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

**Partie 1:
Lignes directrices**

*Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of dynamic
properties —
Part 1: General guidance*

[ISO 4664-1:2022](https://standards.iso.org/iso/4664-1:2022)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8c401ded-8dc1-4f3b-a548-70094535dcca/iso-4664-1-2022>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 4664-1:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8c401ded-8dc1-4f3b-a548-70094535dcca/iso-4664-1-2022>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2022

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	v
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	3
3.3 Autres termes s'appliquant à un mouvement périodique	6
4 Symboles	6
5 Généralités	8
5.1 Viscoélasticité	8
5.2 Utilisation des données des essais dynamiques	9
5.3 Classification des essais dynamiques	9
5.3.1 Généralités	9
5.3.2 Classification par type de vibration	10
5.3.3 Classification par mode de déformation	10
5.4 Facteurs affectant le choix d'une machine	12
6 Principe de mouvement dynamique pour chaque méthode de vibration	13
6.1 Méthode à vibrations forcées en dehors de la résonance	13
6.1.1 Mouvement dynamique en réponse linéaire	13
6.1.2 Mouvement dynamique avec réponse non linéaire	15
6.1.3 Méthode à vibrations libres	15
6.2 Vibrations forcées à la résonance	16
7 Dépendance des paramètres d'essai	18
7.1 Interdépendance de la fréquence et de la température (superposition temps - température)	18
7.2 Amplitude de déformation	19
8 Conditionnement	19
8.1 Entreposage	19
8.2 Température	19
8.3 Conditionnement mécanique	20
9 Méthode à vibrations forcées en dehors de la résonance	20
9.1 Appareillage	20
9.2 Éprouvettes	22
9.2.1 Préparation de l'éprouvette	22
9.2.2 Formes et dimensions de l'éprouvette	22
9.2.3 Nombre d'éprouvettes	24
9.3 Conditions d'essai	24
9.3.1 Déformation	24
9.3.2 Fréquence et température	24
9.4 Mode opératoire d'essai	25
9.5 Expression des résultats	26
9.5.1 Paramètres requis	26
9.5.2 Méthode de la forme d'onde	26
9.5.3 Méthode de la boucle d'hystérésis	27
9.5.4 Relations contrainte-déformation et facteurs de forme	29
10 Méthode à vibrations forcées à la résonance	30
10.1 Appareillage	30
10.2 Expression des résultats	30
11 Méthode à vibrations libres	31
11.1 Généralités	31

11.2	Dimensions de l'éprouvette.....	31
11.3	Conditions d'essai.....	31
Annexe A (informative) Détermination du degré de non linéarité (exemple de calcul).....		32
Annexe B (informative) Mode opératoire pour superposition temps-température (exemple de calcul).....		37
Bibliographie.....		39

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 4664-1:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8c401ded-8dc1-4f3b-a548-70094535dcca/iso-4664-1-2022>

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 2 *Essais et analyses*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 4664-1:2011), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- d'autres types de mode de déformation ont été inclus dans le [Tableau 2](#);
- des descriptions de comportement non linéaire ont été ajoutées au [6.1.2](#);
- des explications relatives à la méthode de type vibration forcée à la résonance ont été ajoutées au [6.2](#);
- d'autres formes et dimensions d'éprouvettes ont été ajoutées dans le [Tableau 4](#) (l'ancien [Tableau 3](#));
- les conditions d'essai (température, fréquence, déformation, etc.) ont été détaillées dans le [Tableau 5](#) (l'ancien [Tableau 4](#));
- la méthode de détermination des paramètres viscoélastiques nécessaires a été clarifiée au [9.5](#);
- les méthodes d'essai de type vibrations libres et vibrations forcées à la résonance ont été détaillées dans les [Articles 10](#) et [11](#).

