
**Plastiques — Détermination des
propriétés mécaniques dynamiques —
Partie 4:
Vibration en traction — Méthode hors
résonance**

iTeh STANDARD PREVIEW
*Plastics — Determination of dynamic mechanical properties —
Part 4: Tensile vibration — Non-resonance method*
(standards.itih.ai)

[ISO 6721-4:2008](https://standards.itih.ai/catalog/standards/sist/1d1cd087-747b-4a5d-9a3e-47df76ccdb5e/iso-6721-4-2008)

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/sist/1d1cd087-747b-4a5d-9a3e-47df76ccdb5e/iso-6721-4-2008>



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 6721-4:2008](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1d1cd087-747b-4a5d-9a3e-47df76ccdb5e/iso-6721-4-2008)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1d1cd087-747b-4a5d-9a3e-47df76ccdb5e/iso-6721-4-2008>



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 Dispositif d'essai	2
6 Éprouvettes	4
7 Nombre d'éprouvettes	4
8 Conditionnement	4
9 Mode opératoire	4
10 Expression des résultats	5
11 Fidélité	8
12 Rapport d'essai	8

ITeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 6721-4:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1d1cd087-747b-4a5d-9a3e-47df76ccdb5e/iso-6721-4-2008>

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 6721-4 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 61, *Plastiques*, sous-comité SC 2, *Propriétés mécaniques*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 6721-4:1994), dont elle constitue une révision mineure. Le principal changement est la mise à jour des références normatives.

L'ISO 6721 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Plastiques — Détermination des propriétés mécaniques dynamiques*:

- *Partie 1: Principes généraux*
- *Partie 2: Méthode au pendule de torsion*
- *Partie 3: Vibration en flexion — Méthode en résonance*
- *Partie 4: Vibration en traction — Méthode hors résonance*
- *Partie 5: Vibration en flexion — Méthode hors résonance*
- *Partie 6: Vibration en cisaillement — Méthode hors résonance*
- *Partie 7: Vibration en torsion — Méthode hors résonance*
- *Partie 8: Vibrations longitudinale et en cisaillement — Méthode de propagation des ondes*
- *Partie 9: Vibration en traction — Méthode de propagation de signaux acoustiques*
- *Partie 10: Viscosité complexe en cisaillement à l'aide d'un rhéomètre à oscillations à plateaux parallèles*

Plastiques — Détermination des propriétés mécaniques dynamiques —

Partie 4:

Vibration en traction — Méthode hors résonance

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 6721 spécifie une méthode d'oscillation forcée hors résonance pour la détermination des composantes du module complexe en traction E^* des polymères dans le domaine des fréquences comprises entre 0,01 Hz et 100 Hz. Cette méthode s'avère appropriée pour mesurer les modules de conservation dynamiques dans la plage allant de 0,01 GPa à 5 GPa. Bien qu'il soit possible d'étudier des matériaux caractérisés par des modules en dehors de cette plage, d'autres modes de déformation devraient permettre d'obtenir une plus grande exactitude [à savoir un mode en cisaillement pour $E' < 0,01$ GPa (voir l'ISO 6721-6) et un mode en flexion pour $E' > 5$ GPa (voir l'ISO 6721-3 ou l'ISO 6721-5)].

Cette méthode s'avère également particulièrement bien adaptée pour permettre un mesurage des facteurs de perte supérieurs à 0,1; elle peut donc être utilisée pour étudier la variation des propriétés dynamiques en fonction de la température et de la fréquence dans la presque totalité de la zone de relaxation de l'état vitreux à l'état caoutchouteux (voir l'ISO 6721-1:2001, paragraphe 9.4). Le fait que des données déterminées sur de larges plages de fréquences et de températures soient disponibles permet d'établir des graphiques d'ensemble présentant les propriétés dynamiques sur une large gamme de fréquences à différentes températures. Pour réaliser ces graphiques, on applique les méthodes de décalage de la fréquence et de la température.

