NORME INTERNATIONALE

ISO 11274

Première édition
1998-07-01

Qualité du sol — Détermination de la caractéristique de la rétention en eau — Méthodes de laboratoire

Soil quality — Determination of the water-retention characteristic — Laboratory methods

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 11274:1998
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7b111e74-0faf-4200-99e9-b1a5f692ccf1/iso-11274-1998

(F)

Sommaire

Page

1	Domaine d'application	**1**
2	Définitions	**1**
3	Lignes directrices pour le choix de la méthode	**2**
4	Échantillonnage	**3**
5	Détermination de la caractéristique de rétention en eau du sol à l'aide de tables à succion à sable, à kaolin et à plaque en céramique	**5**
6	Détermination de la caractéristique de rétention en eau du sol en utilisant une plaque poreuse et une burette	**8**
7	Détermination de la caractéristique en eau du sol par l'extracteur à plaque de pression	**11**
8	Détermination de la caractéristique en eau du sol par l'utilisation d'enceinte à membrane sous pression	**14**
9	Fidélité	**16**
Annexes		
A (informative)	Construction de tables à succion	**17**
B (informative)	Bibliographie	**22**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 11274:1998
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7b111e74-0faf-4200-99e9-b1a5f692ccf1/iso-11274-1998

© ISO 1998

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'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse
Internet iso@iso.ch

Imprimé en Suisse

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.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

La Norme internationale ISO 11274 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 190, *Qualité du sol*, sous-comité SC 5, *Méthodes physiques*.

Les annexes A et B de la présente Norme internationale sont données uniquement à titre d'information.

ISO 11274:1998
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f0b1b7b1-7b1a-4b1a-0faf-4200-99e9-b1a5f692ccf1/iso-11274-1998

Introduction

La teneur en eau du sol et la pression matricielle sont deux phénomènes liés qui déterminent les caractéristiques de la rétention en eau d'un sol. L'eau présente dans le sol en équilibre avec l'eau libre est la pression matricielle (ou succion) égale à zéro, le sol est donc saturé. À mesure que le sol sèche, la pression matricielle décroît (c'est-à-dire qu'elle devient négative), et les pores les plus grands se vident de l'eau qu'ils contiennent. La diminution progressive de la pression matricielle va contribuer à vider de leur eau des pores de plus en plus petits, jusqu'à ce que l'eau ne remplisse plus que les pores les plus fins. L'eau est non seulement éliminée des pores du sol, mais l'épaisseur des pellicules d'eau qui entourent les particules du sol diminue également. Aussi, la diminution de la pression matricielle correspond-elle à une diminution de la teneur en eau du sol [5], [6]. Il est possible de mesurer ces deux paramètres en laboratoire ou sur le terrain, et d'établir leur relation en traçant la courbe correspondant à la caractéristique de rétention en eau du sol. Cette relation s'étend des sols saturés (0 kPa environ) aux sols desséchés en étuve (environ – 10^6 kPa).

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

La caractéristique de la rétention en eau du sol est différente pour chaque type de sol. La forme et la position de la courbe sur un repère orthonormé sont fonction des propriétés du sol, telles que sa texture, sa densité, l'hystérésis associée aux phases d'humidification et de séchage. Il est possible de définir, à des fins spécifiques, certains points de la courbe caractérisant la rétention d'eau.

ISO 11274:1998
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7b1f1e7e-0faf-4200-99e9-b1a5b92cc1f/iso-11274-1998

Il est possible d'utiliser les résultats obtenus à l'aide de ces méthodes pour, par exemple:

— évaluer la répartition des pores par tailles (par exemple: identification des pores macroscopiques et microscopiques);

— attribuer des niveaux correspondant à l'eau disponible dans le sol pour la culture des plantes et classer les sols en conséquence (à des fins d'irrigation, par exemple);

— déterminer l'espace poral drainable (par exemple pour concevoir un système de drainage ou évaluer les risques de pollution);

— surveiller tout changement dans la structure d'un sol (provoqué, par exemple, par les travaux agricoles, la compaction ou l'addition de matières organiques ou de traitements artificiels);

— vérifier la relation entre la pression matricielle négative et les autres propriétés physiques du sol (comme la conductivité hydraulique ou thermique, par exemple);

— déterminer la teneur en eau correspondant à des pressions matricielles négatives spécifiques (dans le cadre d'une étude de la dégradation microbiologique, par exemple);

— évaluer d'autres propriétés physiques du sol (comme la conductivité hydraulique, par exemple).

