

ISO/TC 61/SC 5

Secrétariat: DIN

Début de vote:  
**2020-11-18**

Vote clos le:  
**2021-01-13**

---

---

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

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
*Plastics — Determination of dynamic mechanical properties —*  
*(standards.iteh.ai)* **Part 3: Flexural vibration — Resonance-curve method**

[ISO/FDIS 6721-3](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/33581255-878a-4cbd-bc4f-c063ac756b8a/iso-fdis-6721-3)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/33581255-878a-4cbd-bc4f-c063ac756b8a/iso-fdis-6721-3>

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.

**TRAITEMENT PARALLÈLE ISO/CEN**



Numéro de référence  
ISO/FDIS 6721-3:2020(F)

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

[ISO/FDIS 6721-3](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/33581255-878a-4cbd-bc4f-c063ac756b8a/iso-fdis-6721-3)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/33581255-878a-4cbd-bc4f-c063ac756b8a/iso-fdis-6721-3>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2020

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](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Principe</b> .....	<b>1</b>
<b>5</b> <b>Appareillage</b> .....	<b>2</b>
5.1    Généralités.....	2
5.2    Brides et supports.....	2
5.3    Dispositif d'excitation et détecteur.....	2
5.4    Enceinte thermostatée.....	3
5.5    Alimentation en gaz.....	3
5.6    Dispositif pour le mesurage de la température.....	3
5.7    Dispositifs pour le mesurage des dimensions des éprouvettes.....	3
<b>6</b> <b>Éprouvettes</b> .....	<b>4</b>
6.1    Généralités.....	4
6.2    Forme et dimensions.....	4
6.3    Préparation.....	5
<b>7</b> <b>Nombre d'éprouvettes</b> .....	<b>5</b>
<b>8</b> <b>Conditionnement</b> .....	<b>5</b>
<b>9</b> <b>Mode opératoire</b> .....	<b>5</b>
9.1    Atmosphère d'essai.....	5
9.2    Mesurage de la section transversale de l'éprouvette.....	5
9.3    Mesurage de la masse volumique de l'éprouvette.....	5
9.4    Montage des éprouvettes et réglage des transducteurs.....	5
9.4.1    Méthode A.....	5
9.4.2    Méthode B.....	5
9.4.3    Réglage des transducteurs.....	6
9.5    Variation de la température.....	6
9.6    Variation de la fréquence.....	6
9.7    Enregistrement de la courbe de résonance.....	6
<b>10</b> <b>Expression des résultats</b> .....	<b>7</b>
10.1    Symboles.....	7
10.2    Calcul du module de conservation en flexion, $E'_f$ .....	7
10.3    Calcul du facteur de perte en flexion, $\tan \delta_f$ .....	8
10.4    Calcul du module de perte en flexion, $E''_f$ .....	8
10.5    Tracé du module complexe en fonction de la température.....	8
<b>11</b> <b>Fidélité</b> .....	<b>8</b>
11.1    Module de conservation.....	8
11.2    Facteur de perte.....	9
11.3    Fidélité des méthodes.....	9
<b>12</b> <b>Rapport d'essai</b> .....	<b>9</b>
<b>Annexe A (informative) Essais interlaboratoires</b> .....	<b>10</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>13</b>

## 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](http://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](http://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 le lien suivant: [www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html](http://www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 61, *Plastiques*, sous-comité SC 5, *Propriétés physicochimiques*, en collaboration avec le Comité Européen de Normalisation (CEN), comité technique CEN/TC 249, *Plastiques*, conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 6721-3:1994), qui a fait l'objet d'une révision technique. Elle incorpore également le corrigendum technique ISO 6721-3:1994/Cor 1:1995.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- le document a été révisé au niveau éditorial;
- les références normatives ont été mises à jour;
- la NOTE dans l'Article 3 a été déplacée dans l'Article 4;
- la méthode de mesure de la masse volumique de l'éprouvette a été définie.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 6721 est disponible 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](http://www.iso.org/fr/members.html).

# Plastiques — Détermination des propriétés mécaniques dynamiques —

## Partie 3: Vibration en flexion — Méthode en résonance

### 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie une méthode de vibration en flexion basée sur les courbes de résonance pour la détermination du module complexe en flexion  $E_f^*$  de plastiques homogènes et des propriétés d'amortissement de plastiques stratifiés spécialement destinés à l'isolation acoustique, par exemple des systèmes consistant en une feuille métallique revêtue d'une couche de plastique amortissant ou des systèmes en sandwichs consistant en deux feuilles métalliques avec une couche intermédiaire en plastique. Pour beaucoup d'usages, il est utile de déterminer ces propriétés en fonction de la température et de la fréquence.

