauf en ce qui concerne les définitions relatives aux matières métalliques (“acier à grain finˮ, “acier douxˮ et “acier de référenceˮ).

En outre, les définitions suivantes s’appliquent aux citernes mobiles à réservoir en PRF :

Par *couche externe*, on entendla partie du réservoir qui est directement exposée à l’atmosphère ;

Par *plastique renforcé de fibres (PRF)*, on entendun matériau structurel constitué d’un renforcement fibreux et/ou particulaire contenu dans un polymère thermodurci ou thermoplastique (matrice) ;

Par *enroulement filamentaire*, on entendun procédé de construction de structures en PRF dans lequel des éléments de renfort continus (filaments, bandes, ou autres), imprégnés d’une matrice, soit avant soit pendant l’enroulement, sont placés sur un moule ou un mandrin rotatif. Le moule est généralement une surface de révolution qui peut avoir des fonds ;

Par *réservoir en PRF*, on entendun élément étanche de forme cylindrique dont le volume intérieur est conçu pour le stockage et le transport de produits chimiques ;

Par *citerne en PRF*, on entendune citerne construite avec un réservoir en PRF*,* comportant des fonds, un équipement de service, des dispositifs de décompression et d’autres équipements ;

Par *transition vitreuse*, on entendun changement d’état réversible d’un polymère amorphe ou de régions amorphes d’un polymère semi-cristallin passant de l’état visqueux ou caoutchouteux à l’état solide et relativement cassant ou inversement ;

Par *température de transition vitreuse (Tg)*, on entendunevaleur caractéristique de la plage de température dans laquelle la transition vitreuse se produit ;

Par *moulage au contact*, on entendun procédé de moulage des plastiques renforcés dans lequel le renfort et la résine sont placés sur un moule. Le durcissement peut se produire à température ambiante ou par application de chaleur à l’aide d’un système de résine thermodurcissable ;

Par *doublure*, on entendune couche placée sur la surface interne d’un réservoir en PRF de manière à éviter tout contact avec les marchandises dangereuses transportées ;

Par *mat*, on entendun moyen de renfort constitué de fibres disposées de manière aléatoire, hachées ou torsadées, assemblées en feuilles de longueur et d’épaisseur variables ;

Par *réservoir échantillon témoin*, on entendun spécimen en PRF qui doit être représentatif du réservoir de la citerne, fabriqué parallèlement à la construction du réservoir lorsqu’il n’est pas possible de prélever des échantillons directement sur le réservoir. L’échantillon de réservoir témoin peut être plat ou incurvé ;

Par *échantillon représentatif*, on entendun échantillon prélevé sur le réservoir ;

Par *infusion de résine*, on entendune méthode de construction de PRF par laquelle un renfort sec est placé dans un moule en deux parties, dans un moule ouvert associé à un sac à vide, ou selon un autre procédé, et la résine liquide est injectée dans la pièce par application d’une pression externe à l’entrée du moule et/ou par application d’un vide total ou partiel à l’évent ;

Par *mèche*, on entendun faisceau de fibres long et étroit ;

Par *couches structurales*, on entendlescouches en PRF d’un réservoir de citerne requises pour supporter les charges de calcul ;

Par *coupon d’essai*, on entendun échantillon de PRF fabriqué et éprouvé conformément aux normes nationales et/ou internationales pour définir les paramètres de conception ;

Par *voile*, on entendun mat fin à haut pouvoir absorbant utilisé dans les plis des produits en PRF nécessitant un excédent de matrice polymérique (égalité de la surface, résistance aux produits chimiques, étanchéité, etc.).

6.9.2.2 Prescriptions générales concernant la conception et la construction

6.9.2.2.1Les ~~dispositions~~ prescriptions des 6.7.1 et 6.7.2.2 s’appliquent aux citernes mobiles en PRF. Les ~~dispositions~~ prescriptions suivantes du chapitre 6.7 ne s’appliquent pas aux parties du réservoir qui sont fabriquées en PRF : 6.7.2.2.1, 6.7.2.2.9.1, 6.7.2.2.13 et 6.7.2.2.14. Les réservoirs doivent être conçus et construits conformément aux dispositions d’un code pour récipients à pression, applicable aux PRF, agréé par l’autorité compétente.

En outre, les ~~dispositions~~ prescriptions ci-après s’appliquent :

6.9.2.2.2 Système qualité du fabricant

6.9.2.2.2.1Le système qualité doit intégrer tous les éléments, les prescriptions et les dispositions adoptés par le fabricant. Il doit être documenté, de façon systématique et ordonnée, sous la forme de décisions, de procédures et d’instructions écrites.

a) Il doit notamment comprendre des descriptions adéquates des éléments suivants :

i) Structure organisationnelle et responsabilités du personnel en ce qui concerne la conception et la qualité des produits ;

ii) Techniques et procédés de contrôle et de vérification de la conception et procédures à suivre dans la conception des citernes mobiles ;

iii) Instructions qui seront utilisées pour la construction, le contrôle de qualité, l’assurance de qualité et le déroulement des opérations ;

iv) Relevés d’évaluation de la qualité, tels que rapports de contrôle, données d’épreuve et données d’étalonnage ;

v) Vérification par la direction de l’efficacité du système qualité au moyen des vérifications définies au 6.2.2.5.3.2 ;

vi) Procédure décrivant la façon dont sont satisfaites les exigences des clients ;

vii) Procédure de contrôle des documents et de leur révision ;

viii) Moyens de contrôle des citernes mobiles non conformes, des éléments achetés, des matériaux en cours de production et des matériaux finals ;

ix) Programmes de formation et procédures de qualification destinés au personnel.

