

---

---

**Matériaux réfractaires —  
Détermination de la résistance à  
l'abrasion à température élevée**

*Refractory materials — Determination of abrasion resistance at  
elevated temperature*

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

[ISO 16349:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a4cfa6b-a4b0-4268-9549-b87187dbc13f/iso-16349-2015)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a4cfa6b-a4b0-4268-9549-  
b87187dbc13f/iso-16349-2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a4cfa6b-a4b0-4268-9549-b87187dbc13f/iso-16349-2015)



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

ISO 16349:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a4cfa6b-a4b0-4268-9549-b87187dbc13f/iso-16349-2015>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2015

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](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

# Sommaire

Page

|  |          |
|--|----------|
| Avant-propos.....  | iv       |
| <b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....  | <b>1</b> |
| <b>2</b> <b>Références normatives</b> .....  | <b>1</b> |
| <b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....  | <b>1</b> |
| <b>4</b> <b>Principe</b> .....   | <b>1</b> |
| <b>5</b> <b>Appareillage</b> .....   | <b>1</b> |
| <b>6</b> <b>Éprouvettes</b> .....  | <b>5</b> |
| 6.1    Généralités.....  | 5        |
| 6.2    Réfractaires façonnés.....  | 5        |
| 6.3    Réfractaires non façonnés.....  | 5        |
| <b>7</b> <b>Mode opératoire</b> .....  | <b>5</b> |
| <b>8</b> <b>Calculs</b> .....  | <b>6</b> |
| <b>9</b> <b>Rapport d'essai</b> .....  | <b>6</b> |
| <b>Annexe A (informative) Détermination de la température de surface des éprouvettes</b> ..... | <b>7</b> |
| <b>Annexe B (informative) Données de fidélité pour la résistance à l'abrasion</b> .....        | <b>8</b> |

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

[ISO 16349:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a4cfa6b-a4b0-4268-9549-b87187dbc13f/iso-16349-2015)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a4cfa6b-a4b0-4268-9549-b87187dbc13f/iso-16349-2015>

## 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 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. 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 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'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [Avant-propos — Informations supplémentaires](http://www.iso.org/standards).

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 33, *Matériaux réfractaires*.

# Matériaux réfractaires — Détermination de la résistance à l'abrasion à température élevée

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode d'essai visant à déterminer la résistance à l'abrasion des matériaux réfractaires à température élevée. La température d'essai ne pourra dépasser 1 300 °C.

## 2 Références normatives

Les documents ci-après, dans leur intégralité ou non, sont des références normatives indispensables à 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 (y compris les éventuels amendements) s'applique.

ISO 565, *Tamis de contrôle — Tissus métalliques, tôles métalliques perforées et feuilles électroformées — Dimensions nominales des ouvertures.*

ISO 5017, *Produits réfractaires façonnés denses — Détermination de la masse volumique apparente, de la porosité ouverte et de la porosité totale.*

ISO 16282:2007, *Méthodes d'essai des produits réfractaires façonnés denses — Détermination de la résistance à l'abrasion à température ambiante.*

## 3 Termes et définitions

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

### 3.1

#### **résistance à l'abrasion à température élevée**

capacité des éprouvettes réfractaires à résister à l'usure superficielle causée par l'action mécanique de solides en mouvement à grande vitesse, à température élevée

## 4 Principe

Cette méthode permet de déterminer le volume de matériau abrasé sur la surface plane d'une éprouvette disposée perpendiculairement à une buse projetant 1 000 g de carbure de silicium tamisé dans un jet d'air comprimé à 450 kPa, à température élevée.

## 5 Appareillage

**5.1 Abrasimètre**, permettant de mesurer la résistance à l'abrasion d'éprouvettes réfractaires à température élevée, principalement constitué d'un dispositif de sablage, d'un four pour l'essai et d'autres éléments (voir [Figure 1](#)).

**5.1.1 Dispositif de sablage.** La fonction du diffuseur venturi et de la buse est la même que selon [5.1.1](#) et [5.1.2](#) de l'ISO 16282:2007, dont la Figure 1 indique la structure et les paramètres. La seule différence est que le tube en verre de la buse est remplacé par un tube en corindon, d'une longueur de 236 mm.

