
**Céramiques techniques — Méthode
d'essai de ténacité à la rupture des
céramiques monolithiques à température
ambiante sur éprouvette préfissurée sur
une seule face (méthode SEPB)**

iTeh STANDARD PREVIEW
*Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) —
Test method for fracture toughness of monolithic ceramics at room
temperature by single edge precracked beam (SEPB) method*

ISO 15732:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5156dc28-2836-4927-994b-3420fb7eb6c1/iso-15732-2003>



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 15732:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5156dc28-2836-4927-994b-3420fb7eb6c1/iso-15732-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5156dc28-2836-4927-994b-3420fb7eb6c1/iso-15732-2003>

© ISO 2003

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	2
4 Symboles et désignations	3
5 Principe	3
6 Appareillage	4
7 Éprouvettes	7
8 Méthodes d'essai	8
9 Évaluation de la validité de la valeur mesurée	13
10 Calcul	14
11 Rapport d'essai	15
Annexe A (informative) Dispositif de préfissuration	16
Annexe B (informative) Modes opératoires recommandés pour la méthode SEP	19
Bibliographie	22

ISO 15732:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5156dc28-2836-4927-994b-3420fb7eb6c1/iso-15732-2003>

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 15732 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 206, *Céramiques techniques*.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 15732:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5156dc28-2836-4927-994b-3420fb7eb6c1/iso-15732-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5156dc28-2836-4927-994b-3420fb7eb6c1/iso-15732-2003>

Céramiques techniques — Méthode d'essai de ténacité à la rupture des céramiques monolithiques à température ambiante sur éprouvette préfissurée sur une seule face (méthode SEPB)

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale décrit une méthode d'essai pour la détermination de la ténacité à la rupture des matériaux céramiques monolithiques à température ambiante sur éprouvette préfissurée sur une seule face (méthode SEPB).

La présente Norme internationale est destinée à être utilisée avec les céramiques monolithiques et les céramiques à renfort de trichite ou de particules qui sont considérées comme macroscopiquement homogènes. Elle ne traite pas des composites en céramiques renforcés de fibres continues.

La présente Norme internationale est applicable au développement et à la comparaison de matériaux, à l'assurance qualité, à la caractérisation, à la fiabilité et à la génération de données de fabrication.

Les valeurs de la ténacité à la rupture déterminées à l'aide d'autres méthodes d'essai ne peuvent être utilisées à la place de la valeur K_{Ipb} telle que définie dans la présente Norme internationale et ne sont pas interchangeables.

Les valeurs exprimées dans la présente Norme internationale sont conformes au Système international d'unités (SI).

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 1101:1983, *Dessins techniques — Tolérancement géométrique — Tolérancement de forme, orientation, position et battement — Généralités, définitions, symboles, indications sur les dessins*

ISO 3312:1987, *Matériaux métalliques frittés et métaux-durs — Détermination du module de Young*

ISO 4287:1997, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil — Termes, définitions et paramètres d'état de surface*

ISO 6507-1:1997, *Matériaux métalliques — Essai de dureté Vickers — Partie 1: Méthode d'essai*

3 Termes et définitions

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

3.1 facteur d'intensité de contrainte
 K_I
grandeur du champ de contrainte élastique à l'extrémité de la fissure soumise à un chargement en mode d'ouverture

NOTE Il est fonction de la force appliquée, des dimensions et de la forme de l'éprouvette, ainsi que de la longueur de la fissure, et a les dimensions d'une force multipliée par une longueur à la puissance^{-3/2}.

3.2 ténacité à la rupture
terme générique pour les mesures de résistance à la propagation d'une fissure

3.3 valeur de ténacité à la rupture
 K_{Ipb}
valeur de ténacité à la rupture mesurée par la méthode SEPB

NOTE Le facteur d'intensité de contrainte mesuré correspondant à la résistance à la propagation d'une fissure droite subite formée par charge en pont d'une empreinte de Vickers ou d'une entaille de scie. Le mesurage est effectué selon le mode opératoire décrit dans les Articles 5 et 10 et satisfait à toutes les conditions de validité.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3.4 préfissure
fissure introduite artificiellement dans une éprouvette principalement pour mesurer la ténacité à la rupture

3.5 front de la préfissure
ligne indiquant la position de l'extrémité de la préfissure
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5156dc28-2836-4927-994b-3120fb7eb6c1/iso-15732-2003>

3.6 préfissure subite
phénomène dans lequel une fissure s'arrête après un accroissement soudain et instable donnant lieu à une signature sonore

3.7 flexion trois points
configuration de charge où une éprouvette est chargée en un point situé à mi-distance de deux supports

3.8 flexion quatre points
configuration de charge où une éprouvette est chargée symétriquement en deux points décalés d'un quart de la portée totale par rapport aux deux supports extérieurs

3.9 souplesse
valeur inverse du gradient de la courbe de la déviation en fonction de la charge

NOTE En conséquence, avec la propagation de la fissure, l'accroissement de la déviation produit un accroissement de la souplesse.

