



## Produits réfractaires — Détermination de la résistance pyroscopique (réfractarité)

*Refractory products — Determination of pyrometric cone equivalent (refractoriness)*

Première édition — 1983-12-01

ITEH STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 528:1983

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7f64a0b9-b87c-49b8-8956-b0db805be3a9/iso-528-1983>

CDU 666.76 : 620.1 : 536.4

Réf. n° : ISO 528-1983 (F)

Descripteurs : produit réfractaire, essai, détermination, réfractarité, matériel d'essai.

Prix basé sur 5 pages

## 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 confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 528 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 33, *Matériaux réfractaires*, et a été soumise aux comités membres en janvier 1982.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

|                         |          |                 |
|-------------------------|----------|-----------------|
| Afrique du Sud, Rép. d' | France   | Roumanie        |
| Allemagne, R. F.        | Hongrie  | Royaume-Uni     |
| Australie               | Inde     | Suède           |
| Autriche                | Italie   | Tchécoslovaquie |
| Brésil                  | Mexique  | Thaïlande       |
| Chine                   | Norvège  | URSS            |
| Corée, Rép. de          | Pays-Bas | USA             |
| Égypte, Rép. arabe d'   | Pologne  |                 |
| Espagne                 | Portugal |                 |

Le comité membre du pays suivant l'a désapprouvée pour des raisons techniques :

Canada

Cette Norme internationale annule et remplace la Recommandation ISO/R 528-1966, dont elle constitue une révision technique.

# Produits réfractaires — Détermination de la résistance pyroscopique (réfractarité)

## 1 Objet et domaine d'application

**1.1** La présente Norme internationale spécifie une méthode pour la détermination de la résistance pyroscopique (réfractarité) des produits et matériaux réfractaires, siliceux, silico-argileux à faible teneur en alumine et silico-argileux.

**1.2** Le domaine d'utilisation pratique dépend des cônes pyroscopiques convenables dont on dispose. Dans l'intervalle de température de 1 500 à 1 800 °C, les cônes pyroscopiques définis dans l'ISO/R 1146 conviennent.

**1.3** Bien que les cônes pyroscopiques soient réalisés en priorité pour estimer l'effet de la température sur les produits siliceux, silico-argileux à faible teneur en alumine et silico-argileux en fonction de leur composition, la méthode peut aussi être utilisée pour déterminer la réfractarité d'autres matériaux et produits réfractaires mais il se peut que les résultats soient alors moins précis.

## 2 Références

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

ISO/R 836, *Vocabulaire pour l'industrie des matériaux réfractaires.*

ISO/R 1146, *Cônes pyroscopiques de référence.*

ISO 5022, *Produits réfractaires façonnés — Échantillonnage et contrôle de réception.*

## 3 Définitions

**3.1 réfractarité** : Propriété caractéristique d'un produit de résister aux hautes températures.<sup>1)</sup>

1) Cette définition est extraite de l'ISO/R 836.

2) Afin que cette exigence puisse être satisfaite quand des cônes pyroscopiques de référence de 30 mm de hauteur sont utilisés (hauteur conventionnelle), un four cylindrique devrait avoir une chambre d'au moins 80 mm de diamètre utilisable et un four rectangulaire devrait avoir une chambre d'au moins 60 mm de hauteur et 100 mm de largeur.

3) L'uniformité peut être mesurée au moyen de thermocouples ou en utilisant des cônes pyroscopiques de référence.

4) Certains fours (par exemple, le four Tammann et certains types de fours chauffés à l'oxygène et aux hydrocarbures) ne conviennent pas à cet essai en raison de la haute teneur en gaz réducteur ou en vapeur d'eau de leur atmosphère.

**3.2 cône pyroscopique de référence** : Pyramide triangulaire tronquée aux arêtes rectilignes, de forme et de dimensions spécifiées, de composition telle que quand elle est élevée en température dans des conditions spécifiées, elle s'affaisse à la température de référence.

**3.3 température de référence; température d'affaissement** : Température à laquelle le sommet du cône pyroscopique de référence touche le support quand la montée en température suit des conditions spécifiées.

## 4 Principe

Des éprouvettes de matériaux ou produits réfractaires sont élevées en température dans des conditions spécifiées et comparées à des cônes pyroscopiques de réfractarité connue, leur comportement étant apprécié par rapport à ces cônes de référence.

## 5 Appareillage

### 5.1 Four.

**5.1.1** Le four utilisé pour la détermination de la résistance pyroscopique peut être cylindrique ou rectangulaire, vertical ou horizontal.

