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

*Dense shaped refractory products — Determination of bulk density,
apparent porosity and true porosity*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 5017:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16d0c4b4-b2d3-4759-9fda-499c545a5308/iso-5017-1998)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16d0c4b4-b2d3-4759-9fda-499c545a5308/iso-5017-1998>



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 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.

La Norme internationale ISO 5017 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 33, *Matériaux réfractaires*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 5017:1988), dont elle constitue une révision technique.

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

ISO 5017:1998
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16d0c4b4-b2d3-4759-9fda-499c545a5308/iso-5017-1998

© ISO 1998

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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 et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse
Internet iso@iso.ch

Imprimé en Suisse

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

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode de détermination de la masse volumique apparente, de la porosité ouverte et de la porosité totale des produits réfractaires façonnés denses.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 758:1976, *Produits chimiques liquides à usage industriel — Détermination de la masse volumique à 20 °C.*

ISO 5018:1983, *Produits réfractaires — Détermination de la masse volumique absolue.*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale les définitions suivantes s'appliquent.

3.1

masse volumique apparente

ρ_b

rapport de la masse de la matière sèche d'un corps poreux à son volume apparent, exprimé en grammes par centimètre cube ou en kilogrammes par mètre cube

3.2

volume apparent

V_b

somme des volumes de la matière solide, des pores ouverts et des pores fermés dans un corps poreux

NOTE — La rugosité de surface limite la précision de la définition du volume apparent et, par conséquent, celle de la masse volumique apparente. C'est pourquoi la notion de la masse volumique apparente devient moins précise lorsque le volume d'échantillon diminue en dessous de certaines limites ou lorsque sa texture (taille des pores et des grains) est trop grossière.

3.3

masse volumique absolue

ρ_t

rapport de la masse de la matière sèche d'un corps poreux à son volume réel, exprimé en grammes par centimètre cube ou en kilogrammes par mètre cube, déterminé conformément à l'ISO 5018

3.4

volume réel

volume de la matière solide dans un corps poreux

3.5

pores ouverts

pores qui sont pénétrés par le liquide d'imbibition dans l'essai décrit

NOTE — Ces pores sont en principe tous ceux qui communiquent avec l'atmosphère soit directement, soit de proche en proche. Ici encore, la rugosité de surface impose une limite à la précision de la définition du volume des pores ouverts.

3.6

pores fermés

pores qui ne sont pas pénétrés par le liquide d'imbibition dans l'essai décrit

3.7

porosité ouverte

π_a

rapport du volume total des pores ouverts dans un corps poreux à son volume apparent, exprimé en pourcentage du volume apparent

3.8

porosité fermée

π_f

rapport du volume total des pores fermés dans un corps poreux à son volume apparent, exprimé en pourcentage du volume apparent

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 5017:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16d0c4b4-b2d3-4759-9fda-499c545a5308/iso-5017-1998)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16d0c4b4-b2d3-4759-9fda-499c545a5308/iso-5017-1998>

3.9

porosité totale

π_t

rapport du volume total des pores ouverts et des pores fermés au volume apparent du produit, exprimé en pourcentage

NOTE — Par conséquent, la porosité totale est la somme de la porosité ouverte et de la porosité fermée.

3.10

produit réfractaire façonné dense

produit ayant une porosité totale inférieure à 45 % (V/V)

4 Principe

4.1 Détermination par pesée des éléments suivants:

- masse de l'éprouvette sèche;
- masse apparente de l'éprouvette après immersion dans un liquide avec lequel elle a été imprégnée sous vide;
- masse à l'air libre de l'éprouvette alors qu'elle est encore imbibée de liquide.

À partir de ces valeurs et de la masse volumique absolue du matériau, déterminée par la méthode spécifiée dans l'ISO 5018:1983, détermination, par calcul, de la masse volumique apparente, de la porosité ouverte et de la porosité totale.

4.2 Dans la mesure où les pesées sont réalisées dans l'air et non sous vide, la fidélité des résultats ne nécessite aucune correction.

5 Appareillage et matériaux

5.1 **Étuve**, pouvant être contrôlée à $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

NOTE — Un four équipé d'un ventilateur favorise une distribution régulière de la température et un séchage efficace des éprouvettes.

5.2 **Balance**, avec une exactitude de $\pm 0,01\text{ g}$ et pouvant être aménagée de telle façon que les éprouvettes puissent être suspendues dans le liquide d'imbibition (voir figure 1).

5.3 **Béchers**, de dimensions appropriées, permettant de contenir les éprouvettes pendant l'imbibition (voir 7.2) et lors de la détermination de la masse apparente de l'éprouvette immergée (voir 7.3).

