
**Caoutchouc vulcanisé — Détermination
de l'élévation de température et de la
résistance à la fatigue dans les essais
aux flexomètres —**

Partie 2:

Flexomètre à rotation

iTeh STANDARD PREVIEW

(standardsiteh.com)
*Rubber, vulcanized — Determination of temperature rise and resistance
to fatigue in flexometer testing —*

Part 2: Rotary flexometer

ISO 4666-2:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9ceafb7d-1ec1-48fa-a6b6-53d135754526/iso-4666-2-2008>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 4666-2:2008](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9ceafb7d-1ec1-48fa-a6b6-53d135754526/iso-4666-2-2008)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9ceafb7d-1ec1-48fa-a6b6-53d135754526/iso-4666-2-2008>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2008

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
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 Principe | 2 |
| 5 Éprouvettes | 2 |
| 6 Appareillage | 2 |
| 6.1 Flexomètre à rotation (voir Figures 1 et 2) | 2 |
| 6.2 Jauge de mesurage | 4 |
| 6.3 Dispositif de mesurage de la température | 4 |
| 6.4 Instrument de mesurage du temps | 4 |
| 7 Mode opératoire | 4 |
| 7.1 Préparation | 4 |
| 7.2 Réalisation de l'essai | 4 |
| 7.2.1 Généralités | 4 |
| 7.2.2 Mesurage de l'élévation de température | 5 |
| 7.2.3 Détermination de la résistance à la détérioration par fatigue | 5 |
| 8 Conditions d'essai | 5 |
| 8.1 Généralités | 5 |
| 8.2 Mesurage de l'élévation de température | 5 |
| 8.3 Détermination de la résistance à la détérioration par fatigue | 5 |
| 9 Évaluation des résultats d'essai | 6 |
| 9.1 Élévation de température | 6 |
| 9.2 Résistance à la détérioration par fatigue | 6 |
| 9.2.1 Résistance à la fatigue | 6 |
| 9.2.2 Courbes de résistance à la fatigue | 6 |
| 10 Rapport d'essai | 9 |
| Bibliographie | 10 |

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 4666-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 45, *Elastomères et produits à base d'élastomères*, sous-comité SC 2, *Essais et analyses*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 4666-2:1982) dont elle constitue une révision mineure. La principale modification concerne le remplacement de l'ISO 4648 par l'ISO 23529 dans l'Article 2 et en 6.2.

L'ISO 4666 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Caoutchouc vulcanisé — Détermination de l'élévation de température et de la résistance à la fatigue dans les essais aux flexomètres*:

- *Partie 1: Principes fondamentaux*
- *Partie 2: Flexomètre à rotation*
- *Partie 3: Flexomètre à compression*
- *Partie 4: Flexomètre à contrainte constante*

Caoutchouc vulcanisé — Détermination de l'élévation de température et de la résistance à la fatigue dans les essais aux flexomètres —

Partie 2: Flexomètre à rotation

AVERTISSEMENT — Il convient que l'utilisateur de la présente partie de l'ISO 4666 soit familiarisé avec les pratiques courantes de laboratoire. La présente partie de l'ISO 4666 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 de la présente partie de l'ISO 4666 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 partie de l'ISO 4666 peuvent impliquer l'utilisation ou la production de substances, ou la production de déchets, pouvant constituer un risque pour l'environnement local. Il convient de se référer à la documentation appropriée pour leur manipulation et leur élimination après utilisation.

(standards.iteh.ai)

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 4666 spécifie l'essai au flexomètre à rotation pour la détermination de l'élévation de température et de la résistance à la fatigue de caoutchoucs vulcanisés, sous force de cisaillement rotative. Elle permet d'utiliser les quatre types de conditions d'essai décrits dans l'ISO 4666-1.