**5.1.2** Dans les conditions d'essai, la différence de température entre le point le plus froid et le point le plus chaud de l'espace occupé par les supports, les éprouvettes et les cônes de référence ne doit pas excéder 10 °C (soit l'équivalent d'un demi-numéro de cône pyroscopique).<sup>2)</sup> L'uniformité de la température doit être contrôlée de temps en temps.<sup>3)</sup>

**5.1.3** Le four doit permettre d'atteindre la température désirée selon la vitesse spécifiée en 5.2 et 5.3.

**5.1.4** L'atmosphère du four doit comporter de l'oxygène libre à tous moments.<sup>4)</sup>

**5.1.5** Dans le cas d'un four à flamme, les cônes pyroscopiques de référence ainsi que les éprouvettes doivent être protégés de toute action directe de la flamme et des tourbillons de gaz chaud.

## 5.2 Cônes de référence.

**5.2.1** Les cônes de la résistance pyroscopique de référence utilisés devraient de préférence être conformes aux exigences de l'ISO/R 1146.

**5.2.2** Alternativement la méthode de détermination de la résistance pyroscopique spécifiée dans la présente Norme internationale peut être estimée satisfaisante si d'autres cônes pyroscopiques sont utilisés, à condition que :

- a) le fabricant des cônes fasse connaître leurs températures de références respectives;
- b) les cônes soient conformes<sup>1)</sup> aux températures de référence avec la tolérance admise dans l'ISO/R 1146;
- c) le fabricant de cônes ait spécifié l'angle d'inclinaison de l'arête des cônes ou de la face opposée par rapport à la verticale et la vitesse ou les vitesses de montée en température des cônes (voir 9.3);
- d) l'organisme qui réalise la détermination soit différent de celui pour lequel cet essai est effectué. Ils doivent se mettre d'accord sur le type de cônes de référence à utiliser.

## 5.3 Support des cônes pyroscopiques de référence et des éprouvettes.

**5.3.1** Le support des cônes pyroscopiques de référence et des éprouvettes est constitué selon le type de four utilisé d'une plaque rectangulaire ou d'un disque de matériau réfractaire ayant des faces planes et parallèles.

**5.3.2** Le support et le coulis réfractaire utilisé pour sceller les cônes pyroscopiques de référence et les éprouvettes au support, ne doivent pas avoir d'action sur les cônes pyroscopiques de référence et sur les éprouvettes.

**5.3.3** Afin de diminuer les effets d'une répartition irrégulière de la température dans le four, il peut être possible de prévoir un mouvement relatif du support au cours de la détermination de la résistance pyroscopique, par exemple la rotation de ce support autour d'un axe vertical.

## 6 Éprouvettes

### 6.1 Échantillonnage

Le nombre d'individus (par exemple, briques), ou la quantité de matériau à soumettre à l'essai, doit être déterminé en suivant

les prescriptions d'une norme d'échantillonnage agréée entre les parties concernées.<sup>2)</sup>

### 6.2 Forme et dimensions

Chaque éprouvette doit avoir une forme géométrique semblable à celle du cône pyroscopique qui est utilisé. Chaque éprouvette doit avoir une hauteur comprise entre 100 et 120 % de la hauteur du cône de référence utilisé.

### 6.3 Préparation des éprouvettes

#### 6.3.1 Généralités

Les éprouvettes provenant de produits façonnés et de produits non façonnés préculs doivent, si possible, être taillées conformément aux prescriptions données en 6.3.2. Si elles ne peuvent pas être taillées, elles seront moulées à partir du produit broyé conformément aux prescriptions données en 6.3.3. Les éprouvettes à préparer à partir de poudre ou de matériaux en grains doivent toujours être moulées selon 6.3.3.

#### 6.3.2 Éprouvettes taillées

**6.3.2.1** Les éprouvettes prélevées dans des briques ou des pièces de forme doivent être taillées avec une scie et rectifiées à la meule. La peau des matériaux cuits doit être enlevée.

**6.3.2.2** Les échantillons de matériaux non façonnés tels que réfractaires plastiques, pisés, ciments réfractaires et bétons réfractaires doivent être façonnés et cuits en fonction du matériau et des conditions d'utilisation. La température de cuisson doit être indiquée dans le procès-verbal d'essai. Les éprouvettes doivent être taillées dans le matériau cuit, à l'aide d'une scie, et rectifiées à la meule. La peau du matériau cuit doit être enlevée.

