
**Céramiques techniques — Propriétés
mécaniques des céramiques composites
à haute température — Détermination
des caractéristiques en traction**

*Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics)
- Mechanical properties of ceramic composites at high temperature -
Determination of tensile properties*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 14574:2013

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3af53403-51b6-4d13-9f44-dcc0ad4c4629/iso-14574-2013>



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 14574:2013

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3af53403-51b6-4d13-9f44-dcc0ad4c4629/iso-14574-2013>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2013

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées 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 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, définitions et symboles	1
4 Principe	4
5 Appareillage	4
5.1 Machine d'essai	4
5.2 Système d'application d'effort	4
5.3 Enceinte d'essai	5
5.4 Montage pour le chauffage	5
5.5 Extensomètre	5
5.6 Dispositifs de mesure de températures	6
5.7 Système d'enregistrement des données	6
5.8 Micromètres	6
6 Éprouvettes	6
6.1 Généralités	6
6.2 Éprouvettes couramment utilisées	6
7 Préparation des éprouvettes	11
7.1 Usinage et préparation	11
7.2 Nombre d'éprouvettes d'essai	11
8 Modes opératoires	12
8.1 Configuration d'essai: considérations sur la température	12
8.2 Configuration d'essai: autres considérations	12
8.3 Technique d'essai	13
8.4 Validité de l'essai	14
9 Résultats	14
9.1 Origine des éprouvettes	14
9.2 Résistance en traction	14
9.3 Déformation à la force maximale de traction	15
9.4 Coefficient de proportionnalité ou module pseudo-élastique, module élastique	15
10 Rapport d'essai	16
Annexe A (informative) Exemple d'éprouvette avec cibles pour extensométrie optique	18
Bibliographie	19

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 14574 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 206, *Céramiques techniques*.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 14574:2013](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3af53403-51b6-4d13-9f44-dcc0ad4c4629/iso-14574-2013)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3af53403-51b6-4d13-9f44-dcc0ad4c4629/iso-14574-2013>

Céramiques techniques — Propriétés mécaniques des céramiques composites à haute température — Détermination des caractéristiques en traction

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale fixe les conditions de détermination des propriétés en traction des matériaux composites à matrice céramique et à renfort continu pour des températures allant jusqu'à 2 000 °C.

NOTE 1 Dans la plupart des cas, les composites à matrice céramique destinés à un usage à haute température sous air sont protégés par un revêtement anti-oxydation.

NOTE 2 L'objet de la présente Norme internationale est de déterminer les propriétés en traction du matériau quand il est placé en ambiance oxydante, et non pas de quantifier l'oxydation.

La présente Norme internationale s'applique à tous les composites à matrice céramique à renfort continu, unidirectionnel (1D), bidirectionnel (2D), et tridirectionnel (xD, avec $2 < x \leq 3$) sollicités suivant un axe principal de renfort.

2 Références normatives

Les documents suivants, en tout ou partie, sont référencés de manière normative dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 3611, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Équipement de mesurage dimensionnel: Micromètres d'extérieur — Caractéristiques de conception et caractéristiques métrologiques*

ISO 7500-1:2004, *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 force*

CEI 60584-1:1995, *Couples thermoélectriques — Partie 1: Tables de référence*

CEI 60584-2:1982 + Amendement 1:1989, *Couples thermoélectriques — Partie 2: Tolérances*

3 Termes, définitions et symboles

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

3.1 température d'essai

T

température de l'éprouvette au centre de la longueur de jauge

3.2 longueur calibrée

l

partie de l'éprouvette où la section transversale est la plus faible et est uniforme

3.3 longueur de jauge

L_0

distance initiale entre les points de référence dans la longueur calibrée de l'éprouvette

3.4

zone de température contrôlée

partie de la longueur calibrée, incluant la longueur de jauge, où l'écart de température par rapport à la température d'essai est inférieur à 50 °C

3.5

section initiale

S_0

section initiale de l'éprouvette dans la longueur calibrée, à la température de l'essai

3.6

section apparente

$S_{0\text{ app}}$

section totale de l'éprouvette

3.7

section effective

$S_{0\text{ eff}}$

section totale corrigée par un facteur prenant en compte la présence d'une protection anti-oxydation

3.8

allongement

A

augmentation de la longueur de jauge entre les points de référence correspondant à la force maximale

3.9

allongement correspondant à la force maximale en traction

A_m

augmentation de la longueur de jauge entre les points de référence correspondant à la force maximale en traction

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3af53403-51b6-4d13-9f44-dcc0ad4c4629/iso-14574-2013>

3.10

déformation en traction

ε

modification relative de la longueur de jauge définie comme le rapport A/L_0

3.11

déformation en traction correspondant à la force maximale de traction

ε_m

modification relative de la longueur de jauge définie comme le rapport A/L_0 correspondant à la force maximale de traction

