

---

---

**Caoutchouc vulcanisé ou  
thermoplastique — Détermination  
des propriétés dynamiques —**

**Partie 1:  
Lignes directrices**

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
*Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of dynamic  
properties —  
Part 1. General guidance*  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 4664-1:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a92285a4-9e03-4a57-82ab-fc3f88bb7cfc/iso-4664-1-2005>



**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 4664-1:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a92285a4-9e03-4a57-82ab-fc3f88bb7cfc/iso-4664-1-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a92285a4-9e03-4a57-82ab-fc3f88bb7cfc/iso-4664-1-2005>

© ISO 2005

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)

Version française parue en 2006

Publié en Suisse

**Sommaire**

Page

Avant-propos.....	iv
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	1
3 <b>Termes et définitions</b> .....	2
4 <b>Symboles</b> .....	8
5 <b>Principes</b> .....	10
6 <b>Appareillage</b> .....	16
7 <b>Étalonnage</b> .....	17
8 <b>Conditions d'essai et éprouvettes</b> .....	18
9 <b>Conditionnement</b> .....	21
10 <b>Mode opératoire d'essai</b> .....	22
11 <b>Expression des résultats</b> .....	22
12 <b>Rapport d'essai</b> .....	25

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

[ISO 4664-1:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a92285a4-9e03-4a57-82ab-fc3f88bb7cfc/iso-4664-1-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a92285a4-9e03-4a57-82ab-fc3f88bb7cfc/iso-4664-1-2005>

## 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.

Cette partie de l'ISO 4664 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 45, *Élastomères et produits à base d'élastomères*, sous-comité SC 2, *Essais et analyses*.

Elle annule et remplace l'ISO 4664:1998 qui a fait l'objet d'une révision technique.

L'ISO 4664 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Détermination des propriétés dynamiques*.

- *Partie 1: Lignes directrices*
- *Partie 2: Méthode du pendule de torsion à basse fréquence*

# Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Détermination des propriétés dynamiques —

## Partie 1: Lignes directrices

**AVERTISSEMENT** — Il convient que les utilisateurs de la présente partie de l'ISO 4664 soient familiers des pratiques de laboratoire. La présente partie de l'ISO 4664 ne prétend pas aborder la totalité des problèmes de sécurité qui pourraient découler de son utilisation. Il incombe à l'utilisateur d'établir des pratiques d'hygiène et de sécurité appropriées et de déterminer l'applicabilité des limites réglementaires.

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 4664 fournit des conseils relatifs à la détermination des propriétés dynamiques des caoutchoucs vulcanisés et thermoplastiques. Elle couvre à la fois les méthodes par vibrations libres et par vibrations forcées, qu'elles soient appliquées à des matériaux ou à des produits. Elle ne couvre pas les essais de résilience au rebondissement ni les essais cycliques dont l'objectif principal est l'étude de la fatigue du caoutchouc.

### 2 Références normatives

ISO 4664-1:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a92285a4-9e03-4a57-82ab-fc3f88bb7cfc/iso-4664-1-2005>

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 815, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Détermination de la déformation rémanente après compression aux températures ambiantes, élevées ou basses*

ISO 4663, *Caoutchouc — Détermination du comportement dynamique des vulcanisats à basses fréquences — Méthode du pendule de torsion*

ISO 5893, *Appareils d'essai du caoutchouc et des plastiques — Types pour traction, flexion et compression (vitesse de translation constante) — Spécifications*

ISO 7743:2004, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Détermination des propriétés de contrainte/déformation en compression*

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

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

#### 3.1 Termes s'appliquant à toute déformation périodique

##### 3.1.1

##### **boucle d'hystérésis mécanique**

courbe fermée représentant les états successifs de contrainte-déformation d'un matériau au cours d'une déformation cyclique

NOTE Les boucles peuvent être centrées autour de l'origine des coordonnées ou, plus fréquemment, elles peuvent être déplacées à divers niveaux de déformation ou de contrainte; dans ce cas, la boucle prend diverses formes, asymétriques sous plus d'un aspect, mais ce fait est rarement pris en compte.

##### 3.1.2

##### **perte d'énergie**

énergie par unité de volume perdue au cours de chaque cycle de déformation, superficie de la boucle d'hystérésis calculée par rapport à l'échelle des coordonnées

NOTE Elle est exprimée en  $J/m^3$ .

