NORME INTERNATIONALE

ISO 22476-4

Deuxième édition
2021-09

Reconnaissance et essais géotechniques — Essais en place —

Partie 4: Essai pressiométrique dans un forage préalable selon la procédure Ménard

Geotechnical investigation and testing — Field testing —

Part 4: Prebored pressuremeter test by Ménard procedure

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 22476-4:2021
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d9d1cd96-5c08-48cc-a27a-9c9248146fac/iso-22476-4-2021

Numéro de référence
ISO 22476-4:2021(F)

© ISO 2021

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 22476-4:2021
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d9d1cd96-5c08-48cc-a27a-9c9248146fac/iso-22476-4-2021

DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2021

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos ..... **v**

Introduction ..... **vi**

1 Domaine d'application **1**

2 Références normatives **1**

3 Termes, définitions et symboles **1**
- 3.1 Termes et définitions 1
- 3.2 Symboles 3

4 Appareillage **6**
- 4.1 Description générale 6
- 4.2 Sonde pressiométrique 6
  - 4.2.1 Généralités 6
  - 4.2.2 Sonde à gaine souple 8
  - 4.2.3 Sonde à gaine souple avec protection additionnelle plus rigide 9
  - 4.2.4 Sonde à gaine souple et tube fendu 9
- 4.3 Tubulure et fluide injecté 10
- 4.4 Contrôleur pression-volume 11
  - 4.4.1 Généralités 11
  - 4.4.2 Moyens de mesure et de contrôle 12
  - 4.4.3 Enregistreur de données 12

5 Mode opératoire d'essai **13**
- 5.1 Assemblage 13
- 5.2 Étalonnage et corrections 13
- 5.3 Réalisation de la cavité pressiométrique et introduction de la sonde 13
- 5.4 Préparation d'un essai 13
- 5.5 Établissement du programme de chargement 14
- 5.6 Établissement de la pression des cellules de garde pour les sondes tricellulaires 15
- 5.7 Dilatation 15
  - 5.7.1 Généralités 15
  - 5.7.2 Relevés et enregistrements 15
  - 5.7.3 Fin de l'essai 16
- 5.8 Remblaiement du forage 16
- 5.9 Exigences de sécurité 16

6 Résultats des essais **17**
- 6.1 Fiche de données et imprimé sur le terrain 17
  - 6.1.1 Fiche de données pour le CPV de type A 17
  - 6.1.2 Imprimé sur le terrain pour les CPV de types B et C 17
  - 6.1.3 Courbe pressiométrique brute 17
- 6.2 Courbe pressiométrique corrigée 18
- 6.3 Résultats calculés 19

7 Consignation dans un rapport **19**
- 7.1 Généralités 19
- 7.2 Rapport de terrain 19
- 7.3 Rapport d'essai 20
  - 7.3.1 Généralités 20
  - 7.3.2 Rapport d'essai au pressiomètre Ménard 20
  - 7.3.3 Registre d'essai pressiométrique 21

Annexe A (normative) **Caractéristiques géométriques des sondes pressiométriques** **22**

Annexe B (normative) **Étalonnage et correction** **24**

Annexe C (normative) **Introduction de la sonde pressiométrique dans le sol** **33**

Annexe D (normative) **Détermination des paramètres pressiométriques** **43**

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai) ISO 22476-4:2021 22476-4-2021

© ISO 2021 – Tous droits réservés

Annexe E (normative) **Incertitudes** **53**
Annexe F (informative) **Rapport d'essai pressiométrique** **55**
Bibliographie **62**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 22476-4:2021
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d9d1cd96-5c08-48cc-a27a-9c9248146fac/iso-22476-4-2021

© ISO 2021 – Tous droits réservés

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée 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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir www.iso.org/avant-propos.

ISO 22476-4:2021
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d9d1cd90-5c08-48cc-a27a-9c9248146fac/iso-22476-4-2021

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 182, *Géotechnique,* en collaboration avec le comité technique CEN/TC 341, *Recherches et essais géotechniques,* du Comité européen de normalisation (CEN), conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 22476-4:2012), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principaux changements par rapport à l'édition précédente sont les suivants:

— types de sondes;

— procédures de correction;

— techniques de mise en place des sondes en Annexe C;

— clarification de l'Annexe D;

— harmonisation des termes et symboles.

