
Norme internationale



4638

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Matériaux polymères alvéolaires souples — Détermination de la perméabilité à l'air

Polymeric materials, cellular flexible — Determination of air flow permeability

Première édition — 1984-05-15

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 4638:1984](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d756af82-ae1f-4eab-b897-dbbac97a5ca0/iso-4638-1984)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d756af82-ae1f-4eab-b897-dbbac97a5ca0/iso-4638-1984>

CDU 678.4-405.8 : 620.193.29

Réf. n° : ISO 4638-1984 (F)

Descripteurs : matériau alvéolaire, produit alvéolaire souple, essai, détermination, perméabilité, écoulement d'air.

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 4638 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 45, *Élastomères et produits à base d'élastomères*, et a été soumise aux comités membres en février 1982.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée : [ISO 4638:1984](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d756af82-ae1f-4eab-b897-dbbac9775ca0/iso-4638-1984)
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d756af82-ae1f-4eab-b897-dbbac9775ca0/iso-4638-1984>

Afrique du Sud, Rép. d'	Espagne	Portugal
Allemagne, R.F.	France	Roumanie
Autriche	Inde	Sri Lanka
Belgique	Indonésie	Tchécoslovaquie
Brésil	Irlande	Thaïlande
Canada	Mexique	Turquie
Chine	Nigeria	URSS
Danemark	Pays-Bas	USA
Égypte, Rép. arabe d'	Pologne	

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

Royaume-Uni

Matériaux polymères alvéolaires souples — Détermination de la perméabilité à l'air

0 Introduction

La perméabilité à l'air des matériaux alvéolaires caractérise, de façon indirecte, certaines de leurs propriétés structurales. Elle peut être utilisée pour établir des corrélations. Elle permet également de mettre en évidence les modifications de la structure cellulaire due à certains agents chimiques utilisés en fabrication, par exemple les catalyseurs ou agents tensio-actifs.

La présente Norme internationale peut donc être utilisée à deux fins :

- étude de la structure des produits alvéolaires en liaison avec leurs propriétés physiques ou leur mode de fabrication;
- contrôle de la qualité des produits.

NOTE — Les références de publications concernant le comportement des écoulements à la fois en régime laminaire et en régime turbulent sont données dans la bibliographie.

1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode de détermination de la perméabilité à l'air des matériaux alvéolaires souples à base de polymères.

Elle est applicable à des éprouvettes découpées dans des produits en matériau alvéolaire.

NOTE — L'ISO 7231, *Matériaux polymères alvéolaires souples — Détermination de l'indice d'écoulement d'air — Méthode à chute de pression constante*,¹⁾ qui spécifiera une méthode simple de contrôle de fabrication, est également basée sur l'écoulement d'air à travers les matériaux alvéolaires. Elle peut être utilisée lorsqu'il ne s'agit pas d'évaluer les propriétés intrinsèques de matériaux différents de façon à pouvoir les comparer les uns aux autres, mais simplement de vérifier la constance de qualité d'un matériau alvéolaire donné.

2 Références

ISO 471, *Caoutchouc — Températures, humidités et durées normales pour le conditionnement et l'essai des éprouvettes*.

ISO 845, *Caoutchoucs et plastiques alvéolaires — Détermination de la masse volumique apparente*.

3 Principe

Passage d'air, dans des conditions contrôlées, au travers d'une éprouvette cylindrique ou parallélépipédique. Mesurage de la chute de pression entre les deux faces libres de l'éprouvette.

