
**Tuyaux et tubes en caoutchouc et en
plastique — Mesurage de la flexibilité
et de la rigidité —**

**Partie 2:
Essais de courbure à des températures
inférieures à l'ambiante**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

*Rubber and plastics hoses and tubing — Measurement of flexibility
and stiffness —*

Part 2: Bending tests at sub-ambient temperatures

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/48fc81c5-e0eb-45b3-859e-85ae3458b9c9/iso-10619-2-2021>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10619-2:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/48fc81c5-e0eb-45b3-859e-85ae3458b9c9/iso-10619-2-2021>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2021

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
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 Méthode A	2
4.1 Généralités.....	2
4.2 Appareillage.....	2
4.3 Éprouvette tuyau.....	2
4.3.1 Type.....	2
4.3.2 Nombre d'éprouvettes tuyaux.....	2
4.4 Température d'essai.....	3
4.5 Mode opératoire.....	3
4.6 Expression des résultats.....	3
4.7 Rapport d'essai.....	3
5 Méthode B	4
5.1 Généralités.....	4
5.2 Appareillage.....	4
5.3 Éprouvettes tuyaux.....	4
5.4 Température d'essai.....	5
5.5 Mode opératoire.....	5
5.6 Rapport d'essai.....	5
6 Méthode C	6
6.1 Généralités.....	6
6.2 Appareillage.....	6
6.3 Éprouvette tuyau.....	6
6.4 Température d'essai.....	6
6.5 Mode opératoire.....	6
6.6 Expression des résultats.....	7
6.7 Rapport d'essai.....	7

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 www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 45, *Élastomères et produits à base d'élastomères*, sous-comité SC 1, *Tuyaux et flexibles en caoutchouc et en matière plastique*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 218, *Tuyaux et flexibles souples en caoutchouc et en plastique*, 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 seconde édition (ISO 10619-2:2017), qui a fait l'objet d'une révision technique. La modification par rapport à l'édition précédente est: le mode opératoire pour la Méthode B pour les tuyaux supérieurs à 22 mm a été modifié.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 10619 se trouve sur le site Web de l'ISO.

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.

Tuyaux et tubes en caoutchouc et en plastique — Mesurage de la flexibilité et de la rigidité —

Partie 2: Essais de courbure à des températures inférieures à l'ambiante

AVERTISSEMENT — Il convient que l'utilisateur du présent document connaisse bien les pratiques courantes de laboratoire. Le présent document n'a pas pour but de traiter tous les problèmes de sécurité qui sont, le cas échéant, liés à son utilisation. Il incombe à l'utilisateur d'établir des pratiques appropriées en matière d'hygiène et de sécurité.

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie deux méthodes de mesure de la rigidité et une méthode de détermination de la flexibilité des tuyaux et des tubes en caoutchouc et en plastique lorsqu'ils sont courbés à un rayon spécifique à des températures inférieures à la température ambiante.

La méthode A convient pour des tuyaux et des tubes en caoutchouc et en plastique non aplatissables dont l'alésage est inférieur ou égal à 25 mm. Cette méthode fournit un moyen de mesurer la rigidité du tuyau ou du tube lorsque la température est réduite par rapport à une température normale de laboratoire.

La méthode B convient pour des tuyaux et des tubes en caoutchouc et en plastique dont l'alésage est inférieur à 100 mm et fournit un moyen pour évaluer la flexibilité du tuyau ou du tube lorsqu'il est courbé autour d'un mandrin à une température inférieure à la température ambiante spécifiée. Elle peut également être utilisée comme essai de routine de contrôle qualité.

La méthode C convient pour des tuyaux et des tubes en caoutchouc et en plastique dont l'alésage est supérieur ou égal à 100 mm. Cette méthode fournit un moyen de mesurer la rigidité du tuyau ou du tube à des températures inférieures à la température ambiante. Cette méthode ne convient que pour des tuyaux ou des tubes non aplatissables.