Qualité du sol — Détermination de la caractéristique de la rétention en eau — Méthodes de laboratoire

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale décrit les méthodes de laboratoire permettant de déterminer les caractéristiques de rétention en eau du sol.

La présente Norme internationale s'applique uniquement aux mesurages effectués pour établir les courbes de séchage et de désorption.

Il existe quatre méthodes pour prendre en compte l'ensemble du domaine des pressions de l'eau des sols, à savoir:

a) méthode utilisant des tables à succion à sable, kaolin ou céramique permettant de déterminer des pressions matricielles comprises entre 0 kPa et – 50 kPa;

b) méthode associant une plaque poreuse à un appareillage à burette pour déterminer des pressions matricielles comprises entre 0 kPa et – 20 kPa;

c) méthode utilisant un gaz sous pression et un extracteur à plaque poreuse permettant de déterminer des pressions matricielles comprises entre – 5 kPa et – 1 500 kPa;

d) méthode utilisant un gaz sous pression et des cellules à membranes sous pression pour déterminer des pressions matricielles comprises entre – 33 kPa et – 1 500 kPa;

Des lignes directrices sont données à l'article 3 pour faciliter le choix de la méthode la mieux adaptée à chaque cas particulier.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 11274:1998
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/7a1f1f0f-0f8a-4f2b-9e0b-b4f4f0f2cefb/iso-11274-1998

2 Définitions

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

2.1
caractéristique de la rétention en eau du sol
rapport entre la teneur en eau du sol et la pression matricielle d'un échantillon de sol donné

2.2
pression matricielle
quantité de travail nécessaire au transport, de façon réversible et isotherme, d'une quantité infinitésimale d'eau, de composition identique à celle présente dans le sol, d'un point dont l'altitude et la pression gazeuse externe sont identiques à celles du point considéré, dans l'eau du sol, au point considéré, divisée par le volume d'eau transporté

2.3
teneur en eau rapportée à la masse
w
masse d'eau s'évaporant du sol lorsqu'il est séché à 105 °C jusqu'à obtention d'une masse constante, divisée par la masse de sol sec (soit le rapport entre masse d'eau et particules solides dans un échantillon de sol)

2.4
fraction volumique de la teneur en eau

θ

volume d'eau, s'évaporant du sol lorsqu'il est séché à 105 °C jusqu'à obtention d'une masse constante, divisée par le volume apparent initial du sol (soit le rapport entre le volume d'eau, sous forme liquide contenu dans un échantillon de sol, et le volume total de cet échantillon, espace poral compris)

NOTES

1 La caractéristique de la rétention en eau du sol apparaît dans la documentation scientifique sous des noms différents, comme la courbe de libération d'eau du sol, courbe de rétention en eau du sol, courbe pF ou encore courbe de pression capillaire à saturation. L'utilisation de ces termes est déconseillée.

2 Le pascal est l'unité de pression normalisée. Néanmoins, de nombreuses autres unités continuent d'être utilisées. Le tableau A.1 permet de convertir en pascals la plupart de ces unités.

3 Dans certains cas, on préfère parler de succion au lieu de pression pour éviter d'utiliser des signes négatifs (voir Introduction). Cependant, en raison des confusions qui peuvent s'ensuivre, il est déconseillé d'utiliser ce terme, et particulièrement lorsqu'il s'agit de la pression matricielle.

4 Pour les sols présentant des phénomènes de gonflement ou de retrait, demander conseil à un laboratoire spécialisé, les données relatives à la rétention en eau étant affectées par ces propriétés.

3 Lignes directrices pour le choix de la méthode

3.1 Tables à succion à sable, kaolin ou céramique pour appliquer des pressions allant de 0 kPa à – 50 kPa

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 11274:1998
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/78c11e74-0bf6-4290-9b0b-b1c5803ccf8c/iso-11274-1998

Les méthodes utilisant des tables à succion à sable, kaolin ou céramique conviennent à des déterminations en grand nombre, effectuées à des pressions élevées, sur des échantillons non remaniés ou des granulats de formes et de tailles différentes. Il est possible d'analyser simultanément des échantillons de textures et de teneurs en matières organiques très diverses, la mise à l'équilibre étant déterminée séparément pour chaque échantillon. Ces méthodes utilisant des tables à succion sont recommandées dans le cadre de laboratoires qui effectuent des analyses périodiques et mettent régulièrement en œuvre des procédures d'entretien du matériel.

