

---

---

**Produits réfractaires —  
Détermination de la résistance à la  
compression à température élevée**

*Refractory products — Determination of compressive strength at  
elevated temperature*

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 22685:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1eab9044-0e49-4260-bdd0-fe9d0c363cd/iso-22685-2021)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1eab9044-0e49-4260-bdd0-  
fe9d0c363cd/iso-22685-2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1eab9044-0e49-4260-bdd0-fe9d0c363cd/iso-22685-2021)



## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 22685:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1eab9044-0e49-4260-bdd0-fe9d0c363cd/iso-22685-2021>



### DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2021

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

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</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>2</b>
<b>5 Appareillage</b> .....	<b>2</b>
5.1 Four .....	2
5.2 Dispositif d'application de la charge .....	2
5.2.1 Généralités .....	2
5.2.2 Colonne d'application de la charge .....	2
5.2.3 Colonne d'appui .....	2
5.2.4 Disques .....	2
5.3 Appareil de mesure de la déformation .....	3
5.4 Pied à coulisse .....	3
5.5 Four électrique .....	3
5.6 Équerre .....	3
5.7 Jauge d'épaisseur .....	3
<b>6 Éprouvettes</b> .....	<b>3</b>
6.1 Échantillonnage .....	3
6.2 Dimensions .....	3
6.3 Préparation .....	4
6.3.1 Produits réfractaires façonnés .....	4
6.3.2 Produits réfractaires non façonnés denses .....	4
6.4 Contrôle des dimensions .....	4
6.4.1 Planéité des surfaces d'application de la charge .....	4
6.4.2 Parallélisme des surfaces d'application de la charge .....	4
6.4.3 Perpendicularité .....	4
6.5 Séchage et traitements .....	4
<b>7 Modes opératoires</b> .....	<b>5</b>
7.1 Mesurage des dimensions .....	5
7.1.1 Diamètre .....	5
7.1.2 Hauteur .....	5
7.2 Installation .....	6
7.3 Chauffage .....	6
7.3.1 Température d'essai .....	6
7.3.2 Vitesse de montée en température .....	6
7.3.3 Temps de maintien .....	7
7.4 Application de la charge .....	7
7.4.1 Produits réfractaires denses .....	7
7.4.2 Produits réfractaires isolants .....	7
<b>8 Calcul des résultats</b> .....	<b>7</b>
<b>9 Précision et biais</b> .....	<b>7</b>
9.1 Données interlaboratoires .....	7
9.2 Précision .....	8
9.3 Biais .....	8
<b>10 Rapport d'essai</b> .....	<b>8</b>

## 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'attention est attirée 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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets)).

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, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute 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 [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 33, *Matériaux réfractaires*.

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).

# Produits réfractaires — Détermination de la résistance à la compression à température élevée

## 1 Domaine d'application

Le présent document prescrit une méthode d'essai pour déterminer la résistance à la compression à température élevée des produits réfractaires.

Cette méthode d'essai peut également être utilisée à des fins de développement de matériaux, de contrôle qualité, de caractérisation, de conception et de production de données.

NOTE Le présent document peut également être utilisé pour déterminer la résistance à la compression à température élevée de produits réfractaires contenant du carbone dans un four étanche à l'air en atmosphère réductrice.

## 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 5022, *Produits réfractaires façonnés — Échantillonnage et contrôle de réception*

ISO 1927-2, *Produits réfractaires monolithiques (non façonnés) — Partie 2: Échantillonnage*

ISO 1927-5, *Produits réfractaires monolithiques (non façonnés) — Partie 5: Préparation et traitement des éprouvettes*

ISO 8895, *Produits réfractaires isolants façonnés — Détermination de la résistance à l'écrasement à température ambiante*

ISO 10059-1, *Produits réfractaires façonnés denses — Détermination de la résistance à la compression à température ambiante — Partie 1: Méthode d'essai de référence sans intercalaire*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions 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

#### **résistance à la compression à température élevée**

charge maximale (appliquée à température élevée dans des conditions spécifiées) divisée par la surface d'application de la charge, à laquelle le réfractaire devra résister avant rupture

## 4 Principe

Une éprouvette de dimensions connues est soumise, à température d'essai et dans des conditions spécifiées, à une charge en compression augmentant progressivement jusqu'à la rupture (jusqu'à la rupture ou jusqu'à ce que la déformation atteigne 1 % pour les produits réfractaires denses ou 10 % pour les produits réfractaires isolants façonnés). La résistance à la compression à température élevée se calcule à partir de la charge maximale que peut supporter un produit réfractaire avant la rupture et de l'aire moyenne de la section transversale sur laquelle la charge est appliquée.

