

---

---

**Caoutchouc vulcanisé ou  
thermoplastique — Détermination  
de la rigidité à basse température  
(Essai Gehman)**

*Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of low-  
temperature stiffening (Gehman test)*

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

[ISO 1432:2013](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fb641669-a233-4d93-aed1-99d172dbb8a0/iso-1432-2013)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fb641669-a233-4d93-aed1-  
99d172dbb8a0/iso-1432-2013](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fb641669-a233-4d93-aed1-99d172dbb8a0/iso-1432-2013)



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

[ISO 1432:2013](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fb641669-a233-4d93-aed1-99d172dbb8a0/iso-1432-2013)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fb641669-a233-4d93-aed1-99d172dbb8a0/iso-1432-2013>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2013

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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 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.....	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>Principe</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Appareillage</b> .....	<b>1</b>
<b>5</b> <b>Étalonnage</b> .....	<b>3</b>
<b>6</b> <b>Éprouvette</b> .....	<b>3</b>
6.1    Préparation des éprouvettes.....	3
6.2    Conditionnement des éprouvettes.....	3
<b>7</b> <b>Mode opératoire</b> .....	<b>4</b>
7.1    Montage de l'éprouvette.....	4
7.2    Mesurages de la rigidité en milieu liquide.....	4
7.3    Mesurages de la rigidité en milieu gazeux.....	4
7.4    Cristallisation.....	5
<b>8</b> <b>Nombre d'essais</b> .....	<b>5</b>
<b>9</b> <b>Expression des résultats</b> .....	<b>5</b>
9.1    Module de torsion.....	5
9.2    Module relatif.....	5
9.3    Module apparent de rigidité en torsion.....	6
<b>10</b> <b>Rapport d'essai</b> .....	<b>6</b>
<b>Annexe A (normative) Programme d'étalonnage</b> .....	<b>9</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>12</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 (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

L'attention est appelée 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.

L'ISO 1432 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 45, *Élastomères et produits à base d'élastomères*, sous-comité SC 2, *Essais et analyses*.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition (ISO 1432:1988), qui a fait l'objet d'une révision technique afin de permettre l'utilisation d'instruments automatisés. De plus, un programme d'étalonnage a été ajouté (voir l'[Annexe A](#)). Elle incorpore également le Rectificatif technique ISO 1432:1988/Cor.1:2003.

[ISO 1432:2013](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fb641669-a233-4d93-aed1-99d172dbb8a0/iso-1432-2013>

# Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Détermination de la rigidité à basse température (Essai Gehman)

**AVERTISSEMENT** — Il convient que l'utilisateur de la présente Norme internationale connaisse bien les pratiques courantes de laboratoire. La présente Norme internationale 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, et de s'assurer de la conformité à la réglementation nationale en vigueur.

**ATTENTION** — Certains modes opératoires spécifiés dans la présente Norme internationale peuvent impliquer l'utilisation ou la génération de substances ou de déchets pouvant représenter un danger environnemental localisé. Il convient de se référer à la documentation appropriée concernant la manipulation et l'élimination après usage en toute sécurité.

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie un mode opératoire statique, connu sous le nom d'essai Gehman, pour la détermination des caractéristiques de rigidité relative des caoutchoucs vulcanisés ou thermoplastiques sur une plage de températures comprises entre la température ambiante et environ  $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

iTeh STANDARD PREVIEW

## 2 Références normatives (standards.iteh.ai)

Les documents suivants, en tout ou partie, sont référencés de manière normative dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 18899:2004, *Caoutchouc — Guide pour l'étalonnage du matériel d'essai*