4 Terminologie et symboles

4.1 La perméabilité au passage de l'air, K , est donnée selon la loi de Darcy (voir figure 1) qui décrit l'écoulement de l'air dans un milieu poreux homogène et isotrope (voir note 1) en régime laminaire (voir note 2), par l'équation

$$u = \frac{q_V}{A} = \frac{K \Delta p}{\eta \delta}$$

où
 u est la vitesse de filtration de l'air, en mètres par seconde;
 q_V est le débit-volume d'air, en mètres cubes par seconde, au travers de l'éprouvette;

A est l'aire de la section droite, en mètres carrés, de l'éprouvette;

K est la perméabilité au passage de l'air, en mètres carrés, du milieu poreux;

Δp est la perte de charge, en pascals, au travers de l'éprouvette;

η est la viscosité dynamique, en pascals secondes, de l'air;

δ est l'épaisseur, en mètres, de l'éprouvette.

NOTES

1 Dans le cas des matériaux anisotropes, il faut définir la direction de l'écoulement.

2 Pour que l'écoulement de l'air soit laminaire à l'intérieur du milieu poreux, il est nécessaire que la condition suivante soit remplie :

$$Re^* = \frac{u\sqrt{K}}{\nu} < n$$

où

Re^* est le nombre de Reynolds modifié;

ν est la viscosité cinématique, en mètres carrés par seconde, de l'air;

1) Actuellement au stade de projet.

n est une valeur limite qui peut dépendre de la structure du produit. En l'absence de données précises à ce sujet, on peut se contenter d'opérer à plusieurs vitesses d'air faibles de l'ordre du centimètre par seconde, sur un même type de matériau, de façon à vérifier que K ne varie pas, ou varie seulement dans de faibles proportions, avec u (voir 9.1).

4.2 La résistance spécifique au passage de l'air, R_s , est une grandeur dérivée de la perméabilité d'un matériau, utilisée surtout dans le domaine de l'acoustique, et elle est donnée à partir de la perméabilité par l'équation

$$R_s = \frac{\eta}{K}$$

Elle est exprimée en pascals secondes par mètre carré ($\text{Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}$).

4.3 La résistance au passage de l'air, R , est relative à l'épaisseur δ du matériau, homogène ou non (qui peut même comporter une peau de surface ou un revêtement plus ou moins poreux tel qu'une peinture, etc.). Si le matériau est homogène, elle est liée à la résistance spécifique par la relation

$$R = \delta \cdot R_s$$

Dans tous les cas, R peut être tiré directement à partir de la loi de Darcy, qui s'écrit alors

$$u = \frac{q_V}{A} = \frac{\Delta p}{R_s}$$

La relation inverse $R_s = R/\delta$ ne peut être utilisée pour calculer R que si le matériau est homogène.

La résistance au passage de l'air est exprimée en pascals secondes par mètre ($\text{Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-1}$).

5 Appareillage

L'appareillage comporte une cellule de mesure, dans laquelle l'éprouvette est introduite, les moyens nécessaires pour y produire un écoulement d'air en régime stationnaire, ainsi que les moyens de mesure du débit-volume, de la chute de pression et de l'épaisseur de l'éprouvette en place pour l'essai.

Le schéma de principe d'un appareillage adéquat est donné à titre d'exemple à la figure 2.

L'appareillage doit comprendre les éléments suivants.

5.1 Cellule de mesure

La cellule de mesure doit être de forme soit cylindrique, soit parallélépipédique.

Un exemple de cellule de mesure de forme cylindrique est donné à la figure 3.

Si la forme est cylindrique, un diamètre intérieur compris entre 50 et 120 mm est adéquat (section droite comprise entre 20 et 110 cm^2).

Si la forme est parallélépipédique, la section droite préférentielle est celle d'un carré dont le côté est compris entre 45 et 105 mm, ce qui correspond aux mêmes limites de section droite que pour la forme cylindrique.

La hauteur totale de la cellule de mesure doit être au moins de 100 mm plus élevée que l'épaisseur de l'éprouvette. Pour les essais autres que le contrôle de qualité, il convient de prévoir une hauteur suffisante permettant des mesurages sur des éprouvettes d'épaisseurs différentes, au plus égales à la moitié de la hauteur totale de la cellule de mesure.

