

---

Norme internationale



5636/4

---

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

---

**Papier et carton — Détermination de la perméabilité  
à l'air (valeur moyenne) —  
Partie 4 : Méthode Sheffield**

*Paper and board — Determination of air permeance (medium range) — Part 4: Sheffield method*

Première édition — 1986-07-15

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

[ISO 5636-4:1986](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/28a37b80-b8dd-47f2-a51b-afa7b1db833c/iso-5636-4-1986)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/28a37b80-b8dd-47f2-a51b-afa7b1db833c/iso-5636-4-1986>

---

CDU 676.3/.7 : 620.165.29

Réf. n° : ISO 5636/4-1986 (F)

Descripteurs : papier, carton, essai, détermination, perméabilité à l'air, matériel d'essai.

## 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 créé à cet effet. 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. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 5636/4 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 6, *Papiers, cartons et pâtes*.

[ISO 5636-4:1986](https://standards.iteh.ai/catalog/standard/iso/5636-4/1986)

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que toutes les Normes internationales sont de temps en temps soumises à révision et que toute référence faite à une autre Norme internationale dans le présent document implique qu'il s'agit, sauf indication contraire, de la dernière édition.

# Papier et carton — Détermination de la perméabilité à l'air (valeur moyenne) — Partie 4 : Méthode Sheffield

## 0 Introduction

La présente partie de l'ISO 5636 décrit une méthode de mesurage d'un débit d'air au travers d'une unité de surface d'une feuille de papier ou de carton, sous une unité de différence de pression. Le mesurage peut être effectué avec tout appareil qui répond aux spécifications de la présente partie de l'ISO 5636.

L'ISO 5636/1 donne les spécifications de base des appareils d'essai et des modes opératoires.

Les autres parties donnent les détails nécessaires et les modes opératoires à suivre, applicables aux types d'appareils spécifiés.

## 1 Objet

La présente partie de l'ISO 5636 spécifie la méthode de détermination de la perméabilité à l'air d'un papier ou d'un carton, dans les valeurs moyennes, à l'aide de l'appareil Sheffield.

## 2 Domaine d'application

La méthode est applicable aux papiers et aux cartons dont la perméabilité à l'air est située entre 0,02 et 25  $\mu\text{m}/(\text{Pa}\cdot\text{s})$ .

La méthode n'est pas applicable aux papiers et aux cartons dont la surface est rugueuse, tels que les papiers crêpés ou ondulés, qui ne peuvent pas être convenablement fixés pour éviter des fuites.

## 3 Références

ISO 186, *Papier et carton — Échantillonnage pour déterminer la qualité moyenne.*

ISO 187, *Papier et carton — Conditionnement des échantillons.*

ISO 5636/1, *Papier et carton — Détermination de la perméabilité à l'air (valeur moyenne) — Partie 1: Méthode générale.*

## 4 Définition

Dans le cadre de l'ISO 5636, la définition suivante est applicable.

**perméabilité à l'air** : Débit moyen d'air traversant une unité de surface sous une unité de différence de pression, dans des conditions spécifiées.

Elle est exprimée en micromètres par pascal seconde [ $1 \text{ ml}/(\text{m}^2\cdot\text{Pa}\cdot\text{s}) = 1 \mu\text{m}/(\text{Pa}\cdot\text{s})$ ].

## 5 Principe

Fixation d'une éprouvette entre deux joints en caoutchouc de dimensions connues, la pression absolue d'air sur une face de la surface d'essai de l'éprouvette équivalant à la pression atmosphérique et la différence de pression entre les deux faces de l'éprouvette étant maintenue tout au long de l'essai à une valeur faible mais significative et constante. Mesurage du débit d'air traversant la surface d'essai et calcul de la perméabilité à l'air.

## 6 Appareillage

**6.1 Dispositif de production d'air comprimé** exempt d'eau, d'huile et autres souillures, sous une pression de 420 à 950 kPa.

