
**Méthodes d'essai pour produits
réfractaires —**

Partie 1:

**Détermination du module de Young
dynamique (MOE) par excitation de
vibration par impulsion**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

Methods of test for refractory products —

*Part 1: Determination of dynamic Young's modulus (MOE) by impulse
excitation of vibration*

ISO 12680-1:2005

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bb6ab87-1ce3-4d21-883b-
fe93996ed755/iso-12680-1-2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bb6ab87-1ce3-4d21-883b-fe93996ed755/iso-12680-1-2005)



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 12680-1:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bb6ab87-1ce3-4d21-883b-fe93996ed755/iso-12680-1-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bb6ab87-1ce3-4d21-883b-fe93996ed755/iso-12680-1-2005>

© 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
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	3
5 Signification et utilisation	3
6 Appareillage	4
7 Échantillonnage	5
8 Éprouvettes	6
9 Mode opératoire	6
10 Calculs	8
11 Rapport d'essai	11
Annexe A (informative) Facteurs affectant l'exactitude des déterminations	12

(standards.iteh.ai)

[ISO 12680-1:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bb6ab87-1ce3-4d21-883b-fe93996ed755/iso-12680-1-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bb6ab87-1ce3-4d21-883b-fe93996ed755/iso-12680-1-2005>

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.

L'ISO 12680-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 33, *Matériaux réfractaires*.

L'ISO 12680 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Méthodes d'essai pour produits réfractaires*:

- ISO 12680-1:2005**
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/31b6ab87-1ca3-4d21-883b-fe93996ed755/iso-12680-1-2005>
- *Partie 1: Détermination du module de Young dynamique (MOE) par excitation de vibration par impulsion*

La partie suivante est en cours d'élaboration:

- *Partie 2: Détermination du module d'élasticité statique*

Méthodes d'essai pour produits réfractaires —

Partie 1:

Détermination du module de Young dynamique (MOE) par excitation de vibration par impulsion

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 12680 spécifie une méthode permettant de déterminer le module de Young dynamique de barres de section rectangulaire ou d'éprouvettes cylindriques de matériaux réfractaires par excitation de vibration par impulsion. Le module de Young dynamique est déterminé à l'aide de la fréquence de résonance de l'éprouvette dans son mode de vibration en flexion.

NOTE Bien que cette méthode ne soit pas spécifiquement décrite dans la présente partie de l'ISO 12680, elle peut également être utilisée à des températures élevées avec un équipement adapté modifié en conséquence.

La présente partie de l'ISO 12680 n'a pas pour but d'aborder tous les problèmes de sécurité liés à son utilisation. Il incombe à l'utilisateur de la présente norme d'établir, avant de l'utiliser, des pratiques d'hygiène et de sécurité adaptées.

2 Références normatives

[ISO 12680-1:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bb6ab87-1ce3-4d21-883b-f93996ed755/iso-12680-1-2005)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bb6ab87-1ce3-4d21-883b-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bb6ab87-1ce3-4d21-883b-f93996ed755/iso-12680-1-2005)

[f93996ed755/iso-12680-1-2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bb6ab87-1ce3-4d21-883b-f93996ed755/iso-12680-1-2005)

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 5022:1979, *Produits réfractaires façonnés — Échantillonnage et contrôle de réception*

ISO 8656-1:1988, *Produits réfractaires — Échantillonnage des matières premières et des matériaux non façonnés préparés — Partie 1: Schéma d'échantillonnage*

3 Termes et définitions

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

3.1

module d'élasticité

MOE

rapport de la contrainte à la déformation, établi sous la limite proportionnelle

3.2

limite proportionnelle

contrainte la plus grande qu'un matériau est capable de supporter sans s'éloigner de la proportionnalité contrainte/déformation (Loi de Hooke)

3.3 anti-nœuds
emplacements, généralement deux ou plus, d'un déplacement local maximal dans une barre mince ou une tige en résonance non soumises à une contrainte

NOTE Pour la résonance fondamentale en flexion, les anti-nœuds se situent aux deux extrémités et au centre de l'éprouvette.

