



**Norme  
internationale**

**ISO 21012**

**Réceptifs cryogéniques — Tuyaux  
flexibles**

*Cryogenic vessels — Hoses*

**Troisième édition  
2024-08**

iTeh Standards  
(<https://standards.itih.ai>)  
Document Preview

[ISO 21012:2024](https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/18890082-f567-413b-919d-a059ad2039b9/iso-21012-2024)

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/18890082-f567-413b-919d-a059ad2039b9/iso-21012-2024>

iTeh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

[ISO 21012:2024](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/18890082-f567-4f3b-919d-a059ad2039b9/iso-21012-2024)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/18890082-f567-4f3b-919d-a059ad2039b9/iso-21012-2024>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2024

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  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos .....	iv
<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 et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Exigences générales</b> .....	<b>2</b>
4.1    Conception et construction .....	2
4.2    Matériaux .....	3
4.3    Propreté .....	4
4.4    Propriétés mécaniques .....	4
4.4.1    Pression d'éclatement .....	4
4.4.2    Cycles de pression .....	4
4.4.3    Essai de flexion .....	4
4.4.4    Résistance aux mauvais traitements .....	4
4.4.5    Résistance aux basses températures .....	4
4.4.6    Étanchéité .....	4
4.4.7    Propriétés électriques .....	4
<b>5</b> <b>Essais sur échantillons de tuyaux flexibles</b> .....	<b>5</b>
5.1    Généralités .....	5
5.2    Essais non destructifs et inspection .....	6
5.2.1    Documents des matériaux .....	6
5.2.2    Contrôle dimensionnel .....	6
5.2.3    Contrôle de la propreté .....	6
5.2.4    Essai de pression .....	6
5.2.5    Essai d'étanchéité .....	6
5.2.6    Essai d'écrasement .....	7
5.3    Essais destructifs .....	7
5.3.1    Cycles de pression hydraulique .....	7
5.3.2    Essai de cycles de flexion .....	7
5.3.3    Essai d'éclatement hydraulique .....	8
5.3.4    Examen en coupe transversale .....	8
<b>6</b> <b>Tests de production</b> .....	<b>8</b>
6.1    Généralités .....	8
6.2    Test de pression .....	8
6.3    Test d'étanchéité .....	8
<b>7</b> <b>Marquage</b> .....	<b>9</b>
<b>8</b> <b>Nettoyage</b> .....	<b>9</b>
<b>9</b> <b>Examen périodique</b> .....	<b>9</b>
<b>10</b> <b>Certificat d'essais</b> .....	<b>9</b>
<b>Annexe A (informative) Tuyauterie flexible type</b> .....	<b>10</b>
<b>Annexe B (normative) Essai de cycles de flexion applicable aux tuyauteries flexibles métalliques et aux tuyauteries flexibles constituées de matériaux, accompagné d'un enregistrement d'utilisation satisfaisante en service cryogénique</b> .....	<b>11</b>
<b>Annexe C (normative) Essai de cycles de flexion applicable aux tuyauteries flexibles constituées de matériaux ou composites rarement utilisés en service cryogénique</b> .....	<b>13</b>
<b>Annexe D (informative) Guide relatif à l'examen périodique des tuyaux flexibles de transvasement</b> .....	<b>15</b>
<b>Annexe E (informative) Matériaux acceptables</b> .....	<b>16</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>22</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/patents](http://www.iso.org/patents)).

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/foreword.html](http://www.iso.org/iso/foreword.html).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 220, *Réceptacles cryogéniques*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 268, *Réceptacles cryogéniques*, du Comité européen de normalisation (CEN) conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 21012:2018), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- modification du domaine d'application;
- modification des références normatives;
- amélioration du lien entre les exigences relatives aux matériaux (4.2) et ajout d'une nouvelle [Annexe E](#) concernant les matériaux acceptables;
- explications pour l'acier inoxydable austénitique dans l'essai de pression ([paragraphe 5.2.4](#)).

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/members.html](http://www.iso.org/members.html).