Le système de régulation de la pression pour descendre jusqu'à la valeur spécifiée dans la présente partie de l'ISO 5636 fait partie intégrante de l'appareillage.

**6.2 Appareil d'essai** (voir figure 1).

Une copie de la notice d'utilisation et d'entretien doit accompagner l'appareil (voir aussi annexe A). L'appareil doit être vérifié

périodiquement à l'aide d'un dispositif de mesure de débit externe tel que décrit dans l'annexe B, chapitre B.2.

L'appareil comprend les éléments suivants.

**6.2.1 Système de mesurage du débit**, comprenant trois rotamètres. Chaque rotamètre consiste en une colonne conique en verre contenant un flotteur de mesure maintenu en suspension par l'écoulement d'air dans la colonne. Les trois colonnes représentent une échelle continue avec un recouvrement partiel d'échelle d'une colonne à la suivante. Chacun est muni d'une vis de réglage du débit et d'une vis d'étalonnage (9 et 10 sur la figure 1). Sur certains instruments, la vis de réglage du débit est fixée au-dessus du rotamètre.

Il faut étalonner fréquemment les rotamètres si l'appareil doit fonctionner longtemps, au moins deux fois pour une journée de 8 h. Le mode opératoire d'étalonnage est décrit dans l'annexe B, chapitre B.1.

**6.2.2 Système de fixation pour serrage de l'éprouvette**, avec jeu de joints en caoutchouc permettant d'obtenir une surface d'essai de 283,5 mm<sup>2</sup> (diamètre: 19 mm). D'autres joints doivent être disponibles pour pouvoir obtenir les quatre aires (facultatives) suivantes:

71 mm<sup>2</sup> (diamètre: 9,5 mm)

1 135 mm<sup>2</sup> (diamètre: 38 mm)

2 550 mm<sup>2</sup> (diamètre: 57 mm)

4 540 mm<sup>2</sup> (diamètre: 76 mm)

NOTE — Doubler la surface d'essai ne signifie pas que le débit est doublé de ce fait.

Un tube en plastique, de  $1,50 \pm 0,15$  m de longueur et de  $6,25 \pm 0,25$  mm de diamètre intérieur, relie l'appareil au débitmètre.

**6.2.3 Jeu de buses d'étalonnage**, consistant en trois buses étalons pour l'étalonnage des rotamètres. Un jeu de rechange doit être conservé pour vérifier le jeu utilisé.

**6.2.4 Plaque plane non poreuse**, d'environ 100 mm × 100 mm, qui peut être fixée entre les joints en caoutchouc.

## 7 Échantillonnage

L'échantillonnage doit être effectué selon les dispositions de l'ISO 186.

## 8 Conditionnement

Le conditionnement doit être effectué selon les dispositions de l'ISO 187.

## 9 Préparation des éprouvettes

Découper au moins dix éprouvettes et repérer leurs deux côtés, par exemple: haut et bas.

Chaque côté de l'éprouvette doit avoir au moins 15 mm de plus que le diamètre du joint utilisé. La surface d'essai ne doit pas comporter de plis, ondulations, trous, filigranes ou défauts normalement non inhérents au papier ou au carton. Ne pas toucher la partie de l'éprouvette qui servira de surface d'essai.

## 10 Mode opératoire

### 10.1 Atmosphère d'essai

L'essai doit être effectué dans la même atmosphère que celle utilisée pour le conditionnement des éprouvettes (voir chapitre 8).

### 10.2 Détermination

**10.2.1** Placer l'appareil sur une surface exempte de toute vibration et le mettre à niveau. Placer le joint de 283,5 mm<sup>2</sup> (diamètre: 19 mm) dans la tête de mesure. Si ce système est alimenté pneumatiquement, envoyer de l'air sous une pression de 420 à 800 kPa à l'aide d'un robinet commandé au pied.