3.4 vibrations en flexion
déplacements dans une tige ou une barre mince se situant dans le plan perpendiculaire à la longueur

3.5 homogène
composition, masse volumique et texture uniformes

NOTE Un résultat de l'homogénéité est que toute éprouvette plus petite, prélevée dans l'éprouvette d'origine, en est représentative. Pour les matériaux réfractaires, tant que les dimensions géométriques de l'éprouvette sont importantes, eu égard aux dimensions individuelles des grains, cristaux, composants, pores et microfissures, le corps peut être considéré comme homogène.

3.6 flexion dans le plan (n)
mode en flexion pour les éprouvettes en forme de parallélépipède rectangle dont le sens de déplacement se situe dans le plan principal de l'éprouvette

3.7 isotrope (adj.)
état d'une éprouvette tel que les valeurs des propriétés élastiques de l'éprouvette sont identiques dans toutes les directions

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 12680-1:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bb6ab87-1ce3-4d21-883b-fe93996ced755/iso-12680-1-2005)

3.8 nœuds
emplacement sur une tige ou une barre mince en résonance, caractérisé par un déplacement nul constant

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bb6ab87-1ce3-4d21-883b-fe93996ced755/iso-12680-1-2005>

NOTE Pour la résonance fondamentale en flexion d'une telle tige ou barre, les nœuds se situent à $0,224 L$ de chaque extrémité, L étant la longueur de l'éprouvette.

3.9 flexion hors du plan (n)
mode en flexion pour les éprouvettes en forme de parallélépipède rectangle dont le sens de déplacement est perpendiculaire au plan principal de l'éprouvette

3.10 fréquence de résonance
fréquences naturelles de vibration d'un corps soumis à une vibration en flexion

NOTE Les fréquences de résonance sont déterminées par le module élastique, la masse et les dimensions de l'éprouvette. La fréquence de résonance la plus basse en mode vibratoire est la fréquence de résonance fondamentale de ce mode.

**3.11 tige mince
barre mince**
éprouvette dont le rapport entre la longueur et l'épaisseur minimale ou le diamètre est au moins égal à 5

NOTE Cela s'applique à l'essai des propriétés élastiques dynamiques.

4 Principe

Une éprouvette de géométrie adaptée est excitée mécaniquement par un seul choc élastique provoqué avec un outil d'impulsion appelé marteau et sa fréquence de résonance fondamentale est déterminée.

Un transducteur (par exemple un accéléromètre de contact ou un microphone sans contact) reçoit les vibrations mécaniques résultantes qui parcourent l'éprouvette et transforme ces vibrations en signaux électriques. Les supports d'éprouvettes, les emplacements d'impulsions et les points de prise du signal sont choisis pour induire et mesurer un mode de vibrations transitoires spécifique, c'est-à-dire le mode en flexion. Les signaux sont analysés par un appareil adapté qui fournit des données sur la fréquence et/ ou sur la période de vibration de l'éprouvette et détermine la fréquence de résonance fondamentale. La fréquence de résonance fondamentale correspondante, les dimensions et la masse de l'éprouvette sont utilisées pour calculer le module de Young dynamique.

5 Signification et utilisation

La présente méthode d'essai peut être utilisée pour la caractérisation des matériaux réfractaires, leur développement et à des fins de contrôle qualité.

La présente méthode d'essai convient pour déterminer le module d'élasticité de corps réfractaires qui sont homogènes à l'état naturel.

La présente méthode d'essai traite de la détermination des modules d'élasticité dynamiques de barres rectangulaires et de tiges cylindriques.

La présente méthode d'essai est une méthode non destructive et peut donc être appliquée à des éprouvettes préparées pour d'autres essais. Les éprouvettes ne sont sujettes qu'à des déformations infimes; les modules sont donc mesurés au niveau ou à proximité de l'origine de la courbe contrainte/déformation, la rupture de l'éprouvette étant peu probable.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bb6ab87-1ce3-4d21-883b->

L'essai fournit des choix pour les variations de dimensions de l'éprouvette ainsi qu'un mode opératoire pour s'adapter à la plupart des compositions et textures des matériaux réfractaires.

La présente méthode d'essai d'excitation par impulsion préconise l'utilisation d'un outil d'impact (marteau) et d'un simple support d'éprouvette.

La présente méthode d'essai ne convient pas aux éprouvettes affectées par des fissures importantes ou des vides.