# Réceptacles cryogéniques — Tuyaux flexibles

## 1 Domaine d'application

Le présent document définit la conception, le type et les tests de production ainsi que les exigences de marquage applicables à la fois aux tuyaux flexibles cryogéniques non isolés et aux tuyaux à double enveloppe sous vide utilisés pour le passage des fluides cryogéniques dans la plage de conditions de fonctionnement suivante :

- plage de température de service : entre  $-270\text{ °C}$  et  $+65\text{ °C}$  ;
- diamètre nominal (DN) : entre 10 et 100.

Les pièces d'extrémité de montage d'un couplage quelconque relèvent du domaine d'application du présent document ; néanmoins, les couplages sont couverts par d'autres normes.

## 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 7369, *Tuyauteries — Tuyaux et tuyauteries métalliques flexibles — Vocabulaire*

ISO 10806, *Tuyauteries — Raccords pour tuyaux métalliques flexibles onduleux*

ISO 21010, *Réceptacles cryogéniques — Compatibilité gaz/matériaux*

ISO 21028-1, *Réceptacles cryogéniques — Exigences de ténacité pour les matériaux à température cryogénique — Partie 1 : Températures inférieures à  $-80\text{ °C}$*

ISO 23208, *Réceptacles cryogéniques — Propreté en service cryogénique*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'ISO 7369 ainsi que les 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 :

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

### 3.1 tuyau flexible

tube flexible étanche interne en métal, élastomère ou plastique onduleux

### 3.2 tresse

une ou plusieurs couches, composées de fils tissés en forme cylindrique recouvrant le *tuyau flexible* (3.1) et fixées de façon permanente aux *pièces d'extrémité* (3.4) de la *tuyauterie flexible* (3.5) à l'aide d'une bague d'extrémité, servant à limiter l'allongement du tuyau flexible

### 3.3

#### **gainage**

revêtement de protection

enveloppe ou revêtement externe fixé au *tuyau flexible* (3.1) principal et à la *tresse* (3.2) principale, de façon à les protéger contre toute détérioration et abrasion

### 3.4

#### **pièce d'extrémité**

raccord (en matériau compatible avec le matériau et le produit transférés) fixé à chaque extrémité du *tuyau flexible* (3.1) et de la *tresse* (3.2) (si ces derniers en sont équipés)

### 3.5

#### **tuyauterie flexible**

*tuyau flexible* (3.1) constitué de *pièces d'extrémité* (3.4) fixées, complété soit par une *tresse* (3.2) soit par une autre enveloppe, ou les deux, prêt à l'emploi

### 3.6

#### **diamètre nominal**

##### **DN**

désignation alphanumérique de dimension pour les composants d'un réseau de tuyauteries, utilisée à des fins de référence

Note 1 à l'article: Elle comprend les lettres DN suivies par un nombre entier sans dimension qui est indirectement relié aux dimensions réelles, en millimètres, de l'alésage ou du diamètre extérieur des raccords d'extrémité.

[SOURCE: : ISO 6708:1995, 2.1, modifié — La deuxième partie de la définition a été déplacée dans une note 1 à l'article. La note 1 à l'article originale a été supprimée.]

### 3.7

#### **pression nominale**

$P_N$   
<d'un *tuyau flexible*> (3.1) pression de service maximale admissible (MAWP) la plus faible d'un composant quelconque du tuyau flexible à 20 °C

Note 1 à l'article: Voir également 4.1.

### 3.8

#### **température nominale minimale**

température la plus basse assignée à la *tuyauterie flexible* (3.5) par le fabricant et qui est destinée à être utilisée pour le transfert

### 3.9

#### **plage de température de service**

température la plus haute et température la plus basse auxquelles la *tuyauterie flexible* (3.5) doit être soumise

### 3.10

#### **durée de vie cyclique**

nombre minimal de cycles complets pour lesquels, dans les conditions d'essai, la *tuyauterie flexible* (3.5) est conçue pour résister sans présenter de rupture

## 4 Exigences générales

### 4.1 Conception et construction

La pression d'épreuve utilisée lors des essais (voir l'Article 5) doit être supérieure ou égale à  $1,5 \times$  la pression nominale,  $P_N$ , spécifiée. En outre, la pression nominale ne doit pas être inférieure à la pression maximale admissible (PS) de l'équipement, à laquelle ce dernier doit être utilisé. Un tuyau flexible est généralement fabriqué à partir de métal onduleux, de feuillard d'acier. Les ondes (du feuillard) peuvent être parallèles ou hélicoïdales. La pression maximale en service doit être inférieure ou égale à la pression nominale, qui est estampillée sur la tuyauterie flexible.