NOTE — Pour un certain nombre de produits alvéolaires souples, l'expérience a montré qu'il est nécessaire d'utiliser des éprouvettes de l'ordre de 100 mm d'épaisseur et de prévoir en conséquence une cellule de mesure suffisamment profonde.

L'éprouvette doit reposer à l'intérieur de la cellule de mesure sur une grille disposée à 50 mm de la base de la cellule. Cette grille doit avoir un taux minimal de perforation de 70 %, réparti uniformément.

Les capteurs pour les mesurages de pression et de débit doivent être étanches et disposés en dessous du niveau du support perforé.

NOTE — Les calculs de 8.6 sont facilités si l'aire de l'éprouvette est normalisée à 25 ou 100 cm^2 (56,5 ou 113 mm de diamètre ; carré de 50 ou 100 mm de côté). Alors u , en mètres par seconde, est égal à 400 q_V ou 100 q_V selon que la petite ou la grande éprouvette est utilisée. Les calculs du chapitre 9 sont facilités si l'aire de l'éprouvette est normalisée à 18,5 cm^2 (48,5 mm de diamètre ; carré de 45 mm de côté) et si l'épaisseur de l'éprouvette est de 100 mm. Alors

$$K = \frac{q_V}{\Delta p}$$

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d756af82-ae1f-4eab-b897-dbbae97a5ca0/iso-4638-1984>

5.2 Système pour la réalisation de l'écoulement d'air

5.2.1 Source

Il est recommandé d'utiliser des systèmes à dépression du type réservoir d'eau ou pompe à vide. Éventuellement, des systèmes de surpression (air comprimé, etc.) peuvent être utilisés. Quelle que soit la source, l'installation doit permettre un réglage fin du débit et doit assurer la stabilité de l'écoulement dans la partie inférieure de la cellule de mesure.

5.2.2 Caractéristiques de l'écoulement

La source doit permettre l'obtention d'un débit-volume q_V égal à uA mètres cubes par seconde.

L'aire choisie pour la cellule, A , doit être dans les limites indiquées en 5.1 et la source doit permettre l'obtention de vitesses d'écoulement d'air allant jusqu'à 50 $\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$.

Par exemple, pour des éprouvettes cylindriques de diamètre compris entre 50 et 120 mm et des vitesses de l'ordre de $10^{-2} \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, le débit-volume de l'installation est approximativement compris entre 1 et 7 $\text{dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$. La source de l'écoulement doit avoir une stabilité telle que le débit-volume instantané puisse être apprécié avec une précision meilleure que $\pm 2,5\%$ et que la dérive du débit ne dépasse pas 1 % par minute.

5.3 Dispositif de mesure du débit-volume

Le dispositif de mesure du débit-volume doit être introduit entre la source et l'éprouvette, le plus près possible de l'éprouvette. Il doit en outre être choisi de façon adaptée aux valeurs de débit-volume indiquées en 5.2.2.

Le dispositif utilisé doit permettre la mesure du débit avec une précision de ± 2 % de la pleine échelle.

Ce dispositif peut être, par exemple, un ensemble de débitmètres volumiques associés en parallèle, dont l'un d'eux peut être choisi de façon à couvrir le domaine de mesure voulu.

Le débitmètre utilisé lors d'un mesurage doit permettre d'effectuer la lecture du débit-volume à l'aide d'une graduation se situant entre 20 et 100 % de la pleine échelle.

Des débitmètres étalonnés ayant une échelle d'au moins 250 mm sont recommandés.

5.4 Appareil de mesure de la pression différentielle

L'appareil utilisé pour mesurer les pressions différentielles doit rendre la lecture d'une pression différentielle aussi faible que 1 Pa. On peut utiliser soit des manomètres inclinés à eau ou à alcool, soit tout autre dispositif permettant d'effectuer des lectures avec une précision de 0,5 Pa.