La présente méthode d'essai se limite à la détermination des modules d'éprouvettes dont la géométrie est régulière comme les parallélépipèdes rectangles et les cylindres pour lesquels des équations analytiques sont disponibles pour rapporter la géométrie, la masse et le module à la fréquence de résonance.

Les équations analytiques supposent que les éprouvettes présentent des faces parallèles ou concentriques. Des écarts dans les dimensions des éprouvettes induiront des erreurs dans les calculs et dans les résultats des essais.

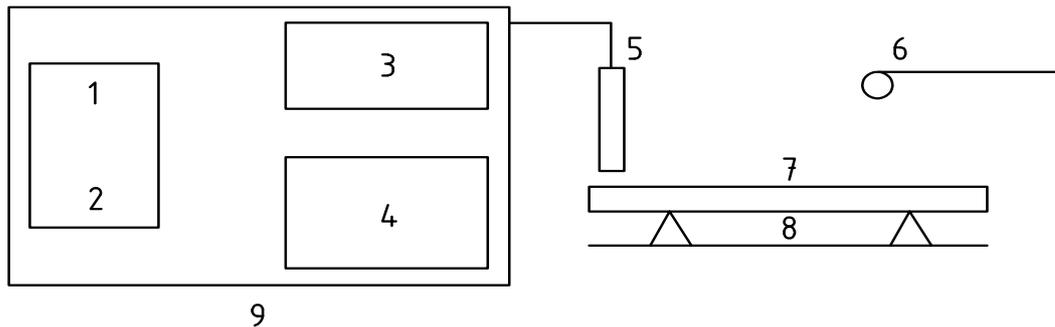
Des surfaces irrégulières ou extrêmement rugueuses d'éprouvettes façonnées peuvent avoir un effet significatif sur l'exactitude de la détermination. La valeur du module dynamique est inversement proportionnelle au cube de l'épaisseur de sorte que la variation de l'épaisseur est significative.

La présente méthode d'essai suppose que l'éprouvette vibre librement sans retenue ni empêchement notables. Il convient que les supports d'éprouvettes soient conçus et placés de manière que l'éprouvette puisse vibrer librement dans le mode approprié.

6 Appareillage

6.1 Appareillage d'excitation

Cet appareillage est utilisé pour exciter des vibrations dans les éprouvettes puis pour détecter, analyser et mesurer avec exactitude la fréquence de résonance ou la période d'une barre vibrante. Un schéma fonctionnel de ce type d'appareillage est représenté à la Figure 1. Cet appareillage se compose d'un petit marteau, d'un transducteur capteur pour convertir les vibrations mécaniques en signaux électriques, d'un système d'analyse du signal électronique comprenant un conditionneur/amplificateur du signal, un analyseur du signal et un dispositif indicateur de la fréquence ¹⁾.



Légende

1	affichage numérique de la fréquence mesurée	4	analyseur de fréquence	7	éprouvette
2	dispositif indicateur	5	transducteur	8	support d'éprouvette
3	amplificateur du signal	6	outil d'impact	9	équipement électrique

Figure 1 — Schéma fonctionnel d'un appareillage d'essai type

ISO 12680-1:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bb6ab87-1ce3-4d21-883b-fe93996ed755/iso-12680-1-2005>

6.2 Marteau percuteur

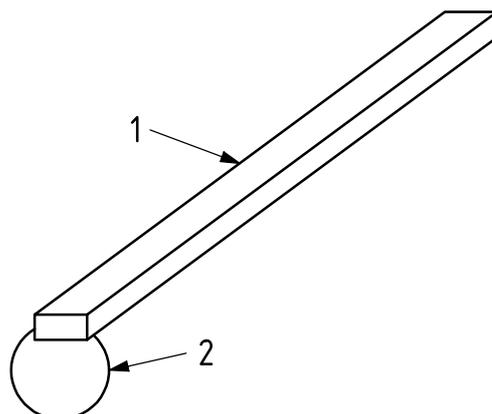
Le marteau doit avoir une masse suffisante pour induire une vibration mécanique mesurable dans l'éprouvette mais il ne doit pas être assez lourd pour déplacer physiquement l'éprouvette ni l'endommager. Un petit marteau typique est représenté à la Figure 2. Des éprouvettes plus importantes peuvent nécessiter des marteaux percuteurs plus grands.