3.12

contrainte en traction

σ

force de traction supportée par l'éprouvette à chaque instant de l'essai, divisée par l'aire de la section initiale (S_0)

3.13

contrainte en traction apparente

σ_{app}

force de traction supportée par l'éprouvette à chaque instant de l'essai, divisée par l'aire de la section apparente (ou section totale)

3.14

contrainte en traction effective

σ_{eff}

force de traction supportée par l'éprouvette à chaque instant de l'essai, divisée par l'aire de la section effective ($S_{0\text{ eff}}$)

3.15**force maximale de traction** F_m

force de traction la plus haute enregistrée, atteinte par l'éprouvette lors d'un essai de traction conduit jusqu'à rupture

3.16**résistance en traction** σ_m

quotient de la force maximale de traction par l'aire de la section initiale (S_0)

3.17**résistance en traction apparente** $\sigma_{m \text{ app}}$

quotient de la force maximale de traction par l'aire de la section apparente (ou section totale)

3.18**résistance en traction effective** $\sigma_{m \text{ eff}}$

quotient de la force maximale de traction par l'aire de la section effective

3.19**coefficient de proportionnalité ou module pseudo-élastique** EP

pente de la partie linéaire de la courbe contrainte-déformation, si elle existe

Note 1 à l'article: L'examen des courbes contrainte-déformation des composites à matrice céramique conduit à définir les cas suivants:

- a) matériau présentant une zone linéaire dans la courbe contrainte-déformation;

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3af53403-51b6-4d13-9f44-dcc0ad4c4629/iso-14574-2013>

Pour les matériaux composites à matrice céramique dont le comportement mécanique est caractérisé par une zone linéaire, le coefficient de proportionnalité est défini par:

$$EP(\sigma_1, \sigma_2) = \frac{(\sigma_2 - \sigma_1)}{(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)}$$

où $(\varepsilon_1, \sigma_1)$ and $(\varepsilon_2, \sigma_2)$ caractérisent les points proches de la limite inférieure et de la limite supérieure de la partie linéaire de la courbe contrainte-déformation.

Le coefficient de proportionnalité ou module pseudo-élastique est appelé module élastique, E , dans le seul cas où la linéarité est très proche de l'origine.

- b) matériau présentant un comportement contrainte-déformation non linéaire.

Dans ce cas, seuls peuvent être fixés des couples contrainte-déformation.

3.20**coefficient de proportionnalité apparent** EP_{app}

pente de la partie linéaire de la courbe contrainte-déformation, si elle existe, lorsque la contrainte de traction apparente est utilisée

3.21

coefficient de proportionnalité effectif

EP_{eff}

pente de la partie linéaire de la courbe contrainte-déformation, si elle existe, lorsque la contrainte de traction effective est utilisée

4 Principe

Une éprouvette de dimensions spécifiées est portée à la température d'essai, puis soumise à un essai de traction. L'essai est réalisé à vitesse constante de déplacement de traverse, ou à vitesse constante de déformation (ou à vitesse constante d'effort). La force et l'allongement sont mesurés et enregistrés simultanément.

NOTE 1 La durée de l'essai est limitée afin de réduire les effets du fluage.

NOTE 2 Seule la résistance en traction peut être obtenue lors de l'essai, lorsque l'on utilise une vitesse d'effort constante dans la zone non linéaire de la courbe de traction. Pour obtenir une courbe complète, il est recommandé d'utiliser une vitesse de traverse constante ou une vitesse de déformation constante dans cette région.

5 Appareillage

5.1 Machine d'essai

La machine d'essai doit être équipée d'un système de mesure de la force appliquée à l'éprouvette qui doit être de classe 1 ou mieux, conformément à l'ISO 7500-1.

5.2 Système d'application d'effort

Le système d'application d'effort doit être tel que la charge indiquée par la cellule d'effort et la charge supportée par l'éprouvette soient les mêmes.

La performance du système d'application d'effort, y compris le système d'alignement et le système de transmission d'effort, ne doit pas être modifiée du fait du chauffage.

Le système d'application d'effort doit aligner l'axe de l'éprouvette avec la direction de chargement, sans que l'éprouvette ne soit soumise à une charge de flexion ou de torsion. Le défaut d'alignement de l'éprouvette doit être vérifié et documenté. Le pourcentage de flexion maximale ne doit pas dépasser 5 pour une déformation moyenne de 500×10^{-6} .

Les dispositifs de fixation doivent permettre l'alignement de l'axe de l'éprouvette avec la direction de la force appliquée.

NOTE 1 Il convient que l'alignement soit vérifié et documenté, par exemple, conformément au mode opératoire décrit dans la CEN/TS 15867.

Les mors utilisés doivent être conçus de manière à éviter tout glissement de l'éprouvette.