**10.2.2** Lorsqu'on relie le système de serrage de l'éprouvette à l'entrée d'un des trois rotamètres, on doit lire une valeur se situant à peu près au milieu de l'échelle. Les trois échelles représentent une échelle allant de 0 à 400 unités. Si les lectures avec le joint de 283,5 mm<sup>2</sup> tombent en dehors de cette gamme, changer de joint et noter la nouvelle valeur de l'aire.

**10.2.3** Fixer une éprouvette entre les joints. Si l'éprouvette a tendance à se froisser pendant l'opération, fermer le robinet de dérivation, fixer l'éprouvette et rouvrir le robinet pour effectuer la lecture.

**10.2.4** Lorsque le flotteur du bon rotamètre atteint un équilibre relatif, enregistrer la valeur correspondant au sommet du flotteur.

Le point d'équilibre pour le rotamètre n° 3 peut être difficile à apprécier compte tenu du faible débit d'air et donc du temps plus long pour arriver à l'équilibre<sup>1)</sup>. Il faut donc procéder avec soin pour obtenir une valeur ayant un sens.

Tous les papiers et cartons sont plus ou moins sensibles à l'humidité et les lectures doivent être faites dès que le flotteur se stabilise pour éviter tout effet possible dû à l'arrivée d'air neuf apportant ou ôtant de l'humidité de l'éprouvette.

**10.2.5** Procéder de la même façon avec les éprouvettes qui restent, en s'assurant que la moitié des essais est effectuée avec une face du papier ou du carton côté arrivée de l'air, l'autre moitié avec l'autre face du papier ou du carton côté arrivée de l'air.

1) Référence à un dispositif permettant de résoudre ce problème est faite dans la publication suivante:

LASHOF, T.W., MANDEL, J. and WORTHINGTON, W. *Tappi* **39**, pp. 532-542 (1956).

## 11 Expression des résultats

### 11.1 Calcul de la perméabilité à l'air

Noter la valeur moyenne lue et déterminer le débit à partir de la courbe d'étalonnage (voir annexe B, chapitre B.3). Convertir les résultats pour donner la perméabilité à l'air ( $P$ ) de l'échantillon, en micromètres par pascal seconde, à l'aide de la formule

$$1,62 \times \frac{q}{A}$$

où

$q$  est le débit moyen d'air, exprimé en millilitres par minute, avec trois chiffres significatifs;

$A$  est l'aire, en millimètres carrés, de la partie de l'éprouvette délimitée par les joints en caoutchouc.

Si, à l'évidence, il y a une différence de plus de 10 % entre les résultats pour chacun des sens de passage du débit d'air au travers de l'éprouvette, donner les résultats séparément.

### 11.2 Écart-type

Calculer l'écart-type ou le coefficient de variation des essais répétés pour chaque résultat relevé.

## 12 Procès-verbal d'essai

Le procès-verbal d'essai doit mentionner les indications suivantes :

- a) une référence à la présente partie de l'ISO 5636;
- b) la date et le lieu de l'essai;
- c) toutes les informations nécessaires pour l'identification complète de l'échantillon;
- d) le type d'appareil utilisé;
- e) la température et l'humidité relative au cours de l'essai;
- f) le nombre d'éprouvettes essayées;
- g) la différence de pression utilisée, en kilopascals;
- h) la gamme du rotamètre utilisé;
- i) les résultats d'essai;
- j) l'écart-type ou le coefficient de variation (voir 11.2);
- k) tout écart par rapport au mode opératoire spécifié.

ITEH STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 5636-4:1986

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/28a37b80-b8dd-47f2-a51b-afa7b1db833c/iso-5636-4-1986>

## Annexe A

### Entretien de l'appareil d'essai

(Cette annexe fait partie intégrante de la norme.)