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 6721-1:2001, *Plastiques — Détermination des propriétés mécaniques dynamiques — Partie 1: Principes généraux*

ISO 6721-3, *Plastiques — Détermination des propriétés mécaniques dynamiques — Partie 3: Vibration en flexion — Méthode en résonance*

ISO 6721-5, *Plastiques — Détermination des propriétés mécaniques dynamiques — Partie 5: Vibration en flexion — Méthode hors résonance*

ISO 6721-6, *Plastiques — Détermination des propriétés mécaniques dynamiques — Partie 6: Vibration en cisaillement — Méthode hors résonance*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 6721-1:2001, Article 3, s'appliquent.

4 Principe

L'éprouvette est soumise à une déformation ou à une force de traction sinusoïdale, à une fréquence nettement inférieure à la fréquence fondamentale de résonance pour la méthode longitudinale extrémité encastree/extrémité libre (voir 10.2.2). On mesure les amplitudes des forces et des cycles de déplacement appliqués à l'éprouvette, ainsi que l'angle de phase entre ces cycles. Les composantes de conservation et de perte du module complexe en traction ainsi que le facteur de perte sont calculés à l'aide des équations données dans l'Article 10.

5 Dispositif d'essai

5.1 Dispositif de mise en charge

5.1.1 Généralités

Les exigences requises de l'appareillage doivent permettre de mesurer l'amplitude des signaux des capteurs de force et de déplacement, ainsi que leur angle de phase, l'éprouvette étant soumise à une déformation ou à une force de traction sinusoïdale. Il est possible d'utiliser différentes versions d'appareillage (la Figure 1 en représente une version appropriée). La force sinusoïdale produite par la table de vibrations V est appliquée à l'une des extrémités de l'éprouvette S par l'intermédiaire du mors C₁. L'amplitude et la fréquence du déplacement de la table de vibrations sont variables. Elles sont contrôlées par le transducteur D. L'élément que relie V et C₁ doit être beaucoup plus rigide que l'éprouvette et doit présenter une faible conductance thermique si l'éprouvette doit être incluse dans un enceinte thermostatée.

NOTE Bien que les éléments du dispositif de mise en charge puissent présenter une rigidité beaucoup plus élevée que l'éprouvette, la présence de raccords par mors ou boulonnés peut accroître nettement la complaisance de l'appareillage. Si tel est le cas, il peut s'avérer nécessaire d'appliquer une correction sur la complaisance comme décrit en 10.2.4.

À l'autre extrémité de l'éprouvette, un deuxième mors C₂ est raccordé au transducteur de force F, lui-même supporté par un cadre rigide. L'élément qui relie C₂ et F doit également présenter une rigidité suffisante et une faible conductance thermique.

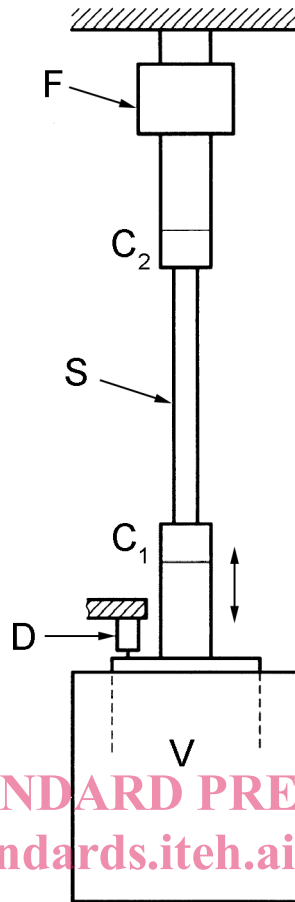
5.1.2 Mors

Les mors doivent permettre à la fois de serrer l'éprouvette avec une force suffisante pour éviter qu'elle ne glisse au cours de la déformation en traction, et de maintenir cette force aux températures peu élevées. Un mauvais alignement des mors par rapport au transducteur de force engendre une composante latérale de la force appliquée au transducteur pendant la mise en charge de l'éprouvette. L'alignement du dispositif de mise en charge et de l'éprouvette doit être tel que toute composante latérale enregistrée par le transducteur soit inférieure à 1 % de la force de traction appliquée. Il est recommandé d'utiliser des mors à alignement automatique pour maintenir l'alignement de l'axe de l'éprouvette avec celui du dispositif de mise en charge indépendamment de l'épaisseur de l'éprouvette.