b) Dans le cadre du système de gestion de la qualité, les prescriptions minimales suivantes doivent être respectées pour chaque citerne mobile en PRF fabriquée :

i) Application d’un plan de contrôle et d’épreuve ;

ii) Contrôles visuels ;

iii) Vérification de l’orientation des fibres et de la fraction massique au moyen d’un processus de contrôle documenté ;

iv) Vérification de la qualité et des caractéristiques des fibres et de la résine, attestées par des certificats ou autres documents ;

v) Vérification de la qualité et des caractéristiques de la doublure, attestées par des certificats ou autres documents ;

vi) Vérification, selon le cas, des caractéristiques de la résine thermoplastique formée ou du degré de durcissement de la résine thermodurcissable, par des moyens directs ou indirects (par exemple, test de Barcol ou analyse calorimétrique différentielle) à déterminer conformément au 6.9.2.7.2.1.2 h), ou par un essai de fluage d’un échantillon représentatif ou d’un réservoir échantillon représentatif conformément au point 6.9.2.7.2.1.2 e) pendant une période de 100 heures ;

vii) Établissement de documents relatifs, selon le cas, aux procédés de formage de la résine thermoplastique ou de durcissement et de post-durcissement de la résine thermodurcissable ;

viii) Conservation et archivage, pendant une période de cinq ans, d’échantillons de réservoir durcis (par exemple, par découpe d’un trou d’homme) pour de futures inspections et contrôles du réservoir.

6.9.2.2.2.2 Vérification du système qualité

Le système qualité doit être évalué initialement pour s’assurer qu’il est conforme aux prescriptions du 6.9.2.2.2.1 à la satisfaction de l’autorité compétente.

Le fabricant doit être informé des résultats de la vérification. La notification doit contenir les conclusions de la vérification et toutes les mesures de rectification requises.

Des vérifications périodiques doivent être effectuées, à la satisfaction de l’autorité compétente, pour s’assurer que le fabricant entretient et applique le système qualité. Les rapports des vérifications périodiques doivent être communiqués au fabricant.

6.9.2.2.2.3 Entretien du système qualité

Le fabricant doit entretenir le système qualité tel qu’agréé de façon à le maintenir dans un état satisfaisant et efficace.

Le fabricant doit signaler à l’autorité compétente ayant agréé le système qualité tout projet de modification du système. Les projets de modification doivent être évalués pour savoir si le système, une fois modifié, sera toujours conforme aux prescriptions du 6.9.2.2.2.1.

6.9.2.2.3 Réservoirs en PRF

Les réservoirs en PRF doivent être raccordés de manière solide aux éléments structurels du cadre de la citerne mobile. Les supports du réservoir en PRF et les moyens de fixations au cadre ne doivent pas provoquer de concentrations de contraintes locales dangereuses dépassant la conception admissible de la structure du réservoir, conformément aux dispositions énoncées dans le présent chapitre pour toutes les conditions de fonctionnement et d’essai.

6.9.2.2.4 Les réservoirs doivent être faits de matériaux appropriés, capables de résister à des températures de calcul comprises entre -40° С et +50° С, à moins que d’autres gammes de température ne soient prescrites par l’autorité compétente du pays où s’effectue le transport pour des condition climatiques ou de fonctionnement plus extrêmes (par exemple, présence d’éléments chauffants).

6.9.2.2.5Si un système de chauffage est installé, il doit être conforme aux prescriptions des points 6.7.2.5.12 à 6.7.2.5.15 et répondre aux critères suivants :

a) La température maximale de fonctionnement des éléments de chauffage intégrés ou reliés au réservoir ne doit pas dépasser la température de calcul maximale de la citerne ;

b) Les éléments de chauffage doivent être conçus, contrôlés et utilisés de manière à ce que la température de la matière transportée ne puisse pas dépasser la température de calcul maximale de la citerne ou une valeur à laquelle la pression interne dépasse la PSMA ;

c) Les structures de la citerne et de ses éléments de chauffage doivent permettre de détecter, au cours d’une inspection, les effets éventuels d’une surchauffe.

~~Lorsque des éléments chauffants sont utilisés, leur température ne doit à aucun moment dépasser la température de calcul maximale.~~

~~Le conteneur-citerne et les éléments chauffants doivent être conçus de manière à ce qu’il soit possible de détecter des éventuels effets d’une surchauffe au cours d’une inspection périodique suivant une méthode adaptée aux caractéristiques propres des éléments chauffants et du réservoir.~~

6.9.2.2.6Les parois des réservoirs doivent comprendre les éléments suivants :

- Doublure ;

- Couche structurale ;

- Couche externe.

***Nota****:* Les couches peuvent être combinées lorsque tous les critères fonctionnels applicables sont réunis.

6.9.2.2.6.1 La doublure interne est l’élément interne du réservoir constituant la première barrière destinée à opposer une résistance chimique de longue durée aux matières transportées et à empêcher toute réaction dangereuse avec le contenu de la citerne, la formation de composés dangereux et tout affaiblissement important de la couche structurale dû à la diffusion des matières à travers la doublure interne. La compatibilité chimique doit être vérifiée conformément au 6.9.2.7.2.1.4.

La doublure interne peut être une doublure en PRF, une doublure thermoplastique ou une doublure métallique.

6.9.2.2.7Les doublures en PRF doivent comprendre les deux composants suivants :

- Une couche superficielle (enduit gélifié ou “gel-coatˮ) : une couche superficielle à forte teneur en résine, renforcée par un voile compatible avec la résine et le contenu utilisés. Cette couche doit avoir une teneur en fibres maximale de 30 % et son épaisseur doit être au minimum de 0,25 mm et au maximum de 0,60 mm ;

- Une (des) couche(s) de renforcement : une ou plusieurs couches d’une épaisseur minimale de 2 mm, contenant un mat de verre ou à fils coupés d’au moins 900 g/m2, et d’une teneur en verre d’au moins 30 % en masse, à moins qu’il soit prouvé qu’une teneur en verre inférieure offre le même degré de sécurité.

6.9.2.2.8 Lorsque la doublure est constituée de feuilles thermoplastiques, celles‑ci doivent être soudées les unes aux autres dans la forme requise, au moyen d’un procédé de soudage homologué mis en œuvre par du personnel qualifié. En outre, la doublure soudée doit avoir une couche de matériau électriquement conducteur placée contre la surface de la soudure qui n’est pas en contact avec les liquides, pour faciliter l’épreuve à l’étincelle. Une liaison durable entre les doublures et la couche structurale doit être obtenue au moyen d’une méthode appropriée.