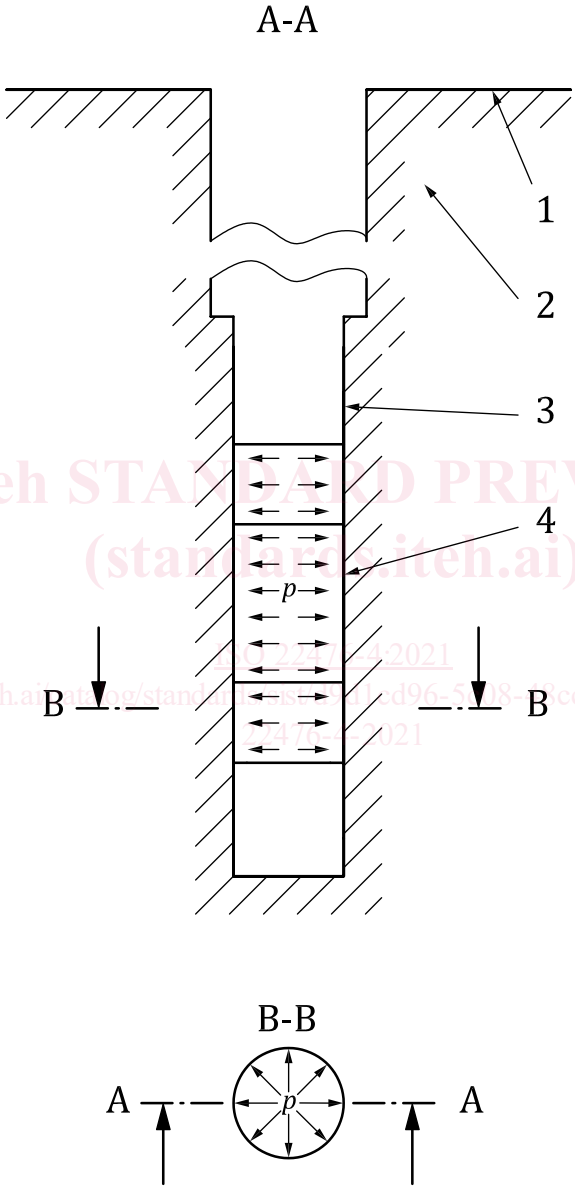
Une liste de toutes les parties de la série ISO 22476 est disponible sur le site web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

© ISO 2021 – Tous droits réservés

Introduction

L'essai au pressiomètre Ménard est réalisé par la dilatation radiale d'une sonde cylindrique, d'un élancement minimal de 6, introduite dans le sol (voir Figure 1). Au cours de l'injection de fluide dans la sonde, la dilatation de la cellule de mesure provoque d'abord la mise en contact de la partie externe de la sonde avec la paroi de la cavité, puis un refoulement du terrain. La pression appliquée à la sonde et la dilatation radiale associée de cette dernière sont mesurées par des capteurs volumiques ou radiaux et enregistrées de manière à déterminer la relation contrainte-déformation du sol lors de l'essai.



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 22476-4:2021
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/...-a27a-9c9248146fac/iso-22476-4-2021

Légende

1	surface du terrain	*p*	pression appliquée
2	sol	A-A	section axiale
3	cavité pressiométrique	B-B	section transverse
4	sonde pressiométrique en dilatation		

Figure 1 — Principe d'un essai pressiométrique Ménard

Conjointement avec les résultats des investigations conformes à l'ISO 22475-1 disponibles, ou au moins avec l'identification et la description du sol conformément à l'ISO 14688-1 et à l'ISO 14689 obtenues lors

© ISO 2021 – Tous droits réservés

des opérations d'essai pressiométrique, les essais sont réalisés de manière à obtenir la caractérisation quantitative du profil de sol, qui inclut:

— le module pressiométrique Ménard E_{M},

— la pression limite pressiométrique Ménard p_{lM}, et

— la pression de fluage Ménard p_{fM}.

NOTE 1 Le présent document répond aux exigences d'un essai au pressiomètre Ménard, en tant que partie de la reconnaissance et des essais géotechniques conformément à l'EN 1997-1 et à l'EN 1997-2.

