



Norme  
internationale

**ISO 14574**

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

**Deuxième édition  
2025-01**

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

[ISO 14574:2025](https://standards.iteh.ai/ISO/14574:2025)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/589c4150-2600-412e-9f22-a5986240b1d8/iso-14574-2025>

iTeh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

[ISO 14574:2025](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/589c4150-2600-412e-9f22-a5986240b1d8/iso-14574-2025)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/589c4150-2600-412e-9f22-a5986240b1d8/iso-14574-2025>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2025

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

| <b>Sommaire</b>  | <b>Page</b> |
|--|-------------|
| <b>Avant-propos</b> .....  | <b>v</b>    |
| <b>1 Domaine d'application</b> .....   | <b>1</b>    |
| <b>2 Références normatives</b> .....   | <b>1</b>    |
| <b>3 Termes et définitions</b> .....   | <b>1</b>    |
| <b>4 Principe</b> .....  | <b>4</b>    |
| <b>5 Appareillage</b> .....  | <b>4</b>    |
| 5.1 Machine d'essai .....  | 4           |
| 5.2 Système de mise en charge .....  | 4           |
| 5.3 Enceinte d'essai .....   | 5           |
| 5.4 Dispositif de chauffe .....  | 5           |
| 5.5 Mesurage de la déformation .....   | 5           |
| 5.5.1 Généralités .....  | 5           |
| 5.5.2 Jauges de déformation .....  | 5           |
| 5.5.3 Extensomètre .....   | 6           |
| 5.6 Dispositifs de mesure des températures .....                                     | 7           |
| 5.7 Système d'enregistrement des données .....                                       | 7           |
| 5.8 Dispositifs de mesurage des dimensions .....                                     | 7           |
| <b>6 Éprouvettes</b> .....   | <b>7</b>    |
| 6.1 Généralités .....  | 7           |
| 6.2 Éprouvettes couramment utilisées .....   | 7           |
| <b>7 Préparation des éprouvettes</b> .....   | <b>12</b>   |
| 7.1 Usinage et préparation .....   | 12          |
| 7.2 Nombre d'éprouvettes .....   | 12          |
| <b>8 Modes opératoires d'essai</b> .....   | <b>12</b>   |
| 8.1 Configuration d'essai: considérations relatives à la température .....           | 12          |
| 8.1.1 Généralités .....  | 12          |
| 8.1.2 Zone à température contrôlée .....   | 12          |
| 8.1.3 Étalonnage en température .....  | 13          |
| 8.2 Configuration d'essai: autres considérations .....                               | 13          |
| 8.2.1 Vitesse de déplacement .....   | 13          |
| 8.2.2 Mesurage des dimensions des éprouvettes .....                                  | 13          |
| 8.3 Technique de l'essai .....   | 13          |
| 8.3.1 Montage de l'éprouvette .....  | 13          |
| 8.3.2 Réglage de l'extensomètre .....  | 13          |
| 8.3.3 Mise sous atmosphère inerte .....  | 14          |
| 8.3.4 Chauffage de l'éprouvette .....  | 14          |
| 8.3.5 Mesurages .....  | 14          |
| 8.4 Validité de l'essai .....  | 14          |
| <b>9 Calcul des résultats</b> .....  | <b>15</b>   |
| 9.1 Origine des éprouvettes .....  | 15          |
| 9.2 Résistance en traction .....   | 15          |
| 9.3 Déformation à la force maximale de traction .....                                | 15          |
| 9.4 Module de traction .....   | 16          |
| 9.4.1 Calcul du module de traction .....   | 16          |
| 9.4.2 Calcul du module de traction en cas de comportement linéaire à l'origine ..... | 16          |
| 9.4.3 Calcul du module de traction en cas de comportement non linéaire .....         | 17          |
| <b>10 Rapport d'essai</b> .....  | <b>17</b>   |
| <b>11 Incertitudes</b> .....   | <b>17</b>   |
| <b>Annexe A (informative) Illustration du module de traction</b> .....               | <b>18</b>   |

ISO 14574:2025(fr)

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Annexe B (informative) Méthode d'étalonnage de la température d'essai à l'aide d'une éprouvette de cartographie équipée de thermocouples.....</b> | <b>21</b> |
| <b>Bibliographie.....</b>  | <b>26</b> |

**iTeh Standards**  
**(<https://standards.itih.ai>)**  
**Document Preview**

[ISO 14574:2025](https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/589c4150-2600-412e-9f22-a5986240b1d8/iso-14574-2025)

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/589c4150-2600-412e-9f22-a5986240b1d8/iso-14574-2025>

## 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'ISO attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de propriété revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets). L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de brevet.

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, de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute autre 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 206, *Céramiques techniques*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 184, *Céramiques techniques avancées*, du Comité européen de normalisation (CEN) conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette seconde édition annule et remplace la première édition (ISO 14574:2013), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- alignement des termes et définitions sur la norme de vocabulaire (ISO 20507);
- ajout de l'illustration du module de traction à l'[Annexe A](#);
- ajout d'une méthode d'étalonnage de la température d'essai à l'aide d'une éprouvette de cartographie équipée de thermocouples à l'[Annexe B](#).