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

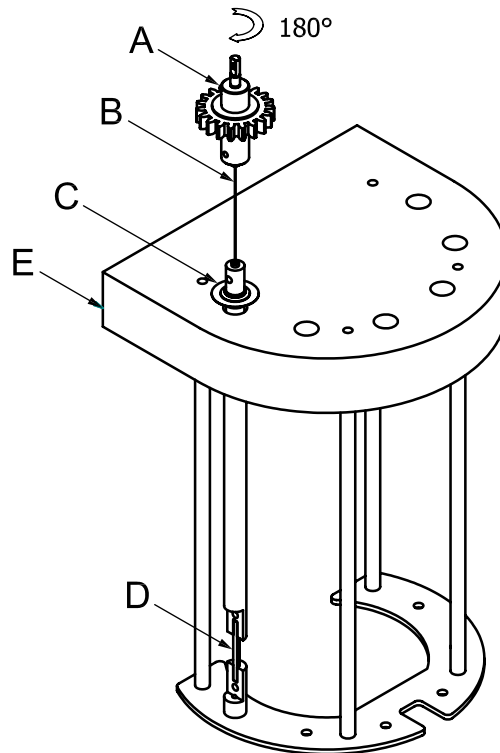
## 3 Principe

La rigidité en torsion est mesurée en fonction de la température, en commençant à basse température. La rigidité est mesurée en reliant l'éprouvette en série avec un fil pour ressort étalonné et en mesurant l'angle de torsion de l'éprouvette lorsque l'extrémité supérieure du fil a fait une rotation de  $180^{\circ}$ .

## 4 Appareillage

**4.1 Appareil de torsion**, constitué par une tête de torsion, pouvant faire une rotation de  $180^{\circ}$  dans un plan perpendiculaire au fil de torsion. L'extrémité supérieure du fil est fixée à la tête de torsion. L'extrémité inférieure du fil est attachée au dispositif de fixation de l'éprouvette. Un dispositif pour l'indication ou l'enregistrement d'un angle «sans frottement» par moyens mécaniques ou électriques doit être prévu, permettant un réglage facile et précis du zéro. Le système d'indication ou d'enregistrement doit permettre de lire ou d'enregistrer l'angle de torsion au degré près. Ce principe est représenté à la [Figure 1](#).

**4.2 Fils de torsion**, réalisés à partir d'un fil trempé pour ressort, de longueur égale à  $65\text{ mm} \pm 8\text{ mm}$ , et ayant des constantes nominales de torsion de  $0,7\text{ mN}\cdot\text{m}$ ,  $2,8\text{ mN}\cdot\text{m}$  et  $11,2\text{ mN}\cdot\text{m}$ . En cas de litige, le fil ayant la constante de torsion de  $2,8\text{ mN}\cdot\text{m}$  doit être utilisé.



**Légende**

- A tête de torsion
- B fil de torsion
- C angle de mesure
- D éprouvette
- E couvercle porte-éprouvettes

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

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fb641669-a233-4d93-aed1-99d172dbb8a0/iso-1432-2013>

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fb641669-a233-4d93-aed1-99d172dbb8a0/iso-1432-2013>

**Figure 1 — Principe d'un appareil de torsion**

**4.3 Couvercle porte-éprouvettes**, réalisé à partir d'un matériau de faible conductibilité thermique, pour maintenir l'éprouvette en position verticale dans le milieu caloporteur. Le couvercle porte-éprouvette peut être construit de façon à pouvoir maintenir plusieurs éprouvettes. Le couvercle est fixé sur un support. Il est souhaitable de réaliser la partie verticale du support avec un matériau ayant une faible conductibilité thermique. La base du support doit être en acier inoxydable ou en tout autre matériau résistant à la corrosion.

Deux mâchoires doivent être prévues pour maintenir chaque éprouvette. La mâchoire inférieure doit être solidaire du couvercle porte-éprouvettes. La mâchoire supérieure constitue une prolongation de l'éprouvette et est reliée au fil de torsion par une tige.

**4.4 Milieu caloporteur**, liquide ou gazeux, qui reste fluide à la température d'essai et qui n'affecte pas de façon sensible les produits soumis à essai comme spécifié dans l'ISO 23529.

Les gaz peuvent être utilisés comme milieu caloporteur pourvu que la conception de l'appareillage soit telle que les résultats obtenus en les utilisant reproduisent ceux obtenus avec des liquides.

NOTE Les fluides suivants ont été utilisés de façon satisfaisante:

- a) pour des températures jusqu'à -60 °C, les fluides silicones de viscosité cinématique d'environ 5 mm<sup>2</sup>/s à température ambiante, qui sont habituellement appropriés en raison de leur inertie chimique vis-à-vis des caoutchoucs, de leur non-inflammabilité et de leur non-toxicité;
- b) pour des températures jusqu'à -73 °C, l'éthanol;

c) pour des températures jusqu'à  $-120\text{ °C}$ , le méthylcyclohexane refroidi par azote liquide (s'est avéré satisfaisant avec l'utilisation d'appareillage approprié).

**4.5 Dispositif de mesurage de la température**, capable de mesurer la température à  $0,5\text{ °C}$  près sur toute la plage de températures pour laquelle l'appareillage est utilisé.