NOTE La résistance à la compression à température élevée s'exprime en N/mm<sup>2</sup> (MPa).

## 5 Appareillage

### 5.1 Four

**5.1.1** Le four doit pouvoir chauffer l'éprouvette à la température de consigne à une vitesse de montée en température constante. Lorsque la température d'essai est supérieure à 500 °C, l'écart de température doit être inférieur à 20 °C.

**5.1.2** Il convient que l'extrémité chaude du thermocouple soit située au centre de l'éprouvette. Il convient que la distance entre l'éprouvette et la soudure chaude du thermocouple soit inférieure à 10 mm.

Il convient que le four soit conçu de manière à faciliter l'installation des éprouvettes et des colonnes.

### 5.2 Dispositif d'application de la charge

#### 5.2.1 Généralités

ISO 22685:2021  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1eab9044-0e49-4260-bdd0-fef9d0c363cd/iso-22685-2021>

La capacité de la machine d'essai doit être supérieure à 10 % de la charge attendue à la rupture ou de la charge maximale avant que la déformation atteigne la valeur attendue. Il convient que la mesure de la charge exercée sur l'éprouvette soit précise à 2 % près. La machine d'essai doit pouvoir appliquer une charge à une vitesse constante conforme aux exigences de [7.4.1](#) pour les produits réfractaires façonnés denses ou de [7.4.2](#) pour les produits réfractaires isolants et d'enregistrer la courbe charge-déformation.

#### 5.2.2 Colonne d'application de la charge

La colonne d'application de la charge doit être un cylindre d'au moins 60 mm de diamètre ou une colonne rectangulaire d'une largeur au moins égale à 60 mm. La colonne d'application de la charge repose sur une surface d'appui sphérique permettant de compenser de légers écarts de parallélisme entre les colonnes et l'éprouvette. La colonne d'application de la charge doit être capable de supporter la charge exercée jusqu'à la fin de l'essai.

#### 5.2.3 Colonne d'appui

La colonne d'appui doit être un cylindre d'au moins 60 mm de diamètre ou une colonne rectangulaire d'une largeur au moins égale à 60 mm. La colonne d'appui doit être capable de supporter la charge exercée jusqu'à la fin de l'essai.

#### 5.2.4 Disques

a) Les disques doivent être placés entre les colonnes et l'éprouvette afin d'empêcher une éventuelle réaction entre leurs composants.

- b) Les disques doivent être composés d'un matériau réfractaire compatible avec le matériau soumis à l'essai (par exemple, mullite haute résistance ou alumine pour les produits en silicate d'alumine, et magnésie ou spinelle pour les produits en magnésie).
- c) Les disques doivent être capables de supporter la charge exercée jusqu'à la fin de l'essai.
- d) Le diamètre ou la longueur des côtés doit être supérieure d'environ 5 mm à ceux de la colonne et leur épaisseur doit être comprise entre 30 mm et 50 mm environ.

### 5.3 Appareil de mesure de la déformation

Cet appareil doit être capable de mesurer et d'enregistrer la déformation des éprouvettes lors de l'application de la charge. Un instrument de mesure approprié, tel qu'un comparateur à cadran ou un transducteur de longueur, ne peut être utilisé que si sa sensibilité est supérieure à 0,005 mm.

### 5.4 Pied à coulisse

Le pied à coulisse doit être capable de mesurer à au moins 0,1 mm près.

### 5.5 Four électrique

L'étuve doit pouvoir chauffer à  $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ .

### 5.6 Équerre

iTeh STANDARD PREVIEW

### 5.7 Jauge d'épaisseur

(standards.iteh.ai)

## 6 Éprouvettes

ISO 22685:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1eab9044-0e49-4260-bdd0-fe9d0c363cd/iso-22685-2021>

### 6.1 Échantillonnage

L'échantillonnage des produits réfractaires façonnés doit être conforme à l'ISO 5022. Une seule éprouvette doit être prélevée dans une brique standard ou dans une pièce pour essai dont le volume est inférieur à  $2000\text{ cm}^3$  ou deux éprouvettes provenant de deux pièces pour essais présentant un volume beaucoup plus important. Il convient que le nombre de pièces pour essai soit conforme à un plan d'échantillonnage convenu et consigné dans le rapport d'essai. Il est recommandé d'utiliser au moins trois éprouvettes sinon, leur nombre doit faire l'objet d'un accord entre les parties concernées et être consigné dans le rapport d'essai. L'échantillonnage des produits réfractaires non façonnés doit être conforme à l'ISO 1927-2.

