

NORME  
INTERNATIONALE

ISO  
11092

Première édition  
1993-10-15

---

---

**Textiles — Effets physiologiques —  
Mesurage de la résistance thermique et de  
la résistance à la vapeur d'eau en régime  
stationnaire (essai de la plaque chaude  
gardée transpirante)**

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8276/6751-4/2c-8886-807846-49-iso-11092-1993>  
**ISO 11092:1993**  
*Textiles — Physiological effects — Measurement of thermal and  
water-vapour resistance under steady-state conditions (sweating  
guarded-hotplate test)*



Numéro de référence  
ISO 11092:1993(F)

## 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 11092 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 38, *Textiles*.

Les annexes A et B font partie intégrante de la présente Norme internationale.

ITeH STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

ISO 11092:1993

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f1829d6-8751-492c-b6d8-8657ec0a54f9/iso-11092-1993>

## Introduction

L'ISO 11092 est la première de plusieurs normes concernant des méthodes d'essai dans le domaine du confort des vêtements.

Les propriétés physiques des matériaux textiles qui contribuent au confort physiologique mettent en jeu une combinaison complexe de transferts de chaleur et de masse. Ceux-ci peuvent survenir séparément ou simultanément. Ils sont dépendants du temps, et peuvent être considérés en régime stationnaire ou transitoire.

La résistance thermique résulte directement de la combinaison des transferts de chaleur radiatif, conductif et convectif, et sa valeur dépend de la contribution de chacun au transfert de chaleur total. Bien qu'elle soit une propriété intrinsèque du matériau textile, la valeur issue du mesurage peut varier en fonction des conditions d'essai du fait de l'interaction de paramètres tels que le transfert de chaleur radiatif avec l'environnement.

Il existe plusieurs méthodes qui peuvent être utilisées pour mesurer les propriétés des textiles vis-à-vis de la chaleur et de l'humidité, chacune d'elle étant spécifique de l'une ou de l'autre et reposant sur certaines hypothèses pour son interprétation.

La plaque chaude gardée transpirante (souvent nommée «modèle peau») décrite dans la présente Norme internationale a pour but de simuler les processus de transfert de chaleur et de masse qui se produisent au voisinage de la peau humaine. Les mesurages qui concernent l'un ou les deux transferts peuvent être conduits séparément ou simultanément en utilisant une variété de conditions expérimentales — combinant la température, l'humidité relative, la vitesse d'air — et en phase liquide ou gazeuse. Ainsi, les propriétés de transfert mesurées avec cet appareil peuvent être appropriées à différentes situations de porter et d'environnement, à la fois en régime transitoire et stationnaire. Dans la présente Norme internationale, seules les conditions stationnaires sont utilisées.

Les conditions d'essai utilisées dans la présente Norme internationale n'ont pas pour but de représenter des situations de confort spécifiques et les spécifications de performance liées au confort physiologique ne sont pas définies.

Page blanche

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

ISO 11092:1993

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ff1829d6-8751-492c-b6d8-8657ec0a54f9/iso-11092-1993>

# Textiles — Effets physiologiques — Mesurage de la résistance thermique et de la résistance à la vapeur d'eau en régime stationnaire (essai de la plaque chaude gardée transpirante)

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit des méthodes pour la détermination de la résistance thermique et de la résistance à la vapeur d'eau, en régime stationnaire, de produits tels que matériaux textiles, films, enductions, mousses et cuir, y compris les assemblages multicouches, qui sont utilisés pour l'habillement, couettes, sacs de couchage, garnitures de siège et produits similaires.

L'application de cette technique de mesurage est limitée à des valeurs maximales de résistance thermique et de résistance à la vapeur d'eau qui dépendent des dimensions et de la construction de l'appareil (par exemple respectivement  $2 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  et  $700 \text{ m}^2 \cdot \text{Pa}/\text{W}$  pour les spécifications minimales de l'équipement auquel il est fait référence dans la présente Norme internationale).

## 2 Définitions

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

**2.1 résistance thermique,  $R_{ct}$ :** Différence de température entre les deux faces du matériau, divisée par le flux de chaleur par unité de surface dans la direction du gradient. Le flux de chaleur sèche peut consister en une ou plusieurs des composantes conductive, convective et radiante.

