

---

---

**Hydrogène liquide — Interface des  
systèmes de remplissage pour véhicules  
terrestres**

*Liquid hydrogen — Land vehicle fuelling system interface*

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

[ISO 13984:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f7cd2010-aed9-4748-a0f3-2e6f46734dc3/iso-13984-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f7cd2010-aed9-4748-a0f3-2e6f46734dc3/iso-13984-1999>



## Sommaire

1	Domaine d'application .....	1
2	Références normatives .....	1
3	Termes et définitions.....	2
4	Exigences .....	3
4.1	Portée.....	3
4.2	Système de remplissage.....	3
4.3	Installation des tuyauteries et des flexibles.....	9
4.4	Assemblage de l'équipement.....	9
4.5	Méthodes de transvasement .....	10
5	Méthodes d'essai et de contrôle.....	10
5.1	Exigences relatives à l'examen .....	10
5.2	Critères d'acceptation .....	10
5.3	Types d'examens.....	10
5.4	Méthodes d'examen.....	11
5.5	Essai de pression .....	11
5.6	Essai d'étanchéité.....	12
6	Qualifications du personnel.....	12
7	Sécurité.....	13
7.1	Exigences concernant les zones de travail.....	13
7.2	Signaux avertisseurs .....	13
8	Entretien .....	14

ITeCh STANDARD PREVIEW  
(standards.itech.ai)

[ISO 13984:1999](https://standards.itech.ai/catalog/standards/sist/f7cd2010-aed9-4748-a0f3-2e6f46734dc3/iso-13984-1999)

<https://standards.itech.ai/catalog/standards/sist/f7cd2010-aed9-4748-a0f3-2e6f46734dc3/iso-13984-1999>

© ISO 1999

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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 et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation  
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse  
Internet iso@iso.ch

Imprimé en Suisse

## 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 (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 13984 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 197, *Technologies de l'hydrogène*.

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

[ISO 13984:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f7cd2010-aed9-4748-a0f3-2e6f46734dc3/iso-13984-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f7cd2010-aed9-4748-a0f3-2e6f46734dc3/iso-13984-1999>

## Introduction

Il convient d'utiliser l'interface du système de ravitaillement décrit dans la présente Norme internationale avec des réservoirs de carburant fabriqués selon les exigences de l'ISO 13985.

NOTE Conformément à l'entente à laquelle sont parvenus les membres de l'ISO/TC 197 durant la sixième réunion plénière, les contraintes admissibles basales indiquées au Tableau 1 de la présente Norme internationale ont été modifiées.

# iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 13984:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f7cd2010-aed9-4748-a0f3-2e6f46734dc3/iso-13984-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f7cd2010-aed9-4748-a0f3-2e6f46734dc3/iso-13984-1999>

# Hydrogène liquide — Interface des systèmes de remplissage pour véhicules terrestres

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit les caractéristiques des systèmes de distribution et de remplissage en hydrogène liquide des véhicules terrestres de tout type dans le but de réduire les risques d'incendie et d'explosion lors de la procédure de remplissage et ainsi d'assurer un degré de protection raisonnable contre les pertes de vie ou de biens.

La présente Norme internationale est applicable à la conception et à l'installation des systèmes de distribution et de remplissage en hydrogène liquide (LH<sub>2</sub>). Elle décrit le système destiné à la distribution d'hydrogène liquide à un véhicule, y compris la partie qui permet à l'hydrogène gazeux froid de revenir du réservoir du véhicule, c'est-à-dire le système entre le véhicule terrestre et le réservoir de stockage.

## 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 1106-3:1984, *Pratique recommandée pour l'examen radiographique de joints soudés par fusion — Partie 3: Joints circulaires soudés par fusion de tubes d'acier d'épaisseur égale ou inférieure à 50 mm.*

ISO 1182:—<sup>1)</sup>, *Essais au feu des matériaux de construction — Essai de non-combustibilité.*

ISO 9303:1989, *Tubes en acier sans soudure et soudés (sauf à l'arc immergé) pour service sous pression — Contrôle par ultrasons sur toute la circonférence pour la détection des imperfections longitudinales.*

ISO 10286:1996, *Bouteilles à gaz — Terminologie.*

ISO 11484:1994, *Tubes en acier soudés pour service sous pression — Qualification et certification du personnel d'essais non destructifs.*

ISO 12095:1994, *Tubes en acier sans soudure et soudés pour service sous pression — Contrôle par ressuage.*