6.9.2.2.9 Les doublures métalliques sont constituées d’une couche de métal afin d’améliorer les caractéristiques chimiques, thermomécaniques et électriques du réservoir en PRF. La doublure doit être fabriquée par des ateliers mécaniques spécialisés et construite en matériau métallique apte au formage. En principe, les matériaux doivent être conformes à des normes nationales ou internationales. Pour les doublures soudées, on ne doit utiliser que des matériaux dont la soudabilité a été pleinement démontrée. Si le procédé de construction ou les matériaux utilisés l’exigent, les doublures doivent subir un traitement thermique pour garantir une résistance appropriée de la soudure et des zones affectées thermiquement. Lors du choix du matériau, l’intervalle des températures de calcul doit être pris en compte eu égard aux risques de rupture fragile sous tension, aux risques de fissuration par corrosion et aux exigences de résistance aux chocs. Si on utilise de l’acier à grains fins, la valeur garantie de la limite d’élasticité ne doit pas être supérieure à 460 N/mm2 et la valeur garantie de la limite supérieure de la résistance à la traction ne doit pas être supérieure à 725 N/mm2, selon les spécifications du matériau. La doublure doit être réalisée en employant la méthode appropriée.

La doublure métallique doit satisfaire aux dispositions des 6.7.2.2.2 a), b), 6.7.2.2.5, 6.7.2.2.6, 6.7.2.2.13, 6.7.2.2.14 et 6.7.2.3.3.

La doublure métallique doit être conçue de manière que son étanchéité reste garantie, quelles que soient les déformations susceptibles de se produire dans les conditions normales de transport (voir 6.7.2.2.10 et 6.7.2.2.12). Toutes les soudures soumises à des contraintes maximales dans le réservoir doivent faire l’objet, lors de l’épreuve initiale, d’un contrôle non destructif par radiographie, par ultrasons ou par une autre méthode appropriée.

L’ensemble de la structure, comprenant la doublure transmettant la charge et la couche structurale, doit être évalué par des calculs d’éléments finis. La partie métallique ne doit pas dépasser les valeurs prescrites au 6.7.2.3.3. La partie en PRF doit faire l’objet des calculs prescrits au 6.9.2.3.4. La doublure métallique doit être collée sur le réservoir en PRF de manière à garantir la durabilité de la structure. Un collage structural est utilisé entre les parties. Cela signifie qu’une résistance minimale du collage au cisaillement (b) sera déterminée selon la norme EN 1465:2009 dans l’intervalle de température de service. Une résistance minimale caractéristique au cisaillement de 7 N/mm² est requise. Le calcul d’éléments finis doit prendre en compte la couche de collage afin de garantir son intégrité pendant l’application des charges thermique et mécanique (pression d’épreuve, charges dynamiques, charges thermiques) et pendant la durée de vie des citernes mobiles. Le comportement thermomécanique de l’ensemble formé par la partie métallique et la partie en PRF doit être déterminé par des épreuves mécaniques et thermiques permettant de garantir la résistance du collage. Dans l’intervalle de température d’utilisation, compte tenu des charges dynamiques et de l’épreuve de pression, la contrainte maximale (m) s’exerçant sur le joint doit être telle que :

$$τ\_{m}\leq \frac{τ\_{b}}{K}$$

$τ\_{b}$ est la contrainte de cisaillement mesurée conformément à la norme EN 1465 ;

$τ\_{m}$ est la contrainte de cisaillement maximale calculée ;

K est déterminé conformément au 6.9.2.3.4.

6.9.2.2.9.1 La résistance du collage au cisaillement doit être éprouvée conformément à la norme EN 1465.

6.9.2.2.9.2 L’épaisseur minimale de la paroi de la doublure métallique est de 1 mm.

6.9.2.2.10 La couche structurale doit être conçue de manière à supporter les charges prévues aux 6.7.2.2.12, 6.9.2.2.3, 6.9.2.3.2, 6.9.2.3.4 et 6.9.2.3.6.

6.9.2.2.11 La couche externe de résine ou de peinture doit fournir une protection adéquate des couches structurales du réservoir contre les risques posés par l’environnement et par les conditions d’utilisation, notamment les rayons UV et le brouillard salin, et contre les éclaboussures occasionnelles de matières transportées.

6.9.2.2.12Résines.

Le traitement du mélange de résine doit être effectué strictement selon les recommandations du fournisseur. Ces 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 ~~ou~~ ~~la température de transition vitreuse (Tg)~~, déterminée conformément au 6.9.2.7.2.1.1, doit être supérieure d’au moins 20 °C à la température de calcul maximale de la citerne telle que définie au 6.9.2.2.4, mais ne doit en aucun cas être inférieure à 70 °C.

6.9.2.2.13Le matériau sélectionné pour renforcer les couches structurales doit répondre aux prescriptions applicables à la couche structurale.

Pour la doublure de la surface interne, des fibres de verre, au minimum du type C ou ECR selon la norme ISO 2078:1993/Amd 1:2015, doivent être utilisées. Les voiles thermoplastiques ne peuvent être utilisés pour la doublure interne que si leur compatibilité avec le contenu prévu a été prouvée.

6.9.2.2.14Adjuvants

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.

6.9.2.2.15Les réservoirs en PRF, leurs éléments de fixation et leur équipement de service et de structure doivent être conçus de façon à résister aux charges indiquées aux 6.7.2.2.12, 6.9.2.2.3, 6.9.2.3.2, 6.9.2.3.4 et 6.9.2.3.6 sans aucune fuite (sauf pour les quantités de gaz s’échappant par les dispositifs de dégazage) pendant la durée de vie prévue selon le type.

6.9.2.2.16Prescriptions particulières pour le transport de matières ayant un point d’éclair ne dépassant pas 60 °C.