3.2 Appareillage à burette associé à une plaque poreuse pour appliquer des pressions allant de 0 kPa à – 20 kPa

Ce dispositif associant un appareillage à burette à une plaque poreuse ne permet d'analyser qu'un seul échantillon à la fois. Il est donc nécessaire de disposer de plusieurs dispositifs de ce genre pour permettre la réplication des mesures et fournir ainsi une description complète du profil du sol. En raison du faible risque pour ces échantillons d'être perturbés, cette méthode convient particulièrement aux sols peu structurés, ainsi qu'aux sables susceptibles de s'affaisser ou d'absorber rapidement de l'eau. Ce mode opératoire préserve les contacts capillaires et permet à tous les échantillons de sol, et particulièrement à ceux ayant une forte teneur en matières organiques ou ayant une texture sableuse, d'atteindre plus rapidement l'équilibre. Il s'agit d'une technique simple, à la portée des petits laboratoires.

3.3 Extracteur à plaque poreuse pour appliquer des pressions allant de – 5 kPa à – 1 500 kPa

Si cette méthode utilisant une plaque poreuse peut être utilisée pour déterminer n'importe quelle pression jusqu'à – 1 500 kPa, les spécifications relatives aux chambres de pression et aux plaques en céramique peuvent être différentes selon la plage de pression, par exemple de 0 kPa à 20 kPa, de 20 kPa à 100 kPa, et de 100 kPa à 1 500 kPa. Cependant, en raison des phénomènes d'intrusion d'air qui peuvent se produire à des pressions négatives élevées, cette méthode convient mieux aux pressions inférieures ou égales à – 33 kPa. Il est préférable d'analyser des sols ayant des propriétés hydrique comparables, pour obtenir des temps de mise en équilibre à peu près égaux, bien que, dans la pratique, cela présente des difficultés. La taille des échantillons analysés par cette méthode est en général inférieure à celle des échantillons analysés par les deux méthodes précédentes, ce qui rend cette méthode peu adaptée à l'analyse d'horizons de sol hétérogènes, ou à celle de sols fortement structurés. Traditionnellement, on utilise cette méthode pour analyser des échantillons de sol perturbés.

3.4 Cellules à membrane sous pression pour appliquer des pressions allant de – 33 kPa à – 1 500 kPa

Il convient de réserver l'utilisation des cellules à membrane sous pression à des pressions inférieures à – 33 kPa. À des pressions plus élevées, le contact capillaire nécessaire à cette méthode n'est pas satisfaisant. Si cette méthode peut être utilisée quel que soit le type de sol, il est recommandé d'utiliser des membranes doubles pour faire des mesures sur des sols à texture grossière (sableuse). La dimension de l'échantillon peut être choisie en fonction de la structure du sol (tout en tenant compte de la taille de la cellule de pression). Des textures différentes peuvent être mises en équilibre séparément à l'aide d'une série de cellules liées à un même dispositif de mise sous pression.

4 Échantillonnage

4.1 Prescriptions générales

Il est essentiel d'utiliser des échantillons de sol non perturbés pour effectuer des mesurages à des pressions matricielles élevées, comprises entre 0 kPa et – 100 kPa, la structure du sol ayant une influence prépondérante sur ses propriétés de rétention en eau. Pour les méthodes utilisant des pressions matricielles plus basses (< – 100 kPa), utiliser des carottes non perturbées ou, le cas échéant, des agrégats élémentaires.

Les carottes doivent être prélevées dans le sol à l'aide d'un cylindre en métal ou en plastique, dont la hauteur et le diamètre sont choisis dans le souci d'obtenir une carotte représentative de la diversité et de la structure du sol étudié. Les dimensions des échantillons prélevés sur le site sont fonction de la texture et de la structure du sol, ainsi que de la méthode d'essai retenue. Le tableau 1 donne des conseils relatifs aux dimensions des échantillons en fonction de la méthode et de la structure du sol.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 11274:1998
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7b111e74-0f3f-4201-99e9-b1a5f692cef1/iso-11274-1998