Il existe deux types de systèmes de prise en mors:

- mors chauds lorsque les mors sont dans la zone chaude du four;
- mors froids lorsque les mors sont à l'extérieur de la zone chaude.

NOTE 2 Le choix du système de prise en mors dépendra du matériau, de la conception de l'éprouvette et des exigences relatives à l'alignement.

NOTE 3 La technique des mors chauds est limitée en température en raison de la nature et de la résistance des matériaux utilisés pour les mors.

NOTE 4 Dans la technique des mors froids, il existe un gradient entre le centre de l'éprouvette qui est à la température prescrite et les extrémités qui sont à la même température que les mors.

5.3 Enceinte d'essai

L'enceinte d'essai doit être étanche aux gaz et elle doit permettre le contrôle de l'environnement au voisinage de l'éprouvette pendant l'essai.

L'installation doit être telle que la variation de la charge due aux variations de pression soit inférieure à 1 % de l'échelle de la cellule d'effort utilisée.

Si une atmosphère gazeuse est utilisée, elle doit être choisie en fonction du matériau à soumettre à l'essai et en fonction de la température d'essai. Le niveau de pression doit être choisi en fonction du matériau soumis à essai, de la température, du gaz et du type d'extensométrie.

Si une enceinte à vide est utilisée, le niveau de vide ne doit pas induire d'instabilités chimiques et/ou physiques du matériau et des tiges de l'extensomètre, le cas échéant.

5.4 Montage pour le chauffage

Le dispositif de chauffage doit être construit de sorte que le gradient de température dans la longueur de jauge soit inférieur à 20 °C, à la température d'essai.

5.5 Extensomètre

L'extensomètre doit être capable d'enregistrer en continu l'allongement (variation de longueur de jauge) à la température d'essai.

NOTE 1 Il est recommandé d'utiliser un extensomètre ayant une longueur de jauge la plus grande possible.

Les tolérances de linéarité doivent être inférieures à 0,05 % de la plage d'utilisation de l'extensomètre.

Deux types d'extensomètres sont couramment utilisés: l'extensomètre mécanique et l'extensomètre électro-optique.

Si un extensomètre mécanique est utilisé, la longueur de jauge doit correspondre à la distance entre les deux points où les tiges de l'extensomètre touchent l'éprouvette.

Les tiges de l'extensomètre peuvent être exposées à des températures supérieures à la température de l'éprouvette. La précision de la mesure de la déformation ne doit pas être altérée par des modifications de la structure du matériau des tiges dues à la température. Le matériau utilisé pour les tiges doit être compatible avec le matériau des éprouvettes.

NOTE 2 Il convient de veiller à corriger les variations de l'étalonnage de l'extensomètre qui pourraient survenir du fait que l'appareil fonctionne dans des conditions différentes de celles de l'étalonnage.

NOTE 3 Il convient de régler la pression des tiges sur l'éprouvette au minimum nécessaire pour éviter qu'elles ne glissent.

Si un extensomètre électro-optique est utilisé, des mesures électro-optiques en transmission nécessitent la présence de pions de référence sur l'éprouvette. Dans ce cas, des pions ou des cibles doivent être fixés en surface perpendiculairement à l'axe. La longueur de jauge doit être la distance entre les deux pions de référence. Le matériau utilisé pour les pions (et éventuellement la colle) doit être compatible avec le matériau de l'éprouvette et avec la température d'essai et ne doit pas modifier le champ de contrainte de l'éprouvette.

NOTE 4 L'utilisation de pions intégrés dans la géométrie de l'éprouvette n'est pas recommandée du fait des concentrations de contrainte induites par ces particularités.

NOTE 5 L'utilisation de l'extensomètre électro-optique n'est pas recommandée s'il est impossible de faire la distinction entre la couleur des pions de référence et celle de l'éprouvette.

5.6 Dispositifs de mesure de températures

Pour la mesure des températures, des thermocouples conformes à la CEI 60584-1 et à la CEI 60584-2 doivent être utilisés; si des thermocouples non conformes à la CEI 60584-1 et à la CEI 60584-2 ou des pyromètres sont utilisés, les résultats de l'étalonnage doivent être joints au rapport d'essai.

5.7 Système d'enregistrement des données

Un enregistreur étalonné peut être utilisé pour enregistrer les courbes force-déformation de longueur de jauge. L'utilisation d'une chaîne d'acquisition de données numériques couplée à un enregistreur analogique est recommandée.

5.8 Micromètres

Les micromètres utilisés pour le mesurage des dimensions de l'éprouvette doivent être conformes à l'ISO 3611.

6 Éprouvettes

6.1 Généralités

Le choix de la géométrie de l'éprouvette dépend de:

- la nature du matériau et la structure du renfort;
- le type de système de chauffage;
- le type de système de prise en mors.