6.9.2.2.16**.**1 Les citernes en PRF utilisées pour le transport de liquides inflammables de la classe 3 dont le point d’éclair ne dépasse pas 60 °C doivent être fabriquées de façon à garantir que leurs éléments se déchargent de toute électricité statique dont l’accumulation pourrait être dangereuse.

6.9.2.2.17La résistance électrique en surface de l’intérieur et de l’extérieur du réservoir, établie par des mesures, ne doit pas dépasser 109 ohms. Ce résultat peut être obtenu par l’utilisation d’adjuvants dans la résine ou par des feuilles conductrices intercalées, par exemple en réseaux métalliques ou en carbone.

6.9.2.2.18La résistance de déchargement à la terre établie par des mesures ne doit pas dépasser 107 ohms.

6.9.2.2.19Tous les éléments du réservoir doivent être raccordés électriquement les uns aux autres, aux parties métalliques de l’équipement de service et de structure de la citerne, ainsi qu’au véhicule. La résistance électrique entre les composants et équipements en contact ne doit pas dépasser 10 ohms.

6.9.2.2.20La résistance électrique en surface et la résistance de déchargement doivent être mesurées une première fois sur toute citerne fabriquée ou sur un échantillon du réservoir selon la procédure reconnue par l’autorité compétente. En cas d’avarie de la paroi du réservoir de la citerne nécessitant des réparations, la résistance électrique doit être remesurée.

6.9.2.2.21La citerne doit être conçue pour résister, sans fuite conséquente, aux effets d’une immersion totale dans les flammes pendant 30 minutes, comme précisé dans les dispositions relatives aux épreuves du 6.9.2.7.2.3. Il n’est pas nécessaire de procéder aux épreuves, avec l’accord de l’autorité compétente, lorsqu’une preuve suffisante peut être apportée par des épreuves avec des modèles de citernes comparables.

6.9.2.2.22Processus de construction des réservoirs en PRF :

6.9.2.2.23L’enroulement filamentaire, le moulage au contact et l’infusion de résine ou d’autres procédés pertinents de production de produits composites doivent être utilisés pour la construction des réservoirs en PRF.

6.9.2.2.24Le poids du renfort de fibre doit être conforme à celui indiqué dans les spécifications de la procédure, avec une tolérance de +10 % et −0 %. On utilise un ou plusieurs des types de fibres prescrits au 6.9.2.2.12 et dans les spécifications de la procédure pour le renforcement des réservoirs.

6.9.2.2.25Le système de résine doit être l’un des systèmes prescrits au 6.9.2.2.11. Aucune charge ni aucun pigment ou colorant pouvant altérer la couleur naturelle de la résine ne doit être utilisé, sauf si les spécifications de la procédure l’autorisent.

6.9.2.3 Critères de conception

6.9.2.3.1 Les réservoirs en PRF doivent être conçus de façon à ce que les contraintes puissent être analysées mathématiquement ou expérimentalement avec des jauges de contrainte à fil résistant ou par d’autres méthodes agréées par l’autorité compétente.

6.9.2.3.2 Les réservoirs en PRF doivent être conçus et fabriqués de manière à résister à la pression d’épreuve. Des prescriptions applicables à certaines matières figurent dans les instructions de transport en citernes mobiles indiquées dans la colonne 10 de la Liste des marchandises dangereuses et décrites au 4.2.5, ou dans les dispositions spéciales relatives aux citernes mobiles indiquées dans la colonne 11 de la Liste des marchandises dangereuses et décrites au 4.2.5.3. L’épaisseur minimale des parois des réservoirs en PRF ne doit pas être inférieure à celle prescrite au 6.9.2.4.

6.9.2.3.3 À la pression d’épreuve prescrite, la déformation maximale relative due à la traction mesurée dans le réservoir, en mm/mm, ne doit pas entraîner la formation de microfissures, et ne doit donc pas ~~être supérieure à la~~ dépasser le premier point de rupture ou d’endommagement de la résine à l’allongement ~~de la résine~~, mesuré lors des épreuves de traction prescrites au point 6.9.2.7.2.1.2 c).

6.9.2.3.4Pour la pression d’épreuve interne, la pression nominale externe prescrite au 6.7.2.2.10, les contraintes statiques définies au 6.7.2.2.12 et les charges de gravité statique causées par le contenu à la densité maximum prévue et au degré de remplissage maximal, les critères de défaillance dans la direction longitudinale, dans la direction circonférentielle et dans toute autre direction dans le plan des différentes couches du matériau composite ~~ou dans la direction de la fibre d’un pli quelconque~~ ne doivent pas dépasser la valeur suivante :

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

où :

$$K=K\_{0}×K\_{1}×K\_{2}×K\_{3}×K\_{4}×K\_{5}$$

où :

**K** doit avoir une valeur minimale de 4.

𝑲𝟎 est un facteur de résistance. Pour la conception générale, la valeur de 𝑲𝟎 doit être supérieure ou égale à 1,5. On appliquera la valeur de 𝑲𝟎 multipliée par un coefficient deux, à moins que le réservoir ne dispose d’une protection sous la forme d’une armature métallique complète, y compris des membrures structurales longitudinales et transversales ;

$K\_{1}$ est un facteur lié à la détérioration des propriétés du matériau dû au fluage et au vieillissement. Il est déterminé par la formule :

$$K\_{1}=\frac{1}{αβ}$$

où “αˮ est le facteur de fluage et “βˮ le facteur de vieillissement, conformément aux dispositions respectives des 6.9.2.7.2.1.2 e) et 6.9.2.7.2.1.2 f). Lorsqu’ils sont utilisés dans le calcul, les facteurs α et β doivent être compris entre 0 et 1.