4 Symboles et désignations

Les symboles utilisés dans la présente Norme internationale et leurs désignations sont donnés dans le Tableau 1.

Tableau 1 — Symboles et désignations

Symbole	Unité	Désignation	Références
b	mm	Largeur de la rainure centrale dans l'enclume	A.2.3, Fig. A.1
d	mm	Épaisseur de l'éprouvette	7.1, Fig. 3
d_1	mm	Distance entre les cylindres d'appui du dispositif d'essai de flexion (portée inférieure)	6.4, Fig. 2
d_2	mm	Distance entre les cylindres de charge dans un dispositif d'essai de flexion quatre points (portée supérieure)	6.4, Fig. 2
K_{Ipb}	MPa·m ^{1/2}	Facteur d'intensité de contrainte critique mesuré par la méthode SEPB	Article 10, Éq. 7 et 10
l	mm	Longueur de la préfissure	8.7.3, Fig. 6, Éq. 2
Δl	mm	Longueur de l'accroissement stable de la fissure	8.7.4, Fig. 6, Éq. 3
L	mm	Longueur de l'éprouvette	7.1, Fig. 3
L_a	mm	Longueur de la surface de base de la rainure de positionnement d'éprouvette de l'enclume (y compris la largeur, b , de la rainure centrale)	A.2.3, Fig. A.1
L_p	mm	Longueur de la surface inférieure de la plaque de charge	A.2.3, Fig. A.1
P_f	N	Charge maximale lors de la rupture de l'éprouvette	8.5.2, Fig. 5
w	mm	Largeur (profondeur) de l'éprouvette	7.1, Fig. 3
$\lambda \Delta l / \lambda l$	1	Variation de la souplesse	8.6, Éq. 1

5 Principe

L'objet de la présente méthode est d'obtenir la valeur de la ténacité à la rupture, K_{Ipb} , à partir de la longueur de la préfissure, des dimensions de l'éprouvette et de la distance entre les supports de flexion en mesurant la charge de rupture de l'éprouvette conformément à l'essai de flexion trois points ou quatre points d'une éprouvette préfissurée sur une seule face. Une préfissure droite subite est provoquée dans l'éprouvette par charge en pont d'une empreinte Vickers ou d'une entaille de scie. D'ordinaire cet essai est effectué à température et milieu ambiants.

