

PROJET  
FINAL

NORME  
INTERNATIONALE

ISO/FDIS  
19884

ISO/TC 197

Secrétariat: SCC

Début de vote:  
**2019-05-17**

Vote clos le:  
**2019-07-12**

---

---

## Hydrogène gazeux — Bouteilles et tubes pour stockage stationnaire

*Gaseous hydrogen — Cylinders and tubes for stationary storage*

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO/FDIS 19884

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6af00dfe-d91c-4974-a179-da9d4c4cba3c/iso-fdis-19884>

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.

**TRAITEMENT PARALLÈLE ISO/CEN**



Numéro de référence  
ISO/FDIS 19884:2019(F)

© ISO 2019

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO/FDIS 19884

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6af00dfe-d91c-4974-a179-da9d4c4cba3c/iso-fdis-19884>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2019

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Genève  
Tél.: +41 22 749 01 11  
Fax: +41 22 749 09 47  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

|  |           |
|--|-----------|
| Avant-propos.....  | v         |
| Introduction.....  | vi        |
| <b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>2</b> <b>Références normatives</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>3</b> <b>Termes, définitions et symboles</b> .....  | <b>3</b>  |
| 3.1    Termes et définitions.....  | 3         |
| 3.2    Symboles.....   | 7         |
| <b>4</b> <b>Conditions de service spécifiées</b> .....   | <b>7</b>  |
| 4.1    Pression de service maximale admissible.....  | 7         |
| 4.2    Contenu énergétique maximal admissible.....   | 7         |
| 4.3    Températures maximale et minimale admissibles.....  | 8         |
| 4.4    Durée de vie en cycles de pression.....   | 8         |
| 4.5    Durée de vie en cycles de pression de faible amplitude.....   | 8         |
| 4.6    Décompte des cycles de pression effectifs et nombre maximal de cycles de<br>pression autorisé en service.....                 | 8         |
| 4.6.1    Généralités.....  | 8         |
| 4.6.2    Méthode de calcul des cycles de pression — Méthode décrite à l' <a href="#">Annexe B</a> .....                              | 8         |
| 4.6.3    Méthode de calcul des cycles de pression — Méthode des diagrammes de<br>Goodman décrite à l' <a href="#">Annexe F</a> ..... | 8         |
| 4.7    Durée de vie en service.....  | 8         |
| <b>5</b> <b>Autres conditions de service</b> .....   | <b>9</b>  |
| 5.1    Conditions environnementales.....   | 9         |
| 5.2    Conditions au feu.....  | 9         |
| <b>6</b> <b>Informations à consigner</b> .....   | <b>9</b>  |
| 6.1    Généralités.....  | 9         |
| 6.2    Déclaration de service.....   | 9         |
| 6.3    Plans et informations de conception.....  | 10        |
| 6.4    Rapport d'analyse de contrainte.....  | 11        |
| 6.5    Données relatives aux propriétés des matériaux.....   | 11        |
| 6.6    Données de fabrication.....   | 11        |
| 6.7    Conservation des enregistrements.....   | 11        |
| <b>7</b> <b>Propriétés des matériaux</b> .....   | <b>11</b> |
| 7.1    Compatibilité.....  | 11        |
| 7.2    Aciers.....   | 12        |
| 7.3    Aciers inoxydables.....   | 12        |
| 7.4    Alliages d'aluminium.....   | 12        |
| 7.5    Fibres.....   | 12        |
| 7.6    Résines.....  | 12        |
| 7.7    Matériau plastique pour liner.....  | 12        |
| <b>8</b> <b>Exigences pour les nouvelles conceptions</b> .....   | <b>12</b> |
| 8.1    Considérations générales.....   | 12        |
| 8.1.1    Analyse des contraintes.....  | 12        |
| 8.1.2    Pression de rupture et taux de contrainte des fibres.....   | 13        |
| 8.1.3    Pression d'épreuve.....   | 14        |
| 8.1.4    Taille maximale des défauts des matériaux métalliques.....  | 14        |
| 8.1.5    Protection du liner et de l'embase contre la corrosion.....   | 14        |
| 8.1.6    Résistance au rayonnement UV.....   | 15        |
| 8.1.7    Résistance à l'humidité.....  | 15        |
| 8.1.8    Couche de protection.....   | 15        |
| 8.2    Construction et mise en œuvre.....  | 15        |
| 8.2.1    Matériaux du liner.....   | 15        |