L'établissement de la correction sur la longueur (voir 10.2.5) nécessite de mesurer la rigidité de l'éprouvette pour diverses valeurs de sa longueur telle que définie par la distance entre mors. Ces mesurages peuvent être effectués sur une seule éprouvette si l'un des mors comporte un orifice au centre de sa base par lequel l'éprouvette peut passer au fur et à mesure de la réduction de la distance entre mors.

5.1.3 Transducteurs

Le terme «transducteur» utilisé dans la présente partie de l'ISO 6721 désigne tout dispositif susceptible de mesurer la force appliquée ou le déplacement, ou le rapport de ces grandeurs, en fonction du temps. La traçabilité des étalonnages des transducteurs par rapport aux normes nationales, pour le mesurage de la force et de la longueur, doit être garantie. Les étalonnages doivent être effectués avec une exactitude de $\pm 2\%$ pour ce qui concerne les amplitudes minimales des cycles de force et de déplacement auxquels sont soumises les éprouvettes en vue de la détermination de leurs propriétés dynamiques.



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 6721-4:2008

Légende

F	transducteur de force
C ₁ , C ₂	mors
S	éprouvette
D	transducteur de déplacement
V	table de vibrations

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1d1cd087-747b-4a5d-9a3e-47df76ccdb5e/iso-6721-4-2008>

Figure 1 — Schéma représentant un dispositif de mise en charge approprié, permettant de déterminer les modules complexes au moyen de la méthode hors résonance avec oscillations forcées en traction

5.2 Équipement de traitement électronique des données

L'équipement de traitement des données doit permettre d'enregistrer les amplitudes des signaux fournis par les capteurs de force et de déplacement avec une exactitude de $\pm 1\%$, leur angle de phase avec une exactitude de $\pm 0,1^\circ$, et la fréquence avec une exactitude de $\pm 10\%$.

5.3 Contrôle et mesurage de la température

Voir l'ISO 6721-1:2001, paragraphes 5.3 et 5.5.

5.4 Dispositifs pour le mesurage des dimensions des éprouvettes

Voir l'ISO 6721-1:2001, paragraphe 5.6.

6 Éprouvettes

6.1 Généralités

Voir l'ISO 6721-1:2001, Article 6.

6.2 Forme et dimensions

Il est recommandé d'utiliser des éprouvettes de section transversale rectangulaire pour faciliter l'application de la charge. La largeur et l'épaisseur ne doivent pas varier de plus de 3 % de la valeur moyenne, sur toute la longueur de l'éprouvette. Lorsque les résultats doivent être caractérisés par un degré d'exactitude élevé, il est conseillé d'utiliser une éprouvette de longueur suffisante pour permettre une distance entre mors d'environ 100 mm (ou plus) afin de parvenir à une exactitude appropriée lors de la détermination de la déformation en traction dynamique. Il est également recommandé que la longueur d'éprouvette située entre les mors soit supérieure à six fois la largeur de l'éprouvette pour alléger la contraction transversale de celle-ci, ce qui rend négligeable la contrainte exercée par les mors.

Les dimensions de la section transversale ne sont pas critiques. Pour les conditions d'essai dans lesquelles le polymère présente un comportement vitreux, une aire de la section transversale suffisamment petite doit être choisie pour que la table de vibrations puisse produire des déplacements en traction susceptibles d'être mesurés avec une exactitude appropriée. Par contre, lorsque le polymère présente un comportement caoutchouteux, il peut être nécessaire d'utiliser une plus grande aire pour parvenir à une exactitude suffisante lors du mesurage de la force.

NOTE Une variation des propriétés dynamiques peut être observée sur des éprouvettes de différentes épaisseurs préparées par moulage par injection en raison des différences que peut présenter la structure du polymère qui constitue ces éprouvettes.