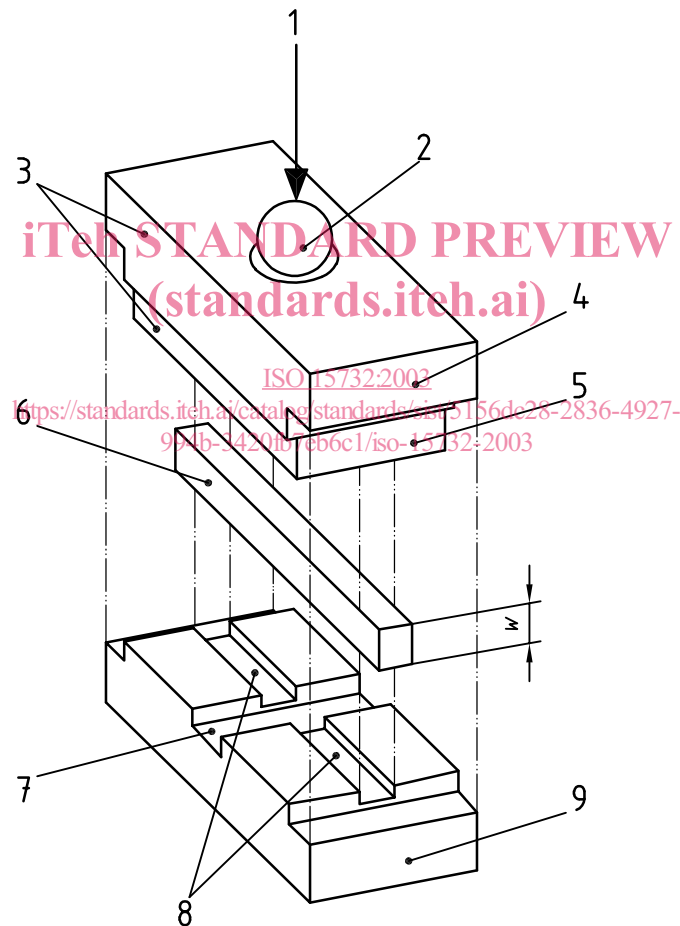
6 Appareillage

6.1 Dispositif de préfissuration

Un appareillage approprié est nécessaire pour provoquer une préfissure subite dans l'éprouvette de manière que le front de la fissure soit approximativement parallèle à la surface de l'éprouvette.

Un exemple de dispositif de préfissuration par compression en pont et de ses éléments de base est une plaque de charge avec logement de bille, une enclume avec rainure centrale et rainure de positionnement d'éprouvette ainsi qu'une bille de charge, comme le montre la Figure 1. Les formes de la plaque de charge et de l'enclume à utiliser sont symétriques à droite et à gauche, à l'avant et à l'arrière, et ont une profondeur au moins trois fois supérieure à l'épaisseur de l'éprouvette, d . La distance horizontale entre le centre de la bille de charge et le centre de l'enclume est inférieure à 0,1 mm.

NOTE L'Annexe A contient des recommandations portant sur la conception type d'un dispositif de compression en pont approprié dont le fonctionnement a été jugé satisfaisant pour la plupart des types de matériaux céramiques.



Légende

- | | | | |
|---|--|---|--|
| 1 | charge de compression | 5 | plaque de charge inférieure; par exemple une plaque en nitrure de silicium avec surface inférieure à super finition fixée à la plaque de charge supérieure |
| 2 | bille de charge | 6 | éprouvette |
| 3 | plaque de charge | 7 | rainure centrale |
| 4 | plaque de charge supérieure; par exemple une plaque en acier trempé avec logement de bille | 8 | rainure de positionnement de l'éprouvette |
| | | 9 | enclume; par exemple en acier trempé (HV10 > 5 GPa) |

Figure 1 — Exemple de dispositif de préfissuration par compression en pont

6.2 Appareillage d'introduction de la charge de préfissure

Il faut que l'appareil de charge soit capable d'appliquer la charge de compression régulièrement au dispositif. Une exactitude de charge élevée n'est pas nécessaire.

6.3 Machine d'essai de flexion

Une machine d'essai de matériaux, permettant de maintenir constante la vitesse de traverse, doit être utilisée. L'exactitude du mesurage de la charge doit être de $\pm 1\%$ sur la totalité de la fourchette de charge.

La rigidité de tout le système d'essai, y compris le dispositif d'essai de flexion spécifié en 6.4, doit être de 3 MN/m ou plus par rapport à la charge appliquée au dispositif d'essai de flexion.

Il convient que la rigidité de l'ensemble du système d'essai, y compris la machine d'essai, les tiges de charge et le dispositif d'essai de flexion, soit évaluée conformément à l'Annexe B.

6.4 Dispositif d'essai de flexion

Les caractéristiques générales du dispositif d'essai de flexion sont illustrées dans la Figure 2. Le dispositif d'essai de flexion doit être symétrique par rapport à l'axe longitudinal indiqué et doit avoir une profondeur au moins trois fois supérieure à l'épaisseur de l'éprouvette, d , utilisée. Le dispositif est conçu pour réduire au minimum les effets de frottement en permettant au cylindre d'appui de s'écarter légèrement à mesure que l'éprouvette est chargée, permettant ainsi un contact par roulement et évitant le coincement de l'éprouvette dû au frottement.

