

---

---

**Qualité du sol — Détermination de la  
conductivité hydraulique de matériaux  
poreux saturés à l'aide d'un perméamètre  
à paroi flexible**

*Soil quality — Determination of hydraulic conductivity of saturated  
porous materials using a flexible wall permeameter*

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 17313:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6404f997-fc0e-4757-8479-51636bc10bbd/iso-17313-2004>



**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

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

[ISO 17313:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6404f997-fc0e-4757-8479-51636bc10bbd/iso-17313-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6404f997-fc0e-4757-8479-51636bc10bbd/iso-17313-2004>

© ISO 2004

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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 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

|  |    |
|--|----|
| Avant-propos .....   | iv |
| Introduction .....   | v  |
| 1 <b>Domaine d'application</b> .....   | 1  |
| 2 <b>Termes et définitions</b> .....   | 1  |
| 3 <b>Portée et utilisation</b> .....   | 1  |
| 4 <b>Réactifs</b> .....  | 2  |
| 5 <b>Appareillage</b> .....  | 2  |
| 6 <b>Éprouvette d'essai</b> .....  | 5  |
| 6.1 <b>Dimensions de l'éprouvette</b> .....                                      | 5  |
| 6.2 <b>Éprouvette non remaniée</b> .....   | 6  |
| 6.3 <b>Éprouvette consolidée en laboratoire</b> .....                            | 6  |
| 6.4 <b>Autres méthodes de préparation</b> .....                                  | 6  |
| 7 <b>Mode opératoire</b> .....   | 6  |
| 7.1 <b>Mise en place de l'éprouvette</b> .....                                   | 6  |
| 7.2 <b>Présaturation de l'éprouvette</b> .....                                   | 7  |
| 7.3 <b>Saturation par contre-pression</b> .....                                  | 7  |
| 7.4 <b>Consolidation</b> .....   | 7  |
| 7.5 <b>Application de l'écoulement</b> .....                                     | 8  |
| 7.6 <b>Dimensions finales de l'éprouvette</b> .....                              | 10 |
| 8 <b>Calculs</b> .....   | 10 |
| 8.1 <b>Essais à charge constante et à débit constant (Méthodes A et D)</b> ..... | 10 |
| 8.2 <b>Essais à charge décroissante</b> .....                                    | 11 |
| 9 <b>Rapport d'essai</b> .....   | 13 |
| Bibliographie .....  | 14 |

## 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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

L'attention est appelée 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.

L'ISO 17313 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 190, *Qualité du sol*, sous-comité SC 5, *Méthodes physiques*.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**  
ISO 17313:2004  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6404f997-fc0e-4757-8479-51636bc10bbd/iso-17313-2004>

## Introduction

Le débit d'eau dans le sol est d'une importance considérable pour de nombreux aspects liés à la vie agricole et urbaine. La pénétration de l'eau dans le sol, le mouvement de l'eau vers les racines des plantes, l'écoulement de l'eau vers les drains et les puits, ainsi que l'évaporation de l'eau de la surface du sol ne sont que quelques exemples des situations évidentes dans lesquelles le débit d'eau joue un rôle majeur. La prévision du taux de mouvement de l'eau du sol est également un facteur déterminant en cas de pollution du sol ou en présence d'eaux souterraines polluées car elle permet d'obtenir des connaissances sur la diffusion des polluants.

Les propriétés du sol qui déterminent le comportement des réseaux d'écoulement d'eau du sol sont la conductivité hydraulique et la caractéristique de rétention en eau. La conductivité hydraulique du sol est une mesure de la capacité de ce sol à transmettre l'eau. La caractéristique de rétention en eau est une expression de sa capacité à stocker l'eau. Ces propriétés déterminent la réponse d'un réseau d'écoulement d'eau du sol à des conditions aux limites imposées.

