
**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 4664-1:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38e0d399-dcbf-4387-979b-d6c6ec263da0/iso-4664-1-2011>



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 4664-1:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38e0d399-dcbf-4387-979b-d6c6ec263da0/iso-4664-1-2011>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2011

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
3.1 Termes s'appliquant à toute déformation périodique	1
3.2 Termes s'appliquant à un mouvement sinusoïdal	4
3.3 Autres termes s'appliquant à un mouvement périodique	6
4 Symboles	7
5 Principes	9
5.1 Viscoélasticité	9
5.2 Utilisation des données des essais dynamiques	10
5.3 Classification des essais dynamiques	10
5.4 Facteurs affectant le choix d'une machine	11
5.5 Mouvement dynamique	12
5.6 Interdépendance de la fréquence et de la température	14
6 Appareillage	15
7 Conditions d'essai et éprouvettes	17
7.1 Préparation des éprouvettes	17
7.2 Dimensions des éprouvettes	17
7.3 Nombre d'éprouvettes	17
7.4 Conditions d'essai	17
7.5 Appareils d'essai de petite taille	18
7.6 Appareil d'essai de grande taille	20
7.7 Essais dynamiques utilisant des vibrations libres	21
8 Conditionnement	21
8.1 Entreposage	21
8.2 Température	21
8.3 Conditionnement mécanique	21
9 Mode opératoire d'essai	22
10 Expression des résultats	22
10.1 Paramètres requis	22
10.2 Vibrations forcées	22
10.3 Vibrations libres	24
10.4 Relations contrainte-déformation et facteurs de forme	24
11 Rapport d'essai	25

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 4664-1 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 4664-1:2005), qui a fait l'objet d'une révision technique, comme suit:

- les conditions d'essai données dans les Tableaux 2 et 3 ont été modifiées;
- un certain nombre d'équations et de figures ont été ajoutées pour une meilleure compréhension du texte;
- l'article relatif à l'étalonnage (Article 7 dans l'édition précédente) a été supprimé.

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: Méthodes du pendule de torsion à basses fréquences*

Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Détermination des propriétés dynamiques —

Partie 1: Lignes directrices

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 4664 fournit des lignes directrices relatives à la détermination des propriétés dynamiques des caoutchoucs vulcanisés et thermoplastiques. Elle couvre à la fois les méthodes à vibrations libres et à 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

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 815-1, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Détermination de la déformation rémanente après compression — Partie 1: À températures ambiantes ou élevées*

ISO 7743:2011, *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 pour les 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, c'est-à-dire superficie de la boucle d'hystérésis

NOTE Elle est exprimée en J/m^3 .

3.1.3

perte de puissance

perte d'énergie par unité de temps, par unité de volume, qui est transformée en chaleur à travers l'hystérésis, 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

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.

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.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38e0d399-dcbf-4387-979b-d6c6ec263da0/iso-4664-1-2011>

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

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.

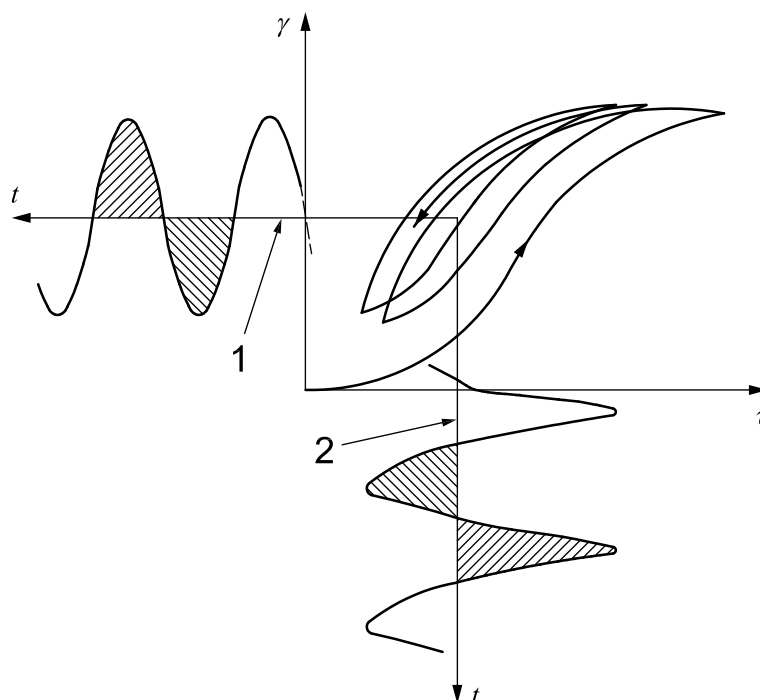
3.1.10

amplitude maximale de la contrainte

τ_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.