5.5 Dispositif de mesure de l'épaisseur de l'éprouvette

Pour des matériaux suffisamment denses pour avoir des surfaces bien définies et qui doivent être mesurés non comprimés, l'épaisseur de l'éprouvette en place dans le support doit être mesurée avec une précision meilleure que 1 %. Un moyen adéquat de réaliser cela est d'utiliser le dispositif de mesure d'épaisseur représenté à la figure 3. Ce dispositif est constitué d'une plaque perforée ayant un taux minimal de perforation de 70 %, réparti uniformément, et pouvant être amenée progressivement au contact de l'éprouvette. Cette plaque doit être parallèle à la plaque support.

NOTE — Si l'on souhaite réaliser des mesurages sur des éprouvettes partiellement comprimées ou sur celles ayant des faces mal définies, ce dispositif devra être utilisé pour permettre de définir et de mesurer l'épaisseur de l'éprouvette en position avec une précision meilleure que 1 %.

6 Éprouvettes

6.1 Forme

L'éprouvette peut être soit cylindrique soit parallélépipédique, selon le type de cellule de mesure dont on dispose.

6.2 Dimensions

6.2.1 Dimensions latérales

Du fait de l'élasticité des matériaux auxquels cette méthode d'essai est destinée, il est nécessaire d'avoir des éprouvettes

dont les dimensions latérales soient légèrement supérieures à celles de la cellule de mesure, afin d'éliminer les fuites latérales le long des parois de la cellule.

La tolérance sur le diamètre doit être de ± 1 mm.

Si D_c est le diamètre intérieur, en millimètres, de la cellule et D est le diamètre de découpe, en millimètres, de l'éprouvette, on doit avoir la relation

$$D = (D_c + 2) \pm 1$$

Par analogie, dans le cas d'une éprouvette parallélépipédique à section carrée dont le côté sera L , en millimètres, après la découpe, le côté de la section droite de la cellule de mesure étant L_c , en millimètres, on devra avoir la relation

$$L = (L_c + 2) \pm 1$$

6.2.2 Épaisseur

L'épaisseur de l'éprouvette doit être choisie de façon à obtenir des pertes de charge mesurables dans de bonnes conditions (voir 8.8) et en fonction de la hauteur utile de la cellule de mesure (voir 5.1).

Si les seules éprouvettes disponibles ne sont pas assez épaisses pour obtenir une perte de charge convenable, on pourra superposer au plus cinq éprouvettes choisies dans le même prélèvement. En général, des épaisseurs comprises entre 50 et 100 mm sont suffisantes.

6.3 Préparation

6.3.1 Pour les essais destinés à fournir des valeurs de perméabilité ou de résistance spécifique, commencer par éliminer toute peau de surface ou toute aspérité pouvant exister sur le produit (pour assurer à l'éprouvette homogénéité et planéité). Pour les autres essais, préparer les éprouvettes par découpe dans le produit alvéolaire tel qu'il se présente pour l'essai.

6.3.2 Pour la découpe des éprouvettes, on doit utiliser les moyens nécessaires (par exemple scie à ruban avec plateau tournant, emporte-pièce, etc.) pour assurer la précision requise sur les dimensions latérales (6.2.1). Les faces soumises à l'écoulement doivent être parallèles à ± 1 mm et ne doivent pas être coupées au fil chaud.

6.3.3 Peser l'éprouvette.

6.4 Nombre d'éprouvettes

En cas de contrôle de qualité, on doit se reporter aux spécifications relatives au produit alvéolaire considéré. Si les essais sont destinés à caractériser la structure d'un produit alvéolaire, on doit prélever au moins trois échantillons dans chacun desquels on doit découper quatre éprouvettes.

7 Conditions d'essai

Les essais doivent être effectués dans les conditions spécifiées dans l'ISO 471.

Les matériaux ne doivent être soumis à l'essai qu'après stabilisation de leurs propriétés. Si la nature du polymère demande un découpage au couteau humide, les éprouvettes doivent être séchées avant le début de l'essai.