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

[ISO 17313:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6404f997-fc0e-4757-8479-51636bc10bbd/iso-17313-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6404f997-fc0e-4757-8479-51636bc10bbd/iso-17313-2004>

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

ISO 17313:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6404f997-fc0e-4757-8479-51636bc10bbd/iso-17313-2004>

# Qualité du sol — Détermination de la conductivité hydraulique de matériaux poreux saturés à l'aide d'un perméamètre à paroi flexible

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode d'essai pour les mesurages en laboratoire de la conductivité hydraulique de matériaux poreux saturés en eau au moyen d'un perméamètre à paroi flexible.

La présente Norme internationale est applicable aux éprouvettes non remaniées ou consolidées dont la conductivité hydraulique est comprise entre  $1 \times 10^{-5}$  m/s ( $1 \times 10^{-3}$  cm/s) et  $1 \times 10^{-11}$  m/s ( $1 \times 10^{-9}$  cm/s). Les sols types entrant dans cette catégorie sont l'argile, les dépôts d'argile et de sable, le limon, la tourbe, les sédiments, etc.

## 2 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

### 2.1

#### conductivité hydraulique

*k*

quantité d'eau qui traverse le milieu poreux de section unitaire sous un gradient hydraulique unitaire, dans des conditions d'écoulement laminaire et des conditions de température standard (20 °C)

### 2.2

#### écoulement poreux volumique

volume d'eau écoulé, dans un volume de sol (épreuve), divisé par le volume des pores de l'épreuve

### 2.3

#### gradient hydraulique

variation de la charge hydraulique totale d'eau par unité de longueur d'écoulement

## 3 Portée et utilisation

La présente méthode d'essai est applicable à l'écoulement laminaire unidimensionnel de l'eau, de bas en haut, dans des matériaux poreux tels que le sol et la roche.

La conductivité hydraulique des matériaux poreux décroît généralement avec l'augmentation de la quantité d'air dans les pores du matériau. La présente méthode d'essai est applicable aux matériaux poreux saturés en eau contenant une quantité presque nulle d'air.

La présente méthode d'essai est applicable à l'infiltration de l'eau dans les matériaux poreux. L'infiltration d'autres liquides, tels que les déchets chimiques, peut être accomplie avec des modes opératoires similaires à ceux décrits dans la présente méthode d'essai. Toutefois, la présente méthode d'essai est uniquement destinée à être utilisée lorsque le liquide d'infiltration est de l'eau.

On suppose que l'on se situe dans le domaine de validité de la loi de Darcy et que la conductivité hydraulique est pour l'essentiel insensible au gradient hydraulique. La validité de la loi de Darcy peut être évaluée en mesurant la conductivité hydraulique de l'éprouvette pour trois valeurs de gradient hydraulique. Si les valeurs mesurées sont proches (dans un intervalle d'environ 25 %), alors la loi de Darcy peut être considérée comme valide. Toutefois, lorsque le gradient hydraulique agissant sur une éprouvette d'essai est modifié, l'état de contrainte est également modifié et, si l'éprouvette est compressible, le volume de l'éprouvette change. Par conséquent, une modification de la conductivité hydraulique peut se produire lorsque le gradient hydraulique est modifié, même dans les cas où la loi de Darcy est valide.

Normalement, la conductivité hydraulique mesurée lors des essais de laboratoire est différente des résultats des essais à grande échelle sur le terrain. En effet, les échantillons de la taille décrite dans la présente Norme internationale sont représentatifs des sols homogènes, mais rarement des sols stratifiés, fissurés ou d'autres sols non homogènes. Dans le cas de ces sols, pour obtenir des résultats représentatifs de la conductivité hydraulique sur le terrain, il faut envisager un échantillonnage à grande échelle ou des essais sur le terrain.

## 4 Réactifs

### 4.1 Eau d'infiltration, telle que spécifiée par le demandeur.

Si aucune spécification n'est faite, l'eau du robinet doit être utilisée comme liquide d'infiltration. Le type d'eau utilisée doit être indiqué dans le rapport d'essai.

### 4.2 Eau désaérée.

Pour éviter d'introduire de l'air et pour que l'éprouvette d'essai soit aussi exempte d'air que possible, de l'eau désaérée doit être utilisée. Pour éviter que de l'air se dissolve à nouveau dans l'eau, l'eau désaérée ne doit pas être exposée à l'air pendant une période prolongée.