**6.3.2.3** Pour la préparation des pièces taillées (voir 6.3.2.1 et 6.3.2.2), il est souhaitable, dans un premier stade, de découper un prisme à angle droit de dimensions convenables (15 mm × 15 mm × 40 mm pour une éprouvette de 30 mm de hauteur) et, si le matériau réfractaire a une texture grossière ou friable, il est conseillé de l'imprégner avec une résine convenable donnant moins de 0,5 % de cendres (par exemple, du baume du Canada). Ce prisme à angle droit est ensuite taillé et rectifié.

#### 6.3.3 Éprouvettes moulées

**6.3.3.1** Les éprouvettes de matières premières et de matériaux réfractaires non façonnés, et celles de matériaux réfractaires façonnés à partir desquels des éprouvettes ne peuvent être taillées conformément à 6.3.2, doivent être préparées selon les prescriptions données en 6.3.3.2 à 6.3.3.6.

**6.3.3.2** Broyer l'échantillon ou les échantillons sélectionnés conformément à 6.1, de telle manière que la totalité du maté-

1) Cette condition peut être jugée comme étant remplie si le fabricant des cônes déclare qu'ils sont conformes à cette tolérance; autrement, ils devraient être soumis à l'essai conformément au chapitre 6 de l'ISO/R 1146.

2) Voir, par exemple, ISO 5022.

riau passe au travers des mailles d'un tamis d'ouverture nominale de 2 mm et conforme aux exigences de l'ISO 565 suivant un mode opératoire normalisé et agréé entre les parties. Réduire la quantité de matériau d'essai de façon appropriée afin de pouvoir préparer le nombre d'éprouvettes demandées. L'échantillon réduit est broyé dans un mortier d'agate jusqu'à ce qu'il passe entièrement à travers les mailles d'un tamis d'ouverture nominale de 180  $\mu\text{m}$  conformément aux exigences de l'ISO 565. Au cours du broyage, tamiser fréquemment le produit afin d'éviter la production d'un excès de poudre fine.<sup>1)</sup>

**6.3.3.3** À aucun moment le broyage et le concassage ne doivent introduire d'éléments étrangers. Homogénéiser soigneusement à tous les stades pour que les divers éléments des éprouvettes soient totalement représentatifs des échantillons.

**6.3.3.4** Pétrir l'échantillon réduit en poudre avec de l'eau à laquelle a été ajouté, si le matériau est maigre, un liant organique donnant un maximum de cendres de 0,5 %. Si le produit réagit avec l'eau, utiliser un autre liquide convenable.

**6.3.3.5** Mouler les éprouvettes dans un moule convenable.<sup>2)</sup>

**6.3.3.6** Les éprouvettes préparées à partir de matières premières qui subissent, pendant le réchauffement, des modifications considérables, devront être stabilisées par cuisson avant l'essai de résistance pyroscopique : en particulier, dans le cas des argiles, une calcination à 1 000 °C environ devrait être effectuée. Après calcination, les éprouvettes doivent être conformes aux indications données en 6.2.

## 7 Sélection des cônes pyroscopiques de référence

Les cônes pyroscopiques de référence sont sélectionnés avec les numéros suivants :

|                                                                                                       | Pour un support circulaire | Pour un support rectangulaire |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| a) Numéros des cônes soumis à l'essai correspondant à une réflectivité probable du matériau . . . . . | 2                          | 2                             |
| b) Avec cône de numéro immédiatement inférieur . . . . .                                              | 1                          | 2                             |
| c) Avec cône de numéro immédiatement supérieur . . . . .                                              | 1                          | 2                             |

## 8 Préparation du support

**8.1** Placer sur le support deux éprouvettes et les cônes pyroscopiques de référence sélectionnés selon les indications du chapitre 7, en les déposant en suivant l'une des possibilités de la figure 1, en fonction de la forme du support, circulaire ou rectangulaire. Laisser un espace suffisant pour que les cônes ne rencontrent aucun obstacle quand ils se courbent. Fixer au support la base de chacun des cônes, à l'aide de coulis réfractaire.