5.4 **Appareillage à vide**, capable de réduire la pression absolue à une valeur inférieure ou égale à $2\,500\text{ Pa}$ ($0,025\text{ bar}$), et dispositif permettant de mesurer la pression utilisée (voir figure 1).

5.5 **Thermomètre**, avec une exactitude de $\pm 1\text{ °C}$.

5.6 **Liquide d'imbibition**: Pour les matériaux qui ne réagissent pas avec l'eau, le liquide d'imbibition peut être de l'eau distillée froide. Pour les matériaux qui sont susceptibles de réagir avec l'eau, un liquide organique adapté doit être utilisé. Le liquide d'imbibition ne doit pas se fractionner à une pression supérieure à la pression absolue obtenue au cours de l'essai.

NOTE — La paraffine distillée peut par exemple être utilisée pour les matériaux hydratables.

5.7 **Dessiccateur**.

[ISO 5017:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16d0c4b4-b2d3-4759-9fda-499c545a5308/iso-5017-1998)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16d0c4b4-b2d3-4759-9fda-499c545a5308/iso-5017-1998>

6 Nombre et forme des éprouvettes

6.1 Le nombre de pièces (par exemple: briques, pièces de forme, busettes) à soumettre aux essais doit être déterminé par accord entre les parties intéressées.

6.2 Le nombre d'éprouvettes par pièce à soumettre aux essais doit être fixé par accord entre les parties intéressées et être mentionné dans le rapport d'essai. Dans le cas où plusieurs briques ou blocs sont utilisés pour les essais, le même nombre d'éprouvettes doit être prélevé dans chacune des pièces pour permettre l'évaluation statistique.

6.3 Les éprouvettes doivent être découpées en forme de prismes ou de cylindres. Le volume apparent d'une éprouvette doit être compris entre 50 cm^3 et 200 cm^3 . Le rapport entre la plus grande et la plus petite dimension ne doit pas dépasser 2:1.

NOTES

1 S'il n'est pas possible d'obtenir, à partir de la pièce, une éprouvette de taille et volume donnés, des éprouvettes ayant d'autres dimensions et volumes peuvent être utilisées, après accord entre les parties, et cela sera mentionné.

2 S'il est nécessaire de découper les éprouvettes dans une pièce susceptible de présenter des variations de masse volumique, il convient que la position des éprouvettes dans la pièce soit définie par accord entre les parties et mentionnée dans le rapport d'essai.

6.4 Toute éprouvette présentant des fissures doit être éliminée, celles-ci pouvant causer des erreurs dans la détermination du volume apparent.

7 Mode opératoire

7.1 Détermination de la masse de l'éprouvette sèche, m_1

Sécher l'éprouvette à $110 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ jusqu'à masse constante, c'est-à-dire jusqu'à ce que deux pesées successives, avant et après un séjour de 2 h à l'étuve (5.1), ne diffèrent pas de plus de 0,1 %.

Avant chaque pesée, placer l'éprouvette dans un dessiccateur (5.7) jusqu'à refroidissement à la température ambiante. Les pesées doivent être effectuées à 0,01 g près. La masse ainsi déterminée est la masse de l'éprouvette sèche, m_1 .

7.2 Imbibition de l'éprouvette

Voir figure 1.

Effectuer un essai pour vérifier que l'appareillage tiendra le vide. Placer l'éprouvette sèche et refroidie dans un récipient étanche. Dès que le récipient est fermé, faire le vide jusqu'à atteindre une pression égale ou inférieure à 2 500 Pa; maintenir ce vide pendant 15 min au moins. Pour s'assurer que l'air a été complètement éliminé des pores ouverts, isoler ou déconnecter le récipient de la pompe à vide et vérifier que la pression ne remonte pas à la suite d'un dégazage de l'éprouvette. Reconnecter le récipient à la pompe à vide et introduire progressivement le liquide d'imbibition (5.6) de façon qu'après 3 min l'éprouvette soit recouverte d'environ 20 mm de liquide. Maintenir cette pression réduite pendant 30 min, puis déconnecter la pompe et ouvrir le récipient. Attendre encore 30 min pour être sûr que le liquide a bien pénétré tous les pores ouverts. La ou les éprouvettes doivent rester couvertes par le liquide d'imbibition pendant toute l'imprégnation et jusqu'à leur extraction du liquide pour la pesée ultérieure (voir 7.3 et 7.4).

iTeh STANDARD PREVIEW

NOTE — Certains matériaux à fine porosité, tels que les réfractaires contenant du carbone et certains produits argileux, peuvent nécessiter de plus longues périodes d'évaporation et d'imbibition. Si un temps d'imbibition différent est utilisé, il convient de l'indiquer dans le rapport d'essai.

