

---

---

**Matériaux métalliques frittés  
perméables — Détermination de la  
perméabilité aux fluides**

*Permeable sintered metal materials — Determination of fluid  
permeability*

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

[ISO 4022:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/64b1158c-4990-478f-a00c-f0e2fbc7547/iso-4022-2018)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/64b1158c-4990-478f-a00c-  
f0e2fbc7547/iso-4022-2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/64b1158c-4990-478f-a00c-f0e2fbc7547/iso-4022-2018)



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

ISO 4022:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/64b1158c-4990-478f-a00c-f0e2fbc7547/iso-4022-2018>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2018

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  
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

<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, définitions, symboles et unités</b> .....	<b>1</b>
3.1 Termes et définitions.....	1
3.2 Symboles et unités.....	3
<b>4 Principe</b> .....	<b>3</b>
<b>5 Éprouvette</b> .....	<b>3</b>
<b>6 Appareillage</b> .....	<b>3</b>
6.1 Appareils.....	3
6.2 Fluides d'essai.....	7
<b>7 Mode opératoire</b> .....	<b>8</b>
7.1 Mesurage de l'épaisseur et de la surface de l'éprouvette.....	8
7.1.1 Éprouvettes plates.....	8
7.1.2 Éprouvettes cylindriques creuses.....	8
7.2 Mesurage de la perte de charge.....	8
7.3 Mesurage du débit.....	8
7.4 Mesurage des pressions et des températures.....	9
<b>8 Expression des résultats</b> .....	<b>9</b>
8.1 Débit moyen.....	9
8.2 Masse volumique et viscosité moyennes.....	9
8.3 Calcul des résultats.....	9
8.4 Résultat final.....	10
<b>9 Rapport d'essai</b> .....	<b>10</b>
<b>Annexe A (informative) Écoulement des fluides à travers les matériaux poreux</b> .....	<b>11</b>
<b>Annexe B (informative) Fluides d'essai</b> .....	<b>14</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 119, *Métallurgie des poudres*, sous-comité SC 3, *Échantillonnage et méthodes d'essais des matériaux métalliques frittés (à l'exclusion des métaux-durs)*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 4022:1987), dont elle constitue une révision mineure avec les modifications suivantes:

- l'ordre de l'Article 3 et de l'Article 4 a été inversé et l'Article 3 a été scindé en 3.1 et 3.2;
- les entrées 3.1.3, 3.1.4, 3.1.5, 3.1.13 et 3.1.14 ont fait l'objet de révisions d'ordre rédactionnel;
- à l'Article 3: les entrées terminologiques «longueur» et «viscosité dynamique» ont été retirées;
- en 6.1.1 et 6.1.2, les Figures 1 et 2 ainsi que leurs légendes ont fait l'objet de révisions d'ordre rédactionnel;
- en 7.1.2, la première formule a été retirée et la Formule (2) a été corrigée, «l» a été remplacé par «1»;
- en 8.3, la Formule (12) a été corrigée, « $\rho$ » a été remplacé par « $q$ ».

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

# Matériaux métalliques frittés perméables — Détermination de la perméabilité aux fluides

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie une méthode pour déterminer la perméabilité aux fluides des matériaux métalliques frittés perméables dont la porosité est délibérément continue ou interconnectée. Les essais sont réalisés dans des conditions telles que la perméabilité aux fluides peut être exprimée par des coefficients de perméabilité visqueuse et inertielle (voir [Annexe A](#)).

Le présent document ne s'applique pas aux éprouvettes cylindriques creuses de grande longueur et de faible diamètre, qui induisent une perte de charge du fluide par l'écoulement le long de l'intérieur du cylindre, laquelle peut ne pas être négligeable par rapport à la perte de charge induite lorsque le fluide traverse la paroi (voir [A.5](#)).

