
**Céramiques techniques — Méthode d'essai
de résistance en flexion des céramiques
monolithiques à température ambiante**

*Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) — Test
method for flexural strength of monolithic ceramics at room temperature*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 14704:2000

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a0c7fa6b-1b43-46b5-b850-
f76230dbc936/iso-14704-2000](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a0c7fa6b-1b43-46b5-b850-f76230dbc936/iso-14704-2000)



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 14704:2000

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a0c7fa6b-1b43-46b5-b850-f76230dbc936/iso-14704-2000>

© ISO 2000

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.ch
Web www.iso.ch

Imprimé 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 Appareillage	3
6 Éprouvettes	6
7 Mode opératoire	9
8 Calculs	11
9 Rapport d'essai	12
Annexe A (informative) Informations générales	14
Annexe B (normative) Dispositifs d'essais	15
Annexe C (informative) Structures de rupture types pour les éprouvettes en céramique	18
Bibliographie	20

ISO 14704:2000

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a0c7fa6b-1b43-46b5-b850-f76230dbc936/iso-14704-2000>

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 3.

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 de la présente Norme internationale 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.

La Norme internationale ISO 14704 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 206, *Céramiques techniques*.

L'annexe B constitue un élément normatif de la présente Norme internationale. Les annexes A et C sont données uniquement à titre d'information.

ISO 14704:2000
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a0c7fa6b-1b43-46b5-b850-f76230dbc936/iso-14704-2000>

Céramiques techniques — Méthode d'essai de résistance en flexion des céramiques monolithiques à température ambiante

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode d'essai permettant de déterminer la résistance en flexion des céramiques fines monolithiques et des matériaux composites à matrice céramique et à renfort de trichite ou de particules, à température ambiante. La résistance en flexion est une des mesures de la résistance uniaxiale des céramiques fines. Cette méthode d'essai peut être utilisée pour le développement de matériaux, le contrôle de la qualité, la caractérisation et pour obtenir des données de conception.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 7500-1:1999, *Matériaux métalliques — Vérification des machines pour essais statiques uniaxiaux — Partie 1: Machines d'essai de traction/compression — Vérification et étalonnage du système de mesure de charge.*

ISO 3611:1978, *Micromètres d'extérieur.*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

résistance en flexion

contrainte nominale maximale supportée par une éprouvette élastique spécifiée lors d'un essai de flexion conduit jusqu'à rupture

3.2

flexion quatre points

configuration d'essai de résistance en flexion dans laquelle une éprouvette supporte une charge appliquée symétriquement par deux cylindres situés entre deux cylindres d'appui [voir Figure 1 a) et b)]

NOTE Les cylindres peuvent être des roulements à rouleaux cylindriques ou des cylindres.

3.3

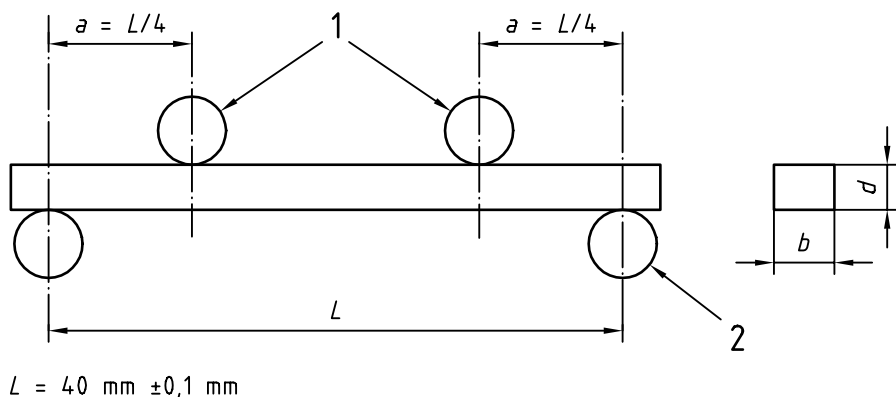
flexion quatre points 1/4 de point

configuration spécifique d'essai de résistance en flexion quatre points dans laquelle les cylindres intérieurs sont décalés d'un quart de la portée d'appui par rapport aux deux cylindres extérieurs [voir Figure 1a)]