ISO 5017:1998

7.3 Détermination de la masse apparente de l'éprouvette immergée, m_2

Voir figure 2.

Suspendre l'éprouvette à l'aide d'un fil fin à partir du système de suspension de la balance (5.2) et la peser complètement immergée dans une certaine quantité de liquide d'imbibition contenu dans un bécher (5.3). Employer le pont si nécessaire. On obtient ainsi la masse apparente, m_2 , de l'éprouvette immergée. La pesée doit être effectuée à 0,01 g près. Déterminer la température du liquide d'imbibition à $\pm 1 \text{ °C}$ près.

7.4 Détermination de la masse de l'éprouvette imbibée, m_3

Extraire l'éprouvette du liquide et, sans attendre, l'essuyer rapidement et soigneusement, à l'aide d'une éponge ou d'un linge humide, afin de la débarrasser des gouttelettes et du film superficiel de liquide, sans toutefois retirer le liquide des pores.

NOTE — Des résultats cohérents ont été obtenus en utilisant une toile de lin réservée à cet usage qui, ayant été lavée deux ou trois fois lorsqu'elle est neuve pour éliminer l'apprêt, est immergée dans le liquide d'imbibition et légèrement essorée à la main avant chaque usage.

Peser immédiatement l'éprouvette dans l'air à 0,01 g près. S'assurer que l'évaporation du liquide d'imbibition ne provoque pas de perte de masse appréciable pendant les opérations de pesée. On obtient de cette manière la masse, m_3 , de l'éprouvette imbibée.

7.5 Détermination de la masse volumique du liquide d'imbibition

Déterminer la masse volumique, ρ_{liq} , du liquide d'imbibition ayant servi à l'opération à la température de l'essai, exprimée en grammes par centimètre cube ou en kilogrammes par mètre cube. Lorsqu'on utilise l'eau, la précision

de l'essai est telle que sa masse volumique entre 15°C et 30°C peut être supposée égale à 1,0 g/cm³. Se référer également à ISO 758.

8 Expression des résultats

8.1 La masse volumique apparente, ρ_b , exprimée en grammes par centimètre cube, est donnée par l'équation

$$\rho_b = \frac{m_1}{m_3 - m_2} \times \rho_{\text{liq}} \quad \dots(1)$$

La masse volumique apparente doit être exprimée en grammes par centimètre cube ou en kilogrammes par mètre cube [en multipliant le résultat de l'équation (1) par 10³]. Exprimer le résultat avec trois chiffres significatifs.

8.2 La porosité ouverte, π_a , exprimée en pourcentage en volume, est donnée par l'équation

$$\pi_a = \frac{m_3 - m_1}{m_3 - m_2} \times 100 \quad \dots(2)$$

8.3 La porosité totale, π_t , exprimée en pourcentage en volume, est donnée par l'équation

$$\pi_t = \frac{\rho_t - \rho_b}{\rho_t} \times 100 \quad \dots(3)$$

La porosité fermée, π_f , exprimée en pourcentage en volume, peut être calculée par l'équation

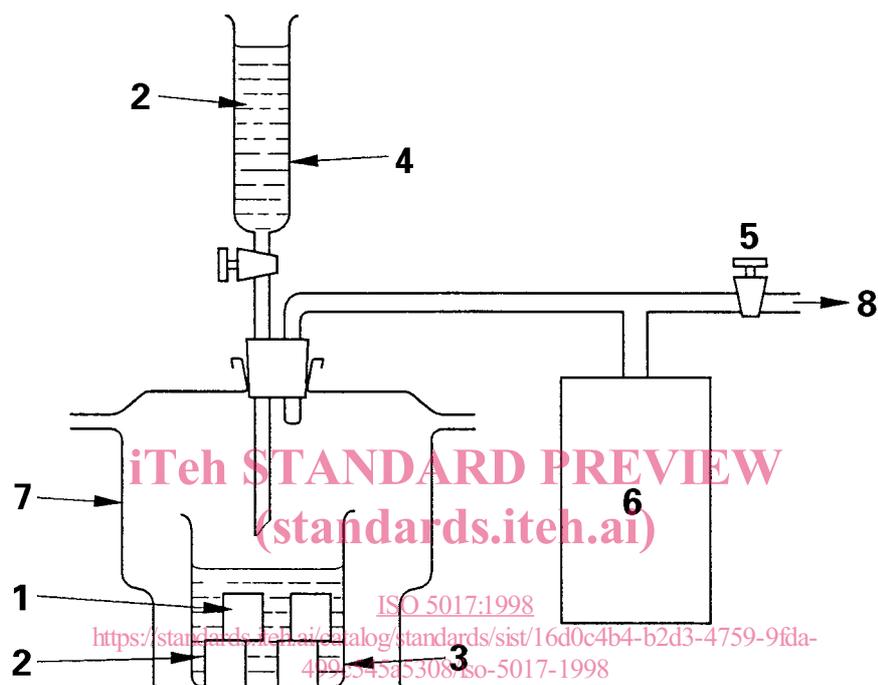
$$\pi_f = \pi_t - \pi_a \quad \dots(4)$$