|  |   |           |
|--|---|-----------|
| 8.2.2  | Ouvertures, filetage du goulot, collerette, frette de pied, patte de fixation.....                        | 15        |
| 8.2.3  | Formage.....  | 16        |
| 8.2.4  | Enroulement filamenteux.....  | 16        |
| 8.2.5  | Durcissement des résines thermodurcissables.....  | 17        |
| 8.2.6  | Autofrettage.....   | 17        |
| 8.2.7  | Protection environnementale extérieure.....   | 17        |
| 8.3  | Homologation des conceptions nouvelles.....   | 17        |
| 8.3.1  | Généralités.....  | 17        |
| 8.3.2  | Essais de matériaux.....  | 18        |
| 8.3.3  | Essais des récipients sous pression.....  | 19        |
| 8.3.4  | Homologation des modifications de conception.....   | 22        |
| 8.3.5  | Homologation de conception et définition de la durée de vie en cycles par la mécanique de la rupture..... | 25        |
| 8.4  | Essais de production et par lots.....   | 27        |
| 8.4.1  | Essais de production.....   | 27        |
| 8.4.2  | Essais par lot.....   | 28        |
| 8.5  | Marquage.....   | 31        |
| 8.6  | Préparation à l'expédition.....   | 32        |
| <b>9</b>   | <b>Exigences pour les normes de conception existantes.....</b>  | <b>32</b> |
| <b>Annexe A (normative) Méthodes d'essai et critères d'acceptation.....</b>  |   | <b>33</b> |
| <b>Annexe B (normative) Utilisation de normes de conception existantes et approuvées pour le stockage stationnaire.....</b>                        |   | <b>44</b> |
| <b>Annexe C (informative) Vérification des taux de contrainte à l'aide de jauges de contrainte.....</b>  |   | <b>49</b> |
| <b>Annexe D (informative) Mesure des défauts par examen non destructif (END) par cyclage des récipients sous pression défectueux.....</b>          |   | <b>50</b> |
| <b>Annexe E (informative) Instructions du fabricant en matière de manutention, d'utilisation et d'inspection des récipients sous pression.....</b> |   | <b>51</b> |
| <b>Annexe F (informative) Évaluation de la vie en fatigue à l'aide des diagrammes de Goodman.....</b>  |   | <b>53</b> |
| <b>Annexe G (informative) Essai facultatif à la flamme vive.....</b>   |   | <b>58</b> |
| <b>Annexe H (informative) Informations sur le facteur de sécurité.....</b>   |   | <b>62</b> |
| <b>Annexe I (informative) Recommandations pour l'évaluation des récipients sous pression conçus conformément à d'autres normes.....</b>            |   | <b>65</b> |
| <b>Bibliographie.....</b>  |   | <b>68</b> |

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets)).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [www.iso.org/iso/fr/avant-propos](http://www.iso.org/iso/fr/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 197, *Technologies de l'hydrogène*.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse [www.iso.org/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).

## Introduction

L'hydrogène gazeux voit ses utilisations évoluer de l'industrie chimique vers diverses applications émergentes, que ce soit comme combustible pour piles à combustible, moteurs à combustion interne et d'autres applications spécialisées de l'hydrogène. En conséquence, de nouvelles exigences sont prévues pour les récipients sous pression sans soudure et en matériau composite et notamment un nombre plus élevé de cycles de pression.

Le présent document énumère les exigences applicables aux récipients sous pression pour le stockage stationnaire de l'hydrogène gazeux comprimé et qui sont essentiellement destinées à maintenir ou à améliorer le niveau de sécurité pour cette application.