ISO 13663:1995, *Tubes en acier soudés pour service sous pression — Contrôle par ultrasons de la zone adjacente au cordon de soudure pour la détection des dédoubleures de laminage.*

ISO 13664:1997, *Tubes en acier sans soudure et soudés pour service sous pression — Contrôle par magnétoscopie des extrémités des tubes pour la détection des dédoubleures de laminage.*

<sup>1)</sup> À publier. (Révision de l'ISO 1182:1990)

ISO 13665:1997, *Tubes en acier sans soudure et soudés pour service sous pression — Contrôle par magnétoscopie du corps des tubes pour la détection des imperfections de surface.*

ASTM A240/A240M-97a, *Heat-Resisting Chromium and Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels.*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes et définitions donnés dans l'ISO 10286, ainsi que les termes et définitions suivants s'appliquent.

#### 3.1

##### **pression de calcul**

pression utilisée dans la formule de calcul de l'épaisseur minimale des parois pour chaque composant d'un circuit de tuyauteries

NOTE La pression de calcul ne devrait pas être inférieure à la pression dans les conditions coïncidentes les plus difficiles de pression interne ou externe et de température (minimale ou maximale) prévues durant l'utilisation.

#### 3.2

##### **réservoir de carburant**

réservoir d'hydrogène liquide installé sur un véhicule et comportant des accessoires pour son raccordement à une station de remplissage

#### 3.3

##### **inspecteur**

une personne qualifiée employée par une agence nationale ou internationale indépendante reconnue

#### 3.4

##### **hydrogène liquide**

##### **LH<sub>2</sub>**

hydrogène qui a été liquéfié, c'est-à-dire amené à un état liquide

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
(standards.iteh.ai)  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f7cd2010-aed9-4748-a0f3-2e6f46734dc3/iso-13984-1999>

NOTE La liquéfaction peut être obtenue soit par refroidissement et pressurisation, soit par d'autres moyens comme l'effet magnétocalorique.

#### 3.5

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

##### **MPOP**

la pression manométrique maximale permise dans un circuit de tuyauteries dans ses conditions d'utilisation

#### 3.6

##### **matériau incombustible**

matériau qui ne s'enflamme pas, ne brûle pas, n'entretient pas la combustion ni ne dégage de vapeurs inflammables lorsque, conformément aux exigences de l'ISO 1182, on le soumet au feu ou à la chaleur

#### 3.7

##### **pression de service**

pression manométrique d'utilisation d'un circuit de tuyauteries

NOTE La pression de service ne devrait pas dépasser la pression maximale de service admissible.

#### 3.8

##### **plage de températures d'utilisation**

limites de température allant de celle de l'hydrogène liquide (– 253 °C) jusqu'à une température ambiante présumée de 54 °C

### 3.9

#### **réservoir de stockage**

réservoir pour l'hydrogène liquide situé dans une station de remplissage pour fournir de l'hydrogène liquide à un véhicule terrestre

## 4 Exigences

### 4.1 Portée

Les dispositions du présent article ne s'appliquent qu'aux composants du système qui sont en contact avec l'hydrogène liquide ou les vapeurs froides d'hydrogène gazeux.

### 4.2 Système de remplissage

#### 4.2.1 Compatibilité avec l'hydrogène et les basses températures

Tous les composants du système de remplissage qui sont en contact avec l'hydrogène liquide ou les vapeurs froides d'hydrogène gazeux doivent être compatibles avec l'hydrogène liquide et les courants de gaz froids des retours de l'hydrogène gazeux du réservoir de carburant du véhicule et ils doivent convenir à une telle utilisation.

La dilatation et la contraction thermiques des circuits de tuyauteries dues aux fluctuations de température dans la plage de températures d'utilisation doivent être prises en considération. La condensation possible de l'air doit également être prise en considération.

#### 4.2.2 Spécifications du matériau

Le matériau utilisé dans la fabrication des tuyauteries destinées à une utilisation avec de l'hydrogène liquide doit être soit de l'acier inoxydable austénitique, soit tout autre matériau à condition que son équivalence de rendement ait été établie.

[ISO 13984:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f7cd2010-aed9-4748-a0f3-2e6f46734dc3/iso-13984-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f7cd2010-aed9-4748-a0f3-2e6f46734dc3/iso-13984-1999>

#### 4.2.3 Tuyauteries

##### 4.2.3.1 Conception

Les tuyauteries, les appareils de robinetterie, les raccords, les joints d'étanchéité et les produits d'étanchéité doivent être appropriés pour une utilisation avec l'hydrogène aux températures et aux pressions considérées.