##### 3.1.3

##### **perte de puissance**

énergie par unité de volume qui est transformée en chaleur à travers l'hystérésis au cours de chaque cycle de déformation, exprimée comme le produit de la perte d'énergie par la fréquence

NOTE Elle est exprimée en  $W/m^3$ .

##### 3.1.4

##### **charge moyenne**

valeur moyenne de la charge au cours d'une boucle unique d'hystérésis complète

ISO 4664-1:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a92285a4-9e03-4a57-82ab-1c5186697c19/iso-4664-1-2005>

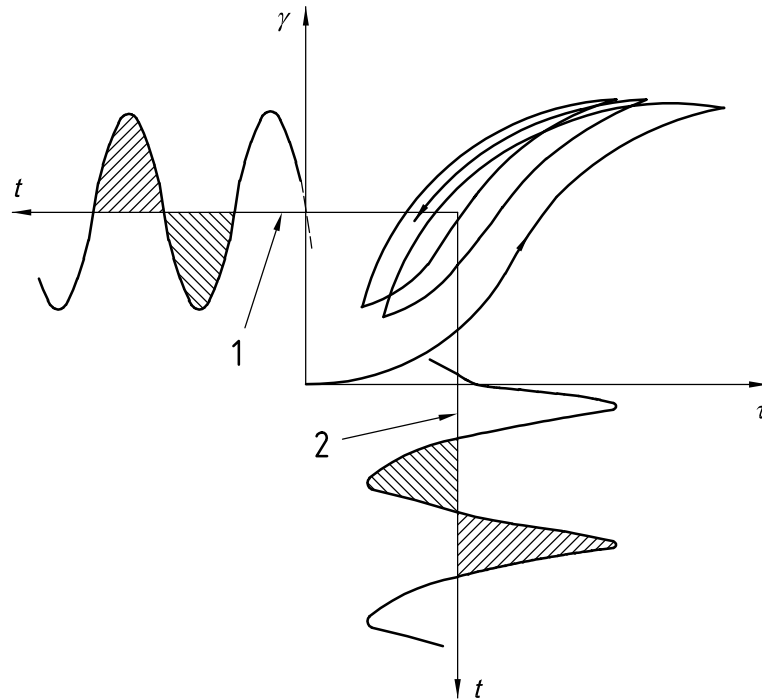
NOTE Elle est exprimée en N.

##### 3.1.5

##### **déflexion moyenne**

valeur moyenne de la déflexion au cours d'une boucle unique d'hystérésis complète (voir Figure 1)

NOTE Elle est exprimée en m.



### Légende

- 1 déformation moyenne  
2 contrainte moyenne

NOTE 1 La figure montre des boucles initiales ouvertes, ainsi que la déformation et la contrainte moyennes à l'équilibre sous forme de moyennes au cours du temps de la déformation et de la contrainte instantanées.

NOTE 2 Une réponse sinusoïdale à un mouvement sinusoïdal implique des boucles d'hystérésis qui peuvent être considérées comme elliptiques. Le terme «incrémental» peut être utilisé pour désigner une réponse dynamique à une déformation sinusoïdale autour de divers niveaux de contrainte moyenne ou de déformation moyenne (par exemple une constante de ressort incrémentale, un module de cisaillement élastique incrémental).

**Figure 1 — Boucle d'hystérésis très déformée  
obtenue sous l'effet d'une sollicitation sinusoïdale entretenue**

#### 3.1.6 contrainte moyenne

valeur moyenne de la contrainte au cours d'une boucle unique d'hystérésis complète (voir Figure 1)

NOTE Elle est exprimée en Pa.

#### 3.1.7 déformation moyenne

valeur moyenne de la déformation au cours d'une boucle unique d'hystérésis complète (voir Figure 1)

#### 3.1.8 module moyen

rapport entre la contrainte moyenne et la déformation moyenne

NOTE Il est exprimé en Pa.

**3.1.9**

**amplitude maximale de la charge**

$F_0$

rapport entre la charge maximale appliquée, mesurée à partir de la charge moyenne (de zéro à la valeur maximale, d'un côté seulement)

NOTE Elle est exprimée en N.

