
Réceptacles cryogéniques — Tuyaux flexibles

Cryogenic vessels — Hoses

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 21012:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/530d4fb7-daa1-43e7-8a49-7ae3fc296a67/iso-21012-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/530d4fb7-daa1-43e7-8a49-7ae3fc296a67/iso-21012-2018>



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 21012:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/530d4fb7-daa1-43e7-8a49-7ae3fc296a67/iso-21012-2018>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2018

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en oeuvre, 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, Geneva
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Exigences générales	3
4.1 Conception et construction	3
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 (facultatif, sur demande de l'acquéreur)	4
4.4.4 Résistance aux mauvais traitements	4
4.4.5 Résistance aux basses températures	4
4.4.6 Étanchéité	5
4.4.7 Propriétés électriques	5
5 Essais sur échantillons de flexibles	5
5.1 Généralités	5
5.2 Essais non destructifs et inspection	6
5.2.1 Documents des matériaux	6
5.2.2 Vérification des dimensions	6
5.2.3 Vérification de la propreté	6
5.2.4 Essai de pression	6
5.2.5 Essai d'étanchéité	7
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
6 Essais de production	8
6.1 Généralités	8
6.2 Essai de pression	8
6.3 Essai d'étanchéité	8
7 Marquage	9
8 Nettoyage	9
9 Examen périodique	9
10 Certificat d'essais	9
Annexe A (informative) Tuyauterie flexible type	10
Annexe B (informative) Essai de cycles de flexion applicable aux tuyauteries métalliques flexibles et aux tuyauteries flexibles en matériaux, accompagné d'un enregistrement d'utilisation satisfaisante en service cryogénique	11
Annexe C (informative) Essai de cycles de flexion applicable aux tuyauteries flexibles constituées en matériaux ou composites rarement utilisés en service cryogénique	13
Annexe D (informative) Guide relatif à l'examen périodique des flexibles de transvasement	15

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).

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).

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: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/530d41b7-daa1-43e7-8a49-7ac31c296a07/iso-21012-2018>

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 220, *Réceptifs cryogéniques*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 21012:2006), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Cette édition inclut les modifications significatives suivantes par rapport à l'édition précédente:

- [Paragraphe 4.2](#): ajout de «tout tuyau en acier inoxydable austénitique doit être recuit après formation pour être utilisé en hydrogène»;
- [Paragraphe 4.4.3](#): remplacement de «Les tuyauteries flexibles doivent présenter [...]» par «Il convient que les tuyauteries flexibles présentent [...]»;
- [Paragraphe 4.4.3](#): remplacement de 50 000 cycles par 10 000 cycles;
- [Paragraphe 4.4.3](#): ajout de «Cet essai n'est requis que si le tuyau flexible est soumis à plusieurs mouvements amples/significatifs lorsqu'il est sous pression.»;
- [Paragraphe 5.3.2.1](#): remplacement de 50 000 cycles par 10 000 cycles;
- [Paragraphe 5.3.2.2](#): remplacement de 50 000 cycles par 10 000 cycles;
- [Annexe B](#): remplacement de Normative par Informative;
- [Annexe C](#): remplacement de Normative par Informative;
- [Annexe C](#): modification de la dernière phrase de l'avant-dernier paragraphe en «Un volume suffisant d'azote liquide doit être utilisé afin de s'assurer que la tuyauterie flexible atteint la température de l'azote liquide.».

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 aux tuyaux flexibles cryogéniques non isolés utilisés pour le passage des fluides cryogéniques dans la plage de conditions de fonctionnement suivante:

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

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

Le tuyau doit être conçu et soumis à essai de façon à respecter la pression nominale communément acceptée, c'est-à-dire PN 40 au minimum. Les tuyaux peuvent être ensuite sélectionnés avec une pression nominale (PN) supérieure ou égale à la pression maximale admissible (PS) de l'équipement à laquelle il doit être utilisé.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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).

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/530d4fb7-daa1-43e7-8a49-73e3f296a67/iso-21012-2018>

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 °C*

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

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans 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 <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1

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 et fixées de façon permanente aux pièces d'extrémité de la tuyauterie flexible, servant à limiter l'allongement du tuyau flexible

3.3

gainage ou revêtement de protection

enveloppe ou revêtement externe fixé au tuyau principal et à la tresse principale, de façon à les protéger contre toute détérioration et abrasion

3.4

pièces d'extrémité

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

3.5

tuyauterie flexible

tuyau constitué de pièces d'extrémité fixées, complété par une tresse et/ou une autre enveloppe, 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]

ISO 21012:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/530d4fb7-daa1-43e7-8a49-7ae3fc296a67/iso-21012-2018>

3.7

pression nominale

PN

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

Note 1 à l'article: PN > PS (telle que définie dans la directive DESP).

Note 2 à l'article: Voir également la dernière phrase de [l'Article 1](#).

3.8

température nominale minimale

température la plus basse assignée à la tuyauterie flexible par le fabricant

3.9

plage de température de service

température la plus haute et température la plus basse auxquelles la tuyauterie flexible doit être soumise

3.10

vie cyclique

nombre minimal de cycles complets pour lesquels, dans les conditions d'essai, la tuyauterie flexible 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 la pression nominale (PN) spécifiée. En outre, la pression nominale (PN) ne doit pas être inférieure à la pression maximale admissible (PS) de l'équipement, à laquelle ce dernier doit être utilisé. Un tuyau 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 estampillée sur la tuyauterie flexible.