On peut aussi, par précaution, décider que $K\_{1}$ = 2 aux fins de l’exercice de validation numérique du 6.9.2.3.4 (ce qui ne supprime pas la nécessité d’effectuer des épreuves pour déterminer α et β) ;

$K\_{2}$ est un facteur lié à la température de service et aux propriétés thermiques de la résine ; il est déterminé par l’équation suivante avec une valeur minimum de 1: $K\_{2}$ = 1,25 - 0,0125 (HDT - 70) où HDT est la température de déformation thermique de la résine, en ºC~~. HDT peut être utilisé de manière interchangeable avec la température de transition vitreuse, telle que déterminée conformément au le 6.9.2.7.2.1.1~~ ;

$K\_{3}$ est un facteur lié à la fatigue du matériau, la valeur de $K\_{3}$ étant égale à 1,75 sauf accord contraire avec l’autorité compétente. Pour la conception dynamique prévue au 6.7.2.2.12, $K\_{3}$ doit être égal à 1,1 ;

$K\_{4}$ est un facteur lié au durcissement de la résine avec les valeurs suivantes :

- 1,0 quand le durcissement est obtenu conformément à un procédé agréé et documenté, et que le système de gestion de la qualité décrit au 6.9.2.2.2 comprend le contrôle du degré de durcissement de chaque citerne mobile en PRF en utilisant une méthode de mesure directe, comme indiqué au 6.9.2.7.2.1.2 i), telle que l’analyse calorimétrique différentielle (ACD) selon la norme ISO 11357-2:2016 ;

- 1,1 quand le formage de la résine thermoplastique ou le durcissement de la résine thermodurcissable est obtenu conformément à un procédé agréé et documenté, et que le système de gestion de la qualité décrit au 6.9.2.2.2 comprend le contrôle, selon le cas, des caractéristiques de la résine thermoplastique formée ou du degré de durcissement de la résine thermodurcissable, ~~de~~ pour chaque citerne mobile en PRF, en utilisant une méthode de mesure indirecte comme indiqué au 6.9.2.7.2.1.2 h~~i~~), telle que le test de Barcol selon la norme ASTM D2583:2013-03 ou EN 59:2016, la HDT selon la norme ISО 75‑1:2013, l’analyse thermomécanique selon la norme ISO 11359‑1:2014, ou l’analyse thermomécanique dynamique selon la norme ISO 6721-11:2019 ;

- 1,5 dans les autres cas.

$K\_{5}$ est un facteur lié aux instructions de transport en citernes mobiles du 4.2.5.2.6 :

- 1,0 pour les instructions T1 à T19 ;

- 1,33 pour l’instruction T20 ;

- 1,67 pour les instructions T21 à T22.

Un exercice de validation de la conception s’appuyant sur une analyse numérique et sur des critères pertinents de défaillance des composites doit être entrepris pour vérifier que les plis du réservoir de la citerne sont conformes aux valeurs admissibles. Les critères pertinents de défaillance des composites comprennent, entre autres, les critères Tsai-Wu, Tsai-Hill, Hashin, et Yamada-Sun, 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 au 6.9.2.7.1.2 c), et aux critères de déformation maximale prescrits au 6.9.2.3.5. L’analyse des joints doit être effectuée en fonction des valeurs admissibles déterminées conformément au 6.9.2.3.7 et des valeurs de résistance mesurées conformément au 6.9.2.7.1.2 g). Le flambage doit être examiné conformément au 6.9.2.3.7. La conception des ouvertures et des inclusions métalliques doit être examinée conformément au 6.9.2.3.8.

6.9.2.3.5Pour l’une quelconque des contraintes définies aux 6.7.2.2.12 et 6.9.2.3.4, l’allongement qui en résulte dans une direction quelconque ne doit pas dépasser la plus faible des deux valeurs suivantes : la valeur indiquée dans le tableau ci-après ou un dixième de l’allongement à la rupture de la résine déterminé selon la norme ISO 527-2:2012.

Des exemples de limites connues sont donnés dans le tableau ci-dessous.

| **Type de résine** | **Déformation maximale en tension (%)** | **~~Déformation maximale en compression (%)~~** |
| --- | --- | --- |
| Polyester non saturée ou phénolique | 0,2 | ~~-0,2~~ |
| Vinylester | 0,25 | ~~-0,25~~ |
| Époxy | 0,3 | ~~-0,3~~ |
| Thermoplastique | Voir 6.9.2.3.3 |  |

6.9.2.3.6Pour la pression de calcul externe, le facteur de sécurité minimal pour l’analyse du flambage linéaire du réservoir doit [être tel que défini dans la norme de conception nationale applicable mais] ne doit pas être inférieur à 3.

6.9.2.3.7Les liaisons adhésives ou les éléments superposés dans les joints d’assemblage, y compris ceux des fonds, les raccords entre l’équipement et le réservoir, les joints entre le réservoir et les brise-flots et les cloisons doivent pouvoir résister aux contraintes énoncées aux 6.7.2.2.12, 6.9.2.2.3, 6.9.2.3.2, 6.9.2.3.4 et 6.9.2.3.6. Pour éviter une concentration de contraintes dans les éléments superposés, les pièces raccordées doivent être chanfreinées dans un rapport d’au plus 1/6. La résistance au cisaillement entre les éléments superposés et les composants de la citerne auxquels ils sont fixés ne doit pas être inférieure à :

$$τ=γ\frac{Q}{l}\leq \frac{τ\_{R}}{K}$$

où :

$τ\_{R}$ est la résistance interlaminaire au cisaillement conformément à la norme ISO 14130:1997 ;

Q est la charge par unité de largeur de l’interconnexion ;

$K$ est le facteur de sécurité déterminé selon le 6.9.2.3.4 ;

l est la longueur des éléments superposés ;

γ est le facteur d’entaille rapportant la contrainte moyenne s’exerçant sur le joint à la contrainte maximale sur le joint au point d’initiation de la rupture.

D’autres méthodes de calcul pour les joints sont autorisées après approbation par l’autorité compétente.

6.9.2.3.8 L’utilisation de brides métalliques et de leurs fermetures est autorisée pour les réservoirs en PRF, conformément aux prescriptions relatives à la conception énoncées au 6.7.2. Les ouvertures dans le réservoir en PRF doivent être renforcées de façon à assurer les mêmes facteurs de sécurité contre les contraintes statiques et dynamiques prescrites aux 6.7.2.2.12, 6.9.2.3.2, 6.9.2.3.4 et 6.9.2.3.6 pour le réservoir lui-même. Il doit y avoir aussi peu d’ouvertures que possible. Le rapport des axes des ouvertures ovales ne doit pas être supérieur à 2.