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO/FDIS 19884](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6af00dfe-d91c-4974-a179-da9d4c4cba3c/iso-fdis-19884)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6af00dfe-d91c-4974-a179-da9d4c4cba3c/iso-fdis-19884>

# Hydrogène gazeux — Bouteilles et tubes pour stockage stationnaire

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les exigences en matière de conception, de fabrication et d'essai des bouteilles, tubes et autres récipients sous pression, qu'ils soient individuels ou reliés à un collecteur (pour certains essais particuliers comme l'essai à la flamme vive), en acier, acier inoxydable, alliages d'aluminium ou matériaux de construction non métalliques. Ces récipients sont destinés au stockage stationnaire de l'hydrogène gazeux jusqu'à une capacité maximale en eau de 10 000 l et une pression de service maximale admissible inférieure ou égale à 110 MPa, de construction métallique sans soudure (Type 1) ou de construction composite (Types 2, 3 et 4), et sont appelés «récipients sous pression» dans la suite du document.

Le présent document ne s'applique pas aux récipients de Type 2 et de Type 3 avec liner soudé.

Le présent document ne s'applique pas aux récipients sous pression utilisés pour le stockage de l'hydrogène solide, de l'hydrogène liquide ou les applications hybrides de stockage cryogénique à haute pression de l'hydrogène.

Le présent document ne s'applique pas aux tuyauteries extérieures qui peuvent être conçues conformément à des normes reconnues.

## 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 306, *Plastiques — Matières thermoplastiques — Détermination de la température de ramollissement Vicat (VST)*

ISO 527-2, *Plastiques — Détermination des propriétés en traction — Partie 2: Conditions d'essai des plastiques pour moulage et extrusion*

ISO 1519, *Peintures et vernis — Essai de pliage sur mandrin cylindrique*

ISO 2808, *Peintures et vernis — Détermination de l'épaisseur du feuil*

ISO 2812-1, *Peintures et vernis — Détermination de la résistance aux liquides — Partie 1: Immersion dans des liquides autres que l'eau*

ISO 4624, *Peintures et vernis — Essai de traction*

ISO 6272-2, *Peintures et vernis — Essais de déformation rapide (résistance au choc) — Partie 2: Essai de chute d'une masse avec pénétrateur de surface réduite*

ISO 6506-1, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Brinell — Partie 1: Méthode d'essai*

ISO 7225, *Bouteilles à gaz — Étiquettes informatives*

ISO 7866, *Bouteilles à gaz — Bouteilles à gaz sans soudure en alliage d'aluminium destinées à être rechargées — Conception, construction et essais*

ISO 9227, *Essais de corrosion en atmosphères artificielles — Essais aux brouillards salins*

## ISO/FDIS 19884:2019(F)

ISO 9809-1, *Bouteilles à gaz — Bouteilles à gaz rechargeables en acier sans soudure — Conception, construction et essais — Partie 1: Bouteilles en acier trempé et revenu ayant une résistance à la traction inférieure à 1 100 MPa*

ISO 9809-2, *Bouteilles à gaz — Bouteilles à gaz rechargeables en acier sans soudure — Conception, construction et essais — Partie 2: Bouteilles en acier trempé et revenu ayant une résistance à la traction supérieure ou égale à 1 100 MPa*

ISO 9809-3, *Bouteilles à gaz — Bouteilles à gaz rechargeables en acier sans soudure — Conception, construction et essais — Partie 3: Bouteilles en acier normalisé*

ISO 9809-4, *Bouteilles à gaz — Bouteilles à gaz rechargeables en acier sans soudure — Conception, construction et essais — Partie 4: Bouteilles en acier inoxydable avec une valeur Rm inférieure à 1 100 MPa*

ISO 11114-1, *Bouteilles à gaz — Compatibilité des matériaux des bouteilles et des robinets avec les contenus gazeux — Partie 1: Matériaux métalliques*

ISO 11114-2, *Bouteilles à gaz — Compatibilité des matériaux des bouteilles et des robinets avec les contenus gazeux — Partie 2: Matériaux non métalliques*

ISO 11114-4, *Bouteilles à gaz transportables — Compatibilité des matériaux et des robinets avec les contenus gazeux — Partie 4: Méthodes d'essai pour le choix des aciers résistants à la fragilisation par l'hydrogène*