Le capteur de température doit être positionné près des éprouvettes.

**4.6 Régulateur de température**, permettant de maintenir la température du milieu caloporteur à  $\pm 1\text{ °C}$  près.

**4.7 Réservoir pour milieu caloporteur**, un bain pour milieu liquide, ou une chambre d'essai pour milieu gazeux, avec des moyens de chauffage du liquide réfrigérant.

**4.8 Agitateur**, pour les liquides, ou **ventilateur**, ou **dispositif d'insufflation**, pour les gaz, assurant une circulation efficace du milieu caloporteur. Il est important que l'agitateur déplace également le liquide verticalement pour assurer une température uniforme dans le liquide.

**4.9 Chronomètre**, ou tout autre dispositif de mesurage du temps, gradué en secondes.

## 5 Étalonnage

Les exigences relatives à l'étalonnage de l'appareillage d'essai sont données dans l'[Annexe A](#).

## 6 Éprouvette

### 6.1 Préparation des éprouvettes

Les éprouvettes doivent être préparées conformément à l'ISO 23529.

Les dimensions de l'éprouvette doivent être les suivantes: longueur de  $40\text{ mm} \pm 2,5\text{ mm}$ , largeur de  $3\text{ mm} \pm 0,2\text{ mm}$  et épaisseur de  $2\text{ mm} \pm 0,2\text{ mm}$ . Elle doit être moulée ou découpée à l'aide d'un emporte-pièce approprié, à partir d'une feuille vulcanisée d'épaisseur convenable.

### 6.2 Conditionnement des éprouvettes

**6.2.1** Le temps minimal entre la vulcanisation et l'essai doit être de 16 h.

Pour des essais effectués sur des éprouvettes provenant de produits bruts, le temps maximal entre la vulcanisation et l'essai doit être de 4 semaines et, pour des évaluations destinées à être comparées, il convient d'effectuer les essais après le même intervalle de temps, autant que possible.

Pour des essais réalisés sur des articles manufacturés, chaque fois que c'est possible, il convient que le temps entre la vulcanisation et l'essai ne soit pas supérieur à 3 mois. Dans les autres cas, les essais doivent être effectués dans les 2 mois qui suivent la date de réception du produit par le client.

**6.2.2** Les échantillons et les éprouvettes doivent, autant que possible, être protégés de la lumière durant l'intervalle entre vulcanisation et essai.

**6.2.3** Les éprouvettes préparées doivent être conditionnées conformément à l'ISO 23529 immédiatement avant l'essai pendant au moins 3 h à température normale de laboratoire, la même température devant être adoptée pour les essais d'une même série ou pour les essais destinés à être comparés.

## 7 Mode opératoire

### 7.1 Montage de l'éprouvette

Fixer chacune des éprouvettes utilisées de façon que la longueur libre de l'éprouvette entre les mâchoires soit de  $25 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ . Le dispositif de fixation de l'éprouvette doit être positionné de sorte que l'échantillon se trouve sous un angle de torsion nul ou avec une légère charge initiale pour maintenir l'éprouvette droite quand la température varie.

Si le module absolu est exigé, mesurer la longueur d'essai des éprouvettes à 0,5 mm près, la largeur à 0,1 mm près et l'épaisseur à 0,01 mm près.

### 7.2 Mesurages de la rigidité en milieu liquide

Effectuer le mesurage de référence avec le fil de torsion de référence (2,8 mN·m) à  $23 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ , soit dans l'air ou dans le bain liquide.

Placer le couvercle porte-éprouvettes contenant les éprouvettes dans le bain liquide avec au moins 25 mm de liquide recouvrant les éprouvettes.

Régler le dispositif de mesure de l'angle à zéro. Puis, tourner de  $180^\circ$  toutes les éprouvettes en même temps, ou en séquence, rapidement mais avec douceur, et enregistrer l'angle de torsion après 10 s. Si les éprouvettes sont mesurées en séquence, s'assurer que tous les mesurages sont faits en environ 2 min. Si la lecture à  $23 \text{ °C}$  ne se trouve pas dans la gamme de  $120^\circ$  à  $170^\circ$ , le fil de torsion de référence ne convient pas pour l'essai de l'éprouvette. Les éprouvettes donnant des angles de torsion supérieurs à  $170^\circ$  doivent être soumises à essai avec un fil ayant une constante de torsion de 0,7 mN·m. Les éprouvettes donnant des angles de torsion inférieurs à  $120^\circ$  doivent être soumises à essai avec un fil ayant une constante de torsion de 11,2 mN·m.