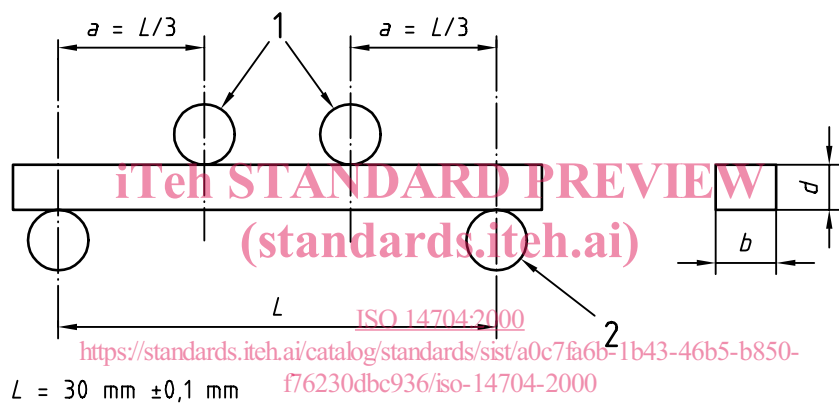
3.4

flexion quatre points 1/3 de point

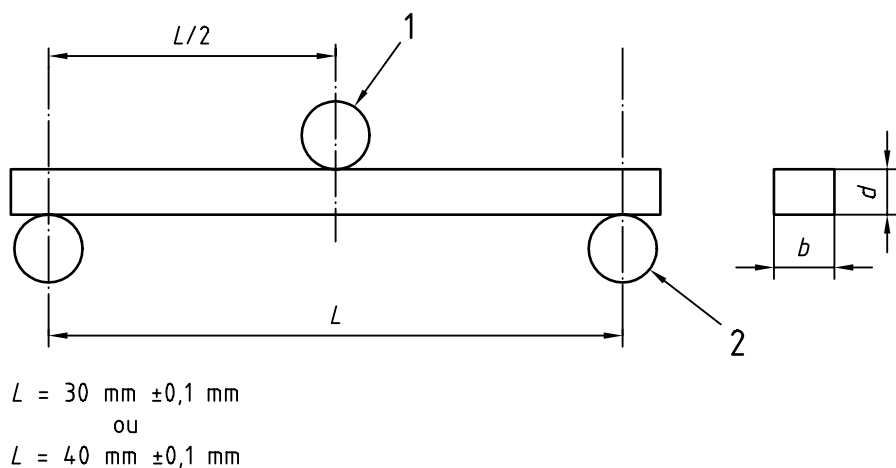
configuration spécifique d'essai de résistance en flexion quatre points dans laquelle les cylindres intérieurs sont décalés d'un tiers de la portée d'appui par rapport aux deux cylindres extérieurs [voir Figure 1 b)]



a) Flexion quatre points 1/4 de point



b) Flexion quatre points 1/3 de point



c) Flexion trois points

Légende

- 1 Cylindres de charge
- 2 Cylindre d'appui

NOTE La flexion quatre points est en général préférée lorsqu'une grande quantité de matériau est exposée à la contrainte maximale (voir annexe A pour de plus amples d'informations).

Figure 1 — Configurations d'essai de flexion

4 Principe

Une éprouvette de section transversale rectangulaire supporte une charge en flexion jusqu'à la rupture. La charge à la rupture, le dispositif d'essai et les dimensions de l'éprouvette sont utilisés pour calculer la résistance en flexion, qui est une mesure de la résistance à la traction uniaxiale d'une céramique. Le matériau est supposé être isotrope et linéairement élastique.