Si des élastomères ou des composites sont utilisés, des exigences supplémentaires doivent s'appliquer conformément au [5.3.2.2](#).

Une tresse est généralement fixée sur le tuyau flexible. Celle-ci est composée de fils tissés en une ou deux couches en acier inoxydable, ou en alliage de cuivre à haute résistance. Elle peut présenter un revêtement qui doit être compatible avec le milieu environnant et avec le fluide véhiculé.

Sa conception doit permettre d'éviter toute pressurisation, ou corrosion, entre le flexible interne et la tresse ou gaine externe.

Les pièces d'extrémité doivent être conçues comme des joints d'étanchéité rigides aux extrémités du tuyau flexible permettant d'assurer :

- un ajustement serré au tuyau flexible ;
- une jonction solide entre la tresse, le tuyau flexible et la pièce d'extrémité afin de stabiliser le tuyau flexible vis-à-vis de l'allongement à la pression nominale.

Les raccords des tuyauteries métalliques flexibles ondulées peuvent être conformes à l'ISO 10806 ou à d'autres normes reconnues.

Une zone destinée au marquage doit être présente sur l'une des pièces d'extrémité ou sur un dispositif de fixation.

Toutes les méthodes d'assemblage appliquées aux tuyauteries flexibles ondulées doivent être homologuées. Les soudures manuelles doivent être conformes aux normes applicables.

L'Annexe [A](#) présente une tuyauterie flexible cryogénique typique.

## 4.2 Matériaux

Tous les matériaux doivent être compatibles avec le fluide véhiculé et être contrôlés par le fabricant de la tuyauterie flexible suivant une spécification permettant d'assurer le contrôle de la composition chimique et des propriétés physiques, ainsi que la qualité, au moins équivalente à une norme reconnue à l'échelon international. Les matériaux utilisés pour la fabrication des tuyauteries métalliques flexibles ondulées doivent être choisis sur la base de leur aptitude à la mise en forme, par exemple formage à froid et soudage, et à répondre aux conditions dans lesquelles ils doivent être utilisés. En outre, les exigences suivantes doivent être respectées :

- les raccordements et les couplages d'extrémité doivent être constitués de matériaux compatibles avec les autres matériaux de la tuyauterie flexible ;
- un matériau est compatible lorsqu'il n'engendre aucune réaction violente (par exemple, une inflammation) ni réaction lente avec les gaz véhiculés ; en outre, la perméabilité doit être appropriée pour l'usage prévu ;
- un certificat d'essais comportant les résultats d'essais relatifs à la composition chimique et aux propriétés physiques doit être fourni avec la tuyauterie flexible.

Les matériaux utilisés dans une tuyauterie flexible cryogénique doivent :

- a) maintenir une ductilité suffisante à la température nominale minimale (telle que spécifiée dans l'ISO 21028-1) ;
- b) être compatibles avec l'oxygène, s'ils sont spécifiquement destinés à être utilisés avec de l'oxygène ou avec le protoxyde d'azote (tels que spécifiés dans l'ISO 21010) ;
- c) être soumis à une hypertrempe après formation pour tous les tuyaux flexibles en acier inoxydable austénitique utilisés en service hydrogène ;
- d) contenir moins de 65 % de cuivre, dans l'alliage ainsi que dans les produits d'apport pour brasage tendre, si cela est spécifié pour des mélanges contenant de l'acétylène.

Une liste des matériaux acceptables est fournie à l'Annexe E ([Tableau E.1](#) pour les matériaux d'origine européenne, [Tableau E.2](#) pour les matériaux d'origine non européenne).

