

Première édition  
2004-07-01

Version corrigée  
2004-11-01

---

---

**Qualité du sol — Détermination de la  
conductivité hydraulique en milieu non  
saturé et de la caractéristique de rétention  
en eau — Méthode par évaporation de  
Wind**

*Soil quality — Determination of unsaturated hydraulic conductivity and  
water-retention characteristic — Wind's evaporation method*  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 11275:2004](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ffe882c3-9581-4775-812f-6721dfc84deb/iso-11275-2004>



Numéro de référence  
ISO 11275:2004(F)

© ISO 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 11275:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ffe882c3-9581-4775-812f-6721dfc84deb/iso-11275-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ffe882c3-9581-4775-812f-6721dfc84deb/iso-11275-2004>

© 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

<b>1</b>	<b>Domaine d'application .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Références normatives .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Termes et définitions .....</b>	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>Symboles .....</b>	<b>2</b>
<b>5</b>	<b>Principe .....</b>	<b>3</b>
<b>6</b>	<b>Appareillage .....</b>	<b>3</b>
<b>7</b>	<b>Mode opératoire .....</b>	<b>4</b>
<b>8</b>	<b>Expression des résultats .....</b>	<b>9</b>
<b>9</b>	<b>Domaine de validité .....</b>	<b>9</b>
<b>10</b>	<b>Rapport d'essai .....</b>	<b>10</b>
	<b>Bibliographie .....</b>	<b>11</b>

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

[ISO 11275:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ffe882c3-9581-4775-812f-6721dfc84deb/iso-11275-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ffe882c3-9581-4775-812f-6721dfc84deb/iso-11275-2004>

## 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 11275 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 190, *Qualité du sol*, sous-comité SC 5, *Méthodes physiques*.

La présente version corrigée de l'ISO 11275:2004 incorpore les corrections suivantes d'oublis involontaires:

- a) dans l'Équation (5): ajout d'un signe moins au numérateur du deuxième membre de l'équation;
- b) dans l'Équation (9): ajout d'un quatrième terme,  $\varphi_{i,j+1}$ , au deuxième membre de l'équation.

## Introduction

La teneur en eau du sol et la pression matricielle sont liées. Elles représentent les caractéristiques de la rétention en eau d'un sol. L'eau du sol, qui est en équilibre avec l'eau saturante, est à pression (ou succion) matricielle nulle et soit le sol est saturé, soit la phase gazeuse n'est plus constituée que de petites bulles. Au fur et à mesure qu'un sol saturé s'assèche, la pression matricielle diminue (c'est-à-dire devient plus négative) et les pores les plus grands se vident de leur eau. La diminution de la pression matricielle entraîne les pores plus petits à se vider à leur tour, jusqu'à ce que seuls les plus étroits contiennent encore de l'eau. Non seulement l'eau disparaît de la porosité du sol, mais l'épaisseur des films d'eau autour des particules du sol diminue. Ainsi, la baisse de la pression matricielle est liée à la diminution de la teneur en eau du sol<sup>[8],[9]</sup>. Des mesurages en laboratoire ou sur le terrain de ces deux paramètres peuvent être réalisés, et la relation, qui peut être représentée sous forme de graphique, de tableau ou éventuellement de formule, s'appelle la courbe caractéristique de rétention en eau du sol. Cette relation est valable du sol saturé au sol séché en étuve (pression matricielle d'environ 0 kPa à  $-10^6$  kPa environ).

La courbe caractéristique de rétention en eau du sol diffère selon le type de sol. La forme et la position de la courbe par rapport aux axes dépendent des propriétés du sol, telles que la texture, la densité et l'hystérésis associées à l'historique de saturation et de séchage. Des points individuels de la courbe caractéristique de rétention en eau peuvent être définis à des fins spécifiques.

La conductivité hydraulique est une mesure de la vitesse d'écoulement de l'eau liquide dans un sol sous l'influence des variations de pression matricielle d'un point à un autre du sol. La conductivité hydraulique d'un sol non saturé dépend des mêmes facteurs que la courbe caractéristique de rétention en eau, qui présente également une hystérésis. Lorsqu'un sol saturé s'assèche, la conductivité hydraulique diminue, et il est pratique d'exprimer la conductivité hydraulique correspondant à la caractéristique de rétention en eau de ce sol en fonction de la diminution de sa pression matricielle.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ff882c3-9581-4775-812f-275-2004>

Les résultats obtenus à l'aide de ces méthodes peuvent être utilisés, par exemple, dans les cas suivants:

- pour fournir une évaluation de la distribution de la dimension de pores équivalents (par exemple l'identification de macropores et de micropores);
- pour déterminer les points caractéristiques de l'eau disponible pour les plantes dans le sol et répertorier les sols en conséquence (par exemple à des fins d'irrigation);
- pour déterminer l'espace poral efficace (par exemple pour la conception du drainage, l'évaluation des risques de pollution);
- pour contrôler les changements de structure d'un sol (dus, par exemple, au labour, au compactage ou à l'adjonction de matière organique ou de conditionneurs synthétiques de sol);
- pour confirmer la relation entre la pression matricielle négative et d'autres propriétés physiques du sol (par exemple la conductivité hydraulique, la conductivité thermique);
- pour déterminer la teneur en eau à des pressions matricielles négatives spécifiques (par exemple pour des études de dégradation microbiologique);
- pour estimer d'autres propriétés physiques du sol considéré.

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

ISO 11275:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ffe882c3-9581-4775-812f-6721dfc84deb/iso-11275-2004>

# Qualité du sol — Détermination de la conductivité hydraulique en milieu non saturé et de la caractéristique de rétention en eau — Méthode par évaporation de Wind

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode de laboratoire pour la détermination simultanée de la conductivité hydraulique en milieu non saturé et de la caractéristique de rétention en eau du sol. Elle est applicable uniquement au mesurage de la courbe de dessèchement ou de désorption. L'application de cette méthode est limitée à des échantillons de sol qui sont, autant que possible, homogènes. Cette méthode n'est pas applicable aux sols présentant un retrait dans la plage de charge matricielle comprise entre  $h_m = 0$  cm et  $h_m = -800$  cm.

La plage de détermination de la conductivité dépend du type de sol. Elle se situe entre des charges matricielles comprises environ entre  $h_m = -50$  cm et  $h_m = -700$  cm.

La plage de détermination de la caractéristique de rétention en eau se situe environ entre  $h_m = 0$  cm et  $h_m = -800$  cm.

NOTE 1 Une méthode infiltrométrique peut être utilisée pour déterminer les conductivités hydrauliques proches de la saturation.

ISO 11275:2004

NOTE 2 L'ISO 11274 indique des méthodes permettant de déterminer la caractéristique de rétention en eau pour des charges matricielles comprises entre 0 cm et  $-15\,000$  cm.

## 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 10381-1, *Qualité du sol — Échantillonnage — Partie 1: Lignes directrices pour l'établissement des programmes d'échantillonnage*

ISO 10381-4, *Qualité du sol — Échantillonnage — Partie 4: Lignes directrices pour les procédures d'investigation des sites naturels, quasi naturels et cultivés*

ISO 11274, *Qualité du sol — Détermination de la caractéristique de la rétention en eau — Méthodes de laboratoire*

ISO 11276, *Qualité du sol — Détermination de la pression d'eau dans les pores — Méthode du tensiomètre*

ISO 11461, *Qualité du sol — Détermination de la teneur en eau du sol en fraction volumique, à l'aide de carottiers — Méthode gravimétrique*

## 3 Termes et définitions

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

**3.1**  
**conductivité hydraulique**

$K$   
facteur de proportionnalité entre la densité de flux de l'eau du sol,  $v$ , et le gradient hydraulique  $\nabla h_h$  dans la formule de Darcy, dans des conditions isotropes, c'est-à-dire

$$v = -K \nabla h_h$$

NOTE Pour les besoins de ce document, le terme «conductivité» est utilisé comme synonyme de «conductivité hydraulique en milieu non saturé».

**3.2**  
**caractéristique de rétention en eau du sol**  
**caractéristique de rétention**

relation entre la teneur en eau et la charge matricielle pour un sol donné (échantillon)

**3.3**  
**charge gravitationnelle**

quantité de travail à produire pour transporter, de manière réversible et isotherme, une quantité infinitésimale d'eau, de composition identique à l'eau du sol, d'un réservoir situé à une altitude spécifiée et soumis à la pression atmosphérique, jusqu'à un réservoir similaire se trouvant à l'altitude du point considéré, divisée par la masse de l'eau transportée

**3.4**  
**charge matricielle**

quantité de travail à produire pour transporter, de manière réversible et isotherme, une quantité infinitésimale d'eau, de composition identique à l'eau du sol, d'un réservoir situé à l'altitude et soumis à la pression de gaz extérieure du point considéré, jusqu'à l'eau du sol au point considéré, divisée par la masse de l'eau transportée

**3.5**  
**charge pneumatique**

quantité de travail à produire pour transporter, de manière réversible et isotherme, une quantité infinitésimale d'eau, de composition identique à l'eau du sol, d'un réservoir soumis à la pression atmosphérique et situé à l'altitude du point considéré, jusqu'à un réservoir similaire à la pression de gaz extérieure du point considéré, divisée par la masse de l'eau transportée

**3.6**  
**charge de pression**

somme des charges matricielle et pneumatique

NOTE La charge pneumatique est supposée être nulle pour les besoins du présent essai. Dans cette hypothèse, la charge de pression est égale à la charge matricielle.