**A.1** Chaque semaine, ou plus souvent si nécessaire, vérifier la propreté des orifices à l'aide du jeu de buses d'étalonnage. Nettoyer l'intérieur de la colonne en verre du manomètre à mercure comme indiqué dans la notice de l'appareil.

**A.2** Si les flotteurs ont tendance à coller sur les parois des rotamètres, cela peut être dû à des poussières ou à des charges statiques et il faut procéder au nettoyage comme indiqué dans la notice de l'appareil.

**A.3** Les joints en caoutchouc des raccords rapides doivent être changés au moins une fois par an.

**A.4** Vérifier chaque buse pour les traces de contamination. Si nécessaire, nettoyer avec un solvant convenable, par exemple de l'éther de pétrole (point de distillation : 60 à 100 °C).

## Annexe B

### Étalonnage des rotamètres

(Cette annexe fait partie intégrante de la norme.)

#### B.1 Étalonnage interne

##### B.1.1 Généralités

Les rotamètres doivent être étalonnés fréquemment s'ils doivent être utilisés pendant de longues périodes. Lorsque l'alimentation en air de l'instrument est coupée pour une raison quelconque, il faut ouvrir le robinet de purge du filtre, effectuer une chasse et étalonner les rotamètres avant de reprendre l'essai. Pour une utilisation quotidienne, il est préférable de laisser le compresseur en marche pour diminuer la dérive au niveau du régulateur.

Pendant le premier étalonnage (étapes B.1.2.5 à B.1.2.9), le dessus du flotteur doit être amené avec soin sur les lignes rouges appropriées. Dans l'étalonnage croisé (étapes B.1.2.10 à B.1.2.14), le dessus du flotteur doit se trouver à plus ou moins une division d'échelle pour chacun des points de contrôle.

##### B.1.2 Mode opératoire

**B.1.2.1** Régler le zéro du manomètre à mercure.

**B.1.2.2** Régler le compresseur pour que la pression de l'air sur l'appareil soit de 205 à 210 kPa.

NOTE — Bien que l'on utilise les unités SI tout au long de la présente Norme internationale, il est à noter que certains appareils ont leur échelle graduée en pounds-force per square inch ( $1 \text{ lbf/in}^2 = 6,89 \text{ kPa}$ ).

**B.1.2.3** Mettre les joints en caoutchouc de 283,5 mm<sup>2</sup> dans la tête de mesure (voir 10.2.1).

**B.1.2.4** Ouvrir complètement le robinet de dérivation et régler le manomètre à mercure jusqu'à une pression de 10,3 kPa en tournant le régulateur (5 sur la figure 1) situé au dos de l'appareil d'essai en s'assurant que le haut du ménisque se trouve à un dixième de division de la valeur attendue ( $\pm 0,07 \text{ kPa}$ ).

**B.1.2.5** Brancher le tuyau d'air entre la colonne n° 3 et l'orifice n° 3 du jeu de buses d'étalonnage (15 sur la figure 1).

**B.1.2.6** Fermer le robinet d'air (16 sur la figure 1) et régler la vis de positionnement du flotteur (10 sur la figure 1) jusqu'à ce que le dessus du flotteur soit devant la ligne rouge inférieure de l'échelle. Ouvrir le robinet d'air et observer la position du flotteur par rapport à la ligne rouge supérieure de l'échelle. Si le dessus du flotteur est *au-dessus* de cette ligne rouge, régler en tournant la vis d'étalonnage (9 sur la figure 1) dans le sens inverse des aiguilles d'une montre jusqu'à ce que le flotteur descende de la même quantité *en dessous* de la ligne rouge. Si le dessus du flotteur est *en dessous* de la ligne rouge, régler en tournant la vis

d'étalonnage dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'à ce que le flotteur monte de la même quantité *au-dessus* de la ligne rouge. Régler ensuite la vis de position jusqu'à ce que le dessus du flotteur soit devant la ligne rouge.