Les joints permanents dans les tuyauteries doivent être soudés ou brasés; les liaisons par brides ou par joints filetés ou vissés ne doivent pas être utilisées. Les raccords à compression peuvent être utilisés aux seules fins du raccordement de l'instrumentation et des limiteurs de pression aux conduites de gaz. Les matériaux utilisés pour les appareils de robinetterie et les raccords doivent convenir à l'utilisation avec l'hydrogène liquide dans la plage de températures d'utilisation. Les joints par verrous à baïonnette doivent être utilisés pour les opérations de transfert de l'hydrogène liquide.

La résistance à l'éclatement de tous les tuyaux, appareils de robinetterie, raccords et flexibles doit être d'au moins quatre fois la pression de calcul du réservoir de stockage et pas moins de quatre fois la pression à laquelle ils seront soumis lors de leur utilisation dans des conditions normales par l'actionnement d'une pompe ou d'un autre appareil, lorsque leur actionnement pourrait soumettre des parties de tuyauterie à des pressions supérieures à la pression de calcul du réservoir de stockage.

Chaque appareil de robinetterie doit être conçu et fabriqué pour une pression nominale et une plage de températures d'utilisation égales ou supérieures à la plus grande des deux valeurs, parmi celles utilisées pour le calcul du réservoir de stockage ou de la partie de la tuyauterie où l'appareil de robinetterie est installé. Chaque appareil de robinetterie doit être compatible pour une utilisation avec l'hydrogène liquide ou l'hydrogène gazeux froid.

Des dispositifs doivent être prévus pour permettre de minimiser l'exposition du personnel aux tuyauteries et d'empêcher l'air condensé d'entrer en contact avec les tuyauteries, les organes structurels, les surfaces non

prévues pour un enrichissement en oxygène ou les surfaces non appropriées pour les températures cryogéniques. Dans des situations d'urgence comme l'exposition au feu, à la chaleur, au froid et à l'eau, l'isolation doit permettre de maintenir toutes les propriétés exigées par la conception. Elle doit être conçue pour que le joint d'étanchéité aux vapeurs dans l'enveloppe extérieure prévienne la condensation d'air et l'apport subséquent en oxygène dans la partie isolante. Le matériau isolant et l'enveloppe extérieure doivent être d'une conception adéquate pour prévenir l'attrition de l'isolation dans des conditions d'utilisation normales.

**4.2.3.2 Exigences concernant l'épaisseur**

L'épaisseur exigée des sections droites des tuyaux doit être déterminée à l'aide de l'équation (1) :

$$t_m = t + c \tag{1}$$

où

- $t_m$  est l'épaisseur nominale qui inclut les surépaisseurs mécaniques, de corrosion et d'érosion, en millimètres;
- $t$  est l'épaisseur relative à la pression de calcul calculée selon l'équation (2), en millimètres;
- $c$  est la somme des surépaisseurs mécaniques (profondeur de filet et de rainure), de corrosion et d'érosion, en millimètres.

L'épaisseur  $t$  relative à la pression de calcul doit être calculée à l'aide de l'équation (2) :

$$t = \frac{PD_o}{2(S \cdot E + P \cdot Y)} \tag{2}$$

où

- $P$  est la pression interne de calcul, plus le vide s'il y a isolation sous vide, en mégapascals;
- $D_o$  est le diamètre extérieur du tuyau, en millimètres;
- $S$  est la valeur de contrainte admissible basale pour le matériau tirée du Tableau 1, en mégapascals;
- $Y$  est un coefficient égal à 0,4 pour les aciers austénitiques;
- $E$  est un facteur de qualité qui, pour l'acier inoxydable et les tuyaux sans soudure, est égal à 1,0.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

**Tableau 1 — Contraintes admissibles basales ( $S$ ) en tension pour des tuyaux en acier inoxydable austénitique**

Dimensions en mégapascals

Dénomination	Résistance minimale en traction spécifiée	Limite élastique minimale spécifiée	Contrainte admissible basale à la température minimale (2/3 de la limite élastique)
ASTM A 240, type 304	517	207	138
ASTM A 240, type 304 L	482	172	115
ASTM A 240, type 316	517	207	138
ASTM A 240, type 316 L	482	172	115

**4.2.3.3 Effets cycliques**

**4.2.3.3.1 Charges cycliques**

La tuyauterie et les composants doivent être conçus pour répondre aux effets de la fatigue du métal résultant des fluctuations thermiques que devra subir le système. Une attention particulière doit être apportée aux endroits de

changements dans les épaisseurs de parois, entre les tuyaux, les raccords, les appareils de robinetterie, les autres composants, de même qu'aux points d'attache.