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

Une tresse est généralement fixée sur le tuyau et 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 d'un flexible permettant d'assurer:

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

Les raccords des tuyauteries métalliques flexibles ondulées doivent être conformes à l'ISO 10806.

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 type.

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, etc., et à répondre aux conditions dans lesquelles ils doivent être utilisés. En outre, les exigences suivantes doivent être respectées:

- les extrémités de raccords et d'accouplements doivent être en matériaux compatibles avec les autres matériaux de la tuyauterie flexible;
- un matériau est compatible lorsqu'il n'engendre aucune réaction violente (inflammation, etc.) 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:

- maintenir une ductilité suffisante à la température nominale minimale (telle que spécifiée dans l'ISO 21028-1);
- 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);
- tout tuyau en acier inoxydable austénitique doit être recuit après formation pour être utilisé en hydrogène;
- 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.

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 et de la tresse et non dans leurs raccords. Voir le [paragraphe 5.3.3](#) relatif à l'essai d'éclatement.

4.4.2 Cycles de pression

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

4.4.3 Essai de flexion (facultatif, sur demande de l'acquéreur)

Il convient que les tuyauteries flexibles présentent une vie cyclique minimale de 10 000 cycles lorsqu'elles sont soumises à des flexions, à plusieurs reprises, à leur pression nominale, conformément au [5.3.2](#).

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

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

4.4.4 Résistance aux mauvais traitements

Il convient que les tuyauteries flexibles présentent une résistance suffisante à la détérioration de la tresse 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.

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

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 flexibles

5.1 Généralités

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

- a) inspections et essais non destructifs:
 - inspection: 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 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 — Portée et séquence des essais

Essais	Échantillon de tuyaux			
	A	B	C	D
1) Essais non destructifs				
Documents des matériaux	1	1	1	1
Vérification des dimensions	1	1	1	1
Vérification de la propreté	1	1	1	1
Essai de pression	1	1	1	1
Essai d'étanchéité	2	4	3	2
Essai d'écrasement		2	—	
2) Essais destructifs				
Cycles de pression hydraulique	3	—	—	—
Cycles de flexion (facultatif, sur demande de l'acquéreur)	—	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 réussi l'essai pour échantillon, 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 flexible soumis à essai; la similarité est définie 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 (raccords de tuyau et pièces 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 de tuyau pour les échantillons de tuyauteries métalliques flexibles sont définis dans les [Annexes B et C](#). ISO 21012:2018

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 Vérification des dimensions

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

5.2.3 Vérification 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 ± 10) °C, égale à $1,5 \times$ 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 %.

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.

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 m³/s.

Tableau 2 — Coefficients de conversion

Pa m ³ /s	Torr l/s	Atm cm ³ /s ou Std cm ³ /s	μ Hg l/s	ft ³ (STP)/h	mbar l/s
10^{-4}	$7,501 \times 10^{-4}$	$9,869 \times 10^{-4}$	$7,501 \times 10^{-1}$	$1,255 \times 10^{-4}$	10^{-3}

D'autres méthodes de précision équivalente, ou de plus grande précision, peuvent être utilisées pour des tuyauteries flexibles standard. Les tuyauteries flexibles destinées à des applications plus contraignantes peuvent présenter des exigences d'étanchéité plus rigoureuses (par exemple essai d'étanchéité à l'hélium sous pression).

5.2.6 Essai d'écrasement

Cet essai est réalisé uniquement pour les tuyauteries flexibles fabriquées sans onduleux en acier inoxydable.

Cet essai doit être réalisé sur les tuyauteries flexibles pour simuler les risques de détérioration liés au fait de marcher sur un tuyau. La tuyauterie flexible doit être maintenue entre deux plaques rigides de 200 mm × 200 mm et une force de 1 000 N doit être appliquée 10 fois au même endroit, au centre de chaque tuyau flexible.

La tuyauterie flexible doit ensuite être examinée afin de vérifier la présence éventuelle de détérioration prononcée causée par cet essai (une réduction du diamètre supérieure à 20 % et une détérioration considérable de la tresse sont inacceptables).

Suite à cette vérification, les essais destructifs doivent être effectués sur ces mêmes tuyauteries flexibles.

5.3 Essais destructifs

5.3.1 Cycles de pression hydraulique

Cet essai doit être réalisé sur une tuyauterie flexible du lot soumis à essai, avec un cycle de pression de 1 bar à la pression nominale, à température ambiante et à une fréquence inférieure à 10 cycles par minute.

L'essai doit être arrêté à 10 000 cycles et la tuyauterie flexible doit être soumise à un essai d'éclatement hydraulique.

Il ne doit pas y avoir de fuite dans le tuyau pendant cet essai.

5.3.2 Essai de cycles de flexion

5.3.2.1 Flexibles en métal ondulés

Un essai de cycles de flexion doit être réalisé, avec la tuyauterie flexible maintenue à sa pression nominale, tel que décrit à l'[Annexe B](#).