### 4.3 Propreté

Les tuyauteries flexibles spécifiées pour tous les fluides cryogéniques doivent être nettoyées conformément à l'ISO 23208 afin d'éliminer les hydrocarbures, l'humidité, les particules, ou autres contaminations présentes à l'intérieur de la tuyauterie flexible.

### 4.4 Propriétés mécaniques

#### 4.4.1 Pression d'éclatement

La pression d'éclatement doit être au moins égale à trois fois la pression nominale à température ambiante. La rupture doit se produire uniquement dans le corps du tuyau flexible et de la tresse et non au niveau de leurs raccords. Voir le [5.3.3](#) relatif à l'essai d'éclatement.

#### 4.4.2 Cycles de pression

Les tuyauteries flexibles doivent avoir une vie cyclique minimale de 10 000 cycles lorsqu'elles sont soumises de façon répétée à une pression < 1 bar à leur pression nominale, conformément au [5.3.1](#).

#### 4.4.3 Essai de flexion

Les tuyauteries flexibles doivent présenter une vie cyclique minimale de 10 000 cycles lorsqu'elles sont soumises de façon répétée à des flexions à leur pression nominale, conformément au [5.3.2](#).

Cet essai n'est requis que si le tuyau flexible est soumis à plusieurs mouvements amples/significatifs lorsqu'il est sous pression.

NOTE Le cycle de vie réel du tuyau flexible dépend des conditions de fonctionnement réelles.

L'essai de flexion doit être effectué dans les conditions de fonctionnement spécifiées.

#### 4.4.4 Résistance aux mauvais traitements

Les tuyauteries flexibles doivent résister à un essai d'écrasement, consistant à simuler une personne piétinant la tuyauterie, conformément au [5.2.6](#).

Les tuyauteries flexibles doivent présenter une résistance suffisante à la détérioration visible de la tresse, telle qu'une rupture de la tresse ou une exposition du tuyau flexible, lorsqu'elles subissent un frottement dû au fait d'être traînées sur le sol. Il est possible d'utiliser un gainage pour renforcer la protection des tresses.

#### 4.4.5 Résistance aux basses températures

Tous les composants des tuyauteries flexibles qui refroidissent en fonctionnement doivent conserver leur ténacité à la température minimale de service.

#### 4.4.6 Étanchéité

Les tuyauteries flexibles doivent être étanches, conformément au [5.2.5](#).

#### 4.4.7 Propriétés électriques

Les tuyauteries flexibles spécialement conçues pour les produits inflammables doivent être électriquement conductrices d'une extrémité à l'autre (résistance électrique inférieure à 25 Ω).



## 5 Essais sur échantillons de tuyaux flexibles

### 5.1 Généralités

Les échantillons de tuyaux flexibles pour essais doivent être représentatifs de la production. Dans le cas d'un système de ruptures de raccordements préprogrammées, les essais seront effectués sur des tuyaux flexibles en l'absence de ces raccordements. Les modes opératoires d'essais sur échantillons de tuyaux flexibles doivent inclure :

- a) contrôle et essais non destructifs :
  - contrôle : dimensions, propreté, identification et marquage des matériaux ;
  - essais : essai sous pression, essais d'étanchéité et d'écrasement ;
- b) essais destructifs :
  - cycles de pression (essai de fatigue), essai d'éclatement, cycles de flexion et examen d'une coupe transversale.

Les essais doivent être consignés dans un rapport écrit, qui doit être conservé pour une période de 10 ans à compter de la mise sur le marché du dernier tuyau flexible.

Quatre échantillons de tuyauteries flexibles (A, B, C et D) sont nécessaires pour réaliser les essais.

Les essais et l'ordre des essais sont résumés dans le [Tableau 1](#). Les numéros 1 à 5 indiquent l'ordre des essais.