La résistance thermique  $R_{ct}$ , exprimée en mètres carrés kelvins par watt, est une quantité spécifique aux

matériaux textiles ou composites, qui détermine le flux de chaleur sèche à travers une surface donnée lorsqu'un gradient de température stable dans le temps lui est appliqué.

**2.2 résistance à la vapeur d'eau,  $R_{et}$ :** Différence de pression de vapeur d'eau entre les deux faces du matériau, divisée par le flux de chaleur d'évaporation par unité de surface dans la direction du gradient. Le flux de chaleur d'évaporation peut consister en composantes à la fois diffusive et convective.

La résistance à la vapeur d'eau  $R_{et}$ , exprimée en mètres carrés pascals par watt, est une quantité spécifique aux matériaux textiles ou composites qui détermine le flux de chaleur «latente» d'évaporation à travers une surface donnée lorsqu'un gradient de pression de vapeur d'eau stable dans le temps lui est appliqué.

**2.3 indice de perméabilité à la vapeur d'eau,  $i_{mt}$ :** Rapport de la résistance thermique à la résistance évaporative conformément à l'équation (1):

$$i_{mt} = S \cdot \frac{R_{ct}}{R_{et}} \quad \dots (1)$$

où  $S$  est égal à  $60 \text{ Pa}/\text{K}$ .

$i_{mt}$  est sans dimension et sa valeur est comprise entre 0 et 1. Une valeur de 0 signifie que le matériau est imperméable à la vapeur d'eau, c'est-à-dire qu'il a une résistance à la vapeur d'eau infinie; un matériau qui a une valeur de 1 présente à la fois la résistance thermique et la résistance à la vapeur d'eau d'une couche d'air de la même épaisseur.

**2.4 perméabilité à la vapeur d'eau,  $W_d$ :** Caractéristique d'un matériau textile ou composite dépendant de la résistance à la vapeur d'eau et de la température conformément à l'équation (2):

$$W_d = \frac{1}{R_{et} \cdot \phi_{T_m}} \quad \dots (2)$$

où

$\phi_{T_m}$  est la chaleur latente de vaporisation de l'eau à la température  $T_m$  de l'unité de mesure

par exemple: 0,672 W·h/g à  $T_m = 35 \text{ °C}$

La perméabilité à la vapeur d'eau est exprimée en grammes par mètre carré heure-pascal.

### 3 Symboles et unités

$R_{ct}$	est la résistance thermique, en mètres carrés kelvins par watt
$R_{et}$	est la résistance à la vapeur d'eau, en mètres carrés pascals par watt
$i_{mt}$	est l'indice de perméabilité à la vapeur d'eau, sans dimension
$R_{ct0}$	est la constante de l'appareil, en mètres carrés kelvins par watt, pour le mesurage de la résistance thermique $R_{ct}$
$R_{et0}$	est la constante de l'appareil, en mètres carrés pascals par watt, pour le mesurage de la résistance à la vapeur d'eau $R_{et}$
$W_d$	est la perméabilité à la vapeur d'eau, en grammes par mètre carré-heure-pascal
$\phi_{T_m}$	est la chaleur latente de vaporisation de l'eau, en watts heures par gramme, à la température $T_m$
$A$	est la surface de l'unité de mesure, en mètres carrés
$T_a$	est la température de l'air dans l'enceinte de mesure, en degrés Celsius
$T_m$	est la température de l'unité de mesure, en degrés Celsius
$T_s$	est la température de la garde thermique, en degrés Celsius
$p_a$	est la pression partielle de vapeur d'eau, en pascals, de l'air dans l'enceinte de mesure à la température $T_a$
$p_m$	est la pression partielle saturante de vapeur d'eau, en pascals, à la surface de l'unité de mesure à la température $T_m$