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/members.html](http://www.iso.org/members.html).



# Céramiques techniques — Propriétés mécaniques des composites à matrice céramique à haute température — Détermination des caractéristiques en traction

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie des modes opératoires permettant de déterminer le comportement en traction des matériaux composites à matrice céramique avec renfort de fibres continues, à haute température sous air, sous vide ou dans une atmosphère de gaz inerte.

La présente méthode s'applique à tous les composites à matrice céramique avec renfort de fibres continues, unidirectionnel (1D), bidirectionnel (2D) et multidirectionnel ( $x$ D, avec  $x > 2$ ), sollicités suivant un axe principal de renfort ou dans des conditions hors axe pour les matériaux de type 2D et  $x$ D. Elle s'applique également aux composites à matrice de carbone avec renfort de fibres de carbone (également connus en tant que carbone/carbone ou C/C).

NOTE 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.

## 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 3611, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Équipement de mesure dimensionnel — Caractéristiques de conception et caractéristiques métrologiques des micromètres d'extérieur*

ISO 7500-1, *Matériaux métalliques — Étalonnage et vérification des machines pour essais statiques uniaxiaux — Partie 1: Machines d'essai de traction/compression — Étalonnage et vérification du système de mesure de force*

ISO 9513, *Matériaux métalliques — Étalonnage des chaînes extensométriques utilisées lors d'essais uniaxiaux*

ISO 19634, *Céramiques techniques — Céramiques composites — Notations et symboles*

ISO 20507, *Céramiques techniques — Vocabulaire*

IEC 60584-1, *Couples thermoélectriques — Partie 1: Spécifications et tolérances en matière de FEM*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 20507, de l'ISO 19634 ainsi que les suivants 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 <https://www.electropedia.org/>

**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

[SOURCE: ISO 20504:2022, 3.1, modifié – Le terme «section de jauge» a été remplacé par «longueur calibrée».]

**3.3**  
**longueur de jauge**

$L_0$

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

[SOURCE: ISO 20504:2022, 3.2, titre et définition modifiés – «initiale» a été supprimé dans le titre. «avant le début de l'essai» a été supprimé et «section de jauge» a été remplacé par «longueur calibrée» dans la définition.]

**3.4**  
**zone à 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**  
**aire initiale de la section**

$S_0$

aire de la section transversale de l'éprouvette dans la longueur calibrée, à température ambiante, avant l'essai

**3.5.1**  
**aire de section apparente**

$S_{0\text{ app}}$

aire de la section transversale

**3.5.2**  
**aire de section effective**

$S_{0\text{ eff}}$

aire corrigée d'un facteur, pour prendre en compte la présence d'un revêtement

**3.6**  
**allongement**

$A$

augmentation de la longueur de jauge sous une force de traction dans la direction de la charge

Note 1 à l'article: L'allongement correspondant à la force maximale de traction est désigné par  $A_m$ .

**3.7**  
**déformation en traction**

$\varepsilon$

augmentation relative de la longueur de jauge initiale, définie comme le rapport  $A/L_0$

Note 1 à l'article: La déformation en traction correspondant à la force maximale de traction est désignée par  $\varepsilon_m$ .

**3.8**  
**force de traction**

$F$

force uniaxiale supportée par l'éprouvette à tout moment pendant l'essai de traction



**3.9****contrainte de traction** $\sigma$ 

force de traction (3.8) supportée par l'éprouvette à tout moment au cours de l'essai, divisée par l'aire initiale de la section (3.5), telle que  $\sigma = F/S_0$

**3.9.1****contrainte de traction apparente** $\sigma_{app}$ 

rapport de la force de traction (3.8) supportée par l'éprouvette à l'aire de section apparente (3.5.1)

**3.9.2****contrainte de traction effective** $\sigma_{eff}$ 

rapport de la force de traction (3.8) supportée par l'éprouvette à l'aire de section effective (3.5.2)

**3.10****force maximale de traction** $F_m$ 

plus grande force enregistrée, ou force à la rupture, lors d'un essai de traction

**3.11****résistance en traction** $\sigma_m$ 

contrainte de traction (3.9) la plus élevée appliquée à une éprouvette lors d'un essai de traction réalisé jusqu'à rupture

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

rapport de la force maximale de traction (3.10) à l'aire de section apparente (3.5.1)

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

rapport de la force maximale de traction (3.10) à l'aire de section effective (3.5.2)

**3.12****module de traction** $E$ 

pente de la partie linéaire de la courbe contrainte-déformation à l'origine ou près de l'origine

Note 1 à l'article: Il est possible que la partie linéaire n'existe pas ou ne commence pas à l'origine. Les différentes situations correspondant à ces cas sont décrites à l'Annexe A.