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 1402, *Tuyaux et flexibles en caoutchouc et en plastique — Essais hydrostatiques*

ISO 8330, *Tuyaux et flexibles en caoutchouc et en plastique — Vocabulaire*

ISO 23529, *Caoutchouc — Procédures générales pour la préparation et le conditionnement des éprouvettes pour les méthodes d'essais physiques*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 8330 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/>

4 Méthode A

4.1 Généralités

Cette méthode est applicable uniquement aux tuyaux et aux tubes non aplatisables dont l'alésage est inférieur ou égal à 25 mm.

4.2 Appareillage

4.2.1 Poulie d'application du couple, ayant un diamètre égal à deux fois le rayon minimal de courbure spécifié pour le tuyau, équipée d'un dispositif pour maintenir le tuyau tangentiel à la poulie, d'un dispositif approprié pour courber le tuyau autour de la poulie ainsi que d'une jauge de contrainte et d'un enregistreur graphique pour mesurer le couple avec une précision de $\pm 3\%$ (voir [Figure 1](#)). Si le rayon minimal de courbure n'est pas spécifié, la poulie d'application du couple doit avoir un diamètre égal à 12 fois l'alésage nominal du tuyau (voir [Figure 1](#)). La largeur de la surface de courbure de la poulie d'application du couple doit être au moins aussi grande que le diamètre extérieur du tuyau.

4.2.2 Récipient de refroidissement, équipé d'un agitateur, d'un dispositif pour mesurer la température et d'un galet ayant un diamètre de 50 mm pour guider le tuyau (voir [Figure 1](#)). Le réfrigérant ne doit pas affecter le tuyau soumis à essai et doit être utilisé comme spécifié dans l'ISO 23529. Le méthanol ou l'éthanol, auquel a été ajouté de la neige carbonique écrasée (dioxyde de carbone solide), est un réfrigérant liquide approprié. Des réfrigérants gazeux peuvent être utilisés lorsque la conception de l'appareillage est telle que les essais pour lesquels ces réfrigérants sont utilisés donnent des résultats équivalents à ceux obtenus avec des réfrigérants liquides.

4.3 Éprouvette tuyau

4.3.1 Type

Les éprouvettes tuyaux doivent être découpées dans le tuyau soumis à essai et doivent avoir une longueur conforme à la [Formule \(1\)](#):

$$L=2(\pi R+d) \quad (1)$$

où

L est la longueur de l'éprouvette tuyau;

R est le rayon minimal de courbure spécifié dans la norme de produit pertinente;

d est l'alésage du tuyau.

4.3.2 Nombre d'éprouvettes tuyaux

Au moins trois éprouvettes tuyaux doivent être utilisées pour chaque essai.

Aucun essai ne doit être réalisé moins de 24 h après la fabrication du tuyau.

4.4 Température d'essai

L'essai doit être réalisé à l'une des températures suivantes:

- a) 0 °C ± 2 °C;
- b) -10 °C ± 2 °C;
- c) -25 °C ± 2 °C;
- d) -40 °C ± 2 °C;
- e) -55 °C ± 2 °C;
- f) ou à toute autre température inférieure à la température ambiante comme définie dans la norme produit de tuyaux pertinente.

4.5 Mode opératoire

Fixer une extrémité de l'éprouvette tuyau (4.3) sur la poulie (4.2.1), le reste de l'éprouvette étant rectiligne. Si le tuyau possède une courbure naturelle, cette courbure doit suivre la courbure de la poulie.

Sans réfrigérant dans le récipient (4.2.2), déterminer le couple nécessaire pour courber l'éprouvette de 180° autour de la poulie à la température normale de laboratoire choisie parmi celles données dans l'ISO 23529. Le temps de courbure doit être de (12 ± 2) s. Répéter l'essai avec le récipient rempli de réfrigérant à la température d'essai choisie (voir 4.4). Conditionner l'éprouvette tuyau dans une enceinte réfrigérée à la température d'essai pendant 24 h suivi par un conditionnement à la température d'essai dans l'appareillage pendant au moins 30 min avant essai.