$v_a$	est la vitesse du flux d'air au-dessus de la surface de l'éprouvette d'essai, en mètres par seconde
$s_v$	est l'écart-type de la vitesse d'air $v_a$ , en mètres par seconde
HR	est l'humidité relative, en pour-cent
$H$	est la puissance de chauffe fournie à l'unité de mesure, en watts
$\Delta H_c$	est le facteur correctif de la puissance de chauffe pour le mesurage de résistance thermique $R_{ct}$
$\Delta H_e$	est le facteur correctif de la puissance de chauffe pour le mesurage de résistance à la vapeur d'eau $R_{et}$
$\alpha$	est la pente de la droite de correction pour le calcul de $\Delta H_c$
$\beta$	est la pente de la droite de correction pour le calcul de $\Delta H_e$

### 4 Principe

L'éprouvette à essayer est placée sur une plaque chauffée électriquement; un air conditionné est conduit de telle sorte qu'il balaie la face supérieure de l'éprouvette parallèlement à celle-ci, suivant les prescriptions de la présente Norme internationale.

Pour la détermination de la résistance thermique, le flux de chaleur à travers l'éprouvette est mesuré lorsque l'état d'équilibre est atteint.

La technique décrite dans la présente Norme internationale permet de déterminer la résistance thermique  $R_{ct}$  d'un matériau en soustrayant la résistance thermique de la couche limite d'air à la surface de l'appareil de la résistance de l'ensemble que constitue l'éprouvette d'essai et sa couche limite d'air, ces deux résistances étant mesurées dans les mêmes conditions.

Pour la détermination de la résistance à la vapeur d'eau, une plaque poreuse chauffée électriquement est couverte par une membrane perméable à la vapeur d'eau mais imperméable à l'eau liquide. L'eau qui alimente la plaque chauffée s'évapore et passe à travers la membrane à l'état de vapeur; de ce fait, il n'y a pas d'eau liquide qui entre en contact avec l'éprouvette. Lorsque l'éprouvette est placée sur la membrane, le flux de chaleur nécessaire pour maintenir la plaque à une température constante est une mesure du débit d'évaporation de l'eau, et la valeur de la résistance à la vapeur d'eau de l'éprouvette s'en déduit.

La technique décrite dans la présente Norme internationale permet de déterminer la résistance à la vapeur d'eau  $R_{et}$  d'un matériau en soustrayant la résistance à la vapeur d'eau de la couche limite d'air à la surface

de l'appareil de la résistance de l'ensemble que constitue l'éprouvette d'essai et sa couche limite d'air, les deux résistances étant mesurées dans les mêmes conditions.

## 5 Appareillage

**5.1 Unité de mesure avec contrôle de température et d'alimentation en eau**, constituée d'une plaque de métal d'environ 3 mm d'épaisseur et d'une surface minimale de 0,04 m<sup>2</sup> (par exemple un carré de 200 mm de côté), fixée à un bloc de métal conducteur de chaleur qui contient un élément chauffant électrique [voir figure 1, éléments (1) et (6)]. Pour le mesurage de la résistance à la vapeur d'eau, la plaque métallique (1) doit être poreuse. Elle est entourée par une garde thermique [élément (8) de la figure 2] qui est localisée dans une ouverture de la table de mesure (11).

Le coefficient d'émissivité radiante de la surface de la plaque (1) doit être supérieur à 0,35, le mesurage étant effectué à 20 °C sur la plage de longueurs d'onde 8 µm à 14 µm, avec le rayon primaire perpendiculaire à la surface de la plaque et la réflexion hémisphérique.

Des canaux sont usinés sur la face du bloc de l'élément chauffant (6) qui est en contact avec la plaque poreuse pour permettre l'alimentation en eau par un système doseur (5).

La position de l'unité de mesure par rapport à la table de mesure doit être ajustable, afin que l'on puisse amener la face supérieure des éprouvettes qui la recouvrent à être dans le même plan que la table de mesure.