## 5.1.2 Système d'alimentation en air comprimé

**5.1.2.1 Alimentation en air comprimé:** Air comprimé propre, sec, fourni au pistolet de sablage à la pression souhaitée grâce à un régulateur.

**5.1.2.2 Manomètre de précision,** ayant une précision de 0,4 et une capacité de mesurage comprise entre 0 kPa et 600 kPa, monté le plus près possible du pistolet de sablage.

**5.1.3 Abrasif,** constitué de carbure de silicium ayant une distribution granulométrique telle qu'indiquée dans le [Tableau 1](#). Avant l'utilisation, retirer le refus du tamis ISO de 850 µm et le passant du tamis ISO de 300 µm.

**Tableau 1 — Analyse granulométrique de l'abrasif**

| Ouvertures<br>(ISO 565:— R 40/3) µm | Refus de tamis<br>% |
|-------------------------------------|---------------------|
| 850                                 | Traces              |
| 600                                 | 20 ± 2              |
| 300                                 | 80 ± 3              |
| 212                                 | 2 max.              |
| < 212                               | Traces              |

NOTE Le carbure de silicium correspond à la catégorie de taille de grain P36 de la FEPA.

**5.1.4 Système d'alimentation en abrasif,** voir [Figure 1](#). L'entonnoir de chargement doit comporter un orifice approprié permettant de fournir (1000 ± 5) g d'abrasif dans l'entonnoir d'alimentation en (900 ± 30) s. Il doit y avoir un intervalle entre l'orifice et l'entonnoir d'alimentation, pour que l'air puisse pénétrer dans le pistolet de sablage en même temps que l'abrasif.

**5.1.5 Four d'essai,** tel qu'illustré à la [Figure 1](#), constitué des éléments suivants:

**5.1.5.1 Chambre de régulation de pression.** La chambre de régulation de pression est reliée à la chambre d'essai et comporte un orifice d'échappement de l'air vicié. Un collecteur de poussières est monté sur l'orifice d'évacuation afin de purifier l'air. L'orifice est muni d'une valve permettant de réguler la pression à l'intérieur de la chambre de régulation de pression.

**5.1.5.2 Bague de séparation.** La bague de séparation est constituée de corindon avec un diamètre intérieur à 12 mm. L'interface inférieure de la buse se situe à une certaine distance au-dessus de la bague de séparation. L'air froid et l'abrasif provenant de la buse peuvent être séparés au niveau de la bague de séparation, l'abrasif pénétrant alors dans la chambre d'essai et l'air froid étant évacué par l'orifice d'échappement mentionné en [5.1.5.1](#). La distance entre l'interface inférieure de la buse et la bague de séparation permet de réguler et de stabiliser la pression de la chambre d'essai.

**5.1.5.3 Tube de protection,** constitué d'un matériau résistant à une température de 1 400 °C, d'une longueur de 125 mm, ayant un conduit intérieur de forme conique, une interface supérieure de 16 mm de diamètre intérieur et une interface inférieure de 40 mm de diamètre intérieur. Le tube de protection, inséré dans la bague de séparation, pénètre dans le four. L'abrasif est projeté sur l'éprouvette à travers le tube.

**5.1.5.4 Chambre d'essai,** étanche à l'air, conforme aux exigences énoncées en [7.3](#) et [7.4](#). La température à l'intérieur du four ne doit pas varier de plus de ± 10°C. Au cours de l'essai, la température de l'éprouvette

ne doit pas baisser de plus de 20 °C (voir méthode expérimentale en [Annexe A](#)). Les écrans utilisés pour protéger l'élément chauffant des projections d'abrasif sont disposés dans la chambre d'essai.

L'éprouvette d'essai est placée sur le piédestal de l'éprouvette d'essai. La distance entre le tube protecteur et l'éprouvette d'essai peut être réglée. L'indicateur de pression est relié sur la partie supérieure de la chambre, pour mesurer la pression à l'intérieur de la chambre.