Les cylindres sont placés dans les rainures de positionnement du support et de l'élément de charge, comme le montre la Figure 2. Les cylindres doivent être parallèles à 0,015 mm près sur une longueur correspondant à l'épaisseur, d , de l'éprouvette. D'autres types de dispositifs sont acceptables, mais les cylindres doivent pouvoir rouler librement. La longueur de chaque cylindre doit être égale ou supérieure à trois fois l'épaisseur de l'éprouvette, d . Les matériaux constituant les parties des cylindres à utiliser ne doivent pas présenter un module d'élasticité inférieur à 196 GPa, comme défini dans l'ISO 3312, ni une dureté Vickers (HV 10) inférieure à 5 GPa, comme défini dans l'ISO 6507-1, et ils doivent être fabriqués dans un matériau exempt de déformation plastique et de rupture. Le rayon de courbure des cylindres et la distance entre les cylindres doivent être tels qu'indiqués à la Figure 2. La rugosité de surface, R_a , comme défini dans l'ISO 4287, des cylindres ne doit pas excéder 0,4 μm .

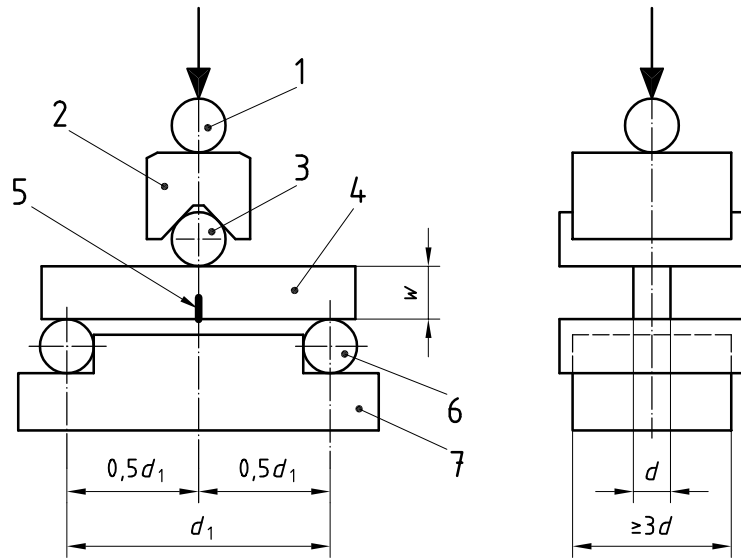
6.5 Dispositif de mesure de la variation de la souplesse

Lors de l'essai de flexion, la relation entre la flèche de l'éprouvette et la charge doit être mesurée au moyen d'un dispositif d'essai de flexion permettant de mesurer la flèche au droit du point de charge entre le centre des deux cylindres d'appui du dispositif d'essai de flexion et le centre du (des) cylindre(s) de charge. Le dispositif de mesure de la flèche doit avoir une résolution supérieure à 0,001 mm et doit être étalonné pour enregistrer à 0,001 mm près le déplacement réel. Les mesurages du déplacement doivent être effectués avec une exactitude de 0,001 mm.

6.6 Instruments de mesure

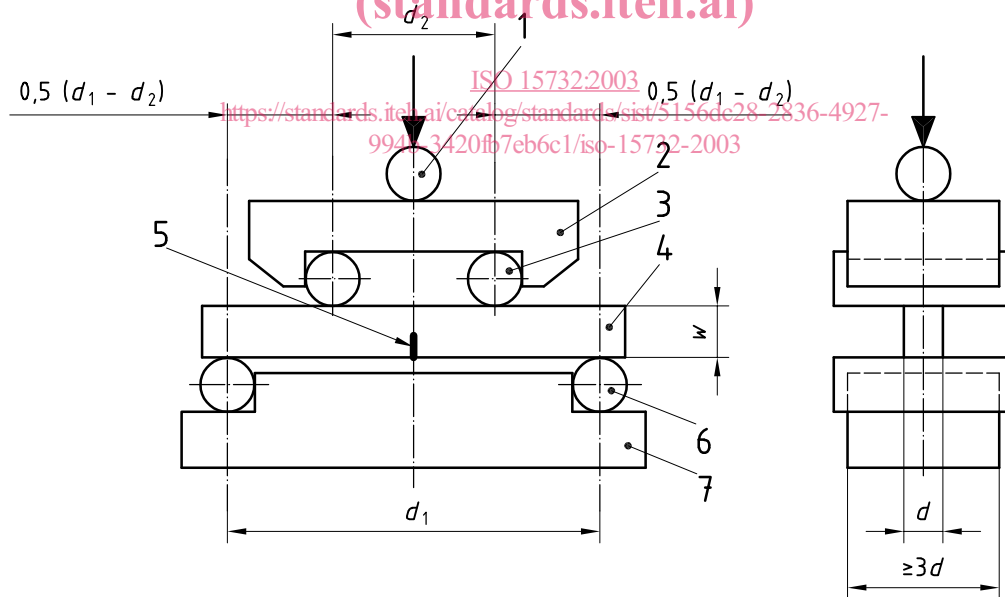
Trois mesurages fondamentaux sont nécessaires pour le calcul de K_{Ipb} , à savoir la largeur, w , l'épaisseur, d , et la longueur de la fissure, l .