## 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 2738, *Matériaux métalliques frittés, à l'exclusion des métaux-durs — Matériaux métalliques frittés perméables — Détermination de la masse volumique, de la teneur en huile et de la porosité ouverte*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/64b1158c-4990-478f-a00c-012fbc7547/iso-2738-2018>

## 3 Termes, définitions, symboles et unités

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 <http://www.electropedia.org/>.

### 3.1 Termes et définitions

#### 3.1.1

##### perméabilité

aptitude d'un métal poreux à laisser circuler un fluide sous l'influence d'un gradient de pression

#### 3.1.2

##### surface d'essai

surface du métal poreux, normale au sens d'écoulement du fluide

#### 3.1.3

##### épaisseur

dimension de l'éprouvette dans le sens d'écoulement du fluide

Note 1 à l'article: Pour les éprouvettes plates, cela équivaut à l'épaisseur.

Note 2 à l'article: Pour les cylindres creux, cela est obtenu avec les [Formules \(2\)](#) à [\(6\)](#).

### 3.1.4

#### **coefficient de perméabilité visqueuse**

débit-volume d'un fluide d'une viscosité d'une unité, traversant une surface d'une unité d'un métal poreux sous l'action d'un gradient de pression d'une unité lorsque la résistance opposée à l'écoulement du fluide est due seulement à des pertes visqueuses

Note 1 à l'article: Il est indépendant de la quantité de métal poreux traversée.

### 3.1.5

#### **coefficient de perméabilité inertielle**

débit-volume d'un fluide d'une masse volumique d'une unité, traversant une surface d'une unité d'un métal poreux sous l'action d'un gradient de pression d'une unité lorsque la résistance opposée à l'écoulement du fluide est due seulement à des pertes inertielles

Note 1 à l'article: Il est indépendant de la quantité de métal poreux traversée.

### 3.1.6

#### **débit-volume**

rapport du débit massique du fluide à sa masse volumique

### 3.1.7

#### **pression amont**

pression du fluide en amont de l'éprouvette

### 3.1.8

#### **pression aval**

pression du fluide en aval de l'éprouvette

### 3.1.9

#### **pression moyenne**

demi-somme des pressions amont et aval

[ISO 4022:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/64b1158c-4990-478f-a00c-f0e2fbc7547/iso-4022-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/64b1158c-4990-478f-a00c-f0e2fbc7547/iso-4022-2018>

### 3.1.10

#### **perte de charge**

différence entre les pressions en amont et en aval des surfaces de l'éprouvette poreuse

### 3.1.11

#### **gradient de pression**

rapport de la perte de charge à l'épaisseur de l'éprouvette poreuse

### 3.1.12

#### **vitesse**

rapport du débit volumique du fluide à la surface d'essai traversée

### 3.1.13

#### **masse volumique**

rapport de la masse du fluide d'essai à son volume, à température et pression moyennes

### 3.1.14

#### **correction instrumentale**

différence de pression observée entre les prises de pression amont et aval lorsque l'appareillage d'essai est utilisé sans éprouvette poreuse en place

Note 1 à l'article: La correction instrumentale est à soustraire de la perte de charge observée.

Note 2 à l'article: Elle varie en fonction du débit traversant l'appareillage et est due, entre autres, à l'effet Venturi se produisant au niveau des prises de pression.

### 3.1.15

#### **température absolue moyenne**

demi-somme des températures du fluide en amont et en aval de l'éprouvette

### 3.2 Symboles et unités

Symbole	Terme	Unité
$A$	Surface d'essai	$m^2$
$e$	Épaisseur	$m$
$\psi_v$	Coefficient de perméabilité visqueuse	$m^2$
$\psi_i$	Coefficient de perméabilité inertielle	$m$
$Q$	Débit-volume	$m^3/s$
$p_1$	Pression amont	$N/m^2$
$p_2$	Pression aval	$N/m^2$
$p$	Pression moyenne	$N/m^2$
$\Delta p$	Perte de charge	$N/m^2$
$\Delta p/e$	Gradient de pression	$N/m^3$
$Q/A$	Vitesse	$m/s$
$\rho$	Masse volumique	$kg/m^3$
$T$	Température absolue moyenne	$K$

## 4 Principe

Passage d'un fluide d'essai, de viscosité et de masse volumique connues, à travers une éprouvette, et mesurage de la perte de charge et du débit volumique.