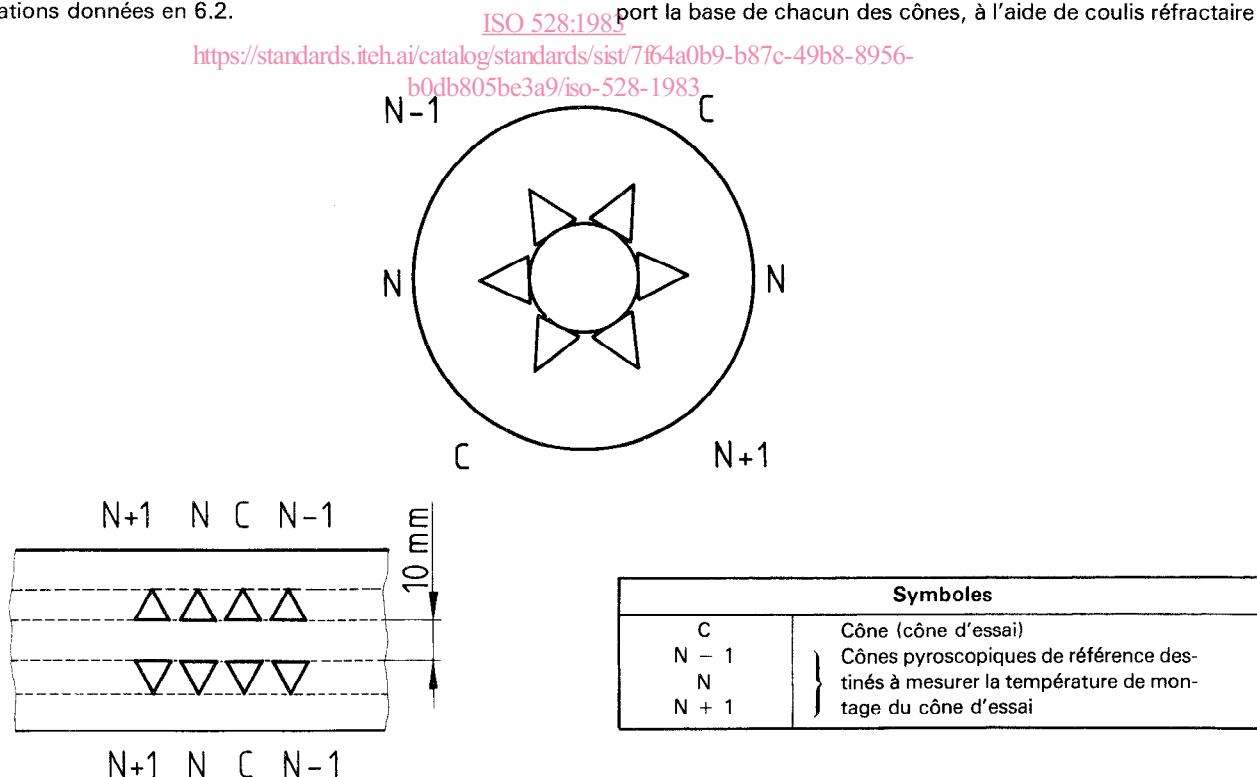
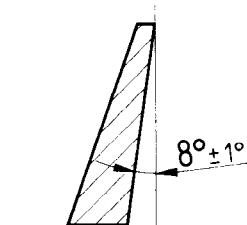


Figure 1 — Exemple de position des cônes

1) Moins de 50 % de l'échantillon concassé devrait passer au travers des mailles d'un tamis d'ouverture nominale de 90  $\mu\text{m}$  excepté dans le cas de matières premières contenant, à la réception, un pourcentage de « fines » supérieur à 50 %.

2) Un moule approprié est illustré dans l'annexe.

**8.2** Les éprouvettes et les cônes pyroscopiques de référence doivent être disposés de telle manière que l'angle formé avec la verticale par l'arête ou la face opposée<sup>1)</sup> soit celui spécifié par le fabricant de cônes (voir figure 2).



**Figure 2 — Cône pyroscopique de référence montrant l'angle typique, formé avec la verticale, par l'arête ou la face**

## 9 Mode opératoire

**9.1** Disposer le support, les éprouvettes et les cônes de référence dans la zone du four où la température est uniforme.

**9.2** Pendant une période de 1 1/2 h à 2 h, élever la température du four à 200 °C au-dessous de la température de réfractarité probable du matériau.

**9.3** Élever ensuite la température à une vitesse moyenne constante égale à 2,5 °C/min<sup>2)</sup> ou, si le paragraphe 5.2.2 est suivi, à la vitesse spécifiée par le fabricant de cônes. Maintenir cette vitesse de chauffage de telle manière qu'à tout moment l'écart avec la courbe théorique de montée en température soit inférieur à 10 °C.