NOTE 2 Le présent document fait référence à une sonde décrite historiquement comme la sonde de type G de 60 mm (également appelée BX), qui correspond à une sonde de 58 mm de diamètre dont le diamètre de forage est compris entre 60 mm et 66 mm, avec une pression limitée à 5 MPa. Si l'autorité compétente le précise ou si les parties concernées en conviennent d'un commun accord pour un projet spécifique, une pression différente ne dépassant pas 8 MPa peut être définie.

NOTE 3 Les sondes de type G sont dotées d'une gaine externe créant des cellules de garde (voir 4.2).

NOTE 4 Les essais au pressiomètre Ménard peuvent être réalisés avec d'autres diamètres de sonde, notamment 32 mm, 44 mm et 76 mm.

NOTE 5 Des exemples d'autres dimensions de sonde et de cavités sont indiqués dans le Tableau 1.

Tableau 1 — Dimensions de sonde et de cavités

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 22476-4:2021
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/...-5c08-48...-a27a-9e9248146fac/iso-22476-4-2021

Sonde	Sonde	Diamètre de forage (mm)	
Désignation	Diamètre en mm	Min.	Max.
AX	44	46	52
NX	70/74	74	80

NOTE 6 Les essais réalisés à des pressions maximales supérieures à 8 MPa sont traités dans la norme ISO 22476-5.

NOTE 7 Pour le domaine d'application du présent document (et le dispositif de mesure associé ainsi que les incertitudes maximales données dans le Tableau E.1), les valeurs de E_{M} jusqu'à 500 MPa (qu'il est possible de déterminer par le calcul) peuvent être obtenues par une méthode courante. Une amélioration de l'appareillage visant à réduire les incertitudes peut être mise en œuvre afin d'accroître la plage de mesures. Par exemple, l'utilisation d'un appareillage de type GA et d'un *shunt* pour la mesure du volume peut permettre de mesurer des valeurs de E_{M} allant jusqu'à 10 000 MPa. Le calcul de l'incertitude peut être utilisé pour confirmer la pertinence de ces modules pressiométriques.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 22476-4:2021
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d9d1cd96-5c08-48cc-a27a-9c9248146fac/iso-22476-4-2021

Reconnaissance et essais géotechniques — Essais en place —

Partie 4:
Essai pressiométrique dans un forage préalable selon la procédure Ménard

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie des exigences relatives à l'appareillage, à l'exécution et aux rapports pour un essai pressiométrique Ménard.

Le présent document décrit le mode opératoire pour conduire un essai au pressiomètre Ménard dans des terrains naturels, dans des couches traitées ou non traitées, sur terre ou en milieu maritime.

Les résultats des essais pressiométriques du présent document permettent une détermination quantitative de la résistance du terrain et des paramètres de déformation. Ils peuvent fournir des informations lithologiques en conjonction avec les mesures effectuées au cours du forage (selon l'ISO 22476-15). Ils peuvent aussi être combinés avec des investigations directes (par exemple des essais conformes à l'ISO 22475-1) ou comparés à d'autres essais in situ (voir l'EN 1997-2).

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

2 Références normatives

ISO 22476-4:2021
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/...

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 14688-1, *Reconnaissance et essais géotechniques — Dénomination, description et classification des sols — Partie 1: identification et description*

ISO 14689, *Reconnaissance et essais géotechniques — Dénomination, description et classification des roches*

ISO 22475-1, *Reconnaissance et essais géotechniques — Méthodes de prélèvement et mesurages piézométriques — Partie 1: principes techniques des travaux*

ISO 22476-15, *Reconnaissance et essais géotechniques — Essais de sol — Partie 15: enregistrement des paramètres de forages*

3 Termes, définitions et symboles

3.1 Termes et définitions

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

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

— ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse https://www.iso.org/obp

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse https://www.electropedia.org/

© ISO 2021 – Tous droits réservés

3.1.1
sonde pressiométrique
sonde cylindrique flexible qui peut être dilatée par l'application d'une pression hydraulique et/ou d'un gaz pressurisé

3.1.2
contrôleur pression-volume
ensemble de dispositifs appropriés capables d'appliquer une pression de fluide et/ou de gaz à la sonde, de régler les paliers de pression et de mesurer la pression de la sonde et le volume ou le rayon de la cellule de mesure

3.1.3
tubulure
tube flexible qui relie le contrôleur pression-volume à la sonde et achemine le fluide et/ou le gaz sous pression dans les cellules de mesure et de garde

3.1.4
cavité d'essai pressiométrique
cavité cylindrique de section circulaire formée dans le terrain pour y recevoir une *sonde pressiométrique* (3.1.1)

Note 1 à l'article: Voir l'Annexe C.