Détermination des coefficients de perméabilité visqueuse et de perméabilité inertielle, qui sont les paramètres d'une formule mettant en relation la perte de charge, le débit volumique, la viscosité et la masse volumique du fluide d'essai avec les dimensions de l'éprouvette en métal poreux traversée par ce fluide.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/64b1158c-4990-478f-a00c-f0e2fbc7547/iso-4022-2018>

## 5 Éprouvette

Avant l'essai avec un gaz, tout liquide présent dans les pores de l'éprouvette doit être éliminé. L'huile et la graisse doivent être éliminées à l'aide d'un solvant approprié en utilisant la méthode d'extraction décrite dans l'ISO 2738. L'éprouvette doit être séchée avant l'essai.

## 6 Appareillage

### 6.1 Appareils

Le choix de l'appareillage dépend essentiellement de la taille, de la forme et des caractéristiques physiques de l'éprouvette.

Le présent document propose deux types d'appareillages différents utilisables pour déterminer la perméabilité aux fluides d'éprouvettes poreuses.

#### 6.1.1 Tête d'essai avec anneau de garde pour les éprouvettes plates

Il s'agit d'un type d'appareillage d'essai recommandé pour la réalisation d'essais non destructifs sur une surface limitée d'une tôle plane poreuse.

La tôle en métal perméable est fixée entre deux paires de joints souples. La paire interne, définissant la surface d'essai, présente un diamètre moyen  $D_1$ . La paire externe, de diamètre moyen  $D_2$ , forme un anneau de garde entourant la surface d'essai, lequel est pressurisé afin d'éviter les pertes latérales à

partir de la surface d'essai (voir [Figure 1](#)). La largeur de la couronne formée par cette tête d'essai avec anneau de garde ne doit pas être inférieure à l'épaisseur de la tôle, voir la [Formule \(1\)](#):

$$\frac{D_2 - D_1}{2} \geq e \quad (1)$$

La tête d'essai avec anneau de garde réduit au minimum les pertes latérales en garantissant que la pression dans les chambres intérieure et extérieure soit la même. Sur la face amont de l'éprouvette, cela est obtenu en faisant en sorte que la section de passage reliant les chambres supérieures (tel qu'illustré à la [Figure 1](#)) soit aussi grande que possible. Sur la face aval de l'éprouvette, la chambre intérieure est reliée à un débitmètre, présentant généralement une faible contre-pression, et la chambre extérieure est reliée à l'atmosphère par l'intermédiaire d'une soupape d'équilibrage de pression. Cette soupape est réglée de manière à égaliser les pressions dans les chambres intérieure et extérieure. Il est permis de placer une restriction entre l'éprouvette et le débitmètre pour augmenter la contre-pression et ainsi obtenir une meilleure stabilité de la soupape d'équilibrage de pression.