5 Appareillage

5.1 Machine d'essai

Une machine d'essai appropriée capable d'appliquer une vitesse de traction uniforme doit être utilisée. La machine d'essai doit être conforme à la classe 1 de l'ISO 7500-1:1999 avec une précision de 1 % de la charge à la rupture indiquée.

5.2 Dispositif d'essai

5.2.1 Généralités

Les configurations de flexion trois points ou quatre points doivent être utilisées comme illustré à la Figure 1. La configuration quatre points 1/4 de point est recommandée. Les dispositifs doivent être semi-articulés ou entièrement articulés en fonction de l'état des éprouvettes. Si les éprouvettes satisfont à l'exigence de parallélisme de 6.1, des dispositifs semi-articulés peuvent alors être utilisés, sinon, des dispositifs entièrement articulés doivent être utilisés. Ces derniers peuvent également être utilisés avec des éprouvettes usinées.

NOTE 1 Les éprouvettes usinées ont normalement des surfaces planes et parallèles. Les éprouvettes brutes de cuisson, traitées thermiquement ou oxydées ne répondent généralement pas aux exigences de parallélisme. Une torsion de l'éprouvette peut entraîner de graves erreurs de calcul de la résistance, à moins d'utiliser un dispositif entièrement articulé. L'objectif de l'articulation est d'assurer un contact uniforme et constant entre les cylindres et la surface de l'éprouvette.

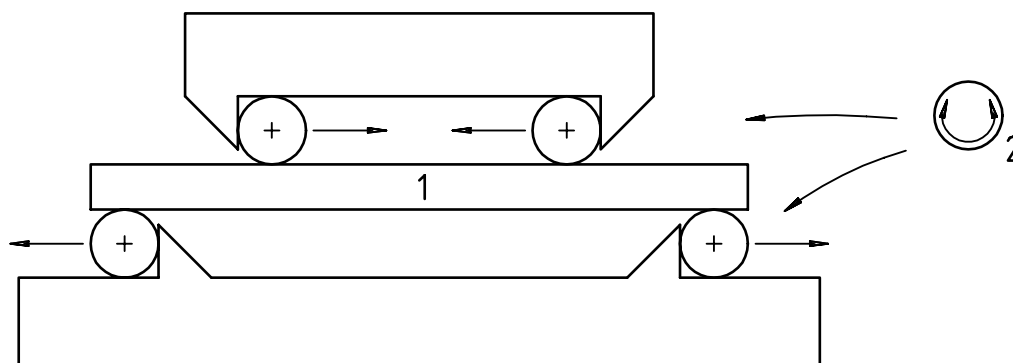
NOTE 2 Un dispositif entièrement articulé dispose de cylindres ou de rouleaux libres en rotation afin d'éliminer toute friction. Les cylindres roulent de manière indépendante afin de s'adapter à la surface de l'éprouvette. Voir Figures B.1 et B.2.

NOTE 3 Un dispositif semi-articulé présente des cylindres ou des rouleaux libres en rotation. Les cylindres sont articulés deux à deux afin de s'adapter à la surface de l'éprouvette. Voir Figures B.1 et B.2.