Une liste de toutes les parties de la série ISO 4664 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.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 4664-1:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8c401ded-8dc1-4f3b-a548-70094535dcca/iso-4664-1-2022>

Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Détermination des propriétés dynamiques —

Partie 1: Lignes directrices

1 Domaine d'application

Le présent document donne des lignes directrices relatives à la détermination des propriétés dynamiques des caoutchoucs vulcanisés et thermoplastiques. Il couvre à la fois les méthodes à vibrations libres et à vibrations forcées, qu'elles soient appliquées à des matériaux ou à des produits. Il 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 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 23529, *Caoutchouc — Procédures générales pour la préparation et le conditionnement des éprouvettes pour les méthodes d'essais physiques*

ISO 4664-1:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8c401ded-8dc1-4f3b-a548-70094535dcca/iso-4664-1-2022>

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants 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 <https://www.electropedia.org/>

3.1 Termes s'appliquant à toute déformation périodique

3.1.1

boucle d'hystérésis

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

3.1.2

perte d'énergie

énergie par unité de volume perdue au cours de chaque cycle de déformation, c'est-à-dire la superficie de la boucle d'hystérésis

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en J/m^3 .

3.1.3

perte de puissance

perte d'énergie (3.1.2) 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 1 à l'article: Elle est exprimée en W/m³.

3.1.4

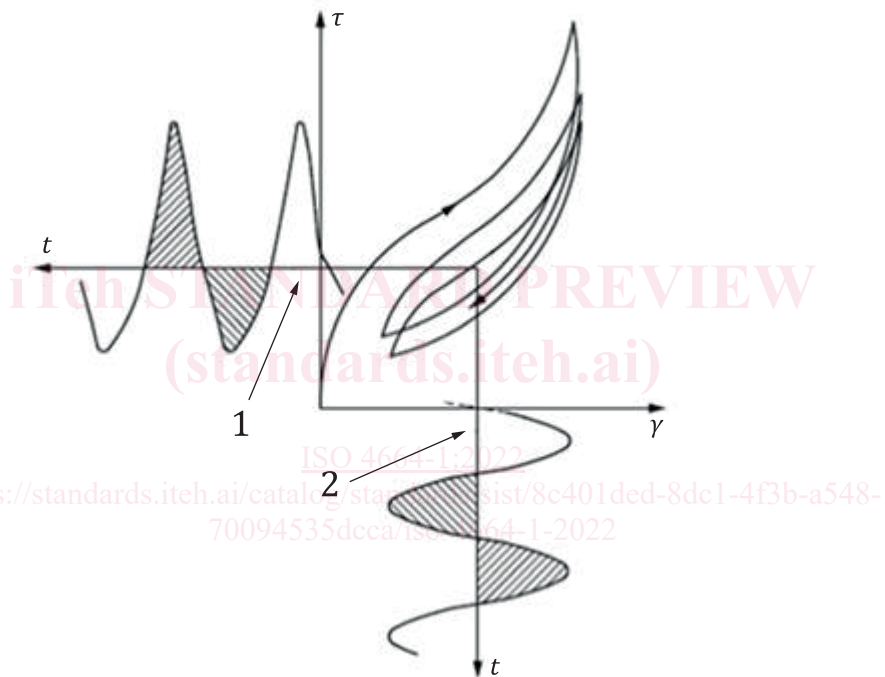
contrainte moyenne

valeur moyenne de la contrainte au cours d'une boucle unique d'hystérésis complète (3.1.1)

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en Pa.

Note 2 à l'article: Il s'agit de la contrainte statique appliquée avant le début du mouvement dynamique.

Note 3 à l'article: Voir [Figure 1](#).



Légende

- | | | | |
|---|---------------------|----------|-------------|
| 1 | contrainte moyenne | τ | contrainte |
| 2 | déformation moyenne | γ | déformation |
| | | t | temps |

NOTE 1 La figure présente 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.

NOTE 3 Dans le cas de grandes déformations sinusoïdales, la boucle d'hystérésis s'écarte de la forme elliptique car pour les caoutchoucs, la relation contrainte-déformation 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 différents 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

3.1.5**déformation moyenne**

valeur moyenne de la déformation au cours d'une boucle unique d'*hystérésis complète* (3.1.1)

Note 1 à l'article: Il s'agit de la déformation statique appliquée avant le début du mouvement dynamique.