Lorsque les brides ou les composants métalliques sont intégrés au réservoir en PRF par collage, la méthode de caractérisation énoncée au 6.9.2.3.7 doit alors s’appliquer au joint placé entre le métal et le plastique renforcé de fibres. Lorsque les brides ou les composants métalliques sont fixés d’une autre manière, par exemple au moyen d’éléments de fixation filetés, les dispositions pertinentes de la norme relative aux récipients à pression doivent alors s’appliquer.

6.9.2.3.9La résistance du réservoir doit être calculée au moyen de la méthode des éléments finis en simulant les différentes couches du réservoir, les joints entre le réservoir en PRF et le cadre du conteneur, et les ouvertures. Les singularités doivent être traitées en suivant une méthode adéquate conformément à la norme de construction appliquée.

6.9.2.4 Épaisseur minimale des parois des réservoirs

6.9.2.4.1L’épaisseur minimale des parois des réservoirs en PRF doit être confirmée par des calculs de la résistance du réservoir en respectant les prescriptions du 6.9.2.3.4.

6.9.2.4.2L’épaisseur minimale des couches structurales des réservoirs en PRF doit être calculée selon le 6.9.2.3.4, mais doit être dans tous les cas de 3 mm au minimum.

6.9.2.5 Éléments des citernes mobiles équipées d’un réservoir en PRF

6.9.2.5.1Les équipements de service, les ouvertures en partie basse, les soupapes de décompression, les jauges, les supports, les cadres, et les attaches de levage et d’arrimage des citernes mobiles doivent être conformes aux prescriptions des 6.7.2.5 à 6.7.2.17. Les dispositions du 6.9.2.3.8 s’appliquent à tout autre élément métallique à intégrer au réservoir en PRF.

6.9.2.6 Agrément de type

6.9.2.6.1 L’agrément de type des citernes mobiles en PRF doit être conforme aux ~~dispositions~~ prescriptions du 6.7.2.18. Les ~~dispositions~~ prescriptions complémentaires suivantes s’appliquent aux citernes mobiles en PRF.

6.9.2.6.2Le rapport d’essai du prototype aux fins de l’agrément de type doit en outre contenir les éléments suivants :

6.9.2.6.3 Les résultats des épreuves réalisées sur le matériau utilisé pour la construction des réservoirs en PRF conformément aux ~~dispositions~~ prescriptions du 6.9.2.7.2.1 ;

6.9.2.6.4 Les résultats de l’épreuve de chute conformément aux ~~dispositions~~ prescriptions du 6.9.2.7.1.4 ;

6.9.2.6.5 Les résultats de l’épreuve de résistance au feu conformément aux dispositions du 6.9.2.7.1.6.

6.9.2.6.6 Un programme d’inspection de la durée de vie en service doit être mis en place et prévu dans le manuel d’exploitation, afin de contrôler périodiquement l’état du réservoir. Le programme d’inspection doit mettre l’accent sur les principaux points de contrainte recensés dans l’analyse de la conception effectuée conformément au 6.9.2.3.4. La méthode d’inspection doit tenir compte du mode de détérioration auquel sont potentiellement exposés les principaux points de contrainte (par exemple, contrainte de traction ou contrainte interlaminaire). L’inspection devrait s’effectuer sous forme d’une combinaison de tests visuels et non-destructifs (par exemple, émissions acoustiques, évaluations par ultrasons, analyses thermographiques). Lorsque des éléments chauffants sont utilisés, le programme d’inspection de la durée de vie doit permettre un examen du réservoir ou des points représentatifs pour tenir compte des effets de la surchauffe.

6.9.2.6.7Un prototype représentatif de la citerne doit être soumis aux épreuves prescrites ci-après. À cette fin, l’équipement de service peut être remplacé par d’autres éléments si nécessaire.

6.9.2.6.7.1 Le prototype doit être inspecté pour en déterminer la conformité avec les spécifications du modèle. Cette inspection doit comprendre une inspection visuelle interne et externe et la mesure des principales dimensions.

6.9.2.6.7.2 Le prototype, muni de jauges de contrainte à tous les endroits où la contrainte est forte, recensés dans le cadre de l’exercice de validation de la conception mené conformément au 6.9.2.3.4, doit être soumis aux charges suivantes et les contraintes qui en résultent doivent être enregistrées :

- La citerne doit être remplie d’eau au taux maximal de remplissage. Les résultats des mesures serviront à étalonner les valeurs théoriques conformément au 6.9.2.3.4 ;

- La citerne doit être remplie d’eau au taux maximal de remplissage et soumise à des charges statiques dans les trois directions, fixées au socle par les ferrures de coin, sans application d’une masse supplémentaire externe au réservoir de la citerne. Pour comparer les résultats effectifs aux valeurs théoriques de calcul selon le 6.9.2.3.4, on extrapole les contraintes enregistrées en fonction du coefficient des accélérations exigées au 6.7.2.2.12 et mesurées ;

- La citerne doit être remplie d’eau et soumise à la pression d’épreuve prescrite. Sous cette charge, la citerne ne doit présenter aucun dommage visible ni aucune fuite.

Dans aucune de ces conditions de charge la pression correspondant au niveau de contrainte mesuré ne doit dépasser le facteur minimal de sécurité calculé au 6.9.2.3.4.