8 Mode opératoire

8.1 Introduire l'éprouvette, préparée comme décrit dans le chapitre 6, dans la cellule de mesure.

8.2 S'assurer de la bonne étanchéité sur les bords.

8.3 Amener le dispositif de mesure de l'épaisseur en contact avec la partie supérieure de l'éprouvette, en comprimant légèrement celle-ci si nécessaire.

8.4 Noter l'épaisseur et utiliser cette mesure pour déterminer le volume libre ou comprimé et déduire de cette valeur la masse volumique libre ou comprimée de l'éprouvette en position.

8.5 Toutes les vannes des manomètres étant fermées, établir lentement l'écoulement d'air en ouvrant la vanne appropriée.

8.6 Modifier progressivement l'écoulement jusqu'à obtenir le débit souhaité au travers de l'éprouvette, et calculer la vitesse d'après l'équation

$$u = \frac{q_V}{A}$$

8.7 Mesurer la chute de pression Δp correspondante.

8.8 Refaire le mesurage de Δp pour cinq valeurs de débit différentes, ces débits étant tels que les conditions de laminarité de l'écoulement soient obtenues. Si ces débits ne permettent pas d'effectuer des mesurages précis de Δp , augmenter l'épaisseur de l'éprouvette.

NOTE — S'il s'agit d'un mesurage de contrôle de qualité sur un produit connu, cette opération n'est pas à réaliser.

9 Calcul et expression des résultats

9.1 Cas des éprouvettes homogènes

Pour chaque éprouvette, calculer la perméabilité à l'air d'après l'équation

$$K = \eta \frac{u}{\Delta p} \delta$$

NOTE — La viscosité dynamique η de l'air à 23 °C est $1,85 \times 10^{-5}$ Pa·s.

Si l'on doit exprimer les résultats en termes de résistance spécifique au passage de l'air, calculer cette caractéristique d'après l'équation

$$R_s = \frac{\Delta p}{u \delta}$$

Voir 4.2 pour l'explication des symboles et des unités.

À l'aide des résultats obtenus sur l'ensemble des éprouvettes, remplir un tableau récapitulatif tel qu'illustré ci-après et le compléter par le calcul des valeurs moyennes de perméabilité pour chaque vitesse de débit. (Un tableau similaire peut être dressé en exprimant les résultats sous forme de résistances spécifiques, R_{s1} , R_{s2} , R_{s3} , etc.)

Tableau récapitulatif

K	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	...	K_n	\bar{K}
u								
u_1								
u_2								
u_3								
u_4								
u_5								

En notant les résultats, les dimensions de l'éprouvette en position pour l'essai doivent être indiquées, ainsi que la masse volumique apparente correspondante du produit.

Tracer un graphique de \bar{K} en fonction de u .

Pour des objectifs de recherche, et afin de fixer des spécifications propres à chaque matériau, on peut exprimer le résultat sous différentes formes :

- pour le contrôle de qualité d'un matériau donné, il suffit de choisir une seule valeur de vitesse et le tableau récapitulatif ne comporte alors que la première ligne de résultats ;
- pour l'étude d'un matériau nouveau, ou pour des applications particulières, observer si \bar{K} conserve une valeur sensiblement constante sur une partie de la plage de variation de u et retenir cette valeur comme représentative du matériau.

Dans les deux cas, donner le résultat sous la forme d'une valeur moyenne \bar{K} , avec deux chiffres significatifs.

Dans le premier cas, indiquer la valeur moyenne arithmétique de K obtenue sur l'ensemble des éprouvettes, conjointement avec la valeur moyenne de la masse volumique apparente, $\bar{\rho}_a$, et en indiquant la vitesse de l'écoulement d'air utilisée pour l'essai.