**Tableau 1 — Champ d'application et ordre des essais**

Essais	Échantillon de tuyaux			
	A	B	C	D
<b>1) Essais non destructifs</b>				
Documents des matériaux	1	1	1	1
Contrôle dimensionnel	1	1	1	1
Contrôle de la propreté	1	1	1	1
Test de pression	1	1	1	1
Test d'étanchéité	2	4	3	2
Essai d'écrasement		2	—	
<b>2) Essais destructifs</b>				
Cycles de pression hydraulique	3	—	—	—
Cycles de flexion (requis si le tuyau flexible est soumis à plusieurs mouvements amples/significatifs lorsqu'il est sous pression.)	—	3	2	—
Essai d'éclatement hydraulique	4	5	—	3
Examen d'une coupe transversale	—	—	4	—

L'essai d'éclatement hydraulique doit être réalisé pour homologuer l'ensemble des diamètres nominaux (DN) des tuyauteries flexibles.

Lorsqu'une tuyauterie flexible avec un DN donné et une pression nominale donnée,  $P_N$ , a été testé avec succès sur échantillon, dans ce cas toute tuyauterie flexible du même type, présentant :

- une pression nominale,  $P_N$  ;
- et
- un diamètre nominal jusqu'à 1,25 DN

peut être considérée comme approuvée ; toutefois, chaque DN de tuyauterie flexible doit être soumis à un essai d'éclatement hydraulique.

Une tuyauterie flexible est considérée comme étant de type identique lorsque sa conception et ses caractéristiques sont similaires au tuyau flexible soumis à essai. « similaire » est défini comme présentant :

- les mêmes matériaux ;
- la même méthode de soudage ;
- le même type d'ondulé (forme et méthode de fabrication) ;
- la même méthode d'assemblage (tuyau flexible et pièce d'extrémité) ;
- la même tresse (type de tressage, c'est-à-dire calculé – selon les diamètres, afin d'obtenir la même contrainte maximale de traction dans chaque fil, les mêmes matériaux et la même méthode de soudage).

Le rayon de courbure et la longueur minimale pour les échantillons de tuyauteries flexibles sont définis dans les [Annexes B](#) et [C](#).

Les tuyauteries flexibles utilisées à des fins d'essai d'écrasement et d'essais destructifs ne doivent pas être mis sur le marché.

## 5.2 Essais non destructifs et inspection

### 5.2.1 Documents des matériaux

Les matériaux, les méthodes d'assemblage, les modes opératoires de soudage et la qualification des soudeurs, relatifs à la fabrication des tuyauteries flexibles, doivent être identifiés et consignés.

### 5.2.2 Contrôle dimensionnel

Le diamètre extérieur et la longueur totale des tuyauteries flexibles doivent être mesurés afin de contrôler la conformité avec les plans.

### 5.2.3 Contrôle de la propreté

La tuyauterie flexible doit satisfaire aux exigences de l'ISO 23208.

### 5.2.4 Essai de pression

Toutes les tuyauteries flexibles doivent être soumises à un essai de pression hydraulique, à température ambiante ( $20 \pm 10$ ) °C, égale à 1,5 fois la pression nominale. La pression doit être maintenue pendant une durée minimale de 3 min. Il ne doit pas y avoir de fuites. Sous pression, la longueur hors-tout ne doit pas avoir été augmentée de plus de 3 %.

Lorsque l'acier inoxydable austénitique entre en contact avec l'eau, la teneur en chlorures de l'eau ainsi que la durée d'exposition doivent être contrôlées afin d'éviter toute corrosion sous contrainte.

Il est permis de remplacer l'essai hydraulique par un essai pneumatique, à la même pression, à condition de se conformer aux mesures de sécurité nécessaires (par exemple, réaliser l'essai dans une cage).

### 5.2.5 Essai d'étanchéité

La tuyauterie flexible doit être soumise à un essai d'étanchéité par immersion dans l'eau et soumise à pression avec de l'azote gazeux ou de l'air à la pression nominale.

La pression doit être maintenue pour une durée minimale de 5 min. Aucune fuite ne doit être détectée (c'est-à-dire, aucun dégagement de bulles gazeuses dans l'eau). Cela correspond environ à un débit de fuite inférieur à  $10^{-4}$  Pa m<sup>3</sup>/s.