3.1.5
forage pressiométrique
forage dans lequel est réalisée une série de *cavités pressiométriques* (3.1.4) de section circulaire et à l'intérieur desquelles est placée la *sonde pressiométrique* (3.1.1)

Note 1 à l'article: Voir Figure 1.

3.1.6
essai pressiométrique Ménard
processus qui consiste à gonfler une *sonde pressiométrique* (3.1.1) dans la *cavité pressiométrique* (3.1.4) et à mesurer l'expansion en résultant en fonction du temps et des paliers de pression conformément à un programme défini

Note 1 à l'article: Voir Figure 4.

3.1.7
sondage pressiométrique
séquence d'*essais au pressiomètre Ménard* (3.1.6) exécutés au même emplacement dans le *forage pressiométrique* (3.1.5)

3.1.8
pression lue
pression dans le circuit d'injection du fluide et/ou gaz alimentant la cellule de mesure, lue au niveau du contrôleur pression-volume (CPV)

3.1.9
perte de pression
différence entre la pression dans la sonde et la pression appliquée à la paroi de la *cavité pressiométrique* (3.1.4)

3.1.10
perte de volume
différence entre le volume de la sonde mesuré au CPV et le volume de la cavité pressiométrique

Note 1 à l'article: Elles sont dues à la compressibilité du système (notamment la membrane, la sonde, la tubulure, le fluide et le contrôleur pression-volume).

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 22476-4:2021

© ISO 2021 – Tous droits réservés

3.1.11
courbe pressiométrique brute
représentation graphique des valeurs du volume injecté V_{60} dans la sonde, en fonction de la pression appliquée, notée 60 s après le début de chaque palier de pression, p_r

3.1.12
courbe pressiométrique corrigée
représentation graphique des volumes corrigés V_i ou des déplacements radiaux en fonction de la pression corrigée p

Note 1 à l'article: Voir Figure 5.

3.1.13
fluage pressiométrique
différence des volumes enregistrés à 60 s et à 30 s lors de chaque palier de pression: $V_{60} - V_{30} = V_{60/30}$

3.1.14
courbe de fluage pressiométrique corrigée
représentation graphique du fluage pressiométrique corrigé en fonction de la pression appliquée corrigée à chaque palier de pression

Note 1 à l'article: Voir Figure 5.

3.1.15
procès-verbal de sondage pressiométrique
rapport graphique des résultats du *sondage pressiométrique* (3.1.7), ainsi que toutes les informations recueillies pendant le forage

Note 1 à l'article: Voir F.3.

3.1.16
module pressiométrique Ménard
module déterminé sur le segment entre (p_1, V_1) et (p_2, V_2) de la courbe pressiométrique

Note 1 à l'article: Voir Figure D.6.

3.1.17
pression limite pressiométrique Ménard
pression correspondant au doublement du volume initial de la *cavité pressiométrique* (3.1.4) à la profondeur de la cellule de mesure

Note 1 à l'article: Voir Figure D.5.

3.1.18
pression de fluage pressiométrique
pression définie comme l'abscisse l'intersection de deux droites ajustées sur la courbe de fluage

Note 1 à l'article: Voir Figure D.4.