## **5.2 Dispositif de contrôle du volume de l'éprouvette**

**5.2.1 Balance**, ayant une capacité de pesée de 2000 g et une précision de 0,1 g.

**5.2.2 Récipient doté d'un tuyau de trop-plein.**

**5.2.3 Dispositif d'évacuation.**

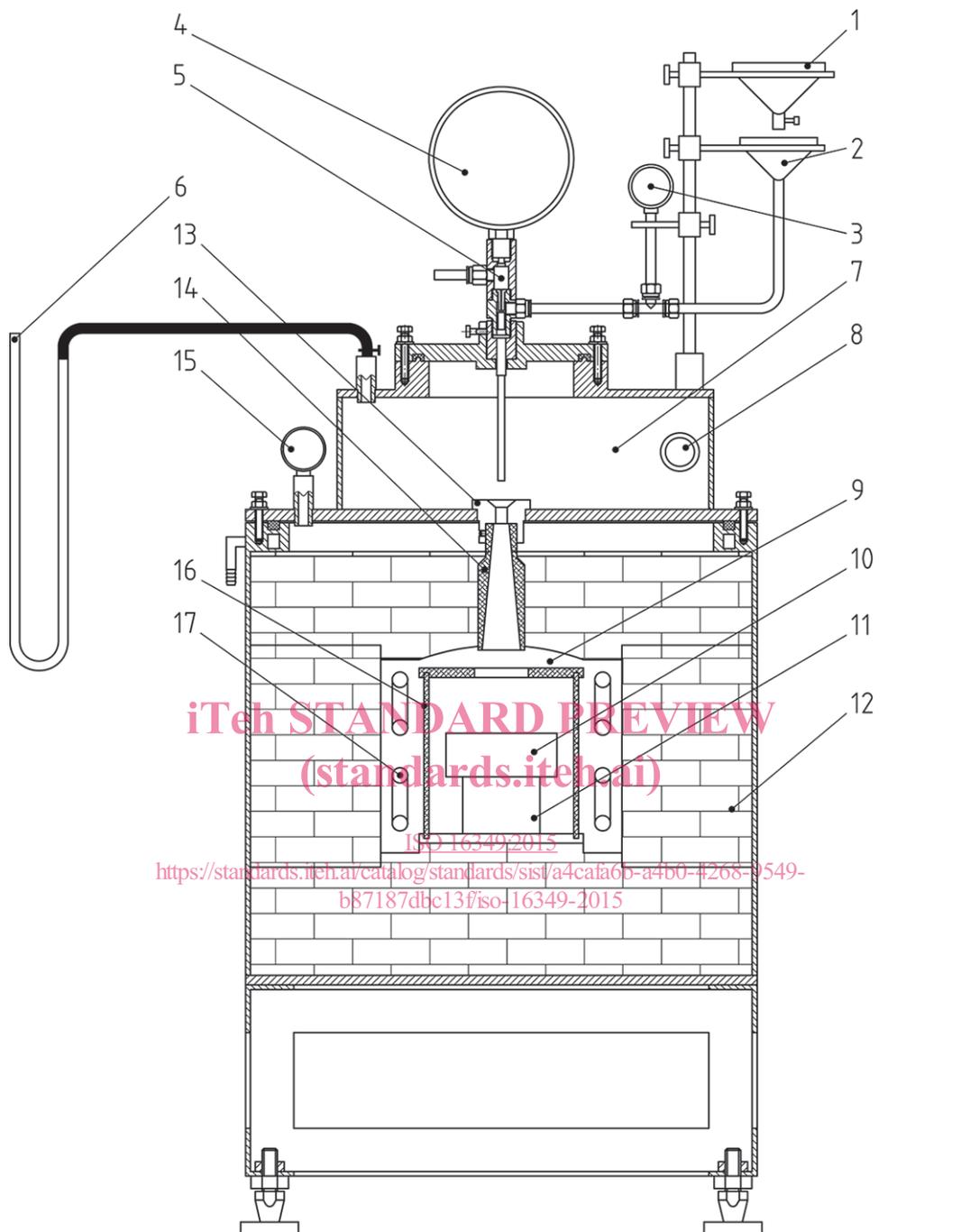
**5.2.4 Liquide d'imbibition.**

**5.2.5 Fente pour liquide d'imbibition.**

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

[ISO 16349:2015](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a4cfa6b-a4b0-4268-9549-b87187dbc13f/iso-16349-2015>



iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)  
ISO 16349:2015  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a4cafa65-a4b0-4268-9549-b87187dbc137/iso-16349-2015>