6.9.2.7 Les dispositions complémentaires suivantes s’appliquent aux citernes mobiles en plastique renforcé de fibres

6.9.2.7.1Mise à l’épreuve des matériaux :

6.9.2.7.1.1Résines. L’élongation en traction de la résine est déterminée selon la norme ISО 527-2:2012. ~~En outre, au moins une mesure de la~~ La température de distorsion thermique (HDT) de la résine doit être déterminée conformément aux prescriptions de la norme ISO 75‑1:2013. ~~ou de la température de transition vitreuse (Tg) de la résine, telle que décrite au 6.9.2.7.2.1.2 f), doit être utilisée.~~

6.9.2.7.1.2 Réservoirs échantillons. Avant les épreuves, les échantillons doivent être débarrassés de tous les produits dont ils ont été enduits. S’il n’est pas possible de prélever des échantillons sur le réservoir, des réservoirs échantillons témoins peuvent être utilisés. Les épreuves doivent porter sur les points suivants :

a) Épaisseur des feuilles placées au centre du réservoir et à ses extrémités ;

b) Teneur en masse et composition du renfort composite selon la norme ISO 1172:1996 ou ISO 14127:2008, ainsi qu’orientation et disposition des couches de renfort ;

c) Résistance à la traction, allongement à la rupture et module d’élasticité selon la norme ISO 527-4:1997 ou ISO 527-5:2009 pour les orientations longitudinale et circonférentielle du réservoir. Pour les parties du réservoir en PRF, les épreuves doivent être effectuées sur des feuilles représentatives, conformément aux normes ISO 527‑4:1997 ou ISO 527-5:2009, afin de pouvoir évaluer la pertinence du facteur de sécurité (K). Au moins six spécimens doivent être utilisés par mesure de la résistance à la traction, la résistance à la traction à retenir étant la moyenne moins deux écarts types ;

d) Résistance et déformation au pliage, établies par l’épreuve de flexion 3 ou 4 points conformément aux normes ISO 14125:1998 et ISO 14125:1998/Amd 1:2011 effectuée sur un échantillon d’une largeur minimale de 50 mm placé à une distance de son support égale à au moins 20 fois l’épaisseur des parois. Au moins cinq spécimens doivent être utilisés ;

e) Facteur de fluage α, déterminé en prenant le résultat moyen d’au moins deux spécimens de la configuration décrite au 6.9.2.7.1.2 d), soumis au fluage dans un dispositif de flexion 3 ou 4 points à la température maximale de conception prescrite au 6.9.2.2.4, pendant 1 000 heures. Chaque spécimen doit être soumis à l’épreuve suivante :

i) Placer le spécimen dans le dispositif de pliage, sans charge, dans un four réglé à la température maximale de conception et le laisser s’acclimater pendant au moins 60 minutes ;

ii) Ajouter une charge au spécimen soumis à l’épreuve conformément aux normes ISO 14125:1998 et ISO 14125:1998/Amd 1:2011, à une tension de flexion égale à la résistance déterminée au 6.9.2.7.1.2 d) divisée par quatre. Maintenir la charge mécanique à la température maximale de conception pendant au moins 1 000 heures sans interruption ;

iii) Mesurer la déformation initiale six minutes après l’application de la pleine charge prescrite au 6.9.2.7.1.2 e) ii). Le spécimen doit rester sous charge dans l’appareillage d’essai ;

iv) Mesurer la déformation finale 1 000 heures après l’application de la pleine charge prescrite au 6.9.2.7.1.2 e) ii) ;

v) Calculer le facteur de fluage α en divisant la déformation initiale décrite au 6.9.2.7.1.2 e) iii) par la déformation finale décrite au 6.9.2.7.1.2 e) iv)~~. La valeur du facteur de fluage α~~ ~~doit être comprise entre 0 et 1~~ ;

f) Facteur de vieillissement β, déterminé en prenant le résultat moyen d’au moins deux spécimens de la configuration décrite dans le 6.9.2.7.1.2 d), soumis à une charge statique dans un dispositif de flexion 3 ou 4 points conjointement à une immersion dans l’eau à la température maximale de conception prescrite au 6.9.2.2.4 pendant 1 000 heures. Chaque spécimen doit être soumis à l’épreuve suivante :

i) Avant l’épreuve ou le conditionnement, les spécimens doivent être séchés dans un four à 80 °C pendant 24 heures ;

ii) Le spécimen doit être soumis à une charge dans un dispositif de flexion 3 ou 4 points à température ambiante, conformément aux normes ISO 14125:1998 et ISO 14125:1998/Amd 1:2011, à une tension de flexion égale à la résistance déterminée au 6.9.2.7.1.2 d) divisée par quatre. Mesurer la déformation initiale six minutes après l’application de la pleine charge. Retirer le spécimen de l’appareillage d’essai ;

iii) Immerger le spécimen sans charge dans l’eau à la température maximale de conception pendant au moins 1 000 heures sans interruption. À l’issue de cette période de conditionnement, retirer les spécimens, les maintenir humides à température ambiante et achever la procédure décrite au 6.9.2.7.1.2 f) iv) dans les 3 jours ;

iv) Le spécimen doit être soumis à une deuxième série de charges statiques, dans les mêmes conditions qu’au 6.9.2.7.1.2 f) ii). Mesurer la déformation finale six minutes après l’application de la pleine charge. Retirer le spécimen de l’appareillage d’essai ;

v) Calculer le facteur de vieillissement β en divisant la déformation initiale décrite au 6.9.2.7.1.2 f) ii) par la déformation finale décrite au 6.9.2.7.1.2 f) iv). ~~La valeur du facteur de vieillissement doit être comprise entre 0 et 1.~~

g) La résistance interlaminaire au cisaillement des joints doit être mesurée sur des échantillons représentatifs soumis à épreuve selon la norme ISO 14130:1997 ;

h) L’efficacité, selon le cas, des procédés de formage de la résine thermoplastique ou de durcissement et de post-durcissement de la résine thermodurcissable des feuilles est déterminée au moyen d’une ou plusieurs des méthodes suivantes :

i) Mesure directe, selon le cas, des caractéristiques de la résine thermoplastique formée ou du degré de durcissement de la résine thermodurcissable, : température de transition vitreuse (Tg) ou température de fusion (Tm) déterminée au moyen de l’analyse calorimétrique différentielle (ACD) selon la norme ISO 11357‑2:2016 ;

ii) Mesure indirecte du degré de durcissement de la résine thermoplastique formée ou de la résine thermodurcissable :

- HDT déterminée selon la norme ISО 75-1:2013 ;

- Tg ou Tm déterminée en utilisant l’analyse thermomécanique selon la norme ISO 11359-1:2014 ;

- Analyse thermomécanique dynamique selon la norme ISO 6721-11:2019 ;

- Test de Barcol selon la norme ASTM D2583:2013-03 ou EN 59:2016.