3.1.19
opérateur
personne qualifiée réalisant l'essai

3.1.20
tubage
longueurs de tube introduites dans un forage pour empêcher le trou de s'ébouler ou pour éviter la perte de fluide de forage vers la formation environnante, au-dessus de la cavité pressiométrique

3.2 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles du Tableau 2 s'appliquent:

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 22476-4:2021
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/...-iso-22476-4-2021

Tableau 2 — Symboles

Symbole	Description	Unité
A, B	Paramètres de la méthode d'ajustement avec une courbe inverse	cm^3, cm^3/MPa
A_1 à A_6	Paramètres des méthodes d'ajustement avec une courbe hyperbolique	variable
a	Coefficient de dilatation propre de l'appareillage	cm^3/MPa
b, c	Paramètres de l'interpolation de type « loi de puissance » pour la correction due à la résistance propre de la sonde	variable
d, e	Paramètres de l'interpolation linéaire pour la correction due à la dilatation propre de la sonde	variable
d_c	Diamètre extérieur de la cellule de mesure centrale, y compris toute protection additionnelle tel qu'un tube fendu	mm
d_{ci}	Diamètre extérieur de la partie interne de la sonde avec tube fendu	mm
d_g	Diamètre extérieur des cellules de garde	mm
d_i	Diamètre intérieur du cylindre utilisé pour l'étalonnage lors de l'essai de dilatation propre de l'appareillage	mm
d_r	Diamètre extérieur de la cellule de mesure centrale pendant l'expansion, indiqué par le CPV avant correction des données	cm^3
d_t	Diamètre de l'outil de forage	mm
E_M	Module pressiométrique Ménard	MPa
K	Coefficient pour la détermination de la pression différentielle des sondes tricellulaires	-
l_c	Longueur de la cellule centrale de mesure de la sonde, quand la membrane de la cellule est fixée sur l'âme métallique de la sonde	mm
l_g	Longueur de chaque cellule de garde	mm
l_m	Longueur projetée sur l'axe longitudinal de la partie fendue du tube fendu	mm
l_p	Longueur du cylindre d'étalonnage utilisé pour l'étalonnage de dilatation propre de l'appareillage	mm
l_t	Longueur de la gaine	mm
m	Paramètre de l'interpolation de type « loi de puissance » pour la correction due à la résistance propre de la sonde	-
m_E	Valeur minimale, strictement positive, des pentes m_i	cm^3/MPa
m_i	Pente de la courbe pressiométrique corrigée délimitée par les points de coordonnées (p_{i-1}, V_{i-1}) et (p_i, V_i)	cm^3/MPa
p	Pression appliquée au terrain après correction	MPa
p_c	Pression du fluide ou du gaz dans la cellule de mesure de la sonde pressiométrique.	MPa
p_e	Correction due à la résistance propre de la sonde	MPa
p_E	Pression à l'origine du segment de pente m_E	MPa
p'_E	Pression à l'extrémité du segment de pente m_E	MPa
p_{el}	Pression limite propre de la sonde	MPa
p_f	Pression de fluage pressiométrique	MPa
p_g	Pression dans les cellules de garde, lue à la cote altimétrique du capteur du CPV	-
p_h	Pression hydrostatique entre le contrôleur pression-volume (CPV) et la cellule centrale de la sonde pressiométrique	MPa
p_i	Pression pressiométrique corrigée	MPa
p_{lM}	Pression limite pressiométrique Ménard du terrain	MPa
p_{lMDH}	Pression limite pressiométrique Ménard extrapolée selon la méthode de la double-hyperbole	MPa
p_{lMH}	Pression limite pressiométrique Ménard extrapolée selon la méthode de la simple hyperbole	MPa

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 22476-4:2021
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d9d1cd96-5c08-48cc-a27a-9c9248146fac/iso-22476-4-2021