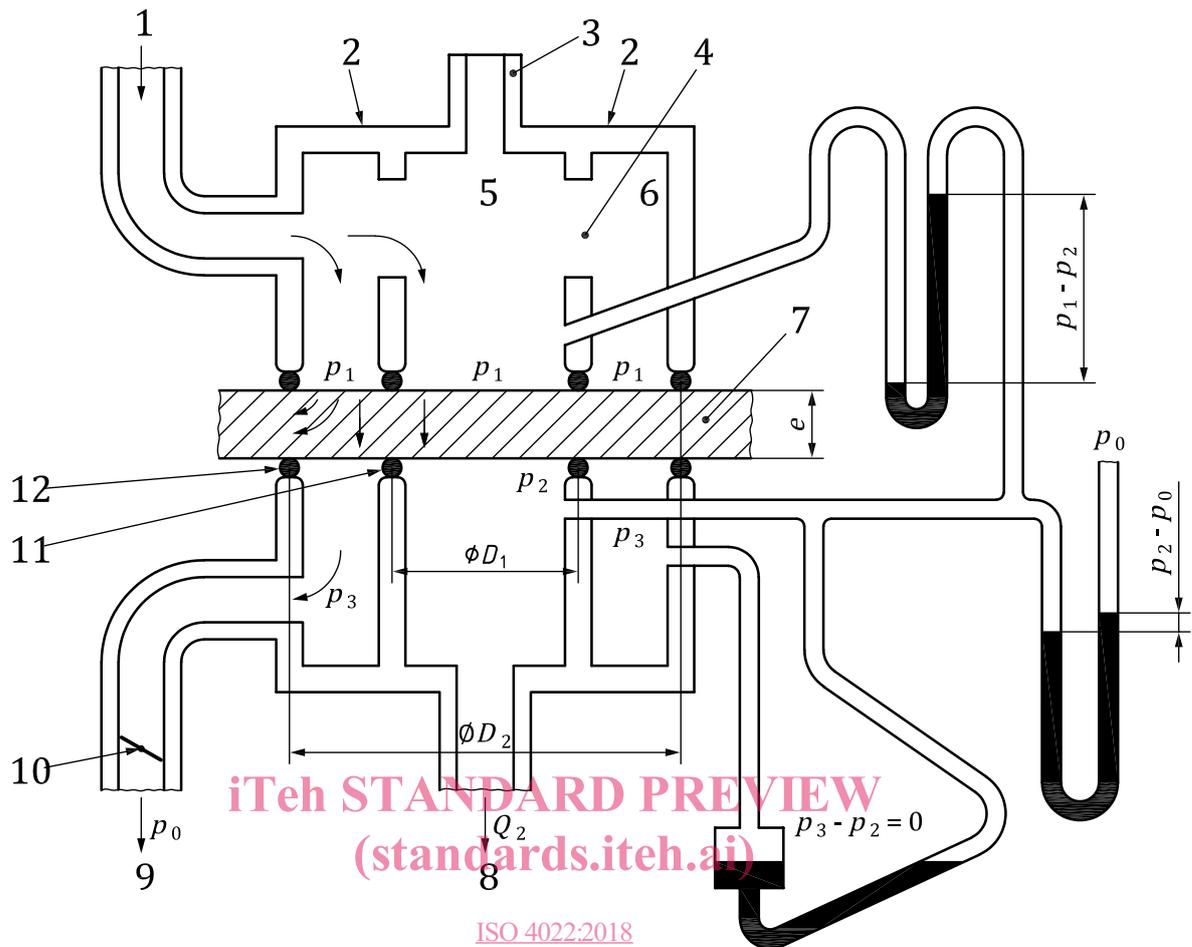
Cependant, dans l'idéal, il convient que la face aval de l'éprouvette se trouve à une pression aussi proche que possible de la pression atmosphérique; en outre, il convient de ne pas utiliser de restriction, à moins que cela ne soit nécessaire pour régler la perte de charge dans le débitmètre.

Il est recommandé d'utiliser des joints toriques (à section circulaire) comme joints intérieurs.

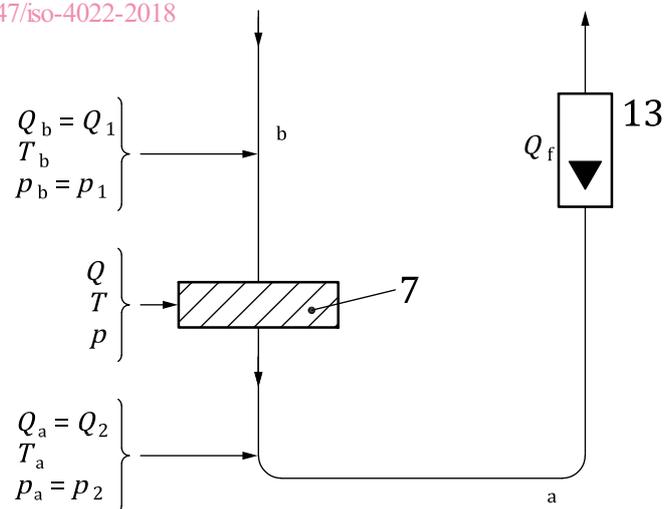
Les joints doivent être suffisamment souples pour compenser tous les défauts de surface et de planéité du métal poreux. Dans certains cas, il peut s'avérer nécessaire d'exercer une pression sur les joints intérieurs et extérieurs, séparément, pour assurer l'étanchéité.