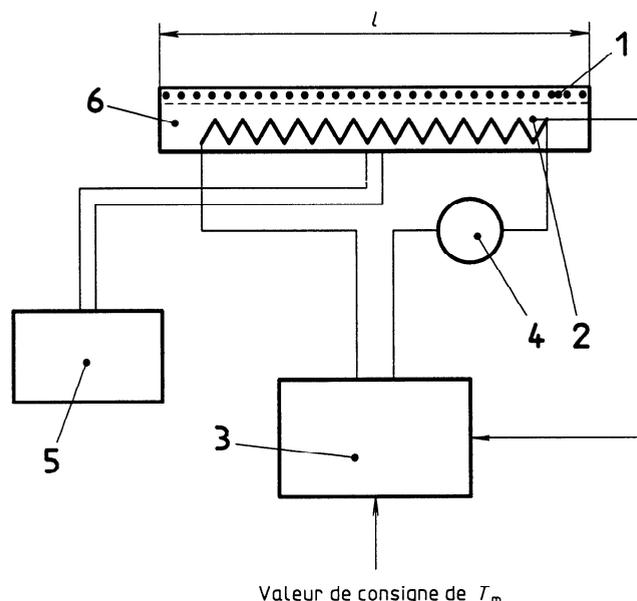
Les fuites thermiques à travers les cablages qui rejoignent l'unité de mesure ou son système de mesure de température doivent être minimisées, par exemple en plaçant le plus possible de fil le long de la face interne de la garde thermique (8).

Le régulateur de température (3) ainsi que la sonde de température de l'unité de mesure (2) doivent maintenir la température  $T_m$  de l'unité de mesure (7) constante à  $\pm 0,1$  K. La puissance de chauffe  $H$  doit être mesurable au moyen d'un système approprié (4) à  $\pm 2$  % sur la totalité de la plage.

L'eau est conduite à la surface de la plaque métallique poreuse (1) par un système doseur (5) telle une burette motorisée. Afin de maintenir un débit d'évaporation constant, un détecteur de niveau enclenche le système doseur lorsque le niveau d'eau dans la plaque descend de plus de 1,0 mm approximativement en dessous de la surface de celle-ci. Le détecteur de niveau est relié mécaniquement à l'unité de mesure.

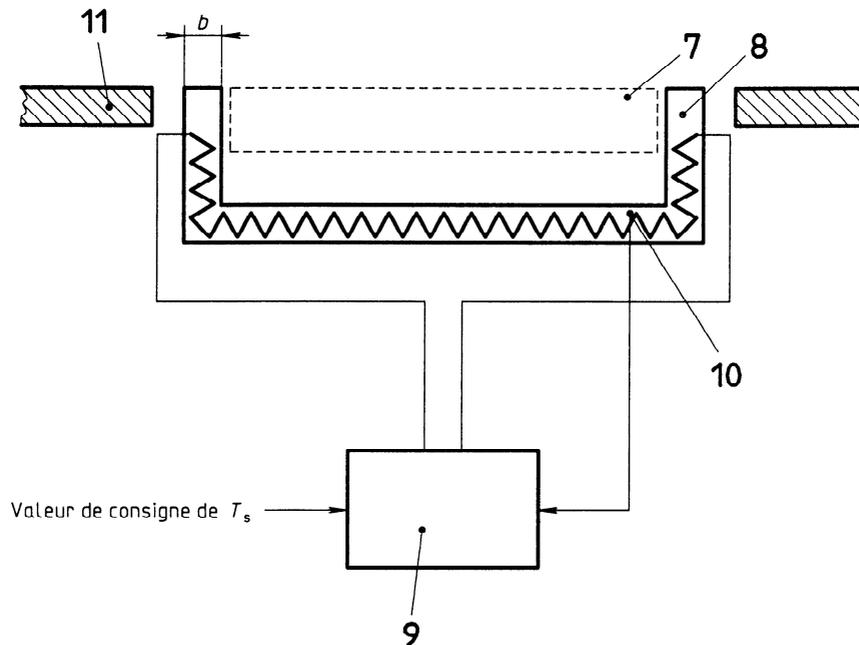
Avant d'être introduite dans l'unité de mesure, l'eau doit être préchauffée à la température de l'unité de mesure. Cela peut être réalisé en faisant passer l'eau dans des tuyaux à l'intérieur de la garde thermique avant l'entrée dans l'unité de mesure.