Des dispositifs de mesure tels que des micromètres ou d'autres dispositifs ayant une exactitude de 0,01 mm au moins doivent être utilisés pour mesurer les dimensions linéaires.



- Légende**
- | | |
|----------------------|------------------------|
| 1 bille de charge | 4 éprouvette (I ou II) |
| 2 élément de charge | 5 préfissure |
| 3 cylindre de charge | 6 cylindres d'appui |
| | 7 support |

a) Dispositif d'essai de flexion trois points
 (standards.iteh.ai)



- Légende**
- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| 1 bille de charge | 4 éprouvette (II ou III) |
| 2 élément de charge | 5 préfissure |
| 3 cylindres de charge | 6 cylindres d'appui |
| | 7 support |

b) Dispositif d'essai de flexion quatre points

Dimensions en millimètres

Mode de flexion	Éprouvette	Diamètres des cylindres	d_1 (portée inférieure)	d_2 (portée supérieure)
Flexion 3 points	I	4,0 à 5,0	$16 \pm 0,2$	—
Flexion 3 points	II	4,0 à 5,0	$30 \pm 0,3$	—
Flexion 4 points	II	4,0 à 5,0	$30 \pm 0,3$	$10 \pm 0,2$
Flexion 4 points	III	4,0 à 5,0	$40 \pm 0,4$	$20 \pm 0,2$

Figure 2 — Dispositif d'essai de flexion

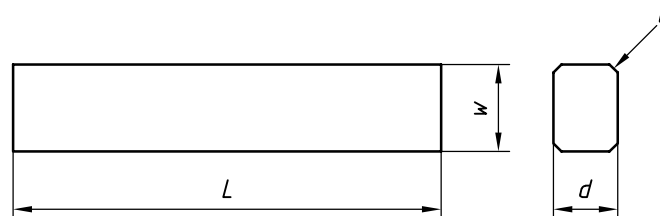
7 Éprouvettes

7.1 Forme et dimensions de l'éprouvette, et chanfreinage des arêtes

La forme des éprouvettes doit être un parallélépipède de section rectangulaire et ses dimensions doivent être celles indiquées à la Figure 3. On doit relever la position de l'échantillon et l'orientation de l'éprouvette prélevée dans la matière brute.

Les faces opposées de l'éprouvette doivent être parallèles et les faces doivent se couper perpendiculairement. La variation maximale du parallélisme et de la perpendicularité ne doit pas excéder 0,01 mm, comme défini dans l'ISO 1101.

En outre, les quatre arêtes longues de chaque éprouvette doivent être chanfreinées uniformément à $45^\circ \pm 5^\circ$. La largeur du chanfrein doit être de $0,12 \text{ mm} \pm 0,03 \text{ mm}$, comme indiqué dans la Figure 3 (ci-après, une éprouvette de longueur égale ou supérieure à 18 mm sera désignée «éprouvette I», une éprouvette de longueur égale ou supérieure à 36 mm, «éprouvette II», et une éprouvette de longueur égale ou supérieure à 45 mm, «éprouvette III»).



Dimensions en millimètres

Éprouvette	Longueur totale, L	Largeur, w	Épaisseur, d	Chanfrein, C
I	≥ 18	$4 \pm 0,1$	$3 \pm 0,1$	$0,12 \pm 0,03$
II	≥ 36	$4 \pm 0,1$	$3 \pm 0,1$	$0,12 \pm 0,03$
III	≥ 45	$4 \pm 0,1$	$3 \pm 0,1$	$0,12 \pm 0,03$

Figure 3 — Dimensions de l'éprouvette

7.2 Rugosité des surfaces supérieures et inférieures et des deux surfaces latérales de l'éprouvette

La rugosité, R_a , comme défini dans l'ISO 4287, des quatre surfaces de l'éprouvette, à l'exclusion des surfaces d'extrémité dans le sens longitudinal, ne doit pas être supérieure à $0,2 \mu\text{m}$.