## 5 Appareillage

ISO 17313:2004  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6404f997-fc0e-4757-8479-51636bc10bbd/iso-17313-2004>

### 5.1 Système hydraulique.

Des systèmes à charge constante (Méthode A), à charge décroissante (Méthodes B et C) ou à débit constant (Méthode D) peuvent être utilisés, à condition qu'ils répondent aux critères suivants.

#### a) Charge constante (Méthode A)

Le système doit être capable de maintenir une pression hydraulique constante. Les pressions doivent être mesurées au moyen d'un manomètre, d'un capteur électronique de pression ou de tout autre dispositif de précision appropriée.

#### b) Charge décroissante

Le système doit permettre le mesurage de la perte de charge appliquée. La perte de charge doit être mesurée au moyen d'un manomètre, d'un capteur électronique de pression, d'une règle graduée, d'une pipette graduée ou de tout autre dispositif de précision appropriée. Les essais à charge décroissante peuvent être effectués avec une pression aval qui est soit constante (Méthode B), soit croissante (Méthode C).

#### c) Débit constant (Méthode D)

Le système doit être capable de maintenir un débit constant dans l'éprouvette, avec une précision d'au moins  $\pm 5\%$ . Le mesurage de l'écoulement doit être effectué à l'aide d'une seringue calibrée, d'une pipette graduée ou d'un autre dispositif de précision appropriée.

Le système hydraulique doit être conçu pour qu'il soit facile de chasser rapidement et complètement les bulles d'air libres des conduites d'écoulement.

Le système hydraulique doit être capable d'exercer une contre-pression sur l'éprouvette pour faciliter la saturation. La contre-pression peut être fournie par une alimentation en gaz comprimé, par l'action d'un poids sur un piston ou par toute autre méthode capable d'appliquer et de commander la contre-pression à la tolérance prescrite.

Les méthodes d'essai décrites ci-dessus sont équivalentes. La précision des résultats d'essai dépend des instruments utilisés.

## 5.2 Système de mesure de l'écoulement.

Les volumes d'eau entrant et sortant doivent être mesurés, sauf si l'absence de fuite, la continuité de l'écoulement et l'arrêt du tassement ou du gonflement peuvent être vérifiés par d'autres moyens. Les volumes écoulés doivent être mesurés au moyen d'un récipient gradué, d'une pipette graduée ou d'un tube vertical équipé d'un capteur électronique de pression ou d'un autre dispositif de mesure à colonne ayant une précision appropriée.

Les pertes de charge dans les tubes, les vannes, les plaques poreuses et le papier-filtre peuvent conduire à une erreur; elles doivent être inférieures à 10 % de la perte de charge de l'échantillon.

## 5.3 Système de mise sous pression de la cellule du perméamètre.

Le système de mise sous pression de la cellule du perméamètre peut consister en un réservoir raccordé à la cellule du perméamètre et partiellement rempli d'eau désaérée, avec la partie supérieure du réservoir raccordée à une alimentation en gaz comprimé ou à une autre source de pression. La pression du gaz doit être commandée par un régulateur de pression et mesurée par un manomètre, un capteur électronique de pression ou tout autre dispositif capable de mesurer à la tolérance prescrite. Un système hydraulique mis sous pression par l'action d'un poids sur un piston, ou par tout autre dispositif capable d'appliquer et de commander la pression de la cellule du perméamètre, à la tolérance prescrite peut également être utilisé.

**5.4 Cellule de perméamètre** dans laquelle l'éprouvette et les plaques poreuses, enveloppées d'une membrane scellée au couvercle et à la base, sont soumises à des pressions commandées par un fluide.

Une cellule (5), telle que faisant partie d'un système type de perméamètre, est illustrée à la Figure 1.