Exemple : $\bar{K} = 4,0 \times 10^{-10} \text{ m}^2$;

$u = 0,010 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $\bar{\rho}_a = 35 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Dans le deuxième cas, indiquer la valeur moyenne arithmétique de K obtenue sur l'ensemble des éprouvettes, pour une certaine plage de vitesses, et préciser la valeur moyenne de la masse volumique apparente, $\bar{\rho}_a$.

Exemple: $\bar{K} = 2,5 \times 10^{-10} \text{ m}^2$;
 pour $0,005 < u < 0,02 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $\bar{\rho}_a = 40 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

On peut également exprimer les résultats en termes de résistance spécifique R_s en lieu et place de \bar{K} . Dans le cas de la détermination de \bar{K} à des fins acoustiques, retenir pour \bar{K} ou R_s la valeur extrapolée à une vitesse de $0,50 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$, si l'on a observé une variation significative de \bar{K} dans la plage de vitesses considérée.

9.2 Cas des éprouvettes non homogènes

Dans ce cas, le calcul de K ou de R_s n'ayant pas de sens, calculer simplement la résistance R au passage de l'air pour chaque éprouvette d'après l'équation

$$R = \frac{\Delta p}{u} = \frac{A \Delta p}{q_V}$$

Voir 4.3 pour l'explication des symboles et des unités.

Suivre les indications données en 9.1 lorsque l'on considère R en lieu et place de R_s (ou K).

9.3 Fidélité

Les données expérimentales sur la fidélité de la méthode ne sont pas encore disponibles.

10 Procès-verbal d'essai

Le procès-verbal d'essai doit contenir — outre les résultats calculés pour les éprouvettes conformément au chapitre 9 (en particulier le tableau récapitulatif et le graphique correspondants, s'il y a lieu) et leur moyenne, ainsi que d'autres paramètres statistiques (écart-type, etc.) si cela est demandé par les spécifications du produit — les indications suivantes :

- a) la nature du produit et sa masse volumique apparente déterminée selon l'ISO 845;
- b) la référence de la présente Norme internationale;
- c) les conditions d'essai utilisées, notamment la forme et les dimensions de la cellule de mesure;
- d) le mode de préparation des éprouvettes;
- e) le nombre d'éprouvettes et leurs dimensions latérales;
- f) si nécessaire, l'orientation de l'axe des éprouvettes par rapport aux principaux axes de symétrie;
- g) l'existence et la nature de la peau, s'il y a lieu;
- h) l'épaisseur et la masse volumique du matériau dans les conditions de l'essai;
- j) tout écart par rapport au mode opératoire spécifié dans la présente Norme internationale susceptible d'avoir eu une influence sur les résultats.

iTeh STANDARD PREVIEW
 (standards.iteh.ai)
 ISO 4638:1984
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d756af82-ae1f-4eab-b897-dbbac97a5ca0/iso-4638-1984>