6.9.2.7.1.3La compatibilité chimique de la doublure et des surfaces de contact chimique de l’équipement de service avec les matières à transporter doit être démontrée par l’une des méthodes suivantes. La démonstration doit tenir compte de tous les aspects de la compatibilité des matériaux du réservoir et de ses équipements avec les matières à transporter, y compris la détérioration chimique du réservoir, le déclenchement de réactions critiques du contenu et les réactions dangereuses entre les deux.

a) Pour déterminer toute détérioration du réservoir, des échantillons représentatifs doivent être prélevés sur le réservoir, avec toute doublure interne comportant des joints soudés, et soumis à l’épreuve de compatibilité chimique selon la norme EN 977:1997 pendant 1 000 heures à 50 °C ou à la température maximale à laquelle le transport d’une matière particulière est autorisé. Comparée à un échantillon non éprouvé, la perte de résistance et le module d’élasticité mesurés par les épreuves de résistance à la flexion selon la norme EN 978:1997 ne doivent pas dépasser 25 %. Les fissures, les bulles, les piqûres, la séparation des couches et des doublures, ainsi que la rugosité, ne sont pas admissibles.

b) La compatibilité peut aussi être établie d’après les données certifiées et documentées résultant d’expériences positives de compatibilité entre les matières de remplissage et les matériaux du réservoir avec lesquels celles-ci entrent en contact à certaines températures et pendant un certain temps, ainsi que dans d’autres conditions de service.

c) Peuvent aussi être utilisées les données publiées dans la documentation spécialisée, les normes ou autres sources, acceptables par l’autorité compétente.

d) D’autres méthodes d’évaluation de la compatibilité chimique peuvent être utilisées avec l’accord de l’autorité compétente.

6.9.2.7.1.4Épreuve de chute selon la norme EN 976-1:1997.

Le prototype doit être soumis à l’épreuve de chute selon la norme EN 976‑1:1997, no 6.6. Aucun dégât ne doit être visible ni à l’intérieur ni à l’extérieur de la citerne.

6.9.2.7.1.5Épreuve de résistance au feu.

6.9.2.7.1.5.1Un prototype de réservoir représentatif, muni de ses équipements de service et de structure, et rempli d’eau à 80 % de sa contenance maximum, doit être soumis pendant 30 mn à une immersion totale dans les flammes, provenant d’un feu ouvert dans un bac rempli de fioul domestique ou de tout autre type de feu ayant le même effet. Le feu doit être équivalent à un feu théorique avec une température de flamme de 800 °C, une émissivité de 0,9 et, pour la citerne, un coefficient de transmission thermique de 10 W/(m²K) et un pouvoir d’absorption de la surface de 0,8. Un flux thermique minimal net de 75 kW/m² doit être étalonné conformément à la norme ISO 21843:2018. Les dimensions du bac doivent dépasser celles de la citerne d’au moins 50 cm de chaque côté et la distance entre le niveau du combustible et la citerne doit être comprise entre 50 cm et 80 cm. Le reste de la citerne se trouvant sous le niveau du liquide, notamment les ouvertures et les fermetures, doit rester étanche à l’exception de quelques gouttes.

6.9.2.8 Inspection et contrôle

6.9.2.8.1L’inspection et le contrôle des réservoirs en PRF doivent être effectués conformément aux dispositions du 6.7.2.19. En outre, les doublures thermoplastiques avec des joints soudés doivent être soumises à l’épreuve à l’étincelle selon une norme pertinente, après des épreuves sous pression effectuées conformément aux inspections périodiques prescrites au 6.7.2.19.4.

En outre, des inspections initiales et périodiques doivent être effectuées en application du programme d’inspection de la durée de vie en service et de toute méthode d’inspection associée selon le 6.9.2.6.6.

L’inspection et le contrôle initiaux visent à vérifier que la construction du réservoir est conforme au système de gestion de la qualité (SGQ) prescrit au 6.9.2.2.2.

De plus, la position des zones chauffées par les éléments chauffants doit être indiquée ou marquée, apparaître sur les dessins de conception ou être rendue visible au moyen d’une technique appropriée (par exemple, l’infrarouge) pendant l’inspection du réservoir. L’examen du réservoir doit prendre en compte les effets de la surchauffe, de la corrosion, de l’érosion, de la surpression et de la surcharge mécanique.

6.9.2.9 Conservation des échantillons

6.9.2.9.1 Des échantillons de réservoirs ~~durcis~~ (par exemple, par découpe d’un trou d’homme) de chaque réservoir construit doivent être conservés pour de futures inspections et contrôles, pendant une période de cinq ans à partir de la date de l’inspection et de l’épreuve initiales et jusqu’à l’achèvement satisfaisant de l’inspection quinquennale requise.

6.9.2.9.10 Marquage

6.9.2.10.1Les prescriptions du 6.7.2.20.1 s’appliquent aux citernes mobiles avec un réservoir en PRF, à l’exception ~~des alinéas d) vi) et~~ de l’alinéa f) ii).

6.9.2.10.2Les informations à fournir conformément au 6.7.2.20.1 f) i) sont les suivantes : “Matière de la structure du réservoir : plastique renforcé de fibresˮ, le type de fibre de renforcement (par exemple, “Renforcement : verre Eˮ), et le type de résine (par exemple, “Résine vinylesterˮ).

6.9.2.10.3Les prescriptions du 6.7.2.20.2 s’appliquent aux citernes mobiles avec un réservoir en PRF. ».

1. \* Sous-programme 2 du budget-programme pour 2020 (A/74/6 (Sect. 20)) et informations complémentaires. [↑](#footnote-ref-2)