ITIH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

6.3 Préparation

ISO 6721-4:2008

Voir l'ISO 6721-1:2001, paragraphe 6.3.
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1d1cd087-747b-4a5d-9a3e-47df76ccdb5e/iso-6721-4-2008>

7 Nombre d'éprouvettes

Voir l'ISO 6721-1:2001, Article 7.

8 Conditionnement

Voir l'ISO 6721-1:2001, Article 8.

9 Mode opératoire

9.1 Atmosphère d'essai

Voir l'ISO 6721-1:2001, paragraphe 9.1.

9.2 Mesurage de la section transversale de l'éprouvette

Voir l'ISO 6721-1:2001, paragraphe 9.2.

9.3 Serrage de l'éprouvette

Monter l'éprouvette entre les mors et appliquer une force de serrage suffisante pour l'empêcher de glisser quelles que soient les conditions d'essai. S'il apparaît que les valeurs de mesure dépendent de la pression de serrage, il convient d'utiliser de préférence une pression constante lors de la totalité des mesurages, en particulier en cas d'application d'une correction sur la longueur (voir 10.2.5).

NOTE S'il apparaît que les valeurs de mesure varient selon la pression de serrage, la surface encastrée de l'éprouvette est probablement trop petite. L'utilisation de mors ayant une plus grande surface ou d'une éprouvette plus large devrait permettre de résoudre ce problème.

9.4 Variation de la température

Voir l'ISO 6721-1:2001, paragraphe 9.4.

9.5 Réalisation de l'essai

Appliquer à l'éprouvette une force de traction statique suffisante pour éviter tout effet de flambage dû à la partie décroissante de la charge dynamique appliquée. Appliquer ensuite une force dynamique engendrant des amplitudes pour les signaux fournis par les capteurs de force et de déplacement, qui soient susceptibles d'être mesurées par les transducteurs avec l'exactitude présente en 5.1.3.

NOTE Si la déformation en traction dépasse la limite jusqu'à laquelle on obtient un comportement linéaire, les propriétés dynamiques qui en découlent dépendent de la grandeur de la déformation appliquée. Cette limite varie suivant la composition du polymère et selon la température; elle se situe habituellement à environ 0,2 % pour les plastiques à l'état vitreux.

Enregistrer les amplitudes des signaux fournis par les capteurs de force et de déplacement, la fréquence des signaux et leur différence de phase, ainsi que la température d'essai. Lorsque les mesurages doivent être réalisés sur des plages de fréquences et de températures, il est recommandé de commencer par la température la plus basse et d'effectuer les mesurages en augmentant la fréquence tout en maintenant la température constante. Répéter les mesurages dans la même gamme de fréquences à la valeur de température immédiatement supérieure (voir l'ISO 6721-1:2001, paragraphe 9.4).

Pour les conditions d'essai dans lesquelles le polymère présente une perte élevée ou moyenne (comme dans la zone de transition de l'état vitreux à l'état caoutchouteux), l'énergie dissipée par le polymère peut augmenter sa température de manière suffisante pour engendrer une variation significative de ses propriétés dynamiques. Toute hausse de température s'accroît rapidement au fur et à mesure qu'augmentent la fréquence et l'amplitude de la déformation. Si l'équipement électronique de traitement des données peut analyser les données fournies par le transducteur pendant les premiers cycles, l'influence des hausses de température sera réduite au minimum. Les valeurs de mesure obtenues ultérieurement décroissent ensuite avec le temps, alors que la température de l'éprouvette continue d'augmenter. Ces observations impliquent la nécessité de faire preuve de prudence lors de la présentation et de l'interprétation des résultats obtenus.

10 Expression des résultats

10.1 Symboles

L_a	longueur d'éprouvette entre les mors, en mètres
l	terme de correction appliqué à la longueur, en mètres
b	largeur de l'éprouvette, en mètres
d	épaisseur de l'éprouvette, en mètres
f	fréquence de mesurage, en hertz