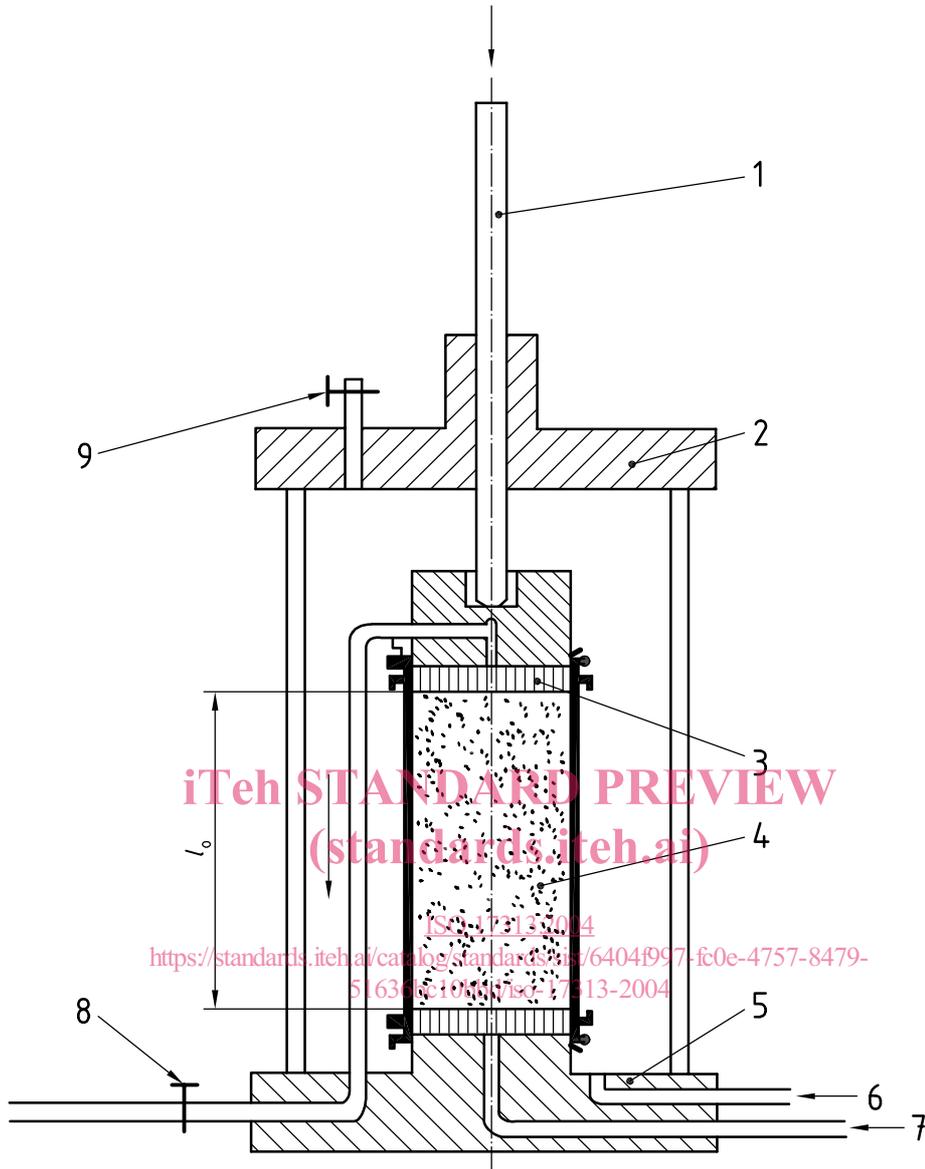
La cellule du perméamètre peut permettre l'observation des variations de hauteur ( $l_0$ ) de l'éprouvette.

Afin de faciliter l'évacuation du gaz, et donc la saturation du système hydraulique, des conduites de drainage mènent à l'éprouvette, par la base et par le couvercle. Les conduites de drainage doivent être commandées par des vannes isochores, telles que les robinets sphériques, et doivent être conçues pour minimiser les espaces morts dans les conduites.

**5.5 Couvercle et base**, rigides et imperméables, pour supporter l'éprouvette et pour assurer la transmission du liquide d'infiltration de/vers l'éprouvette.