© ISO 2021 – Tous droits réservés

Tableau 2 *(suite)*

Symbole	Description	Unité
p_{lMR}	Pression limite pressiométrique Ménard extrapolée selon la méthode de la courbe inverse	MPa
p_m	Pression due à la résistance propre de la membrane de la cellule centrale pour une expansion spécifique	MPa
p_r	Pression dans le circuit de fluide ou de gaz de la cellule de mesure, lue à la cote altimétrique du capteur du CPV	MPa
p_t	Pression à atteindre pour chaque palier de pression d'après le programme de chargement	MPa
p_0	Pression pressiométrique horizontale au repos	MPa
p_1	Pression corrigée correspondant à l'origine de la plage sur laquelle est déterminé le module pressiométrique	MPa
p_2	Pression corrigée correspondant à la fin de la plage sur laquelle est déterminé le module pressiométrique	MPa
t	Temps	s
t_h	Temps pendant lequel le palier pression est maintenu	s
u_s	Pression de l'eau interstitielle dans le terrain au niveau d'essai	MPa
V	Valeur, après remise à zéro et correction des données, du volume injecté dans la cellule centrale et mesuré 60 s après le début d'un palier de pression	cm^3
V_c	Volume initial conventionnel de la cellule de mesure centrale y compris son éventuel tube fendu	cm^3
V_E	Valeur, après corrections, du volume injecté dans la cellule de mesure centrale correspondant à la pression p_E	cm^3
V'_E	Valeur, après corrections, du volume injecté dans la cellule de mesure centrale correspondant à la pression p'_E	cm^3
V_e	Correction due à la dilatation propre de l'appareillage complet	cm^3
V_i	Volume corrigé	cm^3
V_L	Valeur, après corrections, du volume injecté dans la cellule de mesure centrale correspondant au doublement du volume initial de la cavité pressiométrique	cm^3
V_m	Volume moyen corrigé entre V_1 et V_2	cm^3
V_p	Le volume correspondant est l'ordonnée à l'origine sur l'axe des volumes de la droite calée sur les points représentatifs de la courbe p-V obtenue lors de l'essai d'étalonnage de la dilatation propre de l'appareillage (voir Figure B.2)	cm^3
V_r	Volume injecté dans la sonde (avant correction des données) lu sur le CPV	cm^3
V_t	Volume de la cellule de mesure centrale incluant le tube fendu	cm^3
V_1	Volume corrigé correspondant à l'origine de la plage sur laquelle est déterminé le module pressiométrique	cm^3
V_2	Volume corrigé correspondant à l'extrémité de la plage sur laquelle est déterminé le module pressiométrique	cm^3
V_{30}	Volume injecté dans la cellule de mesure centrale, lu 30 s après le début du palier de pression	cm^3
V_{60}	Volume injecté dans la cellule de mesure centrale, lu 60 s après le début du palier de pression	cm^3
$V_{60/30}$	Variation du volume injecté entre 30 s et 60 s au cours d'un même palier de pression, également appelée fluage pressiométrique	cm^3
$V_{60/60}$	Variation du volume injecté à 60 s entre deux paliers de pression consécutifs	cm^3
z	Cote altimétrique, comptée positivement vers le haut	m
z_{CU}	Cote altimétrique du dispositif de mesure de la pression du fluide et/ou du gaz injecté dans la sonde	m
z_N	Cote altimétrique du terrain naturel à l'emplacement du sondage pressiométrique	m

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 22476-4:2021
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d9d1ed96-5c08-48ee-a27a-9c9248146fa6/iso-22476-4-2021

© ISO 2021 – Tous droits réservés

Tableau 2 *(suite)*

Symbole	Description	Unité
z_p	Cote altimétrique du milieu de la cellule de mesure lors de l'essai	m
z_w	Cote altimétrique du niveau de la nappe phréatique (ou du plan d'eau en site aquatique)	m
β	Coefficient servant au calcul de la plage de pression sur laquelle est déterminé le module pressiométrique	---
γ	Poids volumique du terrain au moment de l'essai	kN/m^3
γ_i	Poids volumique du liquide injecté dans la cellule de mesure centrale	kN/m^3
γ_w	Poids volumique de l'eau	kN/m^3
Δp	Pas de pression	MPa
Δp_1	Pas de pression initial	MPa
r_i	Rayon de la cellule de mesure du capteur *i*	m
Δt_i	Durée du palier de pression *i*	s
δV	Tolérance pour la mesure du volume	cm^3
λ_g	Coefficient de compressibilité par mètre de profondeur du gaz à la pression p_k	m^{-1}
ν	Coefficient de Poisson	-
σ_{hs}	Contrainte totale horizontale du terrain à la cote altimétrique de l'essai	kPa
σ_{vs}	Contrainte totale verticale du terrain à la profondeur de l'essai	kPa

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

4 Appareillage

4.1 Description générale

ISO 22476-4:2021
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d9d1cd96-5c08-48cc-a27a-9c9248146fac/iso-22476-4-2021

Le pressiomètre représenté schématiquement à la Figure 2 doit comprendre les éléments suivants:

— la sonde pressiométrique;

— le train de tiges de manœuvre de la sonde;

— le contrôleur pression-volume (CPV);

— la tubulure entre le contrôleur pression-volume et la sonde.