Retirer les éprouvettes du bain liquide (en supposant que le mesurage de référence a été effectué dans un liquide) et régler la température du liquide à la plus basse température souhaitée.

Placer les éprouvettes dans le bain avec au moins 25 mm de liquide recouvrant les éprouvettes et les maintenir à cette température pendant environ 15 min.

Élever ensuite la température du bain selon l'une des deux méthodes suivantes:

- progressivement par paliers de  $5 \text{ °C}$ , chacune des élévations étant réalisée après environ 5 min;
- de façon continue, avec une vitesse de chauffage d'environ  $1 \text{ °C/min}$ .

Effectuer les mesurages de la rigidité dans le cas de paliers, après conditionnement de l'éprouvette pendant 5 min à chaque température, et dans le cas continu à intervalles réguliers de 1 min maximum. Continuer les essais jusqu'à ce que soit atteinte une température à laquelle l'angle de torsion se situe entre  $5^\circ$  et  $10^\circ$  de l'angle de torsion mesuré à  $23 \text{ °C}$ .

Enregistrer l'angle de torsion et la température à chaque mesurage.

Le module relatif peut être tracé sur un graphique pendant l'essai.

### 7.3 Mesurages de la rigidité en milieu gazeux

#### 7.3.1 Généralités

Les modes opératoires dans l'air, dans le dioxyde de carbone ou dans l'azote diffèrent de celui en milieu liquide uniquement par le fait que le refroidissement est réalisé en maintenant les éprouvettes dans le milieu gazeux et que la durée de la période de conditionnement est différente.



### 7.3.2 Mesurages

Les éprouvettes étant dans la chambre d'essai, régler la température de la chambre à la plus basse température souhaitée en environ 30 min. Après que cette température ait été maintenue constante pendant 10 min, effectuer les mesurages de la même façon que dans le cas du milieu liquide, en s'assurant que toutes les éprouvettes du couvercle porte-éprouvettes sont soumises à essai en 2 min.

Élever ensuite la température de la chambre d'essai selon l'une des deux méthodes suivantes:

- a) progressivement par paliers de 5 °C, chacune des élévations étant réalisée après environ 10 min;
- b) de façon continue, avec une vitesse de chauffage d'environ 1 °C/min.

Effectuer les mesurages de la rigidité dans le cas de paliers, après conditionnement de l'éprouvette pendant 10 min à chaque température, et dans le cas continu à intervalles réguliers de 1 min maximum. Continuer les essais jusqu'à ce que soit atteinte une température à laquelle l'angle de torsion se situe entre 5° et 10° de l'angle de torsion mesuré à 23 °C.

Enregistrer l'angle de torsion et la température à chaque mesurage.

Le module relatif peut être tracé sur un graphique pendant l'essai.

### 7.4 Cristallisation

Lorsqu'on désire procéder à des études de cristallisation ou d'effets de plastifiants, il convient de prolonger la durée de conditionnement à la température souhaitée.

## 8 Nombre d'essais (standards.iteh.ai)

Au moins trois éprouvettes de chaque matériau doivent être soumises à essai. Il est de pratique courante d'inclure un caoutchouc de contrôle ayant des caractéristiques de torsion/température connues.

## 9 Expression des résultats

### 9.1 Module de torsion

Le module de torsion de l'éprouvette à n'importe quelle température est proportionnel à la grandeur

$$\frac{180 - \alpha}{\alpha}$$

où  $\alpha$  est l'angle de torsion, en degrés, de l'éprouvette.

### 9.2 Module relatif

Le module relatif à n'importe quelle température est le rapport du module de torsion à cette température au module de torsion à 23 °C.

La valeur du module relatif à n'importe quelle température est déterminée par lecture à partir des angles de torsion correspondants à cette température et à 23 °C, et du rapport des valeurs du facteur  $(180 - \alpha)/\alpha$  correspondant à ces angles.

Les températures auxquelles le module relatif est égal à 2, 5, 10 et 100, respectivement, sont déterminées en utilisant le [Tableau 1](#) et les valeurs d'angle de torsion en fonction des valeurs de la température pour l'éprouvette. La première colonne du [Tableau 1](#) liste les angles degré par degré entre 120° et 170°, de sorte que la valeur correspondante de torsion de l'éprouvette à 23 °C puisse être choisie.