**3.1.10**

**amplitude maximale de la contrainte**

$\tau_0$

rapport entre la force maximale appliquée, mesurée à partir de la force moyenne, et la superficie de la section initiale de l'éprouvette (de zéro à la valeur maximale, d'un côté seulement)

NOTE Elle est exprimée en Pa.

**3.1.11**

**contrainte moyenne quadratique**

racine carrée de la valeur moyenne du carré de la contrainte, moyenné sur un cycle de déformation

NOTE 1 Dans le cas d'une contrainte sinusoïdale symétrique, la contrainte quadratique moyenne est égale à l'amplitude de la contrainte divisée par  $\sqrt{2}$ .

NOTE 2 Elle est exprimée en Pa.

**3.1.12**

**amplitude maximale de la déflexion**

$x_0$

rapport entre la déflexion maximale, mesurée à partir de la déflexion moyenne (de zéro à la valeur maximale, d'un côté seulement)

NOTE Elle est exprimée en m.

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

[ISO 4664-1:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a92285a4-9e03-4a57-82ab-fc3f88bb7cfc/iso-4664-1-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a92285a4-9e03-4a57-82ab-fc3f88bb7cfc/iso-4664-1-2005>

**3.1.13**

**amplitude maximale de la déformation**

$\gamma_0$

rapport entre la déformation maximale, mesurée à partir de la déformation moyenne (de zéro à la valeur maximale, d'un côté seulement)

**3.1.14**

**déformation quadratique moyenne**

racine carrée de la valeur moyenne du carré de la déformation, moyenné sur un cycle de déformation

NOTE Dans le cas d'une sollicitation sinusoïdale symétrique, la déformation quadratique moyenne est égale à l'amplitude de la déformation divisée par  $\sqrt{2}$ .

**3.2 Termes s'appliquant à un mouvement sinusoïdal**

**3.2.1**

**raideur**

$K$

composante de la charge appliquée qui est en phase avec la déflexion, divisé par la déflexion

NOTE Elle est exprimée en N/m.



**3.2.2**  
**module de cisaillement**  
**module élastique**

$G'$

composante de la contrainte de cisaillement appliquée qui est en phase avec la sollicitation de cisaillement, divisée par la déformation

$$G' = |G^*| \cos \delta$$

NOTE Il est exprimé en Pa.

**3.2.3**  
**module de cisaillement**  
**module visqueux**

$G''$

composante de la contrainte de cisaillement appliquée qui est en quadrature avec la sollicitation de cisaillement, divisée par la déformation

$$G'' = |G^*| \sin \delta$$

NOTE Il est exprimé en Pa.

**3.2.4**  
**module complexe en cisaillement**

$G^*$

rapport entre la contrainte de cisaillement et la déformation de cisaillement dans lequel chaque membre est un vecteur qui peut être représenté par un nombre complexe

$$G^* = G' + iG''$$

ISO 4664-1:2005

NOTE Il est exprimé en Pa. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a92285a4-9e03-4a57-82ab-fc3f88bb7cfc/iso-4664-1-2005>

**3.2.5**  
**norme du module complexe en cisaillement**

$|G^*|$

valeur absolue du module complexe de cisaillement

$$|G^*| = \sqrt{G'^2 + G''^2}$$

NOTE Elle est exprimée en Pa.

**3.2.6**  
**module de Young**  
**module élastique**

$E'$

composante de la contrainte normale appliquée qui est en phase avec la sollicitation normale, divisée par la déformation

$$E' = |E^*| \cos \delta$$

NOTE Il est exprimé en Pa.

**3.2.7**  
**module de Young**  
**module visqueux**

$E''$   
composante de la contrainte normale appliquée qui est en quadrature avec la sollicitation normale, divisée par la déformation

$$E'' = |E^*| \sin \delta$$

NOTE Il est exprimé en Pa.

**3.2.8**  
**module de Young complexe**

$E^*$   
rapport entre la contrainte normale et la déformation normale dans lequel chaque membre est un vecteur qui peut être représenté par un nombre complexe

$$E^* = E' + iE''$$

NOTE Il est exprimé en Pa.