### 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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/FDIS 6721-3

ISO 1183-1, *Plastiques — Méthodes de détermination de la masse volumique des plastiques non alvéolaires — Partie 1: Méthode par immersion, méthode du pycnomètre en milieu liquide et méthode par titrage*

ISO 1183-2, *Plastiques — Méthodes de détermination de la masse volumique des plastiques non alvéolaires — Partie 2: Méthode de la colonne à gradient de masse volumique*

ISO 1183-3, *Plastiques — Méthodes pour déterminer la masse volumique des plastiques non alvéolaires — Partie 3: Méthode utilisant un pycnomètre à gaz*

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

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 6721-1 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 <http://www.electropedia.org/>

### 4 Principe

Une éprouvette est soumise à des vibrations en flexion forcées dans un domaine de fréquences compris entre environ 10 Hz et 1 000 Hz. La courbe de résonance (voir l'ISO 6721-1) est déterminée et, à partir de la courbe obtenue, le module de conservation en flexion  $E'_f$  est calculé dans le domaine supérieur à 0,5 MPa, et le facteur de perte donné par  $\tan \delta = E''_f/E'_f$  est calculé dans le domaine compris entre

environ  $10^{-2}$  et  $10^{-1}$  (voir la NOTE). La fréquence d'essai peut être modifiée et être mesurée à plus d'un mode de vibration. Le domaine de mesurage pour le module de perte en flexion  $E''_f$  résulte de celui du facteur de perte et de la valeur du module de conservation.

Le mode d'oscillation utilisé est désigné par III (voir l'ISO 6721-1) et le type de module mesuré est désigné  $E_f$ .

L'essai est réalisé à l'aide de barres rectangulaires, soit positionnées verticalement, avec l'extrémité supérieure bridée et l'extrémité inférieure libre (méthode A), soit supportées horizontalement, à l'aide de fibres fines, aux nœuds de vibrations (méthode B) (voir la [Figure 1](#)). La méthode A convient pour l'essai d'éprouvettes réalisées dans la plupart des plastiques, y compris des matériaux relativement mous, alors que la méthode B peut surtout être utilisée pour l'essai d'éprouvettes rigides (c'est-à-dire dimensionnellement stables), par exemple une feuille métallique recouverte d'une couche de plastique pour des besoins d'amortissement.

NOTE Comme indiqué dans l'ISO 6721-1, les fréquences découlant des courbes de résonance basées sur les mesurages d'amplitude de taux de déformation sont reliées de façon exacte aux propriétés dynamiques. Pour le domaine recommandé du facteur de perte du présent document, c'est-à-dire  $\tan \delta < 0,1$ , les courbes de résonance basées sur les amplitudes de la déformation sont également reliées aux propriétés dynamiques du matériau.

## 5 Appareillage

### 5.1 Généralités

L'appareillage consiste en des dispositifs de bridage (méthode A) ou de support (méthode B) de l'éprouvette, des dispositifs électroniques (générateur de fréquence et enregistreur) pour l'excitation de l'éprouvette à des vibrations en flexion forcées et pour le mesurage de la fréquence, ainsi que de l'amplitude de la vitesse de l'éprouvette. Pour l'excitation et la détection des vibrations, deux transducteurs électromagnétiques sont placés à proximité des extrémités de l'éprouvette. L'éprouvette, le dispositif de bridage ou de support et les transducteurs électromagnétiques sont placés dans une enceinte thermostatée (voir la [Figure 1](#)).

### 5.2 Brides et supports

Lorsque l'éprouvette est bridée à l'une des extrémités, la bride doit être conçue de façon à tenir la partie supérieure de l'éprouvette fortement et avec sécurité [voir la [Figure 1 a](#)] et à ne pas produire d'amortissement supplémentaire du système.

Il y a deux causes pouvant conduire à un amortissement supplémentaire.

- Le frottement entre l'éprouvette et la bride: cela peut être mis en évidence par stimulation d'oscillations à amortissement libre au mode de vibration concerné. Comme ceci est expliqué dans l'ISO 6721-1, le type d'amortissement est indicatif pour les différents types de déviations du comportement viscoélastique linéaire.
- La vibration de la bride: la bride doit être montée d'une façon rigide sur une masse lourde, agissant comme un contrepoids par rapport à l'éprouvette oscillante. Cela requiert un support lourd et rigide dans l'enceinte thermostatée (voir la [Figure 1](#)).