4.6 Expression des résultats

ISO 10619-2:2021

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/48fc81c5-e0eb-45b3-859e-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/48fc81c5-e0eb-45b3-859e-85e3458b9c9/iso-10619-2-2021)

Pour chaque éprouvette tuyau, calculer le couple moyen à la température normale de laboratoire et le couple moyen à la température d'essai en calculant la moyenne des valeurs maximales observées dans les 50 % médians des courbes respectives enregistrées.

Calculer la rigidité, S , exprimée comme étant le rapport du couple moyen à la température d'essai à celui à la température normale de laboratoire, à l'aide de la [Formule \(2\)](#):

$$S = \frac{T_t}{T_o} \quad (2)$$

où

T_t est le couple à la température d'essai (valeur moyenne de trois essais);

T_o est le couple à la température normale de laboratoire (valeur moyenne des trois essais).

Si les valeurs individuelles pour les trois éprouvettes s'écartent de plus de 15 % de la valeur moyenne à chaque température, l'essai doit être répété.

4.7 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les informations suivantes:

- a) une référence au présent document et à la méthode utilisée, c'est-à-dire ISO 10619-2:2021, méthode A;
- b) une description complète du tuyau, et son origine;
- c) les dimensions des éprouvettes tuyaux;

- d) le réfrigérant utilisé;
- e) la température normale de laboratoire et la température d'essai;
- f) le couple à la température normale de laboratoire, T_0 , et à la température d'essai, T_i ;
- g) la valeur de la rigidité, S , calculée conformément au 4.6;
- h) tout écart par rapport au mode opératoire;
- i) toute caractéristique inhabituelle observée;
- j) la date de l'essai.

5 Méthode B

5.1 Généralités

Cette méthode est applicable uniquement aux tuyaux et tubes dont l'alésage est inférieur ou égal à 100 mm.

5.2 Appareillage

5.2.1 Mandrin, d'un diamètre extérieur égal à deux fois le rayon minimal de courbure spécifié pour le tuyau, ou un calibre de formage, avec un arc d'au moins 180°. Si le rayon minimal de courbure n'est pas spécifié, le mandrin ou le calibre de formage doit avoir un diamètre extérieur égal à 12 fois l'alésage du tuyau. La largeur de la surface de courbure du mandrin doit être au moins aussi grande que le diamètre extérieur du tuyau.

5.2.2 Enceinte de conditionnement, pouvant être maintenue à la température spécifiée (voir 5.4).

5.2.3 Pour les tuyaux avec un alésage supérieur à 22 mm qui nécessitent d'être courbés à l'extérieur de l'enceinte de conditionnement, un exemple de banc d'essai pouvant être utilisé est illustré à la [Figure 2](#). Un vérin pneumatique pousse le mandrin afin qu'il entre en contact avec l'échantillon de tuyau et courbe ce dernier autour du mandrin.

5.3 Éprouvettes tuyaux

L'éprouvette tuyau doit être découpée dans le tuyau soumis à essai et doit avoir une longueur supérieure d'au moins 10 % à la circonférence du mandrin utilisé [voir [Formule \(3\)](#)]. Il convient que l'échantillon soit suffisamment long pour permettre d'agripper l'échantillon à chacune de ses extrémités, en plus de la section qui sera courbée autour de la périphérie du mandrin.

$$L \geq 2,2 \cdot \pi R \quad (3)$$

où

L est la longueur de l'éprouvette tuyau;

R est le rayon de courbure minimal tel que spécifié dans la norme de produit de tuyau pertinente.

L'éprouvette doit être rejetée après l'essai.

5.4 Température d'essai

L'essai doit être réalisé à l'une des températures suivantes:

- a) $0\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- b) $-10\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- c) $-25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- d) $-40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- e) $-55\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- f) ou à toute autre température inférieure à la température ambiante, telle que définie dans la norme de produit pertinente.

5.5 Mode opératoire

Conditionner le mandrin (5.2.1) et l'éprouvette tuyau (5.3) dans l'enceinte de conditionnement (5.2.2) à la température d'essai choisie (voir 5.4) pendant 24 h. Sans les enlever de l'enceinte de conditionnement, courber autour du mandrin les tuyaux d'alésage inférieur ou égal à 22 mm à 180° en moins de 10 s et les tuyaux ayant un alésage supérieur à 22 mm à 90° en moins de 12 s.