**3.2.9**  
**norme du module de Young complexe**  
valeur absolue du module de Young complexe

$$|E^*| = \sqrt{(E')^2 + (E'')^2}$$

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

**3.2.10**  
**raideur dynamique**  
**composante élastique**

$K'$   
 $K' = |K^*| \cos \delta$

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a92285a4-9e03-4a57-82ab-fc3f88bb7cfc/iso-4664-1-2005>

NOTE Elle est exprimée en N/m.

**3.2.11**  
**raideur dynamique**

$K''$   
composante de la charge appliquée qui est en quadrature avec la déflexion, divisée par la déflexion

$$K'' = |K^*| \sin \delta$$

NOTE Elle est exprimée en N/m.

**3.2.12**  
**raideur dynamique complexe**

$K^*$   
rapport entre la charge et la déflexion dans lequel chaque membre est un vecteur qui peut être représenté par un nombre complexe

$$K^* = K' + iK''$$

NOTE Elle est exprimée en N/m.

### 3.2.13 norme de la raideur dynamique complexe

 $|K^*|$ 

valeur absolue de la raideur dynamique complexe

$$|K^*| = \sqrt{K'^2 + K''^2}$$

NOTE Elle est exprimée en N/m.

### 3.2.14 tangente de l'angle de perte

 $\tan \delta$ 

rapport entre le module visqueux et le module élastique

NOTE Dans le cas de contraintes de cisaillement,  $\tan \delta = \frac{G''}{G'}$ , et dans le cas de contraintes normales,  $\tan \delta = \frac{E''}{E'}$ .

### 3.2.15 facteur de perte

 $L_f$ 

rapport entre la composante visqueuse et la composante élastique de la raideur dynamique complexe

$$L_f = \frac{K''}{K'}$$

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

### 3.2.16 angle de perte

 $\delta$ 

angle de phase entre la contrainte et la déformation dont la tangente est la tangente de l'angle de perte

NOTE Il est exprimé en rad.

## 3.3 Autres termes s'appliquant à un mouvement périodique

### 3.3.1 décrément logarithmique

logarithme naturel (népérien) du rapport entre des amplitudes successives de même signe d'une oscillation amortie

### 3.3.2 rapport d'amortissement

 $u$ 

rapport entre l'amortissement réel et l'amortissement critique dans lequel l'amortissement critique est l'amortissement exigé pour l'état limite entre un comportement oscillatoire et un comportement non oscillatoire

NOTE 1 Le coefficient d'amortissement est fonction du décrément logarithmique:

$$u = \frac{\frac{1}{2\pi}}{\sqrt{1 + \left(\frac{1}{2\pi}\right)^2}} = \sin \tan^{-1} \left( \frac{1}{2\pi} \right)$$

NOTE 2 Dans le cas de grandes déformations sinusoïdales, la boucle d'hystérésis s'écarte de la forme elliptique car la relation contrainte-déformation du caoutchouc n'est pas linéaire et la réponse n'est plus sinusoïdale (voir Figure 1).

**3.3.3**  
**coefficient d'amortissement**  
**constante d'amortissement**

$$C = \frac{1}{\omega} |K^*| \sin \delta$$

où  $\omega = 2\pi f$

NOTE Il est exprimé en N·s/m.

**3.3.4**  
**transmissibilité**

$$V_T = \frac{1 + (\tan \delta)^2}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2\right]^2 + (\tan \delta)^2}}$$

où  $\omega_n$  est la fréquence angulaire naturelle du vibreur non amorti, donnée par

$$\omega_n = \sqrt{\frac{K'}{m}}$$

et

$$K' = |K^*| \cos \delta$$

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

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a92285a4-9e03-4a57-82ab-fc3f88bb7cfc/iso-4664-1-2005>

**4 Symboles**

Pour les besoins du présent document, les symboles suivants s'appliquent:

$A$	(m <sup>2</sup> )	superficie de la section transversale de l'éprouvette
$a(T)$		facteur de glissement de Williams, Landel, Ferry (WLF)
$\alpha$	(rad)	angle de torsion
$b$	(m)	largeur de l'éprouvette
$C$		coefficient d'amortissement (constante d'amortissement)
$C_p$		capacité thermique
$\gamma$		déformation
$\gamma_0$		amplitude maximale de déformation
$\delta$	(rad)	angle de perte
$E$	(Pa)	module de Young
$E_c$	(Pa)	module de Young apparent