STANDARDS.iTeh  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f1829d6-8751-492c-b6d8-8657ec0a54f9/iso-11092-1993>



- |   |                           |   |                                              |
|---|---------------------------|---|----------------------------------------------|
| 1 | Plaque de métal           | 4 | Système de mesure de la puissance de chauffe |
| 2 | Capteur de température    | 5 | Système de dosage d'eau                      |
| 3 | Régulateur de température | 6 | Bloc métallique avec élément chauffant       |

**Figure 1 — Unité de mesure avec contrôle de température et d'alimentation en eau**



- 7 Unité de mesure selon 5.1
- 8 Garde thermique
- 9 Régulation de température
- 10 Système de mesure de température
- 11 Table de mesure

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

ISO 11092:1993

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f1829d6-8751-492c-b6d8-55707299>

**Figure 2 — Garde thermique avec contrôle de température**

**5.2 Garde thermique avec contrôle de température** [élément (8) de la figure 2], constituée d'un matériau à haute conductivité thermique tel qu'un métal et contient des éléments chauffants électriques.

Sa fonction est d'éviter les fuites thermiques par les côtés et le fond de l'unité de mesure (7).

La largeur  $b$  de la garde thermique (voir figure 2) doit être au minimum de 15 mm. L'espace entre la face supérieure de la garde thermique et la plaque métallique ne doit pas dépasser 1,5 mm.

La garde thermique peut être constituée d'une plaque poreuse et d'un système de dosage d'eau similaire à l'unité de mesure pour former une garde humide.

La température  $T_s$  de la garde thermique mesurée par le capteur de température (10) est maintenue, au moyen d'un régulateur (9), à la même température que celle de l'unité de mesure  $T_m$  à  $\pm 0,1$  K.

**5.3 Enceinte d'essai**, dans laquelle l'unité de mesure et la garde thermique sont installées et la température de l'air ambiant et l'humidité sont contrôlées.

L'air conditionné est soufflé dans une veine de façon qu'il balaie la face supérieure de l'unité de mesure et de la garde thermique parallèlement à celles-ci. La hauteur de cette veine forcée au-dessus de la table de mesure ne doit pas être inférieure à 50 mm.

La dérive dans le temps de la température  $T_a$  de ce flux d'air ne doit pas dépasser  $\pm 0,1$  K sur la durée d'un essai. Pour le mesurage de la résistance thermique et pour le mesurage d'une résistance à la vapeur d'eau inférieure à  $100 \text{ m}^2 \cdot \text{Pa}/\text{W}$ , une précision de  $\pm 0,5$  K est suffisante.

La dérive dans le temps de l'humidité relative HR de ce flux d'air ne doit pas dépasser  $\pm 3$  % HR sur la durée d'un essai.

Ce flux d'air mesuré en un point situé 15 mm au-dessus de la table de mesure, au centre de l'unité de mesure non couverte, et à une température d'air  $T_a$  de  $20$  °C. La vitesse d'air  $v_a$  mesurée en ce point doit avoir une valeur moyenne de 1 m/s avec une dérive dans le temps ne dépassant pas  $\pm 0,05$  m/s sur la durée d'un essai.

Il est important qu'en ce point, le flux d'air ait un certain degré de turbulence, exprimé par la fluctuation

relative de vitesse d'air  $v_v/v_a$ , qui soit compris entre 0,05 et 0,1; cette fluctuation est mesurée à des intervalles de temps d'environ 6 s sur une durée d'au moins 10 min, avec un instrument dont la constante de temps est inférieure à 1 s.

## 6 Éprouvettes d'essai

### 6.1 Matériaux d'épaisseur inférieure ou égale à 5 mm

Les éprouvettes doivent couvrir complètement la surface de l'unité de mesure et de la garde thermique.

Pour chaque matériau à essayer, un minimum de trois éprouvettes doivent être découpées et essayées.

Avant essai, les éprouvettes doivent être conditionnées pendant un minimum de 12 h à la température et l'humidité prescrites en 7.3 ou 7.4, selon le cas.

### 6.2 Matériaux d'épaisseur supérieure à 5 mm

6.2.1 Les éprouvettes correspondant à cette catégorie nécessitent un mode opératoire d'essai particulier pour éviter les pertes de chaleur et de vapeur d'eau par leurs côtés.