Elle donne des lignes directrices pour effectuer des mesurages qui permettent de prévoir la durabilité des caoutchoucs dans les articles finis (pneumatiques, paliers, courroies trapézoïdales, inserts annulaires pour tambours de câble et produits similaires soumis à des flexions dynamiques en service). Toutefois, étant donné les grandes variations des conditions de service, il n'est pas possible d'assurer qu'il existe une corrélation simple entre les essais accélérés décrits dans la présente partie de l'ISO 4666 et les performances en service.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 4666-1, *Caoutchouc vulcanisé — Détermination de l'élévation de température et de la résistance à la fatigue dans les essais aux flexomètres — Partie 1: Principes fondamentaux*

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 4666-1 s'appliquent.

4 Principe

Une éprouvette cylindrique est comprimée axialement, jusqu'à une contrainte ou une déformation prédéterminée (précontrainte ou prédéformation), entre deux plaques de serrage. L'une des deux plaques est montée sur un arbre tournant librement, tandis que l'autre est montée sur un arbre entraîné par un moteur. Les arbres sont déplacés latéralement l'un par rapport à l'autre soit d'une distance prédéterminée, soit sous l'effet d'une force prédéterminée. L'excentricité des deux plaques tournantes produit une déformation de l'éprouvette qui tourne pendant qu'elle est sous compression, ce qui entraîne une élévation de la température et finalement une détérioration par fatigue. L'élévation de la température est déterminée au centre de l'éprouvette à l'aide d'une sonde constituée par une aiguille. La résistance à la fatigue est aussi déterminée.

5 Éprouvettes

Pour avoir des indications générales sur le nombre, la préparation et le conditionnement des éprouvettes, voir l'ISO 4666-1.

Les éprouvettes doivent être des cylindres de hauteur égale à leur diamètre. Les dimensions doivent être égales à $20 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$ ou à $38 \text{ mm} \pm 0,4 \text{ mm}$. L'éprouvette plus petite est préférable en raison de la plus grande uniformité de son degré de vulcanisation dans l'ensemble de la masse.

Si les éprouvettes sont préparées par vulcanisation dans des moules, il est recommandé d'utiliser des empreintes ayant un diamètre et une profondeur de $20,2 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ mm}$ ou de $38,2 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ mm}$, pour tenir compte du retrait thermique après vulcanisation. Si les éprouvettes sont découpées dans des pièces finies, il est recommandé d'utiliser à cet effet un emporte-pièce circulaire de diamètre intérieur égal à $20 \text{ mm} \pm 0,03 \text{ mm}$ ou à $38 \text{ mm} \pm 0,03 \text{ mm}$.

ITEH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

6 Appareillage

ISO 4666-2:2008

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9ceafb7d-1ec1-48fa-a6b6-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9ceafb7d-1ec1-48fa-a6b6-3519574526/iso-4666-2-2008)

6.1 Flexomètre à rotation (voir Figures 1 et 2)

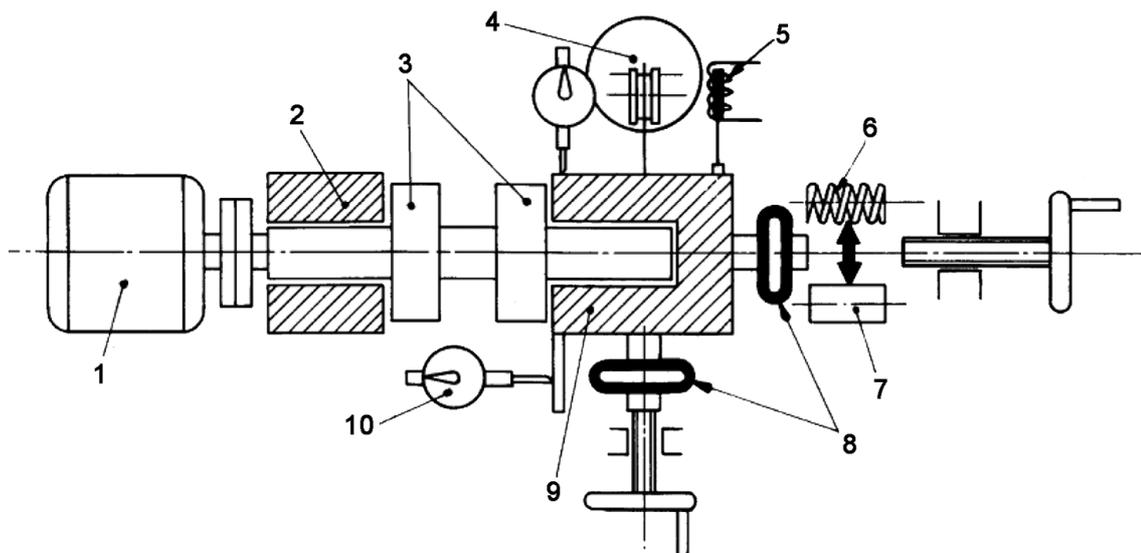
La Figure 1 représente schématiquement les parties essentielles du flexomètre. L'éprouvette cylindrique agit à la manière d'un embrayage à friction entre les deux plaques de serrage montées sur des arbres parallèles de façon à pouvoir être mises en rotation. L'arbre portant la plaque de serrage de droite (voir Figure 1) doit être monté sur un palier mobile de manière à permettre un mouvement presque sans friction dans la direction axiale. Le but est de pouvoir soumettre l'éprouvette à une compression axiale, en déplaçant la plaque de serrage mobile d'une quantité prédéterminée (essai sous prédéformation constante), ou à l'action d'une force prédéterminée (essai sous précontrainte constante), par exemple au moyen d'un ressort à compression.