Les carottes doivent être prélevées dans le sol avec soin, pour éviter de les compacter ou d'en modifier la structure, soit à la main, à l'aide d'un outil adapté, soit en utilisant un préleveur approprié. Prélever au minimum trois échantillons représentatifs de chaque horizon ou couche de sol récemment ouvert. S'agissant de sols rocailleux, prélever un plus grand nombre d'échantillons. Consigner dans un rapport la date d'échantillonnage, la référence de l'échantillon sur la grille d'échantillonnage du site, l'horizon dont il s'agit ainsi que la profondeur d'échantillonnage. Remonter avec précaution le cylindre à l'aide d'une truelle, égaliser grossièrement les deux extrémités à l'aide d'un couteau et, le cas échéant, ajuster l'échantillon dans le manchon avant de fixer un couvercle à chaque extrémité, et apposer sur l'extrémité supérieure une étiquette mentionnant la référence de l'échantillon sur la grille d'échantillonnage du site, le sens de l'échantillonnage (vertical ou horizontal), le numéro de l'horizon et la profondeur où l'échantillon a été prélevé.

Emballer les échantillons dans une feuille d'aluminium ou dans un sac en plastique par exemple, pour qu'ils conservent leur structure et ne se dessèchent pas. Il est également possible d'excaver sur le site des cubes de sol non remué, de 30 cm de côté environ, de les emballer dans une feuille d'aluminium, ou dans de la paraffine (pour préserver leur structurer et les empêcher de se dessécher) et de les emporter au laboratoire pour les subdiviser. Stocker les échantillons à une température comprise entre 1 °C et 2 °C pour éviter les pertes d'eau et inhiber l'activité biologique en attendant le moment de les analyser. Traiter les échantillons présentant une activité macro-faunique évidente à l'aide d'un biocide approprié, par exemple une solution de sulfate de cuivre à 0,05 %.

NOTES

1 Les points mentionnés ici concernent spécifiquement les analyses de la rétention en eau. On se reportera à l'ISO 10381-1 qui donne des conseils généraux pour l'échantillonnage et les problèmes rencontrés.

2 Il est plus facile d'échantillonner un sol dans des conditions humides. S'agissant de sols sujets au gonflement et au retrait, la masse volumique apparente la plus faible correspond à celle obtenue dans des conditions naturelles. Il est donc déconseillé de prélever les échantillons à la saison humide, lorsque les pressions matricielles du sol sont de l'ordre de – 5 kPa. Il est conseillé d'éviter des conditions climatiques sèches, particulièrement dans le cas de sols argileux dans lesquels il est difficile de prélever des carottes et dont le volume varie en fonction de la teneur en eau. Des échantillons de sol sujets au gonflement et au retrait peuvent être prélevés, mais uniquement sous forme de cylindre, dans des conditions de saturation complète, c'est-à-dire sous la nappe phréatique ou dans la zone de frange capillaire. Dans tous les autres cas, il convient de prélever des agrégats élémentaires.

3 Il convient de noter toute information pertinente relative au site comme l'état de l'eau présente dans le sol, l'état de la couche arable et de la surface, etc. (voir 5.6).

Tableau 1 — Dimensions recommandées pour les échantillons (hauteur × diamètre) selon la méthode d'essai retenue

Dimensions en millimètres

Méthode d'essai	Structure		
	Grossière	Moyenne	Fine
Table à succion	50 × 100	40 × 76	24 × 50
Plaque poreuse	50 × 76	40 × 76	20 × 36
Plaque de pression		10 × 76	10 × 50
Membrane sous pression		20 × 76	10 × 50

4.2 Préparation de l'échantillon

Pour préparer les échantillons destinés aux mesurages de rétention en eau à des pressions supérieures à – 50 kPa (voir article 3), égaliser les deux extrémités du cylindre de sol non perturbé et refermer l'une des extrémités à l'aide d'un filet en polyamide (nylon), ou tout autre tissage serré, ou encore avec du papier, retenu à l'aide d'un bracelet élastique, si la teneur en eau est connue. Le filet assure le maintien de l'échantillon dans le manchon tout en permettant un contact direct entre le sol et le milieu poreux. Éviter de lisser la surface des sols argileux. Éliminer tous les petits cailloux saillants pour assurer une surface de contact maximale et corriger, si nécessaire, le volume en conséquence. Replacer l'autre couvercle pour éviter le dessèchement des échantillons par évaporation. Pour des mesurages à une pression matricielle élevée, préparer les agrégats du sol en égalisant l'une des faces et en enveloppant les autres dans une feuille d'aluminium, pour réduire au minimum les pertes en eau. Il est conseillé d'emballer les échantillons de sol perturbé dans un manchon fermé par un filet. Compacter le sol en le tapotant et en exerçant une légère pression afin d'obtenir la masse volumique apparente spécifiée.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 11274:1998
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7b1f4e74-0daf-4260-9795-
b1d5b02ec1f/iso-11274-1998