Pour le mesurage de la résistance thermique, des corrections prenant en compte les pertes thermiques par les côtés sont nécessaires si l'épaisseur de l'éprouvette est supérieure à approximativement 2 fois la largeur  $b$  de la garde thermique (voir figure 2). L'écart par rapport à la relation linéaire qui lie la résistance thermique et l'épaisseur de l'éprouvette, peut être déterminé et corrigé par le facteur  $[1 + (\Delta R_{ct}/R_{ct \text{ mesuré}})]$ ; celui-ci est issu du mesurage des valeurs de  $R_{ct}$  de plusieurs épaisseurs d'un matériau homogène tel que la mousse jusqu'à une épaisseur au moins égale à celle de l'éprouvette à essayer (voir figure 3).

6.2.2 Pour le mesurage de la résistance à la vapeur d'eau, si la garde thermique n'est pas constituée d'une plaque poreuse et d'un système de dosage d'eau similaire à celui de l'unité de mesure, les côtés verticaux des éprouvettes découpées doivent être entourés d'un cadre imperméable à la vapeur d'eau qui a approximativement la même hauteur que l'éprouvette libre. Sur ses quatre côtés, les dimensions intérieures du cadre sont les mêmes que celles de la plaque poreuse de l'unité de mesure.

6.2.3 Avant essai, les éprouvettes doivent être conditionnées pendant un minimum de 24 h à la température et à l'humidité prescrites en 7.3 ou 7.4, selon le cas.

6.2.4 Les éprouvettes contenant des matériaux de garnissage ou ayant une épaisseur irrégulière, comme les couettes et les sacs de couchage, nécessitent un mode de montage particulier comme décrit dans l'annexe A.

## 7 Mode opératoire

### 7.1 Détermination des constantes de l'appareil

Dans les valeurs de résistance thermique et résistance à la vapeur d'eau mesurées avec l'appareillage décrit dans la présente Norme internationale entrent en jeu des constantes intrinsèques de l'appareil. Ces constantes comprennent la résistance interne de l'unité de mesure, plus la résistance de la couche limite d'air qui adhère à la surface de l'éprouvette.

Ces constantes d'appareillage  $R_{ct0}$  et  $R_{et0}$  sont déterminées par des mesurages à vide, et il est essentiel pour cela que la surface de l'unité de mesure soit dans le même plan que la table de mesure.

#### 7.1.1 Détermination de $R_{ct0}$

Pour la détermination de  $R_{ct0}$ , régler la température de l'unité de mesure  $T_m$  à 35 °C et la température de l'air  $T_a$  à 20 °C avec une humidité relative HR de 65 %. Ajuster la vitesse d'air  $v_a$  à 1 m/s. Tout écart sur ces valeurs doit être dans les tolérances établies dans l'article 5. Attendre que les grandeurs mesurées ( $T_m$ ,  $T_a$ , HR,  $H$ ) atteignent l'équilibre avant de relever leurs valeurs.

La résistance thermique à vide  $R_{ct0}$  est déterminée par l'équation (3):

$$R_{ct0} = \frac{(T_m - T_a) \cdot A}{H - \Delta H_c} \quad \dots (3)$$

où  $\Delta H_c$  est un terme correctif qui est déterminé comme décrit dans l'annexe B.

#### 7.1.2 Détermination de $R_{et0}$

7.1.2.1 Pendant la détermination de  $R_{et0}$ , la surface de la plaque poreuse est maintenue constamment humide par un système de dosage d'eau (voir 5.1). Un film de Cellophane souple, perméable à la vapeur d'eau mais imperméable à l'eau, d'une épaisseur comprise entre 10  $\mu\text{m}$  et 50  $\mu\text{m}$ , doit recouvrir la plaque poreuse.

Le film de Cellophane doit être humidifié avec de l'eau distillée, puis fixé à la plaque de mesure par des moyens appropriés de sorte qu'il ne présente pas de plis.

L'eau qui alimente la plaque de mesure doit être distillée, de préférence bidistillée, et bouillie à nouveau avant utilisation afin qu'elle soit bien dégazée en évitant ainsi la formation de bulles de gaz sous le film.