5.2.2 Cylindres

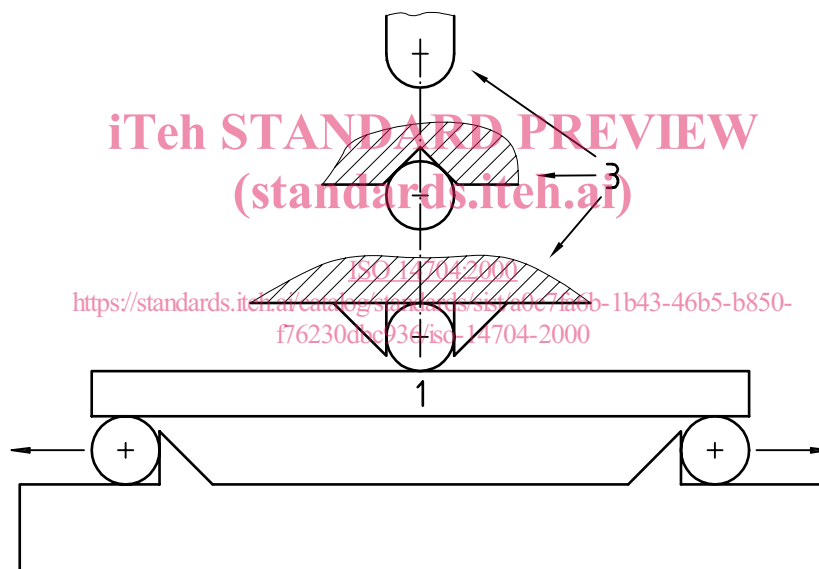
Les éprouvettes doivent être chargées et maintenues par des cylindres. Ceux-ci peuvent être des roulements à rouleaux cylindriques ou des cylindres. Ils doivent être réalisés dans un acier dont la dureté est au moins égale à HRC 40 pour des résistances d'éprouvettes jusqu'à 1 400 MPa, ou au moins égale à HRC 46 pour des résistances d'éprouvettes jusqu'à 2 000 MPa. Le cylindre peut être réalisé en céramique avec un module d'élasticité compris entre 200 GPa et 500 GPa et une résistance en flexion supérieure à 275 MPa. La longueur du cylindre doit être supérieure ou égale à 12 mm. Son diamètre doit être approximativement égal à 1,5 fois l'épaisseur (d) de l'éprouvette. Des diamètres compris entre 4,5 mm et 5 mm sont recommandés. La surface des cylindres doit être lisse et leur diamètre doit être uniforme à 0,015 mm près. Les cylindres doivent être libres en rotation afin d'éliminer tout frottement. Pour la flexion quatre points, les deux cylindres intérieurs doivent être libres de rouler vers l'intérieur et les deux cylindres extérieurs doivent être libres de rouler vers l'extérieur. Pour la flexion trois points, les deux cylindres extérieurs doivent être libres de rouler vers l'extérieur et le cylindre intérieur (central) ne doit pas rouler.

NOTE 1 Le frottement peut entraîner des erreurs de calcul de contrainte. Plusieurs conceptions sont possibles pour le système de rotation. Le cylindre peut être monté sur des ensembles de roulements à rouleaux cylindriques ou des cylindres. Il est également possible, et plus simple, de monter les cylindres de manière à les laisser libres de rouler sur la surface du dispositif, comme représenté à la Figure 2.



Les quatre cylindres doivent être libres en rotation.

a) Flexion quatre points



Les deux cylindres extérieurs sont libres de rouler vers l'extérieur, mais le cylindre central doit être fixe.

b) Flexion trois points

Légende

- 1 Éprouvette
- 2 Cylindres à roulement alternatif
- 3 Variantes de cylindres de charge

Figure 2 — Schéma des dispositifs

NOTE 2 Le diamètre du cylindre est spécifié en fonction des exigences de calcul. Il convient que les cylindres ne soient pas trop grands, afin de ne pas entraîner de changement excessif dans le bras de levier lorsqu'une éprouvette fléchit, ce qui peut engendrer des erreurs au niveau du décalage tangentiel du point de contact. D'autre part, il convient que les cylindres ne soient pas non plus trop petits, afin de ne pas créer de contraintes de coincement dans l'éprouvette ni de contraintes de contact risquant d'endommager le dispositif.

NOTE 3 Les exigences et les recommandations en matière de dureté et de rigidité des cylindres sont destinées à assurer que les éprouvettes offrant une résistance allant jusqu'à 1 400 MPa (ou 2 000 MPa) avec des modules d'élasticité allant jusqu'à 500 GPa, peuvent être soumis aux essais sans endommager le dispositif. Une résistance plus élevée ou des éprouvettes en céramique plus rigides peuvent nécessiter des cylindres plus durs. Par exemple, si le module d'élasticité des cylindres est supérieur à 500 GPa, il est alors recommandé de rallonger les cylindres et la largeur d'appui du dispositif pour qu'ils soient supérieurs à 12 mm, afin de répartir les charges sur une plus grande longueur de cylindre.