**9.4** Arrêter le chauffage aussitôt que la pointe de l'une des éprouvettes vient en contact avec le support ou, si les éprouvettes ne sont pas visibles durant l'essai, à une température correspondant à la résistance pyroscopique du cône de référence le plus près de la réfractarité présumée du matériau soumis à l'essai, repérée lors d'un essai préliminaire, effectué à l'aide d'un pyromètre optique ou d'un thermocouple, sur un cône de référence pyrométrique ayant cette réfractarité.

**9.5** Retirer le support du four et noter le numéro du cône pyroscopique de référence qui s'est affaissé de la même façon que chacune des éprouvettes ou, si nécessaire, les numéros des deux cônes pyroscopiques de référence qui se sont inclinés un peu plus ou un peu moins que les éprouvettes.

**9.6** Répéter l'essai si une ou plusieurs éprouvettes ou cônes de référence ne se sont pas inclinés de façon normale ou si la différence des affaissements des deux éprouvettes est supérieure à un demi-numéro de cône pyroscopique.

## 10 Interprétation des résultats

**10.1** L'indice de résistance pyroscopique du matériau soumis à l'essai est exprimé par le numéro ou les numéros du ou des cônes pyroscopiques définis en 9.5.

**10.2** Le rapport de l'essai doit inclure

- le nom de l'établissement réalisant l'essai;
- la date de l'essai;
- la référence à la présente Norme internationale par exemple «détermination de la réfractarité conformément à l'ISO 528»;
- le produit ou matériau soumis à l'essai (fabricant, type, numéro du lot, etc.);
- si l'éprouvette a été taillée ou moulée;
- si nécessaire, la température du préchauffage, calcination de l'éprouvette (voir 6.3.3.1 et 6.3.3.6);
- le cône pyroscopique équivalant à l'éprouvette et le type de cônes pyroscopiques de référence utilisés, par exemple ISO 170 de l'ISO/R 1146.

**10.3** Dans le cas d'essais répétés, tous les résultats obtenus doivent être notés et pas seulement la moyenne des résultats.

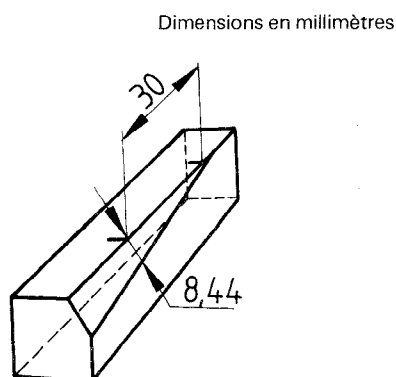
1) Quand l'une de ces alternatives est adoptée, elle apparaîtra d'après la forme du cône de référence.

2) La vitesse de chauffage de 2,5 °C/min correspond à un intervalle de temps égal à 8 min environ entre les affaissements de deux cônes pyroscopiques de référence.

## Annexe

### Moule type pour éprouvettes moulées

La figure 3<sup>1)</sup> illustre un moule type pouvant être considéré comme approprié pour la préparation d'éprouvettes moulées (voir 6.3.3.6).



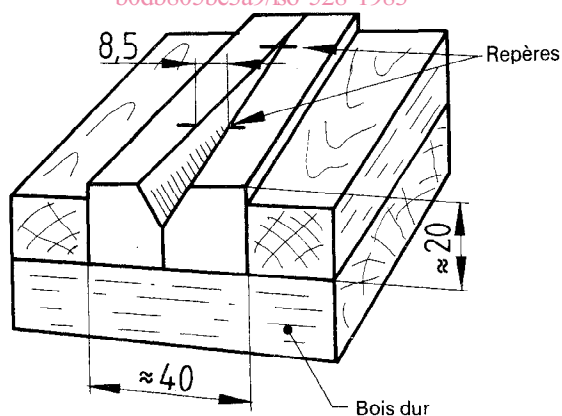
Moitié gauche du  
moule fendu

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

NOTE — Fabrication en cuivre ou en acier, de préférence trempé, avec polissage des surfaces importantes.

ISO 528:1983

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7f64a0b9-b87c-49b8-8956-b0db805be3a9/iso-528-1983>



Montage du moule

NOTE — Les repères indiquent la hauteur du cône.

Figure 3 — Moule type pour éprouvettes moulées

1) D'après une figure reprise, avec autorisation, de l'ASTM C 24.

Page blanche

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

ISO 528:1983

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7f64a0b9-b87c-49b8-8956-b0db805be3a9/iso-528-1983>