Peser les échantillons préparés. Vérifier que les échantillons ont bien été amenés à une pression inférieure au premier point d'équilibre en les humidifiant, si nécessaire, par capillarité: l'extrémité prisonnière du filet, ou l'extrémité égalisée, étant en contact avec une plaque de caoutchouc mousse saturée d'eau du robinet désaérée, ou, de préfrence, d'une solution de sulfate de calcium à 0,005 mol/l. Peser l'échantillon humide au moment où une fine pellicule d'eau apparaît à la surface. Cette teneur en eau correspond à la capacité de rétention en eau maximale ou totale, et se calcule conformément à 6.5.

Consigner dans un rapport la température à laquelle les mesurages de la rétention en eau ont été effectués.

NOTES

1 Il peut s'avérer nécessaire de rejeter les échantillons présentant de gros cailloux saillants. La composition chimique du fluide de mouillage peut affecter la caractéristique de rétention en eau, particulièrement lorsqu'il s'agit de sols à texture fine ou contenant de l'argile susceptible de gonfler. En général, il est recommandé de ne pas utiliser de l'eau distillée ou de l'eau du robinet pour mouiller les échantillons. On suggère d'utiliser une solution de sulfate de calcium désaérée à 0,005 mol/l, plus représentative de la composition du liquide présent dans le sol.

2 Le temps nécessaire pour humecter les échantillons varie en fonction de la teneur en eau initiale et de la structure du sol, et peut aller d'un jour ou deux pour les sables, à deux semaines ou plus, pour les sols argileux. Pour empêcher les inclusions d'air, le mouillage doit être relativement lent, sauf pour le sable. Il convient de veiller à ne pas prolonger l'humectation des sols sableux en raison des risques d'effondrement de leur structure. Les sables de sous-sol de faible masse volumique, et qui ne sont pas stabilisés par des racines ou des matières organiques, sont les plus exposés à ce risque. La méthode de la burette associée à une plaque poreuse est la mieux adaptée à ce type de sols et les échantillons peuvent être humectés selon la procédure décrite en 6.3. Il convient que, lors de leur humectation, les sols aient conservé leur humidité naturelle. Les phénomènes d'hydrophobie et d'hystérésis peuvent, dans le cas de sols desséchés, modifier la caractéristique de rétention en eau.

Les durées de mouillage conseillées sont en général:

pour le sable: de 1 j à 5 j
pour la terre glaise: de 5 j à 10 j
pour les sols argileux: de 5 j à 14 j et plus
pour la tourbe: de 5 j à 20 j.

3 Toute augmentation de température peut entraîner une diminution de la teneur en eau à une pression donnée. Il est recommandé d'effectuer tous les mesurages relatifs à la rétention en eau à une température constante de (20 ± 2) °C. À défaut d'un thermostat, il convient de contrôler régulièrement la température du laboratoire pendant la durée des travaux et de la consigner dans le rapport d'essai.

4 Lorsque la saturation de l'échantillon se fait par capillarité, les pores les plus grossiers ne se remplissent pas d'eau.

5 Il est possible de désaérer l'eau en la faisant bouillir pendant 5 min. Il convient de la conserver au frais dans un récipient fermé.

6 La caractéristique de rétention en eau des sols sujets au gonflement et au retrait doit normalement être déterminée sous une charge identique à celle supportée in situ. Sinon, les données obtenues en laboratoire pour la caractéristique de rétention en eau peuvent s'écarter de celles obtenues dans les conditions naturelles prévalant sur le site.