Le volume dans la longueur de jauge doit être représentatif du matériau.

NOTE 1 La longueur totale L dépend du four et du système de prise en mors. En général, L est supérieur à 150 mm.

NOTE 2 Il est recommandé d'utiliser un volume d'éprouvette correspondant à un minimum de 5 éléments de volume représentatif.

6.2 Éprouvettes couramment utilisées

Plusieurs types d'éprouvettes peuvent être utilisés, comme indiqué dans les [Figures 1 à 6](#) et dans les [Tableaux 1 à 6](#).

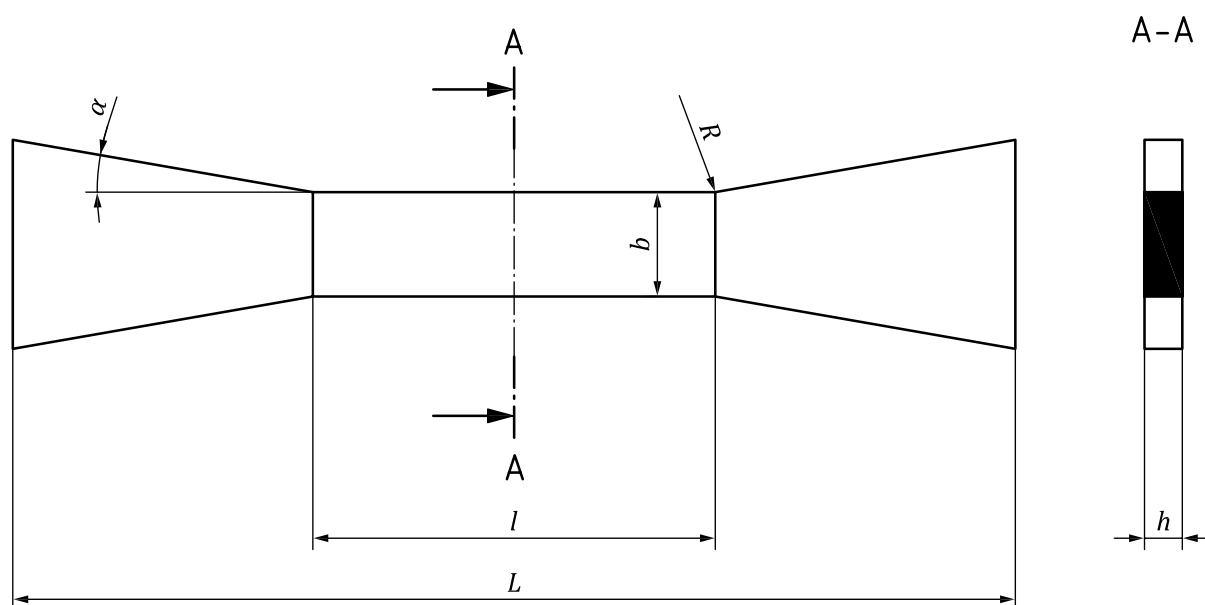


Figure 1 — Éprouvette de type 1

Tableau 1 — Dimensions recommandées pour une éprouvette de type 1

Paramètre	2D et xD	Tolérance
l , longueur calibrée	30 mm à 80 mm	$\pm 0,5$ mm
h , épaisseur	2 mm à 5 mm	$\pm 0,2$ mm
α , angle	10° à 30°	-
b , largeur de la partie calibrée	8 mm à 20 mm	$\pm 0,2$ mm
R , rayon	> 30 mm	± 2 mm
Parallélisme des parties usinées	0,05	-

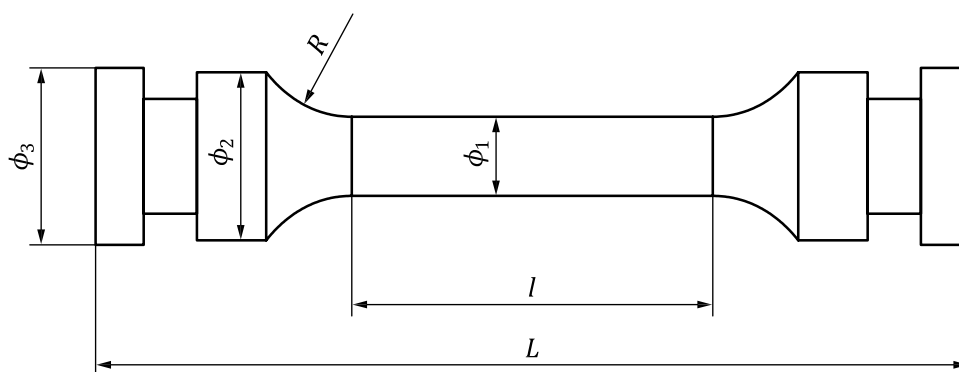


Figure 2 — Éprouvette de type 2