Le palier mobile doit aussi pouvoir être déplacé perpendiculairement à l'axe de l'éprouvette. Ce déplacement peut être réalisé par le mouvement du support de palier ou au moyen d'un dispositif support transversal. Une déformation transversale est ainsi imposée à l'éprouvette.

La déformation peut être d'une valeur prédéterminée (essai sous déformation cyclique constante) ou être obtenue sous l'action d'une force prédéterminée (essai sous contrainte cyclique constante).

La plaque de serrage gauche doit être entraînée par un moteur à une fréquence de rotation de $14,6 \text{ Hz} \pm 0,1 \text{ Hz}$ ou de $25 \text{ Hz} \pm 0,2 \text{ Hz}$. L'éprouvette transmet la rotation de cette plaque à la plaque de serrage mobile.

La rotation et la déformation simultanées soumettent l'éprouvette à une déformation en cisaillement, de forme sinusoïdale. On doit utiliser des instruments tels que des jauges à cadran et des capteurs électroniques pour déterminer toutes les déformations et forces auxquelles l'éprouvette est soumise. Les instruments de mesurage des déformations doivent avoir une précision d'au moins $0,01 \text{ mm}$. La précision des dynamomètres doit être au moins de $0,1 \text{ N}$. Il est recommandé d'utiliser des enregistreurs graphiques pour enregistrer la force transversale ou le déplacement transversal. Les instruments de mesurage doivent être montés de telle sorte que leurs pression agisse dans un sens opposé à la force, comme représenté à la Figure 1.