**3.7**  
**charge hydraulique**

somme des charges matricielle, pneumatique et gravitationnelle

**4 Symboles**

- $a$  hauteur, en centimètres;
- $h_a$  charge pneumatique, en centimètres;
- $h_h$  charge hydraulique =  $h_a + h_g + h_m$ , en centimètres;
- $h_g$  charge gravitationnelle, en centimètres;
- $h_m$  charge matricielle, en centimètres;
- $h_p$  charge de pression =  $h_a + h_m$ , en centimètres;



$i$	indice propre au compartiment et au tensiomètre;
$j$	indice propre au temps et à l'intervalle;
$k$	indice propre au compartiment;
$K$	conductivité hydraulique en milieu non saturé, en centimètres par jour ( $\text{cm}\cdot\text{d}^{-1}$ );
$m$	masse, en kilogrammes;
$m_e$	masse de l'échantillon de sol à la fin de l'essai, en kilogrammes;
$t$	temps, en jours (d)
$v$	densité de flux volumique de l'eau du sol, en centimètres par jour ( $\text{cm}\cdot\text{d}^{-1}$ );
$V$	volume, en mètres cubes;
$z$	coordonnée verticale, en centimètres;
$\varphi$	teneur en eau volumique;
$\rho_w$	masse volumique de l'eau, en kilogrammes par mètre cube.

## 5 Principe

Des échantillons de sol non perturbés sont prélevés sur le terrain conformément à l'ISO 10381-1. Au laboratoire, l'échantillon de sol est d'abord humidifié jusqu'à quasi-saturation. Puis on le dessèche par évaporation à partir de sa partie supérieure; pendant ce temps, à des instants déterminés, les charges de pression sont mesurées à différents niveaux de l'échantillon au moyen de tensiomètres, et la masse de l'échantillon est mesurée. Ces mesurages prennent fin lorsque de l'air pénètre dans l'un des tensiomètres. Ceci peut prendre quelques jours à deux semaines, selon le type de sol. À la fin de l'essai, une fois ces mesurages effectués, on sèche et on pèse l'échantillon, puis on calcule sa teneur en eau à chacun des instants déterminés.

L'échantillon est divisé en deux compartiments (sous-échantillons) ou plus, à raison de un par tensiomètre; à chacun des instants déterminés, la teneur en eau de chaque compartiment est calculée à partir de la teneur en eau de l'ensemble de l'échantillon et des relevés tensiométriques. À partir de ces données, on calcule les points caractéristiques de rétention en eau du sol et la conductivité hydraulique en milieu non saturé à l'aide d'une adaptation<sup>[1]</sup> de la méthode par évaporation de Wind<sup>[2]</sup>. L'utilisation de cette méthode présuppose que les propriétés hydrauliques de l'échantillon de sol sont homogènes et part de l'hypothèse d'un flux unidimensionnel.

## 6 Appareillage

### 6.1 Matériel de prélèvement d'échantillons de sol non perturbés.

On utilise généralement des tubes cylindriques en métal ou en plastique de dimensions déterminées, associés à un matériel destiné à les pousser dans le sol. Ces cylindres de prélèvement sont généralement utilisés pour contenir l'échantillon tout au long de l'essai et il est donc nécessaire de forer préalablement des trous dans leur paroi à l'emplacement des tensiomètres. Les dimensions des échantillons de sol dépendent du type de sol et du but de la recherche. La hauteur de l'échantillon doit être inférieure ou égale à son diamètre pour empêcher d'obtenir des données redondantes. Dans la plupart des cas, une hauteur de 8 cm et un diamètre de 10 cm conviennent pour des sols non caillouteux.

La hauteur doit être suffisante pour installer 2 tensiomètres à 4 tensiomètres. Mais, si elle est trop importante, elle peut ralentir excessivement le séchage des compartiments inférieurs, de sorte que le temps de mesurage devient trop long et qu'il faut alors, éventuellement, augmenter le nombre de mesures. Il convient que le rapport entre le diamètre et la hauteur soit légèrement supérieur à l'unité, à savoir 10:8, afin de fournir des conditions