Note 2 à l'article: Voir [Figure 1](#).

3.1.6**amplitude maximale de la charge** F_0

charge maximale appliquée, mesurée à partir de la valeur moyenne de la charge pendant une seule onde sinusoïdale

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en N.

3.1.7**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 1 à l'article: Elle est exprimée en Pa.

3.1.8**amplitude maximale de la déflexion** x_0

valeur maximale de la déflexion, mesurée à partir de la valeur moyenne de la déflexion pendant une seule onde sinusoïdale

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en m.

3.1.9**amplitude maximale de la déformation** γ_0

valeur maximale de la déformation, mesurée à partir de la *déformation moyenne* (3.1.5) (de zéro à la valeur maximale, d'un côté seulement)

3.1.10**effet Payne**

phénomène dans lequel le module dynamique diminue lorsque la déformation augmente, dans les essais dynamiques d'un mélange de caoutchouc chargé

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 1 à l'article: 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 déformation de cisaillement, divisée par la déformation

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

Note 1 à l'article: Il est exprimé en Pa.

3.2.3
module de cisaillement visqueux

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

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

Note 1 à l'article: 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 1 à l'article: Il est exprimé en Pa.

3.2.5
norme du module de cisaillement complexe

$|G^*|$
valeur absolue du *module de cisaillement complexe* (3.2.4)

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

Note 1 à l'article: 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 déformation normale, divisée par la déformation

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

Note 1 à l'article: Il est exprimé en Pa.

3.2.7
module visqueux
module de Young visqueux

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

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

Note 1 à l'article: 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 1 à l'article: Il est exprimé en Pa.

3.2.9**norme du module de Young complexe**

valeur absolue du *module de Young complexe* (3.2.8)

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

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 1 à l'article: 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 1 à l'article: 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 1 à l'article: Elle est exprimée en N/m.

3.2.13**norme de la raideur dynamique complexe** $|K^*|$

valeur absolue de la *raideur dynamique complexe* (3.2.12)

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

Note 1 à l'article: 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 1 à l'article: Dans le cas de contraintes de cisaillement, $\tan\delta = \frac{G''}{G'}$ dans le cas de contraintes normales

$$\tan\delta = \frac{E''}{E'}$$

3.2.15

facteur de perte

L_f

rapport entre la *composante visqueuse* (3.2.11) et la *composante élastique de la raideur dynamique complexe* (3.2.10)

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

3.2.16

angle de perte

δ

angle de phase entre la contrainte et la déformation

Note 1 à l'article: Il est exprimé en rad.

3.3 Autres termes s'appliquant à un mouvement périodique

3.3.1

décrément logarithmique

Λ

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

ISO 4664-1:2022

70094535dcca/iso-4664-1-2022

3.3.2

transmissibilité

V_τ

rapport entre la force transmise et la force appliquée

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 et b	(m)	largeur ou longueur du côté de l'éprouvette
a_T		facteur de glissement de Williams, Landel, Ferry (WLF)
b_T		facteur de glissement vertical
α	(rad)	angle de torsion
C_p		capacité thermique
γ		déformation
γ_0		amplitude maximale de déformation

γ^*		déformation complexe
d	(m)	diamètre d'une éprouvette circulaire
δ	(rad)	angle de perte ou différence de phase
E	(Pa)	module de Young
E_c	(Pa)	module de Young apparent
E'	(Pa)	module de Young élastique
E''	(Pa)	module de Young visqueux (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 pour la correction du facteur de forme
k_1		facteur de forme en torsion
L_f		facteur de perte
l	(m)	longueur de l'éprouvette ou distance entre les supports de l'éprouvette
λ		élongation
Λ		décroissement logarithmique
M'	(Pa)	module élastique (composante réelle)
M''	(Pa)	module visqueux (composante imaginaire)