NOTE La taille du marteau percuteur dépend de la taille et des propriétés physiques des éprouvettes à soumettre à essai.

6.3 Capteur de signal

Les signaux vibratoires excités dans les éprouvettes peuvent être détectés à l'aide de transducteurs en contact direct avec l'éprouvette ou à l'aide de transducteurs sans contact. Les transducteurs de contact courants sont des accéléromètres qui utilisent un dispositif piézoélectrique ou un extensomètre pour mesurer la vibration. Un microphone acoustique est un transducteur sans contact courant, mais des méthodes laser, magnétique ou électrostatique peuvent également être utilisées. La plage de fréquences du transducteur doit suffire pour mesurer les fréquences attendues de l'éprouvette. Pour de nombreuses éprouvettes de matériaux réfractaires, une gamme de fréquences comprises entre 50 Hz et 20 kHz conviendrait. Des éprouvettes plus petites et plus rigides vibrent à des fréquences plus élevées. La largeur de bande de la réponse de fréquence du transducteur sur la gamme de fréquences étudiée doit être au moins égale à 10 % de la fréquence maximale mesurée avant qu'une perte de puissance de -3 dB ne se produise.

1) Un exemple d'instrument adapté est l'instrument Grindosonic, fabriqué par J.W. Lemmens, Inc., 3466 Bridgeland Drive, Suite 230, St Louis MO, 63044-2602 USA. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs de la présente partie de l'ISO 12680 et ne signifie nullement que l'ISO approuve ou recommande l'emploi exclusif du produit ainsi désigné.



Légende

- 1 flexible en polymère
- 2 bille en acier ou en autre métal dur

Figure 2 — Conception type d'un marteau percuteur

6.4 Système d'analyse d'un signal électronique

Le système se compose d'un conditionneur/amplificateur de signal, d'un analyseur de signal et d'un dispositif indicateur de la fréquence. Le système doit avoir une exactitude et une fidélité suffisantes pour mesurer les fréquences de l'éprouvette avec une exactitude de 0,1%. Le conditionneur/amplificateur de signal doit convenir pour alimenter le transducteur et fournir un signal amplifié approprié à l'analyseur de signal. L'analyseur de signal se compose d'un dispositif de comptage et d'un dispositif indicateur de la fréquence. Les dispositifs appropriés sont les compteurs de fréquences équipés d'une capacité de stockage ou d'oscilloscopes à mémoire numérique avec modules de compteur de fréquence. Avec les oscilloscopes à mémoire numérique, un système d'analyse du signal à transformation de Fourier rapide peut être utile pour analyser des formes d'ondes plus complexes et identifier la fréquence de résonance fondamentale de l'éprouvette.

6.5 Support d'éprouvette

Les supports d'éprouvette servent à isoler les éprouvettes des vibrations parasites sans restreindre le mode de vibration souhaité des éprouvettes. Les matériaux de support d'éprouvette doivent être stables à la température de l'essai. Pour des conditions ambiantes, les matériaux peuvent être soit souples, soit rigides. Les élastomères comme les bandes en mousse de polyuréthane sont des exemples de matériaux souples. Il convient que les surfaces plates de ces bandes en mousse supportent les éprouvettes. Les supports en matériau rigide, comme le métal ou la céramique, doivent avoir des bords en forme de couteaux ou des surfaces cylindriques pour y poser les éprouvettes. Les supports rigides, quant à eux, doivent reposer sur des coussinets isolants pour empêcher les éprouvettes, et par conséquent le transducteur, de capter des vibrations parasites. Il est également possible d'utiliser des systèmes de support d'éprouvette à suspension par câbles. Soutenir les éprouvettes au niveau des nœuds situés à $0,224 L$ de la longueur totale mesurée à partir de chaque extrémité de l'éprouvette (voir 9.4.1).

7 Échantillonnage

Le nombre d'éprouvettes à soumettre à essai doit être déterminé conformément à l'ISO 5022 pour les produits façonnés ou conformément à l'ISO 8656-1 pour les produits non façonnés, ou encore en utilisant un plan d'échantillonnage approuvé par les parties intéressées.