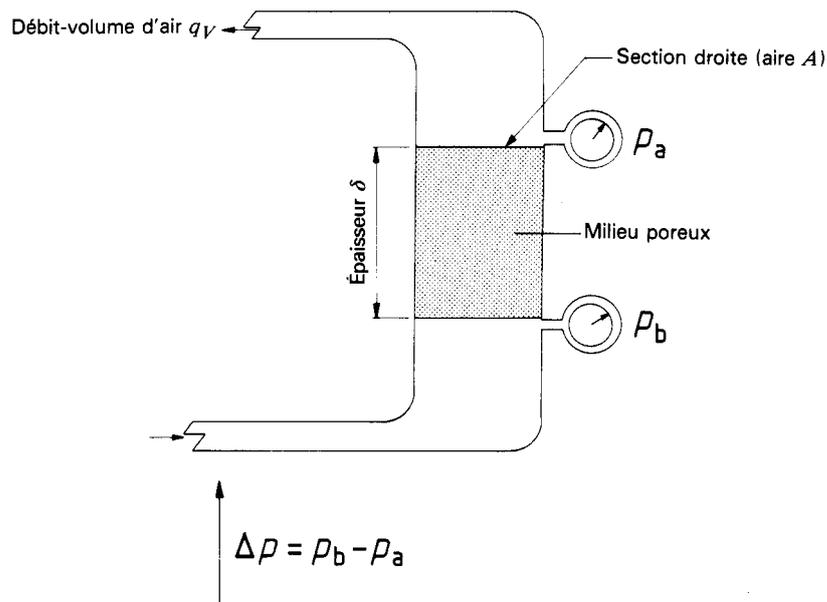


Figure 1 — Principe de l'essai (selon la loi de Darcy)