**5.6 Membrane flexible**, pour envelopper l'éprouvette et pour fournir une protection fiable contre les fuites.

La membrane doit être soigneusement inspectée avant son utilisation; si elle présente un quelconque défaut ou trou, elle doit être éliminée. Pour minimiser les contraintes appliquées à l'éprouvette, le diamètre de la membrane non étirée doit être compris entre 90 % et 95 % de celui de l'éprouvette. La membrane doit être fixée de manière étanche à la base et au couvercle de l'éprouvette au moyen de joints toriques en caoutchouc, dont le diamètre intérieur, en l'absence de contrainte, est inférieur à 90 % du diamètre de la base et du couvercle, ou par toute autre méthode produisant une étanchéité appropriée.



**Légende**

- 1 observation des variations de hauteur
- 2 cellule
- 3 plaque poreuse
- 4 éprouvette de sol
- 5 cellule
- 6 conduite de pression de la cellule
- 7 conduite d'alimentation
- 8 conduite d'évacuation
- 9 évent

**Figure 1 — Schéma d'un système type de perméamètre**

**5.7 Plaques poreuses**, en carbure de silicium, en oxyde d'aluminium ou en un autre matériau qui n'est pas attaqué par le contenu de l'éprouvette ou par le liquide utilisé pour l'infiltration.

Les plaques poreuses doivent présenter des surfaces planes et lisses, sans fissures, écaillages ou défauts d'uniformité. Elles doivent être inspectées régulièrement pour s'assurer qu'elles ne sont pas colmatées. La

conductivité hydraulique des plaques poreuses doit être nettement supérieure à celle de l'éprouvette soumise à essai.

**5.8 Papier-filtre** (si nécessaire), pour empêcher la pénétration de matériau dans les pores des plaques poreuses.

Le cas échéant, une ou plusieurs feuilles de papier-filtre doivent être placées entre chacune des deux plaques poreuses et l'éprouvette. La perte de charge par le papier doit être négligeable.

**5.9 Matériel de consolidation de l'éprouvette** (y compris le compacteur et le moule), adapté à la méthode de consolidation spécifiée par le demandeur.

**5.10 Dispositif d'extraction de l'éprouvette.**

Lorsque le matériau soumis à essai est une carotte de sol, celle-ci doit habituellement être retirée de l'échantillonneur au moyen d'un dispositif d'extraction.

**5.11 Matériel de retailage**, pour retailer l'éprouvette aux dimensions souhaitées.

Ce matériel variera en fonction de la qualité et des caractéristiques de l'éprouvette. Le matériel suivant peut être appelé à servir:

- a) un tour;
- b) une scie à fil dont le diamètre de fil est environ de 0,3 mm;
- c) des spatules;
- d) des couteaux;
- e) un racloir en acier pour les éprouvettes en argile très résistante;
- f) un berceau ou un moule à coins pour retailer les extrémités de l'éprouvette;
- g) des raclettes en acier pour leur retailage final.

**5.12 Matériel pour le montage de l'éprouvette dans la cellule du perméamètre**, comprenant un dispositif spécifique ou un cylindre pour étirer la membrane, ainsi qu'une bague pour l'élongation et la mise en place des joints toriques destinés à assurer l'étanchéité de la liaison membrane-base et membrane-couvercle.

**5.13 Dispositif de maintien de la température.**

La température du perméamètre, de l'éprouvette d'essai et du réservoir de liquide d'infiltration ne doit pas varier de plus de  $\pm 3$  °C. Normalement, cela est accompli en effectuant l'essai dans une salle dont la température est relativement constante. Si une telle salle n'est pas disponible, l'appareillage doit être placé dans un bain d'eau, dans une chambre isolée ou dans un autre dispositif qui maintient une température constante. La température doit être régulièrement mesurée et enregistrée.

## 6 Éprouvette d'essai

### 6.1 Dimensions de l'éprouvette

L'éprouvette doit avoir un diamètre minimal de 70 mm et une hauteur minimale de 25 mm. Le diamètre et la hauteur de l'éprouvette doivent tous les deux être au moins supérieurs à six fois la taille maximale des particules de l'éprouvette. Si, à la fin d'un essai, l'observation visuelle révèle que des particules de trop grande taille sont présentes, cette information doit être indiquée dans le rapport d'essai.