ISO 11119-1, *Bouteilles à gaz — Bouteilles à gaz rechargeables en matériau composite et tubes — Conception, construction et essais — Partie 1: Bouteilles à gaz frettées en matériau composite renforcé par des fibres et tubes d'une contenance allant jusqu'à 450 l*

ISO 11119-2, *Bouteilles à gaz — Bouteilles à gaz rechargeables en matériau composite et tubes — Conception, construction et essais — Partie 2: Bouteilles à gaz composites entièrement bobinées renforcées par des fibres et tubes d'une contenance allant jusqu'à 450 l avec liners métalliques transmettant la charge*

ISO 11119-3, *Bouteilles à gaz — Bouteilles à gaz rechargeables en matériau composite et tubes — Conception, construction et essais — Partie 3: Bouteilles à gaz composites entièrement bobinées renforcées par des fibres et tubes d'une contenance allant jusqu'à 450 l avec liners métalliques ou non métalliques ne transmettant pas la charge*

ISO 11120, *Bouteilles à gaz — Tubes en acier sans soudure rechargeables d'une contenance en eau de 150 l à 3000 l — Conception, construction et essais*

ISO 11357-2, *Plastiques — Analyse calorimétrique différentielle (DSC) — Partie 2: Détermination de la température de transition vitreuse et de la hauteur de palier de transition vitreuse*

ISO 11439, *Bouteilles à gaz — Bouteilles haute pression pour le stockage de gaz naturel utilisé comme carburant à bord des véhicules automobiles*

ISO 12108, *Matériaux métalliques — Essais de fatigue — Méthode d'essai de propagation de fissure en fatigue*

ISO 14130, *Composites plastiques renforcés de fibres — Détermination de la résistance au cisaillement interlaminaire apparent par essai de flexion sur appuis rapprochés*

ISO 16474-1, *Peintures et vernis — Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire — Partie 1: Lignes directrices générales*

ISO 16474-3, *Peintures et vernis — Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire — Partie 3: Lampes fluorescentes UV*

EN 13322-2, *Bouteilles à gaz transportables — Bouteilles à gaz rechargeables soudées en acier — Conception et construction — Partie 2: Acier inoxydable*

ASTM D3170/D3170M-14, *Standard Test Method for Chipping Resistance of Coatings*

ASTM E647, *Standard Test Method for Measurement of Fatigue Crack Growth Rates*

### 3 Termes, définitions et symboles

#### 3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>;
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>.

##### 3.1.1

##### **autofrettage**

procédure de mise en pression du *liner* (3.1.13) métallique induisant des contraintes supérieures à sa limite élastique et qui suffisent à provoquer une déformation plastique permanente entraînant une compression du *liner*, ainsi que la mise en traction des fibres lorsque la pression intérieure effective est nulle

##### 3.1.2

##### **pression d'autofrettage**

pression à l'intérieur du récipient sous pression en matériau composite enveloppé pour laquelle la répartition nécessaire des contraintes est atteinte entre le *liner* (3.1.13) et l'*enveloppe composite* (3.1.6)

##### 3.1.3

##### **lot de récipients sous pression lot de liners sous pression**

ensemble de *récipients sous pression* (3.1.10) ou de *liners* (3.1.13) finis dont la qualité de fabrication est évaluée en termes d'un critère d'acceptation ou de refus suivant les résultats d'essais spécifiques réalisés sur un nombre défini d'unités de l'ensemble en question

##### 3.1.4

##### **embase**

composant métallique en forme de dôme, monté à une ou aux deux extrémités d'un *liner* (3.1.13) non métallique et muni d'un col pour former une ouverture et/ou un élément externe de support mécanique

##### 3.1.5

##### **pression de rupture**

pression la plus élevée atteinte dans une bouteille pendant un essai de rupture

##### 3.1.6

##### **enveloppe composite**

combinaison de fibres (y compris du fil d'acier) et d'une *matrice* (3.1.15)

##### 3.1.7

##### **tension d'enroulement contrôlée**

procédé utilisé dans la fabrication de récipients sous pression en matériau composite avec *liners* (3.1.13) métalliques dans lequel les contraintes de compression du *liner* et les contraintes de traction de l'*enveloppe composite* (3.1.6) à une pression interne effective nulle sont obtenues en enroulant les fibres de renforcement sous tension contrôlée

##### 3.1.8

##### **amplitude de cycle**

pourcentage de l'augmentation de pression par rapport à la pression maximale dans un *cycle de pression* (3.1.21)

Note 1 à l'article: L'amplitude du cycle est exprimée en %.