**B.1.2.7** Fermer le robinet d'air et vérifier la position du flotteur par rapport à la ligne rouge inférieure. Le dessus du flotteur doit être devant la ligne rouge inférieure quand le robinet est fermé et devant la ligne rouge supérieure quand le robinet est ouvert. Sinon, recommencer l'étape B.1.2.6 jusqu'à ce que l'étalonnage désiré soit obtenu.

**B.1.2.8** Brancher le tuyau d'air entre la colonne n° 2 et l'orifice n° 2. Recommencer les étapes B.1.2.6 et B.1.2.7.

**B.1.2.9** Brancher le tuyau d'air entre la colonne n° 1 et l'orifice n° 1. Recommencer les étapes B.1.2.6 et B.1.2.7.

**B.1.2.10** Brancher le tuyau d'air entre la colonne n° 3 et le système de serrage de l'éprouvette. Fixer la plaque non poreuse entre les deux joints en caoutchouc et s'assurer que la pression de serrage est d'au moins 400 kPa. Cette opération doit se traduire par la lecture de zéro (ligne rouge inférieure) sur la colonne n° 3.

**B.1.2.11** Brancher le tuyau d'air entre la colonne n° 3 et l'orifice n° 2 et fermer le robinet d'air sur l'orifice n° 2. Le dessus du flotteur doit être devant la ligne rouge supérieure de la colonne n° 3.

**B.1.2.12** Brancher le tuyau d'air entre la colonne n° 2 et l'orifice n° 3 et ouvrir le robinet d'air sur l'orifice n° 3. Le dessus du flotteur doit être devant la ligne rouge inférieure de la colonne n° 2.

**B.1.2.13** Brancher le tuyau d'air entre la colonne n° 2 et l'orifice n° 1 et fermer le robinet d'air sur l'orifice n° 1. Le dessus du flotteur doit être devant la ligne rouge supérieure de la colonne n° 2.

**B.1.2.14** Brancher le tuyau d'air entre la colonne n° 1 et l'orifice n° 2 et ouvrir le robinet d'air sur l'orifice n° 2. Le dessus du flotteur doit être devant la ligne rouge inférieure de la colonne n° 1.

**B.1.2.15** Brancher le tuyau d'air entre le système de serrage de l'éprouvette et la colonne appropriée et vérifier le zéro comme décrit dans l'étape B.1.2.10.



## B.2 Étalonnage par rapport à un dispositif de mesure de débit externe

### B.2.1 Généralités

Si un appareil Sheffield est disponible, on peut l'utiliser avec des plaques d'étalonnage pour étalonner les rotamètres.

Les rotamètres peuvent être étalonnés à l'aide de la méthode de la lame de savon dont il existe plusieurs versions. La figure 2 constitue une représentation schématique d'un mesureur adéquat.

### B.2.2 Appareillage et produits

#### B.2.2.1 Mesureur à bulle de savon, comprenant

- flacon ou bouteille en verre, de 1 litre de capacité;
- manomètre à eau, gradué en millimètres;
- thermomètre, gradué en degrés Celsius;
- volumètre, avec des graduations à 500 ml, 1 000 ml et 2 000 ml; les différentes gammes peuvent être réalisées avec plusieurs volumètres;
- soupape à pointeau;
- tuyauterie en verre et en caoutchouc, d'aussi grand diamètre intérieur que possible pour minimiser les pertes de charge.

#### B.2.2.2 Chronomètre.

**B.2.2.3 Solution de savon:** 3 à 5 % de détergent liquide dans de l'eau distillée donnent de bons résultats.

### B.2.3 Mode opératoire

Étalonner le rotamètre comme décrit dans le chapitre B.1.