Les valeurs de porosité doivent être données à 0,1 % (V/V).
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16d0c4b4-b2d3-4759-9fda-499c545a5308/iso-5017-1998>

9 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir au minimum les informations suivantes:

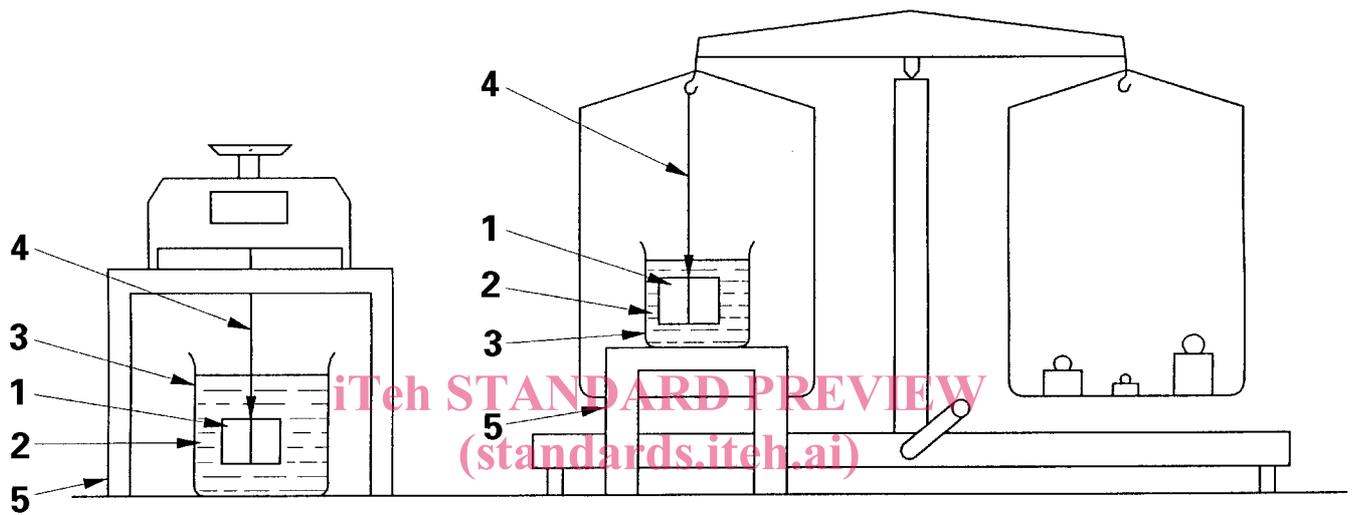
- a) le nom de l'établissement ayant réalisé l'essai;
- b) la date de l'essai;
- c) la référence à la présente Norme internationale, c'est-à-dire « déterminé conformément à l'ISO 5017:1998 »;
- d) la désignation du matériau soumis à essai (fabricant, type, numéro du lot, etc.);
- e) le nombre de pièces soumises à essai;
- f) le nombre d'éprouvettes par pièce et, le cas échéant, leur position;
- g) la pression résiduelle dans la chambre à vide;
- h) le liquide d'imbibition utilisé;
- i) les valeurs individuelles et la valeur moyenne de la masse volumique apparente, de la porosité ouverte et de la porosité totale pour chaque pièce.



Légende

- 1 Éprouvettes
- 2 Liquide d'imbibition
- 3 Bêcher
- 4 Entonnoir à robinet
- 5 Vanne d'isolation de la pompe
- 6 Dispositif de mesure de la pression (par exemple manomètre)
- 7 Dessiccateur
- 8 Sortie d'air (vers la pompe à vide)

Figure 1 — Exemple d'un appareillage pour l'immersion sous vide des éprouvettes



ISO 5017:1998

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16d0c4b4-b2d3-4759-9fda-499c545a5308/iso-5017-1998>

Légende

- 1 Éprouvette
- 2 Liquide d'imbibition
- 3 Bécher
- 4 Fil de suspension
- 5 Pot

Figure 2 — Dispositif pour déterminer la masse apparente de l'éprouvette immergée à l'aide de balances à simple et double plateaux