### 3.1.9

#### **modification de la conception**

modification du choix des matériaux structurels ou des dimensions qui dépasse les tolérances des plans de conception

### 3.1.10

#### **réceptif sous pression fini**

réceptif sous pression prêt à l'emploi, le plus souvent issu d'une production normale, complet avec marques d'identification et revêtement externe, y compris l'isolation intégrée spécifiée par le fabricant, mais sans l'isolation ou la protection non intégrées

Note 1 à l'article: Dans le cadre du présent document, un tube ou une bouteille est un réceptif sous pression fini.

### 3.1.11

#### **cycle complet**

cycle d'amplitude de pression comprise entre la *pression de service maximale admissible (PSMA)* (3.1.17) et 10 % de la PSMA

### 3.1.12

#### **fuite**

libération d'hydrogène par une fissure, un pore ou tout autre défaut analogue

Note 1 à l'article: Dans un réceptif sous pression de Type 4, une perméation par les parois inférieure aux taux décrits en A.13 n'est pas considérée comme une fuite.

### 3.1.13

#### **liner**

partie intérieure d'une bouteille en matériau composite comprenant un réceptif métallique ou non métallique et qui est destinée à contenir le gaz et à transmettre la pression du gaz aux fibres

### 3.1.14

#### **liner structurel**

*liner* (3.1.13) dont la *pression de rupture* (3.1.5) est au moins égale à 5 % de la pression de rupture minimale de la bouteille en matériau composite finie

### 3.1.15

#### **matrice**

matériau employé pour lier les fibres et les maintenir en place

### 3.1.16

#### **température maximale admissible**

température maximale de toute partie du réceptif sous pression et pour laquelle il est conçu (ou prévu d'être utilisé, au sens de l'Annexe B)

### 3.1.17

#### **pression de service maximale admissible**

#### **PSMA**

#### **pression nominale**

pression maximale à laquelle le composant peut être soumis par conception et qui sert de base pour la détermination de la résistance du composant considéré

### 3.1.18

#### **température minimale admissible**

température minimale de toute partie du réceptif sous pression et pour laquelle il est conçu (ou prévu d'être utilisé, au sens de l'Annexe B)

### 3.1.19

#### **opérateur**

entité juridiquement responsable de l'utilisation et de la maintenance du réceptif

**3.1.20****dispositif de surpression activé par la pression**

dispositif destiné à libérer la pression afin d'éviter une surpression au-delà d'une valeur spécifiée en cas d'urgence ou dans des conditions anormales

Note 1 à l'article: Les dispositifs de surpression activés par la pression peuvent être refermables (comme des robinets) ou non refermables (comme des disques de rupture).

**3.1.21****cycle de pression**

variation de pression composée d'une phase d'accroissement monotone de la pression jusqu'à un pic de pression suivie d'une phase de baisse monotone de la pression

Note 1 à l'article: Les variations de pression exclusivement dues aux variations de la température ambiante ne sont pas considérées comme des cycles de pression.

**3.1.22****durée de vie en cycles de pression**

nombre maximal de *cycles de pression* ([3.1.21](#)) en service hydrogène pour lequel le récipient sous pression est conçu et qu'il peut supporter

**3.1.23****précontrainte**

procédé d'application de l'*autofrettage* ([3.1.1](#)) ou de la *tension d'enroulement filamenteuse contrôlée* ([3.1.7](#))

**3.1.24****durée de vie en service**

période maximale pendant laquelle le récipient sous pression est destiné à demeurer en service, définie en fonction des caractéristiques de résistance à la fatigue et de résistance à la contrainte des bouteilles en matériau composite

Note 1 à l'article: La durée de vie en service est exprimée en années.