Pour étalonner les rotamètres, déconnecter la tête de mesure du côté aval du tuyau en caoutchouc ou en plastique et, à sa place, connecter le mesureur à bulle de savon (en C). Régler les robinets pour débiter dans le rotamètre à étalonner avec le mesureur à bulle de savon. Régler la soupape à pointeau pour fournir un débit d'air aisément mesurable et s'assurer que le débit et l'indication du manomètre restent constants. Appuyer brusquement sur la poire en caoutchouc en bas du volumètre pour envoyer une bulle de savon dans le tube du volumètre. Noter le temps, en secondes, nécessaire pour que cette bulle passe entre les repères délimitant un volume connu. La gamme du volumètre devrait être choisie pour que les mesures de temps soient supérieures à 30 s. Répéter ces opérations pour environ six débits se situant au-dessus des 80 % de l'échelle du rotamètre. Noter également la température, la pression atmosphérique et la valeur lue sur le manomètre pour chaque débit.

NOTE — Pour des débits supérieurs à 1 200 ml/min, la perte de charge dans un appareil Sheffield est appréciable et, pour s'assurer de la

reproductibilité des résultats, il est nécessaire que la tuyauterie reliant le rotamètre à la tête de mesure soit contrôlée avec soin, c'est-à-dire qu'elle ait  $1,50 \pm 0,01$  m de longueur et  $6,25 \pm 0,25$  mm de diamètre intérieur. Pour les mêmes raisons, les robinets et autres accessoires ne doivent pas subir de modifications par rapport à ceux fournis par le fabricant de l'appareil.

### B.2.4 Calcul

En chaque point d'étalonnage, calculer un débit corrigé en fonction de la température et de la pression à l'aide de l'équation

$$q_0 = \frac{pV \times 296 \times 60}{111,6 \times Tt}$$

$$= \frac{159,1 pV}{Tt}$$

où

$q_0$  est le débit, exprimé en millilitres par minute, ramené à 111,6 kPa [pression atmosphérique normale (101,3 kPa) + pression nominale de fonctionnement (10,3 kPa)] et à 23 °C;

$p$  est la somme, en kilopascals, de la pression atmosphérique réelle et de la pression différentielle indiquée par le manomètre (un relevé de 1 mm sur le manomètre correspond à 9,78 Pa à 23 °C);

$V$  est le volume, en millilitres, délimité par les graduations du volumètre;

$T$  est le relevé de température, en kelvins ( $T = 273 + \theta$ ,  $\theta$  étant le relevé de température en degrés Celsius);

$t$  est le temps, en secondes.