Légende

- 1 déformation moyenne
2 contrainte moyenne

NOTE 1 La figure présente des boucles initiales ouvertes, ainsi que la déformation et la contrainte moyennes à l'équilibre sous forme des 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.

NOTE 3 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 par conséquent pas sinusoïdale.

NOTE 4 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

3.1.11

contrainte quadratique moyenne

racine carrée de la valeur moyenne du carré de la contrainte moyennée 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

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.

3.1.13

amplitude maximale de la déformation

γ_0
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 élastique

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

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

[ISO 4664-1:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38e0d399-dcbf-4387-979b-d6c6ec263da0/iso-4664-1-2011)

NOTE Il est exprimé en Pa. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38e0d399-dcbf-4387-979b-d6c6ec263da0/iso-4664-1-2011>

3.2.3

module de cisaillement 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 de cisaillement complexe

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

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

NOTE Il est exprimé en Pa.

3.2.5**norme du module de cisaillement complexe** $|G^*|$

valeur absolue du module de cisaillement complexe

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

NOTE Il est exprimé en Pa.

3.2.6**module de Young élastique****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 visqueux****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. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38e0d399-dcbf-4387-979b-d6c6ec263da0/iso-4664-1-2011>**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

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

3.2.10**raideur dynamique élastique** K'

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

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

NOTE Elle est exprimée en N/m.

3.2.11

raideur dynamique visqueuse

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

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

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

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

[ISO 4664-1:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38e0d399-dcbf-4387-979b-d6c6ec263da0/iso-4664-1-2011)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38e0d399-dcbf-4387-979b-d6c6ec263da0/iso-4664-1-2011>

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

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

3.2.16

angle de perte

δ

angle de phase entre la contrainte et la déformation

NOTE Il est exprimé en rad.

3.3 Autres termes s'appliquant à un mouvement périodique

3.3.1

décroissement 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 Le coefficient d'amortissement est fonction du décrétement logarithmique.

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

3.3.3 coefficient d'amortissement constante d'amortissement

C

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

où $\omega = 2\pi f$

NOTE Il est exprimé en N·s/m.

3.3.4 transmissibilité

V_τ

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

ISO 4664-1:2011
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38e0d399-dcbf-4387-979b-d6c6ec263da0/iso-4664-1-2011>

où ω_n est la fréquence angulaire naturelle du vibreur non amorti donnée par

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

et

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

4 Symboles

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

A	(m ²)	superficie de la section transversale de l'éprouvette
$a(T)$		facteur de glissement de Williams, Landel, Ferry (WLF)
α	(rad)	angle de torsion
b	(m)	largeur de l'éprouvette
C		coefficient d'amortissement (constante d'amortissement)

C_p		capacité thermique
γ		déformation
γ_0		amplitude maximale de déformation
δ	(rad)	angle de perte
E	(Pa)	module de Young
E_c	(Pa)	module de Young apparent
E'	(Pa)	module de Young élastique
E''	(Pa)	module de Young visqueux
E^*	(Pa)	module de Young complexe
$ E^* $	(Pa)	norme du module de Young complexe
F	(N)	charge
F_0	(N)	amplitude maximale de la charge
f	(Hz)	fréquence
G	(Pa)	module de cisaillement
G'	(Pa)	module de cisaillement élastique
G''	(Pa)	module de cisaillement visqueux
G^*	(Pa)	module de cisaillement complexe
$ G^* $	(Pa)	norme du module de cisaillement complexe
h	(m)	épaisseur de l'éprouvette
K	(N/m)	raideur
K'	(N/m)	raideur dynamique élastique
K''	(N/m)	raideur dynamique visqueuse
K^*	(N/m)	raideur dynamique complexe
$ K^* $	(N/m)	norme de la raideur dynamique complexe
k		facteur numérique
k_l		facteur de forme en torsion
L_f		facteur de perte
l	(m)	longueur de l'éprouvette
λ		rapport d'extension
Λ		décrément logarithmique
M'	(Pa)	module élastique (composante réelle)
M''	(Pa)	module visqueux (composante imaginaire)
M^*	(Pa)	module complexe

ITEH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 4664-1:2011
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38e0d399-dcbf-4387-979b-46c6ec263da0/iso-4664-1-2011>