Note 2 à l'article: La durée de vie en service dépend généralement du *cycle de pression* ([3.1.21](#)), ainsi que d'autres conditions et exigences de service définies par les normes en vigueur. Pour les bouteilles en matériau composite, la durée de vie exprimée en nombre d'années est une exigence relative à la fiabilité dans des conditions de contrainte de rupture qui sert également de base pour les *taux de contrainte* ([3.1.29](#)) exigés.

**3.1.25****cycle de pression de faible amplitude**

*cycle de pression* ([3.1.21](#)) compris entre la *PSMA* ([3.1.17](#)) et 70 % de la *PSMA*

**3.1.26****durée de vie en cycles de pression de faible amplitude**

nombre maximal de *cycles de pression de faible amplitude* ([3.1.25](#)) que le récipient sous pression peut supporter en service hydrogène

**3.1.27****stockage stationnaire**

stockage sous pression situé à un emplacement fixe pour un objectif déterminé et qui n'est pas transporté sous pression

**3.1.28****pression d'épreuve stationnaire****TP**

pression appliquée pendant un essai de pression du récipient sous pression utilisé en service stationnaire

Note 1 à l'article: Si l'[Annexe B](#) est utilisée, la pression d'épreuve stationnaire ne doit pas être confondue avec la *pression d'épreuve* ([3.1.30](#)),  $P_h$ , utilisée par exemple dans la série ISO 9809 pour les besoins de conception des bouteilles à gaz transportables.

### 3.1.29

#### **taux de contrainte**

contrainte des fibres à la *pression de rupture* (3.1.5) minimale spécifiée divisée par la contrainte à la PSMA (3.1.17)

### 3.1.30

#### **pression d'épreuve**

pression appliquée pendant un essai de pression

### 3.1.31

#### **dispositif de surpression activé thermiquement**

dispositif activé par la température pour libérer la pression et éviter la rupture d'un récipient sous pression sous l'effet du feu, et qui s'active indépendamment de la pression du récipient

### 3.1.32

#### **matériau thermoplastique**

matière plastique pouvant être ramollie par augmentation de la température et durcie par diminution de la température, et ce de façon répétée

### 3.1.33

#### **récipient sous pression de Type 1**

récipient sous pression cylindrique en métal sans soudure

Note 1 à l'article: Les récipients multicouches soudés entièrement métalliques ne sont pas couverts dans le présent document. Pour information, plusieurs types de récipients sous pression multicouches sont traités par les normes ASME BPVC, Section VII et chinoises GB 150 et GB/T 26466.

### 3.1.34

#### **récipient sous pression de Type 2**

récipient sous pression cylindrique à enrobage tangentiel avec *liner* (3.1.13) structurel métallique et renforcement en matériau composite sur la partie cylindrique uniquement

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6af00dfe-d91c-4974-a179-da9d4c4cba3c/iso-fdis-19884>

### 3.1.35

#### **récipient sous pression de Type 3**

récipient sous pression cylindrique entièrement enveloppé avec *liner* (3.1.13) structurel métallique et renforcement en matériau composite sur la partie cylindrique, ainsi que sur les extrémités en forme de dôme

### 3.1.36

#### **récipient sous pression de Type 4**

récipient sous pression cylindrique entièrement enveloppé avec *liner non structurel* (3.1.37) et renforcement en matériau composite sur la partie cylindrique, ainsi que sur les extrémités en forme de dôme

### 3.1.37

#### **liner non structurel**

*liner* (3.1.13) dont la *pression de rupture* (3.1.5) est inférieure à 5 % de la pression de rupture nominale de la bouteille en matériau composite finie

### 3.1.38

#### **pression de service**

pression stabilisée d'une bouteille entièrement remplie à une température uniforme de 15 °C

Note 1 à l'article: Ce terme est normalement employé pour les bouteilles transportables, voir [Annexe B](#).