Lorsque l'éprouvette est essayée dans la position horizontale, elle doit être supportée à l'aide de deux fibres fines aux nœuds de vibration (voir [9.4.2](#)).

### 5.3 Dispositif d'excitation et détecteur

Le générateur de fréquence doit être capable d'exciter l'éprouvette à l'aide d'un transducteur électromagnétique à des oscillations dans le domaine de fréquences de 10 Hz à 1 000 Hz avec une force à amplitude constante.

Le détecteur doit être capable de mesurer l'amplitude de déformation ou de taux de déformation (voir la NOTE à l'Article 4) de l'éprouvette et la fréquence d'oscillation pour permettre d'enregistrer la courbe de résonance.

L'amplitude du dispositif d'excitation et la sensibilité du détecteur ne doivent pas varier de plus de 0,5 % avec la fréquence dans le domaine d'un pic de résonance unique, c'est-à-dire pour une variation de 10 % de la fréquence.

Il faut utiliser un filtre correctif pour minimiser le bruit du fond du détecteur. Les fréquences doivent être mesurées avec une résolution d'au moins 0,1 % (voir 11.2).

Deux petites plaques minces en acier doivent être collées aux extrémités de l'éprouvette afin de permettre l'excitation et la détection des vibrations au moyen de transducteurs électromagnétiques convenables (voir 6.3).

#### 5.4 Enceinte thermostatée

Conformément à l'ISO 6721-1.

#### 5.5 Alimentation en gaz

De l'air ou un gaz inerte approprié doit être utilisé pour les besoins de la purge.

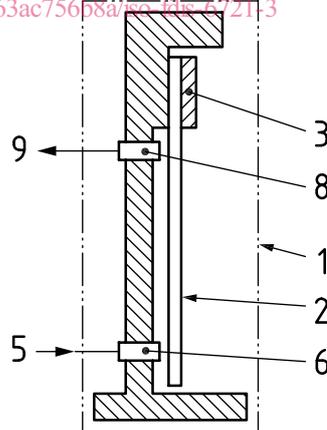
#### 5.6 Dispositif pour le mesurage de la température

Conformément à l'ISO 6721-1.

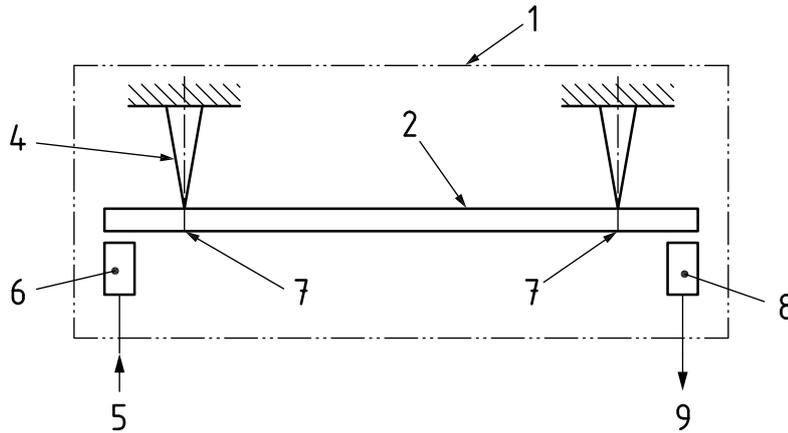
#### 5.7 Dispositifs pour le mesurage des dimensions des éprouvettes

Conformément à l'ISO 6721-1.

ISO/FDIS 6721-3  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/33581255-878a-4cbd-bc4f-c063ac75658a/iso-fdis-6721-3>



a) Éprouvette montée verticalement avec l'extrémité supérieure bridée (Méthode A)



**b) Éprouvette supportée horizontalement aux nœuds de vibrations (Méthode B)**

**Légende**

- |   |                            |   |                         |
|---|----------------------------|---|-------------------------|
| 1 | enceinte thermostatée      | 6 | dispositif d'excitation |
| 2 | éprouvette                 | 7 | nœuds de vibration      |
| 3 | bride                      | 8 | détecteur               |
| 4 | fibres fines               | 9 | vers l'amplificateur    |
| 5 | du générateur de fréquence |   |                         |

**Figure 1 — Schema de l'appareillage d'essai pour les méthodes A et B**  
 (standards.iteh.ai)

**6 Éprouvettes**

ISO/FDIS 6721-3

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/33581255-878a-4cbd-bc4f-c063ac756b8a/iso-fdis-6721-3>

**6.1 Généralités**

Conformément à l'ISO 6721-1.