**Légende**

- |                            |                                     |                         |   |
|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------|---|
| 1 entonnoir de chargement  | 6 manomètre de type U               | 10 éprouvette           | 14 tube de protection                         |
| 2 entonnoir d'alimentation | 7 chambre de régulation de pression | 11 support d'éprouvette | 15 manomètre                                  |
| 3 manomètre à vide         | 8 orifice d'échappement             | 12 paroi du four        | 16 écran de protection de l'élément chauffant |
| 4 manomètre de précision   | 9 chambre d'essai                   | 13 bague de séparation  | 17 élément chauffant                          |
| 5 dispositif de sablage    |                                     |                         |   |

**Figure 1 — Représentation schématique de l'abrasimètre**

## 6 Éprouvettes

### 6.1 Généralités

Le nombre de lots à soumettre à essai, ainsi que le nombre d'éprouvettes par lot, doivent faire l'objet d'un accord entre les parties et figurer dans le rapport d'essai.

### 6.2 Réfractaires façonnés

Pour tous les matériaux, à l'exception de ceux qui sont les plus résistants à l'abrasion, des éprouvettes de 114 mm × 114 mm × (30 à 40) mm doivent être prélevées à partir de briques ou de blocs réfractaires de sorte que l'une des surfaces carrées de chaque éprouvette soit une surface plane. Des éprouvettes de 100 mm × 100 mm × (25 à 40) mm peuvent être utilisées pour les matériaux les plus résistants à l'abrasion.

### 6.3 Réfractaires non façonnés

Les éprouvettes dont les dimensions sont précisées au 6.2 doivent directement provenir du matériau utilisé pour l'essai. Le mode opératoire de préparation, incluant le traitement, la cuisson et la température de cuisson, doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

NOTE Pour les réfractaires non façonnés et les briques non cuites, il est nécessaire de préchauffer ce type d'éprouvettes. La température de traitement est déterminée par la température de l'essai d'abrasion, pour une durée de 5 h. Toutes autres conditions de traitement thermique doivent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

## 7 Mode opératoire

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

7.1 Sécher les éprouvettes à une température comprise entre 105 °C et 110 °C jusqu'à masse constante.

ISO 16349:2015

7.2 Nettoyer l'éprouvette et mesurer son volume selon la méthode indiquée dans l'ISO 5017.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a4c9f61c-1b0-4268-9549-b87187dbc13f/iso-16349-2015>

Le volume de l'éprouvette d'essai doit être calculé par la formule suivante,  $V_1$ , en centimètres cubes.

$$V_1 = (m_3 - m_2) / \rho_{\text{liq}}$$

où

$m_2$  est la masse apparente de l'éprouvette immergée, en grammes,

$m_3$  est la masse de l'éprouvette d'essai imbibée, en grammes,

$\rho_{\text{liq}}$  est la densité du liquide d'immersion, en grammes par centimètres cubes.

7.3 Placer l'une des éprouvettes dans la chambre d'essai (5.1.5.4), avec la face carrée (114 mm x 114 mm ou 100 mm x 100 mm) perpendiculaire (angle de 90°) au tube de protection (5.1.5.3), à 120 mm de ce dernier. Il convient que la surface d'essai soit une face taillée.

7.4 Fermer la porte du four, mettre ce dernier en marche, augmenter la température à raison de (5 à 8) °C/min pour passer de la température ambiante à 1 000 °C, puis à raison de (3 à 5) °C/min pour passer de 1000 °C à la température d'essai; maintenir la température d'essai pendant 30 min.

7.5 Mettre en marche l'alimentation en air comprimé (5.1.2.1) et régler la pression à (450 ± 7) kPa. Vérifier le degré de vide au sein du dispositif de sablage à l'aide du manomètre à vide. Si le manomètre à vide n'indique pas une pression minimale de 50 kPa, vérifier la position du tube de corindon ou l'état de l'alimentation en air comprimé.