Deux joints supérieurs et deux joints inférieurs, qui doivent être alignés les uns sur les autres, sont nécessaires.

ISO 4022:2018  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/64b1158c-4990-478f-a00c-f0e2fbc7547/iso-4022-2018>



ISO 4022:2018  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/64b1158c-4990-478f-a00c-f0e2fbc7547/iso-4022-2018>



**Légende**

- |   |                                                                                                                 |       |                                      |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------|
| 1 | arrivée du fluide d'essai (par exemple, air) par l'intermédiaire d'une soupape de contrôle de pression réglable | 12    | joint extérieur                      |
| 2 | force de serrage                                                                                                | 13    | débitmètre                           |
| 3 | variante pour l'arrivée du fluide d'essai                                                                       | $D_1$ | diamètre moyen des joints intérieurs |
| 4 | section de passage aussi grande que possible                                                                    | $D_2$ | diamètre de la tête d'essai          |
| 5 | chambre intérieure                                                                                              | $p_0$ | pression atmosphérique               |

6	chambre extérieure	$p_3$	pression aval de l'anneau de garde, réglée pour être égale à $p_2$
7	éprouvette	$p_2 - p_0$	perte de charge dans le débitmètre
8	vers le débitmètre	$p_1 - p_2$	perte de charge dans le métal poreux
9	vers l'atmosphère	$Q_2$	débit volumique, à la pression $p_2$
10	soupape d'équilibrage de pression réglable	a	Conduite a.
11	joint intérieur (joints toriques)	b	Conduite b.