Pour les tuyaux d'alésage supérieur à 22 mm, l'essai à l'extérieur de l'enceinte de conditionnement est permis, en utilisant l'appareillage illustré à la Figure 2 (si l'échantillon ne peut pas être courbé à la main). Il convient que l'échantillon soit courbé autour du mandrin en moins de 12 s après son retrait de l'enceinte réfrigérée.

Observer si des craquelures ou des ruptures du revêtement extérieur du tuyau se produisent pendant la courbure.

Après courbure, laisser l'éprouvette tuyau revenir à température ambiante, et appliquer la pression d'épreuve spécifiée, mesurée avec précision conformément à l'ISO 1402. Examiner le tube intérieur pour détecter des craquelures après un essai de pression d'épreuve.

5.6 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les informations suivantes:

- a) une référence au présent document et à la méthode utilisée, c'est-à-dire ISO 10619-2:2021, méthode B;
- b) une description complète du tuyau, et son origine;
- c) la dimension de l'éprouvette tuyau;
- d) la température d'essai;
- e) le diamètre extérieur du mandrin utilisé;
- f) une information indiquant si la courbure a été réalisé à l'intérieur ou à l'extérieur de l'enceinte de conditionnement;
- g) les résultats de l'examen visuel de l'éprouvette tuyau après courbure;
- h) les résultats de l'examen visuel après l'essai d'épreuve;
- i) tout écart par rapport au mode opératoire;
- j) toute caractéristique inhabituelle observée;
- k) la date de l'essai.

6 Méthode C

6.1 Généralités

Cette méthode est applicable aux tuyaux non aplatisables ayant un alésage supérieur ou égal à 100 mm.

6.2 Appareillage

6.2.1 Appareillage d'essai de courbure et de rigidité, comme représenté à la [Figure 3](#). Le tuyau est placé sur trois chariots supports placés sous le tuyau à chacune des extrémités et au milieu de l'échantillon de tuyau. Il convient que la conception des chariots leur permette de se déplacer librement lorsque le tuyau est soumis à courbure.

6.2.2 Enceinte de conditionnement, pouvant être maintenue à la température spécifiée (voir [6.4](#)).

Les extrémités du tuyau sont raccordées à un dispositif tendeur approprié capable de courber le tuyau à son rayon minimal de courbure, R .

6.3 Éprouvette tuyau

L'essai doit être réalisé sur un tuyau fini.

6.4 Température d'essai

L'essai doit être réalisé à l'une des températures suivantes:

- a) $0\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$;
- b) $-10\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$;
- c) $-25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$;
- d) $-40\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$;
- e) $-55\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$;
- f) ou à tout autre température inférieure à la température ambiante, telle que définie dans la norme de produit pertinente.

6.5 Mode opératoire

L'éprouvette tuyau étant vide et rectiligne, une longueur de référence de 1 m doit être marquée sur l'axe du tuyau en son centre, comme indiqué à la [Figure 3](#). Les extrémités du tuyau doivent être immobilisées avant le conditionnement thermique du tuyau.

L'éprouvette tuyau doit être courbée jusqu'à atteindre son rayon minimal de courbure, R , puis laissée se détendre à son état sans charge. La durée de chaque cycle (l'opération de courbure du tuyau) doit être au minimum de 10 min et le temps de relaxation entre chaque cycle doit être au maximum de 5 min. Le frottement du système de galets des chariots supportant le tuyau doit être suffisamment faible pour que l'erreur induite soit négligeable. Ce mode opératoire est répété au moins quatre fois, mais pas plus de sept fois, en s'assurant que l'arc de courbure est aussi proche que possible de l'arc de courbure initial utilisé.

La charge de traction (telle qu'indiquée par le dynamomètre après une période de 5 min après la fin de l'application de la charge) ne doit pas varier de plus de 226 N entre les deux dernières tractions consécutives; si ce n'est pas le cas, continuer jusqu'à atteindre le septième cycle et enregistrer la charge, P .