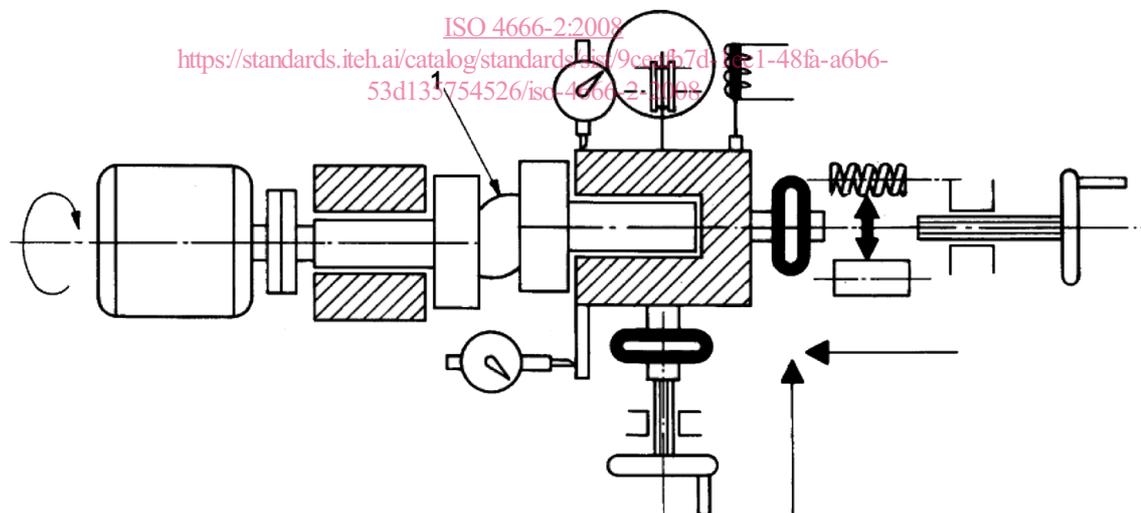


Légende

- | | | | | | |
|---|---|---|------------------------|----|-------------------|
| 1 | moteur | 5 | capteur de déplacement | 8 | capteurs de force |
| 2 | palier fixe | 6 | ressort de compression | 9 | palier mobile |
| 3 | plaques de serrage | 7 | pièce intermédiaire | 10 | jauge à cadran |
| 4 | poids correspondant à la force transversale | | | | |

Figure 1 — Flexomètre à rotation avant application des forces

(standards.iteh.ai)



Légende

- 1 éprouvette

Figure 2 — Flexomètre à rotation après application des forces

Les plaques de serrage doivent être en acier. Pour les essais d'échauffement, si cela s'avère nécessaire, on peut recouvrir ces plaques de capuchons en plastique ou autre matériaux thermo-isolants dont la conductibilité n'est pas supérieure à $0,28 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Ces capuchons doivent avoir une épaisseur de $10,0 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$ et doivent être en contact étroit avec les plaques métalliques sur toute leur surface. Au lieu d'utiliser des capuchons, on peut placer des disques en matériau thermo-isolant immédiatement derrière les plaques de serrage.

Pour faciliter la mise en place de l'éprouvette cylindrique entre les plaques de serrage ou des capuchons, et afin d'éviter un déplacement latéral pendant l'essai, les plaques et les capuchons doivent avoir un évidement central destiné à recevoir l'éprouvette. Cet évidement doit avoir les dimensions suivantes:

- pour les petits cylindres: diamètre $20,2 \text{ mm} \pm 0,03 \text{ mm}$, profondeur $0,7 \text{ mm} \pm 0,03 \text{ mm}$;
- pour les grands cylindres: diamètre $38,4 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ mm}$, profondeur $1,0 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ mm}$.

6.2 Jauge de mesurage

La jauge utilisée pour mesurer la hauteur et le diamètre des éprouvettes doit être conforme aux exigences de l'ISO 23529. Une jauge à cadran ayant un pied circulaire de diamètre 10 mm et exerçant une pression de $22 \text{ kPa} \pm 5 \text{ kPa}$ convient.

6.3 Dispositif de mesurage de la température

Un dispositif de mesurage de la température muni d'une sonde constituée d'une aiguille de diamètre au plus égal à 1 mm doit être utilisé. L'erreur maximale tolérée doit être $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

6.4 Instrument de mesurage du temps

L'erreur sur le mesurage du temps ne doit pas être supérieure à 5,0 s.

7 Mode opératoire

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

7.1 Préparation

Lorsqu'on utilise la petite éprouvette pour l'essai d'échauffement, il est recommandé de mettre les capuchons isolants sur les plaques de serrage. Lorsqu'on utilise la grande éprouvette ou lorsqu'on détermine la résistance à la fatigue, il n'est pas nécessaire d'utiliser les capuchons.

Mesurer la hauteur de l'éprouvette non chargée, à 0,05 mm près, avant de la placer dans le flexomètre.

Avant de commencer l'essai proprement dit, faire un essai préliminaire de 15 min dans les conditions de l'essai, en utilisant un caoutchouc de même dureté que celle de l'éprouvette. De cette manière, les plaques de serrage (et les capuchons, lorsqu'on les utilise) sont réchauffées et l'appareil est amené aux conditions normales.