Les conditions de conception doivent comprendre les fluctuations coïncidentes de pression et de température incluant les déplacements imposés aux extrémités et l'expansion thermique du joint lui-même, durant les cycles de service. Les cycles correspondant aux conditions transitoires (démarrage, arrêt et fonctionnement anormal) doivent être considérés de façon distincte.

#### 4.2.3.3.2 Limites des contraintes calculées en fonction des charges soutenues et des tensions dues à des déplacements

##### 4.2.3.3.2.1 Contraintes dues à la pression interne

Les contraintes dues à la pression interne doivent être considérées comme sécuritaires lorsque l'épaisseur de paroi du composant de tuyauterie, y compris les renforcements, respecte les exigences exprimées en 4.2.3.2.

##### 4.2.3.3.2.2 Contraintes longitudinales $S_L$

La somme des contraintes longitudinales dues à la pression, au poids et aux autres charges soutenues  $S_L$  dans un circuit de tuyauteries ne doit pas dépasser  $S_h$  dans l'équation (4).

L'épaisseur  $t$  du tuyau utilisée dans le calcul de la valeur de contrainte  $S_L$  doit être l'épaisseur nominale  $t_m$  moins les surépaisseurs mécaniques, de corrosion et d'érosion  $c$  [selon l'équation (1)].

##### 4.2.3.3.2.3 Échelle des contraintes de déplacement estimée $S_E$

L'échelle des contraintes de déplacement estimée  $S_E$  pour un circuit de tuyauteries, donnée par l'équation (3), ne doit pas dépasser la contrainte de déplacement admissible  $S_A$  calculée à l'aide de l'équation (4) :

$$S_E = \sqrt{S_b^2 + 4 S_t^2} \quad (3)$$

où

$S_b$  est la contrainte de flexion résultante, en mégapascals;

$S_t$  est la contrainte de torsion, en mégapascals.

##### 4.2.3.3.2.4 Échelle de contraintes de déplacement admissibles $S_A$

$$S_A = f(1,25 S_c + 0,25 S_h) \quad (4)$$

où

$S_A$  est la contrainte de déplacement admissible, en mégapascals;

$S_c$  est la contrainte admissible basale à la température minimale prévue pour le métal durant le cycle de déplacement considéré, en mégapascals;

$S_h$  est la contrainte admissible basale à la température maximale prévue pour le métal durant le cycle de déplacement considéré, en mégapascals.

Lorsque  $S_h$  est supérieure à  $S_L$ , la différence entre elles peut être ajoutée au terme  $0,25 S_h$  dans l'équation (4). En pareil cas, la contrainte de déplacement admissible doit être calculée à l'aide de l'équation (5) :

$$S_A = f[1,25 (S_c + S_h) - S_L] \quad (5)$$

où

$S_L$  est la somme des contraintes longitudinales dans tout composant du circuit de tuyauteries dues à la pression, au poids et aux autres charges soutenues, en mégapascals;

$f$  est le facteur de réduction de l'échelle de contrainte donnée dans le Tableau 2 ou calculé à l'aide de l'équation (6) :

$$f = 6,0[N]^{-0,2} \leq 1 \tag{6}$$

où

$N$  est le nombre équivalent de cycles complets de déplacement prévus pendant la durée totale d'utilisation du circuit de tuyauteries;

$S_b$  est la contrainte de flexion résultante, en mégapascals;

$S_t$  est la contrainte de torsion, en mégapascals.

**Tableau 2 — Facteurs de réduction  $f$  pour différents niveaux de contrainte**

Nombre $N$ de cycles	Facteur $f$
7 000 ou moins	1,0
de 7 000 à 14 000	0,9
de 14 000 à 22 000	0,8
de 22 000 à 45 000	0,7
de 45 000 à 100 000	0,6
de 100 000 à 200 000	0,5
de 200 000 à 700 000	0,4
de 700 000 à 2 000 000	0,3

Lorsque l'échelle des contraintes calculées varie, soit en raison de l'expansion thermique, soit dans d'autres conditions,  $S_E$  est définie comme la plus grande échelle de contraintes de déplacement calculée. Dans de tels cas, la valeur de  $N$  peut être calculée à l'aide de l'équation (7) :

$$N = N_E + \sum (r_i^5 N_i) \text{ pour } i = 1, 2, \dots, n \tag{7}$$

où

$N$  est le nombre de cycles de l'échelle maximale des contraintes de déplacement calculées,  $S_E$ ;

$r_i$  est le rapport de  $S_i$  sur  $S_E$  ( $S_i/S_E$ );

$S_i$  est toute échelle de contrainte de déplacement calculée inférieure à  $S_E$ ;

$N_i$  est le nombre de cycles associés à l'échelle des contraintes de déplacement  $S_i$ .