### 6.2 Dimensions

Les éprouvettes doivent avoir la forme de cylindres de  $50\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$  de hauteur et de  $50\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$  de diamètre.

NOTE S'il n'est pas possible de préparer des cylindres, des cubes dont les côtés mesurent  $40\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$  de longueur peuvent être utilisés.

Si la résistance à la compression à température élevée des matériaux est très haute, il est possible d'utiliser des cylindres d'une hauteur inférieure à 50 mm ou des cubes dont les côtés mesurent moins de 40 mm de longueur. Pour les produits réfractaires isolants, seuls des cylindres doivent être utilisés comme éprouvettes.

Leurs dimensions doivent être consignées dans le rapport d'essai.

## 6.3 Préparation

### 6.3.1 Produits réfractaires façonnés

Les éprouvettes doivent être prélevées par carottage ou découpage dans les pièces pour essai de sorte que la charge appliquée pendant l'essai suive la direction de pressage pendant la fabrication, si elle est connue. L'emplacement d'origine des éprouvettes dans les pièces pour essai doit être notée. Les éprouvettes comportant des fissures ou des défauts visibles en surface doivent être rejetées et ceci doit être consigné dans le rapport d'essai.

NOTE Il est suggéré de rectifier les deux surfaces de charge de l'éprouvette à l'aide d'une meule plate à double tête diamantée.

### 6.3.2 Produits réfractaires non façonnés denses

Trois éprouvettes préparées simultanément doivent être soumises à l'essai. Les éprouvettes doivent être préparées et conservées conformément aux paragraphes correspondants de l'ISO 1927-5. Il convient de réaliser le découpage ou le carottage après un séchage à 110 °C pendant 24 h afin d'obtenir une résistance mécanique suffisante. Il convient ensuite de sécher de nouveau l'éprouvette. La charge doit être appliquée perpendiculairement à la direction de fabrication sauf pour les éprouvettes cylindriques.

Pour les bétons à résistance élevée, des éprouvettes cylindriques doivent être préparées à la place des éprouvettes cubiques. La surface recevant la charge doit être rectifiée de façon à ce qu'elle soit plane et parallèle. Pour les bétons à faible résistance, des éprouvettes cubiques doivent être préparées. Pour les matériaux moulables, les masses de bouchage et les pisés, seules des éprouvettes cylindriques peuvent être utilisées.

ITEH STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

## 6.4 Contrôle des dimensions

### 6.4.1 Planéité des surfaces d'application de la charge

Les deux extrémités de l'éprouvette cylindrique doivent être rectifiées si nécessaire, de façon à obtenir des surfaces planes et parallèles. Pour vérifier la planéité des extrémités supérieure et inférieure des éprouvettes sur toute leur surface, chaque extrémité doit être tour à tour pressée en appliquant une charge de 3 kN ± 1 kN, sur un marbre recouvert de papier carbone ou ferroproussiate et de papier filtre de qualité dure (épaisseur de 0,15 mm) conformément à l'ISO 10059-1. Les éprouvettes qui ne donnent pas deux impressions intégrales et bien visibles doivent être rectifiées de nouveau.

### 6.4.2 Parallélisme des surfaces d'application de la charge

Le parallélisme des éprouvettes doit être vérifié en réalisant quatre mesurages de la hauteur aux extrémités de deux diamètres perpendiculaires pour un cylindre, ou le long de quatre arêtes entre les surfaces d'application de la charge pour un cube. L'écart entre deux de ces mesurages ne doit pas être supérieur à 0,2 mm.

### 6.4.3 Perpendicularité

La perpendicularité doit être vérifiée en posant l'éprouvette sur une surface plane et en plaçant une équerre le long des côtés de l'éprouvette, à quatre emplacements choisis pour les mesurages de hauteur. L'espace entre le côté de l'éprouvette et l'équerre ne doit pas être supérieur à 0,5 mm lorsqu'il est mesuré avec des jauges d'épaisseur.