5.2.3 Dispositif quatre points: semi-articulé

La Figure B.1 a) montre les actions des cylindres dans ce dispositif. Les quatre cylindres doivent être libres en rotation. Les deux cylindres intérieurs doivent être parallèles et espacés d'environ 0,015 mm sur toute leur longueur (≥ 12 mm, selon 5.2.2). Les deux cylindres extérieurs doivent être parallèles et espacés d'environ 0,015 mm sur toute leur longueur. Les cylindres intérieurs doivent être maintenus indépendamment des cylindres extérieurs. Les quatre cylindres doivent s'appuyer sur la surface de l'éprouvette de manière uniforme et régulière. Le dispositif doit être conçu de manière à appliquer une charge égale sur les quatre cylindres.

5.2.4 Dispositif quatre points: entièrement articulé

La Figure B.1 b) montre les actions des cylindres dans ce dispositif. Les quatre cylindres doivent être libres en rotation. L'un d'eux n'est pas nécessairement articulé. Les trois autres cylindres doivent être articulés indépendamment les uns des autres afin de s'adapter à la surface de l'éprouvette. Les quatre cylindres doivent s'appuyer sur la surface de l'éprouvette de manière uniforme et régulière. Le dispositif doit être conçu de manière à appliquer une charge égale sur les quatre cylindres.

5.2.5 Dispositif trois points: semi-articulé

La Figure B.2 a) montre les actions des cylindres dans ce dispositif. Les deux cylindres d'appui (extérieurs) doivent être libres de rouler vers l'extérieur. Le cylindre central doit être fixé et ne doit pas être libre en rotation. Les deux cylindres extérieurs doivent être parallèles et espacés d'environ 0,015 mm sur toute leur longueur (≥ 12 mm, selon 5.2.2). Les deux cylindres extérieurs doivent être articulés ensemble afin de s'adapter à la surface de l'éprouvette, ou le cylindre central doit être articulé afin de s'adapter à la surface de l'éprouvette. Les trois cylindres doivent s'appuyer sur la surface de l'éprouvette de manière uniforme et régulière. Le dispositif doit être conçu de manière à appliquer une charge égale sur les deux cylindres extérieurs.

5.2.6 Dispositif trois points: entièrement articulé

La Figure B.2 b) et c) montrent les actions des cylindres dans ce dispositif. Les deux cylindres d'appui (extérieurs) doivent être libres de rouler vers l'extérieur. Le cylindre central ne doit pas rouler. Deux des cylindres doivent pouvoir être articulés de manière indépendante afin de s'adapter à la surface de l'éprouvette. Le dispositif doit être conçu de manière à appliquer une charge égale sur les deux cylindres extérieurs.

5.2.7 Positionnement des cylindres

Les cylindres doivent être placés de sorte que les distances soient précises à 0,1 mm près. Le cylindre central du dispositif trois points doit être placé à égale distance des deux cylindres extérieurs à 0,1 mm près. Les cylindres intérieurs du dispositif quatre points doivent être centrés par rapport aux cylindres extérieurs à 0,1 mm près.

NOTE La position des cylindres peut être définie par l'utilisation de cylindres captifs ou par des butées appropriées contre lesquelles sont calés les cylindres au début d'un essai. Les distances entre appuis peuvent être mesurées à 0,1 mm près à l'aide d'un microscope mobile ou de tout autre dispositif adéquat. Elles peuvent également être vérifiées en mesurant les distances entre les butées des cylindres et en ajoutant (distance extérieure) ou en retranchant (distance intérieure) les rayons des cylindres d'appui.

5.2.8 Matériaux du dispositif

Le dispositif qui maintient et aligne les cylindres doit être suffisamment dur pour que les cylindres ne le déforment définitivement.