5 Détermination de la caractéristique de rétention en eau du sol à l'aide de tables à succion à sable, à kaolin et à plaque en céramique

5.1 Principe

Une pression matricielle négative est appliquée à du limon grossier ou à du sable très fin, contenu dans un récipient rigide, étanche et inoxydable (un évier en céramique est particulièrement adapté). Les échantillons de sols se trouvant au contact de la table perdent l'eau contenue dans leurs pores jusqu'à ce que leur pression matricielle soit identique à celle de la table. Le moment où l'équilibre est atteint est déterminé en pesant régulièrement les échantillons de sol, et la teneur en eau est déterminée en les pesant, en les séchant à l'étuve et en les pesant de nouveau. La pression négative maximale qui peut être appliquée, avant qu'une entrée d'air se produise, est fonction de la répartition des pores par tailles du sable fin ou du limon grossier compacté, répartition qui est elle même fonction de la granulométrie, de la forme des particules et de leur compaction.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

5.2 Appareillage

ISO 11274:1998
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/1d1d0d1d-1d1d-4d1d-8d1d-1d1d1d1d1d1d/iso-11274-1998

5.2.1 Grand évier en céramique, ou tout autre récipient rigide, étanche et inoxydable, muni d'un trou d'évacuation (ayant les dimensions 50 cm × 70 cm × 25 cm) et d'un bouchon hermétique.

5.2.2 Tubes et raccords permettant de construire un système de drainage pour la table à succion.

5.2.3 Sable, limon ou **kaolin,** utilisés comme matériau de remplissage pour la table à succion.

Les sables les mieux adaptés sont les sables industriels triés et lavés, d'une granulométrie étroite et vendus dans le commerce. Les granulométries de certaines qualités de sables adaptées, et la vapeur approximative de la succion qui leur est associée, figurent dans le tableau 2. Il est admis d'utiliser d'autres matériaux de remplissage, tels que de petites billes de verre ou de la poudre d'oxyde d'aluminium, à condition qu'ils puissent atteindre les valeurs requises pour le point d'entrée d'air.

5.2.4 Flacon pour maintenir le niveau à l'équilibre, muni d'un robinet et **flacon aspirateur de 5 l**.

5.2.5 Tensiomètre (facultatif).

5.2.6 Étuve de séchage, à température constante de (105 ± 2) °C.

5.2.7 Balance, de précision de l'ordre de 0,1 % de la valeur mesurée.

NOTE L'annexe A propose des exemples de système d'écoulement, de tables en sable et kaolin et précise les détails de leur fabrication.

5.3 Préparation des tables à succion

Préparer les tables à succion en utilisant du matériau de remplissage pouvant atteindre les valeurs requises pour les points d'entrée d'air (voir tableu 2). L'annexe A propose en exemple le mode opératoire détaillé à suivre pour un modèle particulier de table à succion.

Tableau 2 — Exemples de sables et farine de silice pour tables à succion

Type	Sable grossier	Sable moyen	Sable fin	Farine de silice
Utilisation	Base des tables de succion	Surface des tables de succion (succion de 5 kPa)	Surface des tables de succion (succion de 11 kPa)	Surface des tables de succion (succion de 21 kPa)
Répartition granulométrique type	**Teneur en pourcentage**			
> 600 µm	1	1	1	0
200 µm à 600 µm	61	8	1	0
100 µm à 200 µm	36	68	11	1
63 µm à 100 µm	1	20	30	9
20 µm à 63 µm	1	3	52	43
< 20 µm	0	0	5	47

5.4 Mode opératoire

Préparer des cylindres de sol conformément aux indications données en 4.2. Peser les cylindres et les placer sur une table à succion ayant atteint la pression matricielle souhaitée. Laisser reposer les échantillons pendant 7 j. Peser ensuite un échantillon, et le peser aussi souvent que nécessaire pour vérifier quotidiennement que la masse de l'éprouvette reste identique à 0,02 % près. Si tel est le cas, considérer l'échantillon comme étant à l'équilibre et le poser sur une table à succion ayant une pression inférieure, ou bien le sécher en étuve. Il convient que les échantillons n'ayant pas atteint l'équilibre soient de nouveau replacés fermement sur la table à succion dont le revêtement a été remis en place pour réduire au maximum les risques d'évaporation de la table.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

NOTE Le temps nécessaire pour atteindre des conditions d'équilibre est proportionnel au carré de la hauteur de l'échantillon, mais on peut également dire que les carottes nécessitent normalement, pour s'équilibrer à chaque potentiel, un minimum de 7 j, et parfois même, 20 j ou plus. Il est recommandé de respecter un minimum de 7 j pour laisser aux échantillons le temps nécessaire pour établir un contact capillaire satisfaisant, permettant d'atteindre plus rapidement l'état d'équilibre.