**6.2 Forme et dimensions**

Les éprouvettes doivent être sous forme de barres rectangulaires ou de bandes; l'éprouvette doit avoir une épaisseur minimale pour produire une rigidité en flexion suffisante, laquelle est critique pour la fréquence de résonance. D'autre part, l'épaisseur doit être suffisamment petite par rapport à la longueur d'onde de la vibration en flexion. L'épaisseur de l'éprouvette doit également être limitée pour éviter les influences de la déformation en cisaillement et de l'inertie en rotation si des valeurs précises de  $E'$  sont requises. Des rapports de la longueur à l'épaisseur inférieurs à 50 ne conviennent pas si des valeurs de  $E'$  précises à  $\pm 5\%$  sont requises pour des mesurages jusqu'au sixième ordre d'éprouvettes isotropes homogènes.

L'épaisseur des couches d'un système multicouche dépend du besoin technique du système. Lorsqu'on compare des systèmes variés à l'aide de l'essai de vibrations en flexion, le rapport de masse recommandé entre la couche de plastique et le matériau de la feuille de base est de 1:5.

La largeur des éprouvettes doit être inférieure à la demi-longueur d'onde utilisée afin d'éviter des vibrations de résonance latérales. Une largeur de 10 mm convient dans la plupart des cas.

La longueur des éprouvettes dépend de la fréquence souhaitée. Pour les éprouvettes bridées à une extrémité, la longueur doit être suffisamment grande pour éviter une influence sensible de la bride sur la vibration. Il convient qu'une longueur libre de 180 mm soit utilisée. Si l'éprouvette n'est pas bridée, sa longueur doit être de 150 mm.

### 6.3 Préparation

Conformément à l'ISO 6721-1.

De petites plaques minces en acier suffisamment légères doivent être collées sur les éprouvettes, à une distance proche de leurs extrémités pour permettre l'excitation et la détection des vibrations à l'aide de transducteurs électromagnétiques. Pour éviter des erreurs sur  $E'$  supérieures à 4 %, le rapport de la masse additionnelle à la masse de l'éprouvette ne doit pas dépasser 1 %. Pour éviter une rigidité additionnelle causée par les plaques en acier, celles-ci ne doivent pas s'étendre le long de l'éprouvette de plus de 2 % de sa longueur. La distance entre les plaques d'acier doit être assez grande pour éviter toute interaction entre le dispositif d'excitation et le détecteur.

Les éprouvettes multicouches doivent être réalisées selon l'épaisseur et les techniques de production utilisées pour l'usage final projeté, par exemple pour un matériau plastique sur une feuille d'acier, le plastique peut être appliqué sur le métal par pulvérisation, comme un mastic ou comme une couche liée par adhésion.

## 7 Nombre d'éprouvettes

Conformément à l'ISO 6721-1.

## 8 Conditionnement

Conformément à l'ISO 6721-1.

## 9 Mode opératoire

### 9.1 Atmosphère d'essai

Conformément à l'ISO 6721-1.

ITeH STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)  
ISO/FDIS 6721-3  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/33581255-878a-4cbd-bc4f-c063ac756b8a/iso-fdis-6721-3>

### 9.2 Mesurage de la section transversale de l'éprouvette

Conformément à l'ISO 6721-1.

### 9.3 Mesurage de la masse volumique de l'éprouvette

Mesurer la masse volumique de l'éprouvette,  $\rho$  ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) avec une exactitude de  $\pm 0,5$  % en utilisant l'un des modes opératoires décrits dans l'ISO 1183-1, l'ISO 1183-2 ou l'ISO 1183-3.

### 9.4 Montage des éprouvettes et réglage des transducteurs

#### 9.4.1 Méthode A

Brider l'éprouvette de façon que la force de bridage soit assez élevée pour éviter un amortissement additionnel par frottement entre l'éprouvette et la bride (voir 5.2). Mesurer la longueur libre  $L$  de l'éprouvette à  $\pm 0,5$  % près.

#### 9.4.2 Méthode B

Mesurer la longueur de l'éprouvette à  $\pm 0,2$  % près. Calculer la distance  $L_i$  pour les premiers nœuds adjacents aux extrémités de l'éprouvette à l'aide de la [Formule \(1\)](#) ou de la [Formule \(2\)](#):

$$L_i / l = 0,224 \text{ pour } i = 1 \quad (1)$$