[SOURCE: ISO 11439:2013, 3.23, modifiée — La Note 1 à l'article a été ajoutée]

### 3.2 Symboles

|                   |   |
|-------------------|---|
| $\Delta P_i$      | variation de pression au cours d'un cycle de pression réel donné (en bar)   |
| $\Delta P_{\max}$ | variation de pression pendant l'essai de pression spécifié dans la norme de référence (en bar)  |
| $F$               | coefficient de contrainte nominale (rapport de la contrainte équivalente de la paroi à la pression d'épreuve, $P_h$ , pour garantir une limite d'élasticité minimale)   |
| $F_a$             | coefficient d'accélération de l'hydrogène (voir <a href="#">B.2.2.6</a> ), ce coefficient est le facteur de multiplication à appliquer lors du calcul du nombre de cycles équivalents, $n_{\text{eq}}$ , pour tenir compte des effets du vieillissement du $H_2$ sur le cyclage |
| $n_{\text{eq}}$   | nombre de cycles équivalent à des cycles pleins (garanti dans une norme donnée)   |
| $n_i$             | nombre de cycles de pression correspondant à $\Delta P_i$   |
| $P_h$             | pression d'épreuve (en bar)   |
| $P_w$             | pression de service (en bar)  |
| $a$               | taille du défaut  |
| $N$               | nombre de cycles de pression  |
| $da/dN$           | les taux de croissance des fissures, $da/dN_{\text{faible}}$ et $da/dN_{\text{élevé}}$ , sont donnés dans le <a href="#">Tableau 5</a>  |
| $C$               | constante, voir <a href="#">Tableau 5</a>   |
| $m$               | constante, voir <a href="#">Tableau 5</a>   |
| $C_H$             | constante lorsque l'essai de fatigue est réalisé dans l'hydrogène   |
| $\Delta K$        | plage du coefficient d'intensité de contrainte pendant le cycle de fatigue  |
| $\Delta K_c$      | plage du coefficient d'intensité de contrainte dans laquelle le $da/dN$ passe de faible à élevé   |
| $R_k$             | coefficient d'intensité de contrainte   |
| $K_{\text{lmin}}$ | coefficient d'intensité de contrainte minimal pendant le cycle de fatigue   |
| $K_{\text{lmax}}$ | coefficient d'intensité de contrainte maximal pendant le cycle de fatigue   |
| $K_{\text{max}}$  | valeur donnée, voir <a href="#">8.3.5.6</a>   |

## 4 Conditions de service spécifiées

### 4.1 Pression de service maximale admissible

La pression de service maximale admissible doit être spécifiée par le fabricant du récipient sous pression. Elle ne doit pas être inférieure à 15 MPa ni supérieure à 110 MPa.

### 4.2 Contenu énergétique maximal admissible

Le contenu énergétique maximal admissible d'un récipient sous pression individuel ne doit pas dépasser 300 000 MPa·l.

### 4.3 Températures maximale et minimale admissibles

La température maximale admissible et la température minimale admissible doivent être spécifiées par le fabricant du récipient sous pression et indiquées sur la plaque signalétique.

La valeur spécifiée de la température maximale admissible ne doit pas être inférieure à 50 °C ni supérieure à 85 °C.

La valeur spécifiée de la température minimale admissible ne doit pas être supérieure à -25 °C ni inférieure à -50 °C.

Le fabricant peut spécifier une température maximale distincte à ne pas dépasser pendant les opérations de maintenance, par exemple pendant la mise en peinture.

### 4.4 Durée de vie en cycles de pression

La durée de vie en cycles de pression en service hydrogène doit être spécifiée par le fabricant du récipient sous pression.

Le propriétaire ou l'opérateur peut décider, à sa convenance, de limiter davantage le nombre de cycles autorisés.

### 4.5 Durée de vie en cycles de pression de faible amplitude

Le fabricant ou l'utilisateur peut, de manière facultative, spécifier une durée de vie en cycles de pression de faible amplitude. Dans ce cas, la durée de vie en cycles de pression de faible amplitude doit être au minimum égale au triple de la durée de vie en cycles de pression.