ISO 11274:1998
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7b111e74-0b7-4700-90c9-
bb1c5802ce8/iso-11274-1998

5.5 Expression des résultats

5.5.1 Mode opératoire pour les sols contenant moins de 20 % de cailloux (de taille supérieure à 2 mm).

5.5.1.1 Calculer le rapport entre la masse et la teneur en eau, à une pression matricielle, p_m, à l'aide de la formule suivante:

$$w(p_m) = \frac{m(p_m) - m_d}{m_d}$$

où

$w(p_m)$ est le rapport de la masse à la teneur en eau, à la pression matricielle p_m.

$m(p_m)$ est la masse de l'échantillon de sol, en grammes, à la pression matricielle p_m.

m_d est la masse de l'échantillon de sol séché en étuve, en grammes.

5.5.1.2 Calculer la teneur volumique en eau, à la pression matricielle p_m, à l'aide de la formule suivante:

$$\theta(p_m) = \frac{m(p_m) - m_d}{V \times \rho_w}$$

où

$\theta(p_m)$ est la teneur volumique en eau, à la pression matricielle p_m, en centimètres cubes d'eau par centimètre cube (de sol);

$m(p_m)$ est la masse de l'échantillon de sol, à la pression matricielle p_m, en grammes;

m_d est la masse de l'échantillon de sol séché en étuve, en grammes;

V est le volume de l'échantillon de sol, en centimètres cubes;

ρ_w est la masse volumique de l'eau, en grammes par centimètres cubes (= 1 g·cm^{-3}).

NOTES

1 Pour obtenir $m(p_m)$, il convient de peser les manchons, filet et bracelet élastique éventuellement utilisés et de déduire leurs masses de la masse totale de la carotte de sol.

2 La teneur volumique en eau est liée au rapport de la masse à la teneur en eau, par la relation suivante:

$$\theta(p_m) = w(p_m)\frac{m_d}{V \times \rho_w} = w(p_m)\frac{{}^{b}\rho_s}{\rho_w}$$

où

$w(p_m)$ est le rapport de la masse à la teneur en eau, à la pression matricielle p_m, en grammes d'eau par granme de sol;

${}^{b}\rho_s$ est la masse volumique apparente du sol séché en étuve, en grammes par centimètre cube.

5.5.2 Conversion des résultats pour ne prendre en compte que la terre fine

Il arrive que la teneur en cailloux d'un échantillon de sol pour laboratoire ne soit pas représentative de la situation in situ. Il peut donc s'avérer nécessaire de convertir les données en ne tenant compte que de la terre fine pour permettre la comparaison des résultats ou pour les corriger de la teneur en cailloux mesurée in situ. Pour convertir, sur cette base (*f*), des résultats dérivés de méthodes sous vide ou par succion pour les sols contenant des cailloux, utiliser la formule suivante:

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

$$\theta_f = \frac{\theta_t}{(1-\theta_s)}$$

où

ISO 11274:1998
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7b111e74-0fef-4200-99e9-b1a5f692ccf1/iso-11274-1998

θ_f est la teneur en eau de la terre fine, exprimée en fraction de volume;

θ_s est le volume de cailloux, exprimé en fraction du volume total de la carotte;

θ_t est la teneur en eau de l'ensemble de la terre, exprimée en fraction du voume total de la carotte.

Ainsi, dans un sol contenant une fraction de volume de 0,05 de cailloux non poreux par rapport au volume total de la carotte:

$$\theta_f = \frac{\theta_t}{(1-0{,}05)}$$

Les cailloux poreux nécessitent, en raison de leur capacité à retenir l'eau, une correction différente: déterminer la teneur en eau des cailloux poreux à chacune des pressions matricielles et corriger en conséquence la teneur en eau du sol; aussi, pour un sol contenant 0,05 de cailloux poreux en fraction du volume total de la carotte:

$$\theta_f = \frac{\theta_t - (\theta_s \times 0{,}05)}{0{,}95}$$

où θ_s est la teneur en eau des cailloux poreux, exprimée en fraction du volume total représenté par les cailloux poreux présents dans l'échantillon de sol.

NOTES

1 Dans les sols contenant un grand nombre de cailloux poreux, il est recommandé de considérer les cailloux comme faisant partie de la masse du sol. En conséquence θ_f est égal à θ_t.

2 Lorsque les sols contiennent des cailloux poreux et des cailloux non poreux, comme les sols argileux qui contiennent à la fois des fragments de silex et de craie, corriger la valeur totale de terre fine du sol en tenant compte des deux types de cailloux.