NOTE Les charges de contact linéaire peuvent déformer le dispositif. La dureté du dispositif dépend de sa conception. Si les cylindres et le dispositif ont une largeur de 12 mm au minimum, un dispositif réalisé en acier de dureté HRC 25 ou plus est approprié.

5.3 Micromètre

Il convient d'utiliser un micromètre tel que décrit dans l'ISO 3611, mais avec une résolution de 0,002 mm, pour mesurer les dimensions de l'éprouvette. Les faces de touche fixe du micromètre doivent être planes tel qu'illustré dans l'ISO 3611. Le micromètre ne doit pas avoir d'extrémité sphérique ou acérée qui pourraient endommager l'éprouvette. D'autres instruments de mesure de dimensions peuvent être utilisés s'ils ont au moins une résolution de 0,002 mm.

6 Éprouvettes

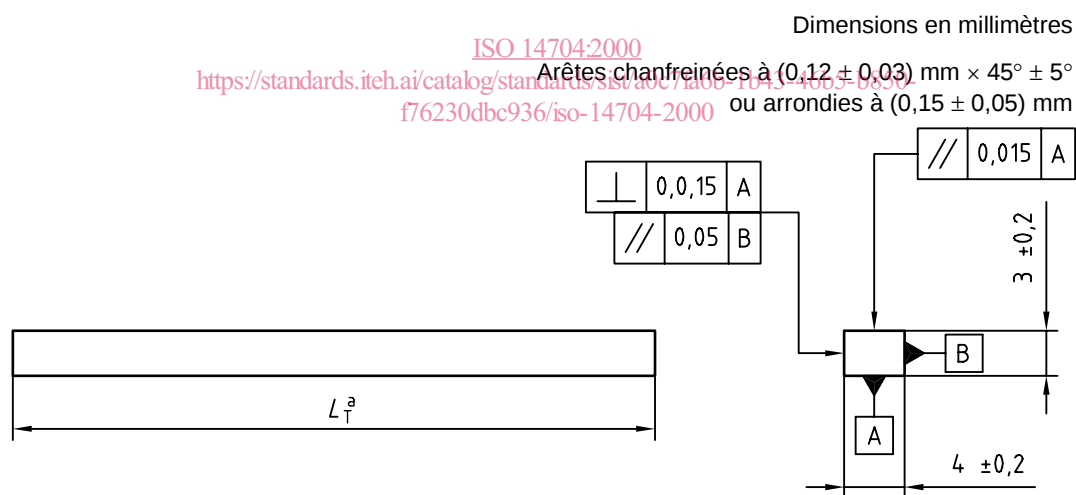
6.1 Dimensions des éprouvettes

6.1.1 Éprouvettes usinées

Les dimensions des éprouvettes sont données sur la Figure 3. Les tolérances de section transversale doivent être $\pm 0,2$ mm. La tolérance de parallélisme sur les faces longitudinales opposées est de 0,015 mm.

6.1.2 Éprouvettes brutes de cuisson ou traitées thermiquement

Les dimensions des éprouvettes peuvent être modifiées si nécessaire mais les écarts par rapport aux spécifications données en 6.1 et sur la Figure 3 doivent être consignés dans le rapport d'essai.



^a $L_T \geq 35$ mm pour des dispositifs d'essais de 30 mm ou $L_T \geq 45$ mm pour des dispositifs d'essais de 40 mm.

Figure 3 — Éprouvette standard

6.2 Préparation des éprouvettes

6.2.1 Généralités

La présente Norme internationale admet plusieurs options pour la préparation des éprouvettes. Dans tous les cas, les faces supérieure et inférieure de l'éprouvette ne nécessitent pas de préparation ou de finition spéciale. Au minimum deux arêtes longitudinales, sur une largeur de 4 mm, doivent être chanfreinées ou arrondies, tel qu'illustré à la Figure 3. Il est fortement recommandé de chanfreiner ou d'arrondir les quatre arêtes longitudinales.