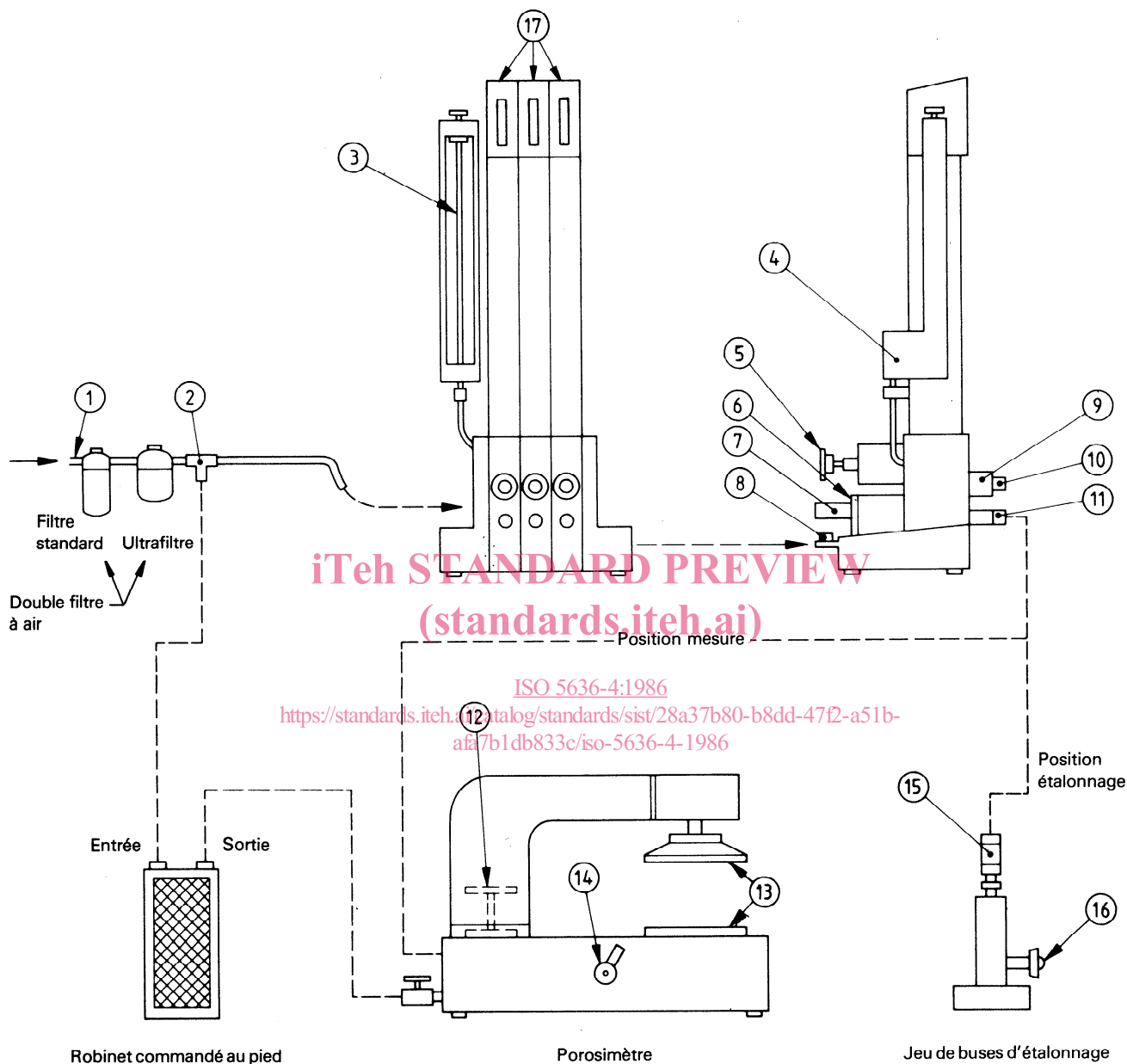
### B.2.5 Précision

Cette méthode d'étalonnage donne une précision satisfaisante pour des conditions atmosphériques d'essai ne s'écartant pas trop de 101,3 kPa et de 23 °C.

## B.3 Tracé de la courbe d'étalonnage

Tracer une courbe valeur lue en fonction du débit réel pour chaque rotamètre. La courbe devrait être une droite et les résultats des trois rotamètres devraient être alignés. S'il n'en est pas ainsi, il y a un défaut soit dans les rotamètres, soit dans le jeu de buses d'étalonnage.

Il est commode de porter, sur l'axe des débits, les valeurs pour le calcul selon le chapitre 11 pour tous les joints en caoutchouc fréquemment utilisés. La courbe d'étalonnage peut alors être utilisée pour convertir directement la lecture de l'échelle en perméabilité à l'air.



- |   |                                       |    |  |
|---|---------------------------------------|----|--|
| 1 | Alimentation en air                   | 10 | Vis de positionnement du flotteur                |
| 2 | Raccord en T                          | 11 | Raccord rapide                                   |
| 3 | Manomètre 10,3 kPa                    | 12 | Régulateur du système de serrage de l'éprouvette |
| 4 | Réservoir à mercure                   | 13 | Joints en caoutchouc                             |
| 5 | Régulateur 10,3 kPa, avec son réglage | 14 | Contact de la dérivation                         |
| 6 | Indicateur de pression                | 15 | Jeu de buses d'étalonnage                        |
| 7 | Régulateur primaire                   | 16 | Robinet d'air                                    |
| 8 | Robinet d'arrêt                       | 17 | Rotamètres                                       |
| 9 | Vis d'étalonnage                      |    |  |