7.2 Réalisation de l'essai

7.2.1 Généralités

Le dispositif étant maintenu fixe, amener les deux plaques de serrage en alignement axial et intercaler l'éprouvette. Comprimer ensuite l'éprouvette axialement d'environ 10 %, c'est-à-dire jusqu'à environ 90 % de la hauteur initiale. Mettre le moteur en marche et vérifier que l'éprouvette est positionnée correctement. Si l'éprouvette n'est pas bien centrée, l'enlever et la replacer correctement. Ensuite, c'est-à-dire dès le début de l'essai, comprimer l'éprouvette jusqu'à la déformation voulue ou appliquer la force voulue au moyen du ressort de compression ou d'un poids. Immédiatement après, déplacer le palier droit (mobile) à l'aide du pivot fileté transversal ou en appliquant une force transversale perpendiculaire à l'axe de l'appareil. La déformation complète doit être atteinte en 10 s. La durée de l'essai est comptée à partir du moment où la déformation transversale requise a été appliquée.

7.2.2 Mesurage de l'élévation de température

Au bout du temps d'essai spécifié, arrêter le moteur, cesser d'appliquer la déformation transversale et la déformation axiale et mesurer immédiatement la température au centre de l'éprouvette avec la sonde à aiguille. Le temps écoulé entre l'arrêt du moteur et le mesurage de la température doit être de $10 \text{ s} \pm 2 \text{ s}$. On peut mesurer la température dans l'éprouvette lorsque cette dernière est dans l'appareil ou après l'en avoir retirée.

7.2.3 Détermination de la résistance à la détérioration par fatigue

Mesurer le temps écoulé entre le début des déformations cycliques et le début de la détérioration à l'intérieur de l'éprouvette.

Si aucune détérioration ne se produit après 30 min, arrêter l'essai, sauf si une durée d'essai plus longue est spécifiée. Dans ce cas, donner la déformabilité de fatigue ou la contrainte de fatigue au lieu du seuil de déformation ou du seuil de contrainte (voir 9.2.2).

Le début de la détérioration se manifeste par les variations de la force transversale ou du déplacement transversal. Le critère utilisé pour déterminer le début de la détérioration doit être le même pour tous les essais de comparaison.

L'essai terminé, sectionner l'éprouvette en coupant dans un plan axial et examiner à l'œil nu pour s'assurer que le degré de détérioration (indiqué par la présence de fins pores, de craquelures ou d'une dégradation du caoutchouc au centre de l'éprouvette) est comparable. Dans le cas de caoutchoucs où le début de la dégradation est difficile à déceler, soumettre plusieurs éprouvettes à essai pour être sûr d'obtenir une estimation correcte.

ITEH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

8 Conditions d'essai

ISO 4666-2:2008

8.1 Généralités <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9ceafb7d-1ec1-48fa-a6b6-53d135754526/iso-4666-2-2008>

Les essais doivent être effectués à la température normale de laboratoire, c'est-à-dire à $23 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ ou à $27 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$.

Les forces exercées par les jauges à cadran ou les jauges de contrainte doivent être prises en considération.

8.2 Mesurage de l'élévation de température

Après une durée de fonctionnement de $20 \text{ min} \pm 0,5 \text{ min}$, l'équilibre de température étant alors généralement atteint, mesurer l'élévation de température. Les charges recommandées sont les forces ou déformations données sous la rubrique «normales» dans le Tableau 1. Si l'élévation de température résultante est trop faible pour permettre une comparaison significative, on peut utiliser les valeurs «supérieures».

8.3 Détermination de la résistance à la détérioration par fatigue

S'il s'agit seulement de déterminer la résistance à la fatigue pour une charge, ou pour des recherches préliminaires destinées à déterminer les gammes de forces appropriées pour établir la courbe de résistance à la fatigue, les conditions d'essai recommandées normalement sont celles données sous la rubrique «normales» du Tableau 2. S'il en résulte une durée d'essai trop courte, les valeurs «inférieures» peuvent être utilisées.