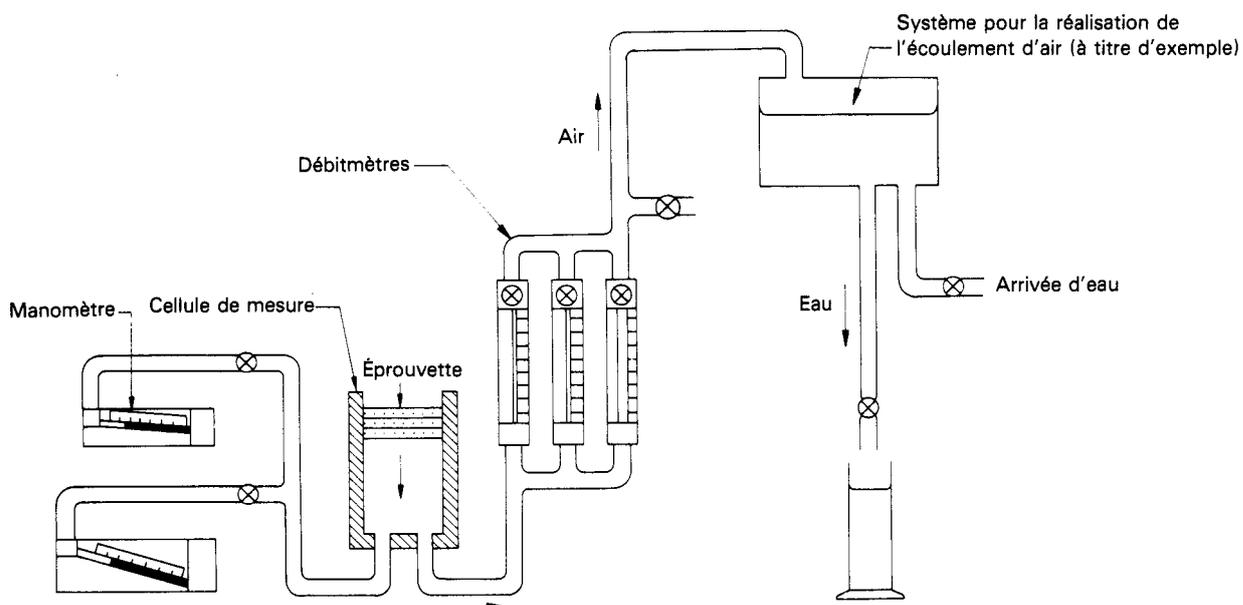


Figure 2 — Schéma de principe d'un appareillage de mesure de la perméabilité

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Dimensions en millimètres

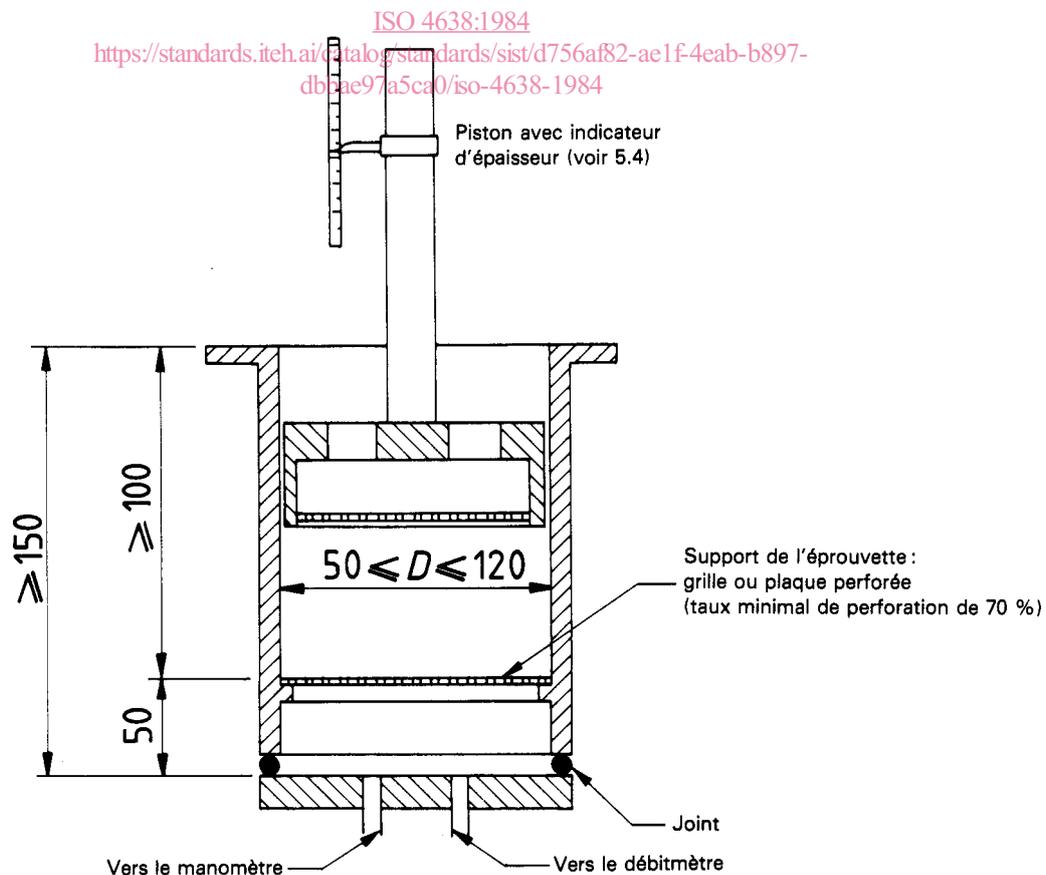


Figure 3 — Cellule de mesure (cas d'une section cylindrique)

Bibliographie

- [1] MUSKAT, M. *The flow of homogeneous fluids through porous media*. J.W. Edwards, Ann Arbor, Michigan, 1946.
- [2] CARMAN, P.C. *Flow of gases through porous media*. Butterworths Scientific Publications, London, 1956.
L'écoulement des gaz à travers les milieux poreux. Institut national des Sciences et techniques nucléaires et Presses Universitaires de France, 1961.
- [3] COLLINS, R.E. *Flow of fluids through porous materials*. Reinhold Chemical Engineering Series. Reinhold Publishing Corporation, New York, 1961.
- [4] SCHEIDEGGER, A.E. *The physics of flow through porous media*. University of Toronto Press, 1963.
- [5] BEAR, J. *Dynamics of fluids in porous media*. American Elsevier Publishing Company Inc., 1972.
- [6] PERRY, R.H. *Chemical Engineers' Handbook*, 5th Edition, Chapter 5, p. 54. McGraw-Hill Book Company, 1973.
- [7] GENT, A.N., and RUSCH, K.C. Permeability of open-cell foamed materials. *Journal of Cellular Plastics*, January 1966: 46-50.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 4638:1984](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d756af82-ae1f-4eab-b897-dbbac97a5ca0/iso-4638-1984)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d756af82-ae1f-4eab-b897-dbbac97a5ca0/iso-4638-1984>