**Figure 1 — Tête d'essai avec anneau de garde**

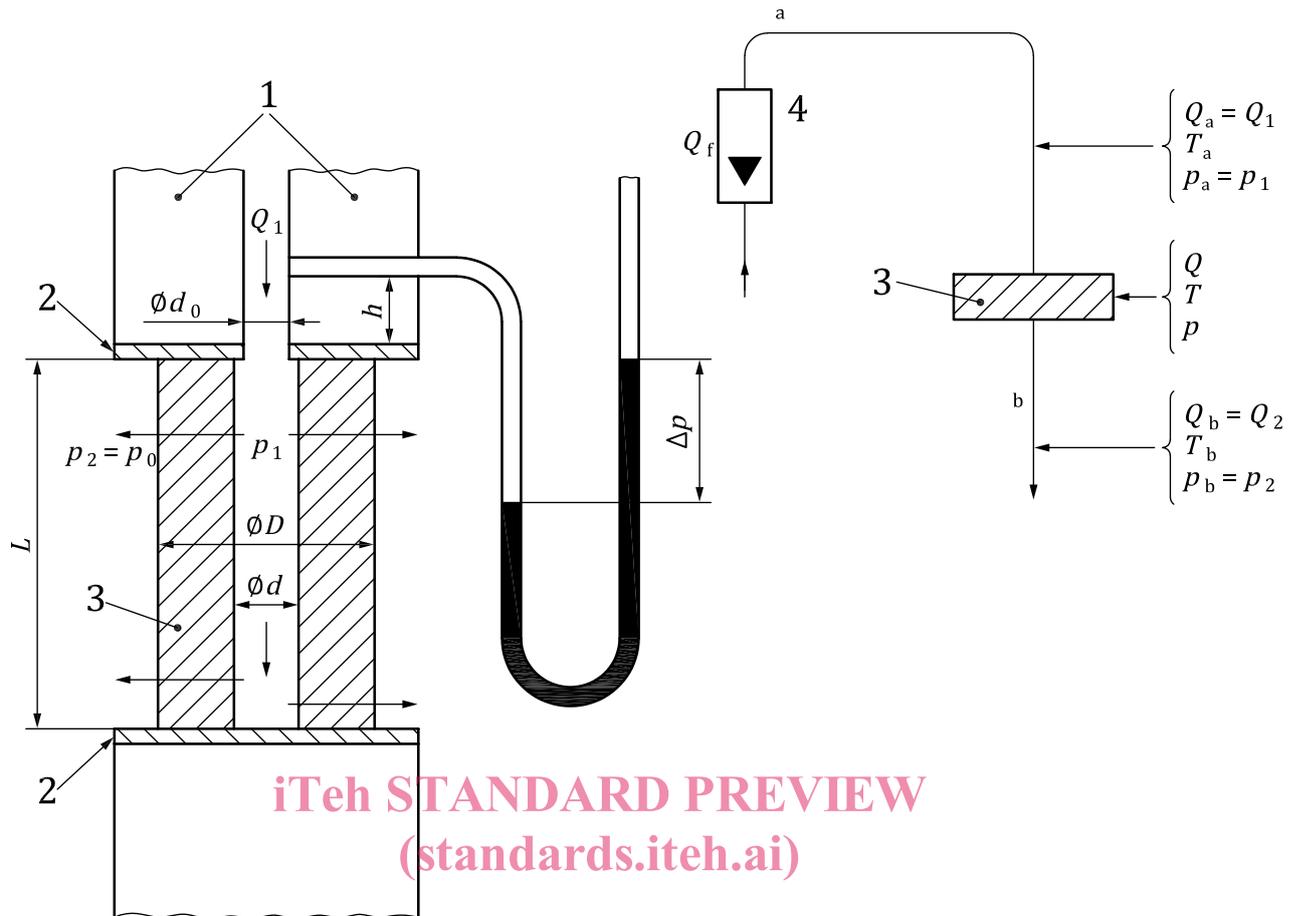
### 6.1.2 Montage pour les éprouvettes cylindriques creuses

La perméabilité des éprouvettes cylindriques creuses peut se mesurer facilement en obturant les extrémités du cylindre au moyen de deux surfaces planes et en faisant en sorte que le fluide d'essai s'échappe vers l'extérieur en traversant la paroi du cylindre. Un exemple est illustré à la [Figure 2](#). Le débitmètre est placé en amont de l'éprouvette. Pour fixer le cylindre en métal poreux soumis à essai, on doit utiliser des joints suffisamment flexibles pour compenser les irrégularités de surface et ainsi assurer l'étanchéité.

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

[ISO 4022:2018](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/64b1158c-4990-478f-a00c-f0e2fbc7547/iso-4022-2018>



iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 4022:2018

#### Légende

- 1 force de serrage  
2 joint  
3 éprouvette

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/64b1158c-4990-478f-a00c-f0e2fbc7547/iso-4022-2018>

- a Conduite a.  
b Conduite b.

Il convient que le diamètre  $d_0$  soit à peu près égal au diamètre  $d$ , et il convient que la cote  $h$  soit aussi petite que possible afin de réduire au minimum la correction instrumentale.

Figure 2 — Montage pour soumettre à essai les éprouvettes cylindriques creuses

## 6.2 Fluides d'essai

Dans la majorité des cas, les gaz sont des fluides d'essai plus appropriés que les liquides (voir [Annexe B](#)).

Les gaz d'essai doivent être propres et secs.

Par accord entre les parties intéressées, des liquides peuvent être utilisés lorsque l'on souhaite déterminer la perméabilité pour un liquide donné. Ces liquides doivent être propres et exempts de gaz dissous.