La durée de vie en cycles de pression de faible amplitude doit être calculée suivant l'une des méthodes données en 4.6.3 ou en 8.3.5, ou encore déterminée de manière expérimentale conformément aux méthodes décrites en A.7. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6af00dfe-d91c-4974-a179-da9d4c4cba3c/iso-fdis-19884>

### 4.6 Décompte des cycles de pression effectifs et nombre maximal de cycles de pression autorisé en service

#### 4.6.1 Généralités

L'une des méthodes suivantes doit être utilisée pour déterminer la durée de vie en cycles de pression de la bouteille.

#### 4.6.2 Méthode de calcul des cycles de pression — Méthode décrite à l'Annexe B

Pour tous les types de récipients, le nombre de cycles équivalents à des cycles complets (garanti dans une norme donnée) peut être calculé conformément à la formule donnée à l'Annexe B.

#### 4.6.3 Méthode de calcul des cycles de pression — Méthode des diagrammes de Goodman décrite à l'Annexe F

La durée de vie en cycles peut être déterminée à l'aide d'un diagramme de Goodman et de la loi de Miner. Le diagramme de Goodman doit s'appuyer sur des essais de fatigue de matériaux et de constructions similaires à ceux employés pour le récipient à homologuer. Un exemple de la démarche est fourni à l'Annexe F.

### 4.7 Durée de vie en service

La durée de vie en service doit être spécifiée par le fabricant du récipient sous pression.

Pour les récipients de Type 2, de Type 3 et de Type 4 comprenant de la fibre d'aramide ou de la fibre de verre, la durée de vie en service spécifiée ne doit pas dépasser 30 ans.

La durée de vie en service est également limitée par la durée de vie en cycles de pression spécifiée. L'opérateur est responsable de la surveillance des cycles imposés aux récipients sous pression, ainsi que du retrait du service des récipients qui ont atteint leur durée de vie nominale. À titre d'exemple, un récipient sous pression spécifié pour 150 000 cycles et soumis à un cycle de pression par heure doit être retiré du service après 17 ans.

## 5 Autres conditions de service

### 5.1 Conditions environnementales

Le fabricant doit spécifier les conditions environnementales pour lesquelles le récipient sous pression a été conçu, ainsi que les protections à mettre en place au point d'utilisation comme une protection externe contre le rayonnement solaire extrême.

Des précautions doivent être prises contre les chutes et les chocs, notamment au moment de l'installation. En cas de chute ou de choc, une inspection doit être réalisée.

Ces informations doivent être incluses dans la déclaration de service fournie par le fabricant, comme exigé en [6.2](#).

L'immersion dans un fluide, l'ajout d'un revêtement, d'une couche de protection ou d'un milieu isolant les bouteilles ou entraînant la rétention de fluides de quelque nature que ce soit, exigent l'approbation écrite du fabricant.

### 5.2 Conditions au feu

Le propriétaire ou l'opérateur doit évaluer les résultats d'une analyse du risque pour établir que la sécurité générale est maintenue en cas d'incendie.

Diverses solutions de protection peuvent être utilisées (par exemple des dispositifs d'extinction, des produits ignifugeants, des dispositifs de surpression, des peintures intumescentes, etc.).

Si la réglementation ou l'analyse du risque exige l'installation d'un dispositif de surpression, consulter à titre d'information les suggestions de conception et les modes opératoires d'essai de l'[Annexe G](#).

## 6 Informations à consigner

### 6.1 Généralités

Le fabricant du récipient sous pression doit conserver dans un fichier les informations indiquées ci-après. Ces informations doivent être conservées pendant la durée de vie prévue du récipient sous pression.

### 6.2 Déclaration de service

Le fabricant du récipient sous pression doit fournir à l'utilisateur une déclaration de service comprenant les informations suivantes:

- a) le nom et l'adresse du fabricant du récipient sous pression;
- b) les conditions de service spécifiées à [l'Article 4](#) et à [l'Article 5, y](#) compris un avertissement sur la nécessité des mesures à prendre pour éviter de dépasser les limitations spécifiées comme les limites de température et la durée de vie en cycles;
- c) une déclaration indiquant que la conception du récipient sous pression est appropriée à une utilisation dans les conditions de service prévues aux [Articles 4](#) et [5](#);