Bien que la présente norme ne comprenne pas de spécification relative à la finition de surface, il est fortement recommandé de mesurer et de noter la rugosité de la surface.

NOTE La préparation de surface des éprouvettes peut entraîner des défauts d'usinage (en particulier des microfissures sous la surface de l'éprouvette) pouvant avoir un effet significatif sur la résistance en flexion. Les dommages d'usinage peuvent être un facteur interférant aléatoire ou un élément inhérent des caractéristiques de résistance à mesurer. La préparation de surface peut également créer des contraintes résiduelles. Les étapes d'usinage finales (y compris le polissage) peuvent éventuellement corriger les dommages subis pendant les premières étapes plus grossières de l'usinage.

6.2.2 Brute de cuisson

L'éprouvette de flexion est fabriquée par frittage ou autre procédé de sorte qu'aucun usinage n'est nécessaire. Dans ce cas, l'objectif est de mesurer la résistance de l'éprouvette avec une surface brute de cuisson. Un chanfrein ou un arrondi des arêtes est recommandé et peut être effectué avant le frittage.

NOTE 1 Les éprouvettes brutes de cuisson sont particulièrement sujettes à la torsion et au gauchissement. Il est possible qu'elles ne répondent pas aux exigences de parallélisme de 6.1.1; auquel cas il y a lieu d'utiliser un dispositif entièrement articulé pour les essais.

NOTE 2 L'une des surfaces d'une éprouvette brute de cuisson peut être usinée de manière à réduire au minimum les effets de torsion ou de gauchissement. Il convient de placer la surface usinée en contact avec les cylindres intérieurs (côté en compression de l'éprouvette) pendant les essais.

6.2.3 Mode opératoire d'usinage habituel

Un mode opératoire d'usinage habituel peut être suivi lorsqu'il a été développé et utilisé avec entière satisfaction pour une classe de matériaux donnée (c'est-à-dire qu'il n'engendre que des dommages minimaux ou pas de dommages involontaires sur la surface ni de contrainte résiduelle). Il convient de noter dans le rapport les détails concernant le mode opératoire, en particulier les grains de meule, le mode de liaison de la meule (résine, métal, verre, autre) et le matériau éliminé par passe. Les arêtes longitudinales de l'éprouvette doivent être arrondies ou chanfreinées conformément à la Figure 3.

[ISO 14704:2000](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a0c7fa6b-1b43-46b5-b850-f76230dbc936/iso-14704-2000)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a0c7fa6b-1b43-46b5-b850-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a0c7fa6b-1b43-46b5-b850-f76230dbc936/iso-14704-2000)

[f76230dbc936/iso-14704-2000](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a0c7fa6b-1b43-46b5-b850-f76230dbc936/iso-14704-2000)

6.2.4 Mode opératoire adapté au composant

La préparation de surface de l'éprouvette doit être identique à celle appliquée à un composant. Il convient de noter dans le rapport les détails du mode opératoire, en particulier le mode de liaison de la meule (résine, métal, verre, autre) et le matériau éliminé par passe. Les arêtes longitudinales de l'éprouvette doivent être arrondies ou chanfreinées conformément à la Figure 3.

6.2.5 Mode opératoire d'usinage de base

Si les modes opératoires de 6.2.2 à 6.2.4 ne peuvent pas être appliqués, il est admis d'utiliser le mode opératoire suivant.

NOTE Le mode opératoire spécifié ci-dessous est une pratique d'ordre général, traditionnelle. Il est destiné à réduire les dommages d'usinage ou les contraintes résiduelles pour une large gamme de céramiques. Des taux d'élimination plus rapides ou plus importants peuvent être appropriés pour certains matériaux. En revanche, certaines céramiques très cassantes peuvent nécessiter une préparation plus traditionnelle.

6.2.5.1 Les éprouvettes doivent être meulées dans le sens longitudinal comme illustré à la Figure 4.