## 6.5 Séchage et traitements

Les éprouvettes préparées doivent être soigneusement séchées à masse constante dans une étuve chauffée à 110 °C ± 5 °C pendant 24 h. Elles sont ensuite refroidies à température ambiante et stockées sous atmosphère peu humide jusqu'au début de l'essai. Le cas échéant, un pré-traitement doit être réalisé sur les produits réfractaires non façonnés denses, conformément à l'ISO 1927-5.

Pour les éprouvettes non cuites, l'essai doit être réalisé immédiatement après séchage et refroidissement. Pour les éprouvettes cuites, l'essai doit être réalisé dans les trois jours après séchage et refroidissement.

## 7 Modes opératoires

### 7.1 Mesurage des dimensions

#### 7.1.1 Diamètre

- a) Pour les éprouvettes cylindriques, mesurer à 0,1 mm près deux diamètres perpendiculaires de chaque surface d'application de la charge à l'aide du pied à coulisse. À partir de la moyenne arithmétique de ces quatre mesurages, calculer l'aire initiale de la section transversale  $A_0$ .
- b) Pour les éprouvettes cubiques, mesurer à 0,1 mm près deux médianes perpendiculaires de chaque surface d'application de la charge à l'aide du pied à coulisse. À partir de la moyenne arithmétique de ces quatre mesurages, calculer l'aire initiale de la section transversale  $A_0$ .

#### 7.1.2 Hauteur

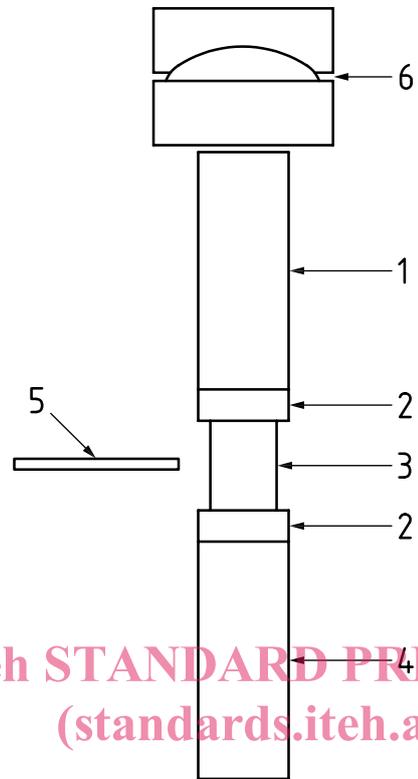
- a) Pour les éprouvettes cylindriques, mesurer à 0,1 mm près quatre hauteurs aux extrémités de deux diamètres perpendiculaires à l'aide du pied à coulisse. À partir de la moyenne arithmétique de ces quatre mesurages, calculer la hauteur moyenne  $h_0$ .
- b) Pour les éprouvettes cubiques, le mesurage doit s'effectuer dans le sens de la charge. Mesurer à 0,1 mm près quatre hauteurs au centre des arêtes à l'aide du pied à coulisse. À partir de la moyenne arithmétique de ces quatre mesurages, calculer la hauteur moyenne  $h_0$ .

ISO 22685:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1eab9044-0e49-4260-bdd0-fe9d0c363cd/iso-22685-2021>

## 7.2 Installation

7.2.1 Installer l'éprouvette conformément à la [Figure 1](#).



iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 22685:2021

### Légende

- 1 colonne d'application de la charge
- 2 disque
- 3 éprouvette
- 4 colonne d'appui
- 5 thermocouple
- 6 surface d'appui sphérique

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1eab9044-0e49-4260-bdd0-fe9d0c363cd/iso-22685-2021>

Figure 1 — Installation de l'éprouvette avec disques, colonnes et thermocouple

7.2.2 Vérifier le thermocouple, la cellule de charge, le transducteur de déplacement et contrôler que les valeurs de charge, de température et de déformation sont enregistrées en continu.

## 7.3 Chauffage

### 7.3.1 Température d'essai

La température d'essai doit être réglée conformément aux exigences produit définies ou faire l'objet d'un accord entre les parties concernées.

### 7.3.2 Vitesse de montée en température

Pour les produits réfractaires façonnés, la vitesse de montée en température doit être d'environ 5 °C/min à 10 °C/min. Pour les produits réfractaires non façonnés, la vitesse de montée en température doit être d'environ 4 °C/min à 6 °C/min. Pour les éprouvettes qui subissent d'évidentes transformations de phase, tels que les réfractaires de silice, chauffer jusqu'à 850 °C à une vitesse d'environ 2 °C/min à 3 °C/