Figure 1 — Appareil Sheffield



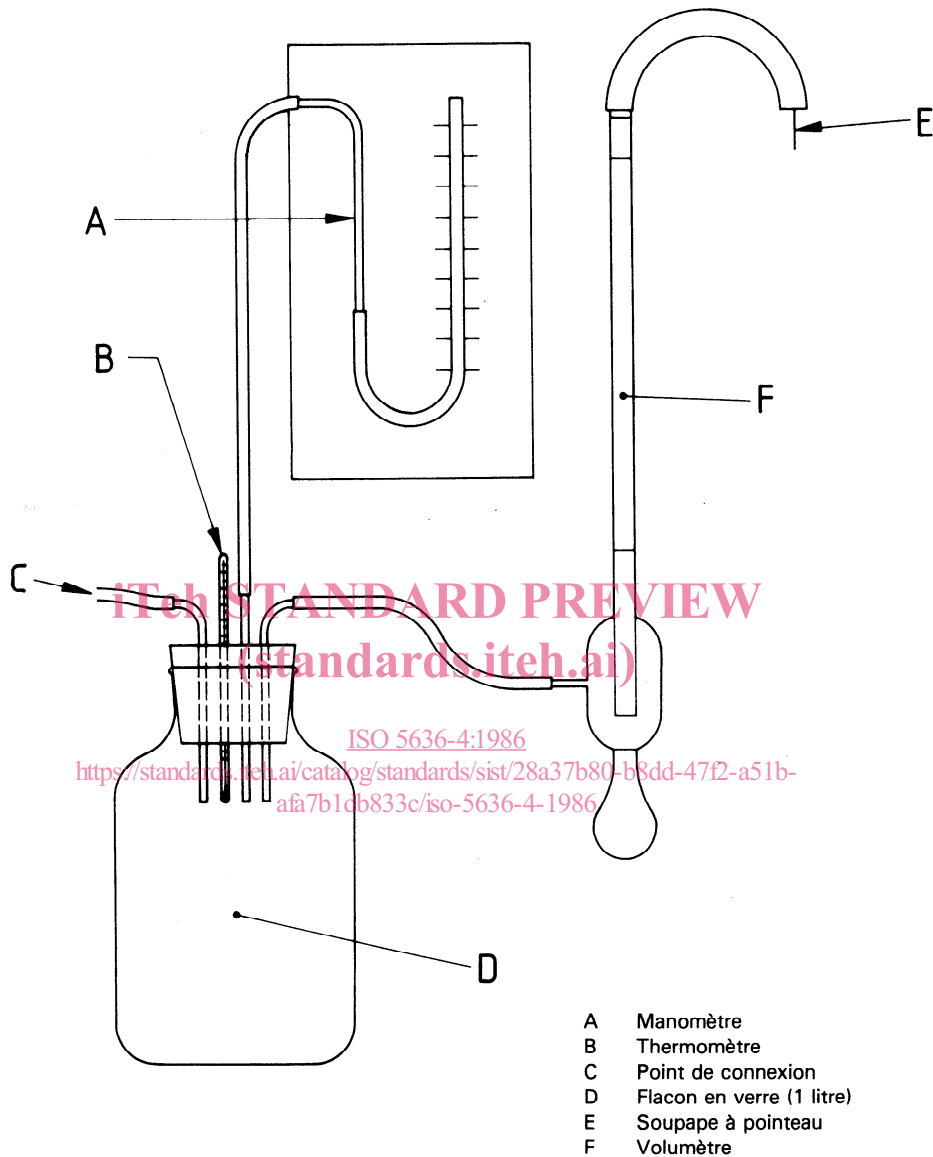


Figure 2 — Mesureur à bulle de savon