**3.12.1****module de traction apparent** $E_{app}$ 

pente de la partie linéaire de la courbe contrainte-déformation à l'origine ou près de l'origine, lorsque la contrainte de traction apparente est utilisée

**3.12.2****module de traction effectif** $E_{eff}$ 

pente de la partie linéaire de la courbe contrainte-déformation à l'origine ou près de l'origine, 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 une charge de traction. L'essai est réalisé à vitesse constante de déplacement de la traverse, ou à vitesse constante de déformation (ou à vitesse constante de mise en charge). La force et l'allongement sont mesurés et enregistrés simultanément.

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

Lorsqu'une vitesse constante de mise en charge est utilisée dans la région non linéaire de la courbe de traction, l'essai permet d'obtenir uniquement la résistance en traction. Dans cette région, une vitesse constante de déplacement de la traverse ou une vitesse constante de déformation est recommandée pour obtenir la courbe complète.

## 5 Appareillage

### 5.1 Machine d'essai

La machine 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.

Il convient que cette exigence reste vraie dans les conditions réelles de l'essai (par exemple, pression et température du gaz).

### 5.2 Système de mise en charge

La configuration du système de mise en charge doit garantir que la charge indiquée par la cellule de force et la charge supportée par l'éprouvette sont les mêmes.

Le chauffage ne doit pas modifier la performance du système de mise en charge, système d'alignement et système de transmission d'effort compris.

Le système de mise en charge doit aligner l'axe de l'éprouvette avec la direction d'application de la force, sans provoquer d'efforts de flexion ou de torsion dans l'éprouvette. Le défaut d'alignement de l'éprouvette doit être vérifié à température ambiante et documenté. Plusieurs normes traitent de ce sujet; toutefois il est recommandé de se conformer au mode opératoire décrit dans l'ISO 17161. Le pourcentage de déformation en flexion ne doit pas dépasser 5 % pour une déformation moyenne de  $500 \times 10^{-6}$ .

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

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.

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

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

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

### 5.3 Enceinte d'essai

L'enceinte d'essai doit être autant étanche au gaz que possible et elle doit permettre un contrôle adéquat de l'environnement au voisinage de l'éprouvette pendant l'essai.

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

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

Si une enceinte à vide est utilisée, le niveau de vide ne doit pas induire d'instabilités chimiques et/ou physiques du matériau des éprouvettes et des tiges de l'extensomètre, le cas échéant. Un vide primaire (en général, une pression de 1 Pa) est recommandé.

### 5.4 Dispositif de chauffe

Il est recommandé que le dispositif de chauffe soit conçu de sorte que:

- la température maximale de l'échantillon pour essai ne dépassera jamais la température d'essai souhaitée de plus de 5 °C,
- la longueur de jauge soit effectivement incluse dans la zone à température contrôlée.

NOTE 1 Lorsque les essais sont réalisés sous vide ou dans une atmosphère de gaz inerte, ce gradient de température maximal de 50 °C dans la zone à température contrôlée est considéré comme suffisamment faible pour éviter de grandes différences de comportement des matériaux dans la longueur de jauge et fausser ainsi la détermination des propriétés du matériau.

NOTE 2 Cette valeur de 50 °C constitue une valeur maximale du gradient de température de la zone à température contrôlée en particulier pour les essais à très haute température dans une configuration d'essai en mors froids. Si les essais sont réalisés à des températures plus basses, un gradient de température inférieur à 50 °C peut être facilement atteint.

Pour les matériaux composites à matrice céramique qui sont sensibles à la dégradation oxydative, si les essais sont réalisés dans un environnement oxydant, la durée de l'essai et les paramètres du gradient thermique de la zone à température contrôlée doivent être fixés aux valeurs les plus basses possibles afin de limiter l'impact de la dégradation oxydative sur les propriétés du matériau. Par exemple, pour les matériaux tels que les composites à matrice céramique comprenant une interphase de carbone qui sont sensibles à la dégradation chimique, il est recommandé de ne pas dépasser  $\pm 5$  °C en dessous de 500 °C pour le gradient de température à l'intérieur de la zone à température contrôlée.

NOTE 3 Un exemple de méthode d'étalonnage de la température d'essai et de détermination du gradient de température est décrit à l'[Annexe B](#).

### 5.5 Mesurage de la déformation

#### 5.5.1 Généralités

Pour le mesurage en continu de l'allongement en fonction de la force appliquée à haute température, il est admis d'utiliser un extensomètre approprié, à contact ou sans contact. Il est recommandé de mesurer l'allongement sur une longueur aussi grande que possible dans la zone à température contrôlée de l'éprouvette.

#### 5.5.2 Jauges de déformation

Les jauges de déformation sont utilisées pour la vérification de l'alignement de l'éprouvette à température ambiante. Elles ne sont pas recommandées pour mesurer l'allongement de l'éprouvette durant l'essai à haute température.