**4.2.3.4 Tuyauteries fixes**

Les tuyauteries extérieures doivent être installées au-dessus du sol et doivent être supportées adéquatement et protégées contre les dommages mécaniques. Les tuyauteries doivent être protégées contre la corrosion en suivant les règles techniques reconnues.

Les tuyauteries du système de remplissage doivent être supportées de façon adéquate, attachées et isolées pour une utilisation avec l'hydrogène liquide à la pression de calcul.

Les clavatures du réservoir de stockage doivent être fabriquées en vue de minimiser la vibration et doivent être installés dans des endroits protégés ou abrités pour prévenir les dommages que pourraient y causer des objets non fixés.

Les tuyauteries et les raccords doivent être exempts de bavures et d'écaillés et les extrémités des tuyauteries doivent être alésées.

Le procédé de fabrication d'une tuyauterie doit faire en sorte de ne pas en réduire la pression nominale sous la pression de calcul.

Un joint ou un raccordement doit être placé dans un endroit facilement accessible.

L'hydrogène évacué ne doit être dirigé que vers un endroit sécuritaire. Un tuyau d'évacuation d'hydrogène doit être installé en un point au-dessus du réservoir de stockage et protégé de façon à empêcher la pluie, la neige et tout autre matériau solide d'y pénétrer. Les tuyaux d'évacuation qui sont à la verticale doivent pouvoir être vidangés.

#### 4.2.3.5 Supports des tuyaux

Les supports des tuyaux, y compris le système isolant supportant les tuyaux, doivent être résistants à d'éventuelles expositions au feu ou à des échappements d'hydrogène liquide froid, ou les deux, ou protégés contre ceux-ci, s'ils sont soumis à de telles expositions.

#### 4.2.4 Flexibles de remplissage

La conception des flexibles de remplissage doit se conformer à l'état de la technique et tenir compte de l'expérience du fabricant.

Les flexibles de remplissage doivent être isolés au moyen d'un vide ou de tout autre forme convenable d'isolation d'un tuyau flexible pour permettre à l'hydrogène de rester dans son état liquide. Les flexibles doivent posséder des dispositifs permettant d'évacuer l'hydrogène gazeux qui pourrait se former.

En situation d'urgence, lors d'expositions au feu, à la chaleur, au froid ou à l'eau, l'isolation doit permettre de maintenir toutes les propriétés exigées lors de la conception.

Lorsqu'une perte de vide est détectée ou si de la condensation ou du givre apparaît sur la paroi extérieure d'un flexible pendant son utilisation, le flexible doit être mis hors service jusqu'à ce que le vide puisse être rétabli.

Chaque manchon utilisé pour le raccordement d'un flexible doit être conçu de façon telle qu'il empêche toute fuite au point de raccordement.

Les matériaux des joints d'étanchéité doivent convenir pour une utilisation avec l'hydrogène liquide et avoir des dimensions appropriées pour cette utilisation. Des joints d'étanchéité faits d'un matériau à base de fibres non liées ne doivent pas être utilisés étant donné la possibilité de contamination du système par ces particules non liées. Les joints toriques et les rainures de joints toriques doivent s'ajuster correctement pour satisfaire aux conditions d'utilisation prévues et à l'exposition à l'hydrogène.

La pression maximale de service admissible de l'équipement de transvasement doit être égale ou supérieure à la plus grande des deux pressions suivantes : la pression de calcul du réservoir de stockage ou la pression de refoulement des pompes et des autres dispositifs. S'il y a utilisation de flexibles doubles, des dispositifs pour l'évacuation ou la récupération des gaz doivent être prévus.

Les courbes prononcées et les torsions doivent être évitées dans le cheminement des flexibles. Un rayon de courbure doit être jugé acceptable s'il correspond au moins à 5 fois le diamètre extérieur du flexible.

L'utilisation d'un flexible dans une installation doit être limitée à :

- a) un flexible pour remplir un véhicule;
- b) un raccord d'entrée d'un équipement de compression;