Il faut, en outre, disposer de moyens permettant de déterminer la profondeur de l'essai avec la tolérance de mesure appropriée (voir également l'Annexe E).

4.2 Sonde pressiométrique

4.2.1 Généralités

La sonde doit comprendre des cellules cylindriques de section circulaire et de même axe (voir Figure 2). La sonde doit être constituée d'une âme métallique creuse pour le passage des tubes d'injection des fluides servant à gonfler les cellules. L'âme métallique doit porter généralement, sur sa surface extérieure cylindrique, un système de rainures répartissant uniformément le liquide (le cas échéant) dans la cellule de mesure entre la membrane et l'âme métallique, en appliquant une pression uniforme à la paroi de la cavité pressiométrique. La partie supérieure de l'âme doit être terminée par un raccord destiné à assurer la liaison avec le train de tiges manœuvrant la sonde depuis la surface du terrain

Si la cellule de mesure présente un élancement au moins égal à 6, la sonde peut être monocellulaire. Inversement, la sonde peut être tricellulaire pour respecter ce critère. La membrane de la cellule de mesure centrale doit isoler le fluide présent dans la cellule du gaz des cellules de garde.

NOTE 1 Le respect de ce critère garantit que le champ de contrainte est bidimensionnel.

 © ISO 2021 – Tous droits réservés

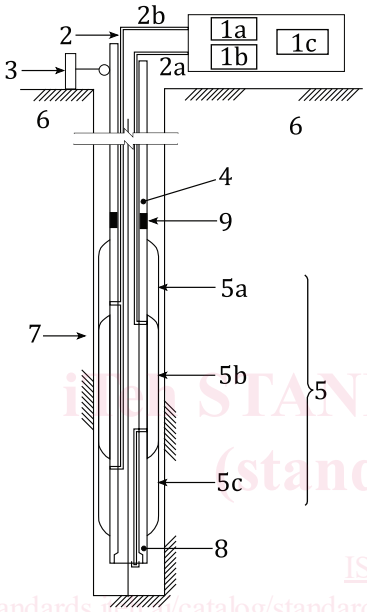
La cellule de mesure centrale peut être:

— recouverte par la gaine formant la cellule de garde (sonde tricellulaire de type G);

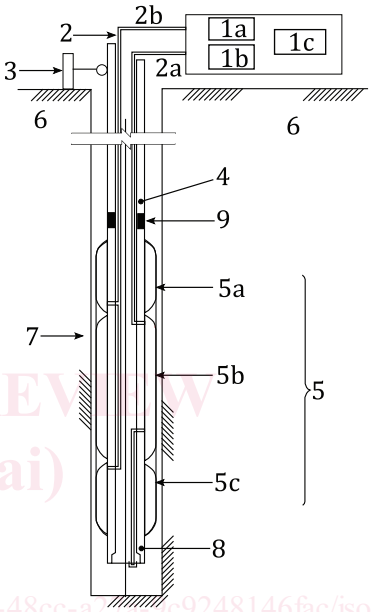
— recouverte par la gaine avec des membranes spécifiques pour les cellules de garde (sonde tricellulaire de type E);

— recouverte par la gaine sans cellules de garde (type monocellulaire).

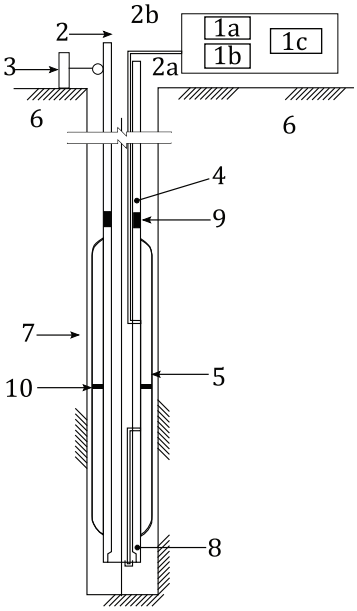
Toutes les sondes peuvent être équipées pour une mesure volumétrique ou par un capteur radial ou tout autre dispositif fournissant une mesure fiable soit du volume, soit du rayon de la sonde. La pression peut être mesurée au niveau du contrôleur pression-volume ou au niveau de la sonde.



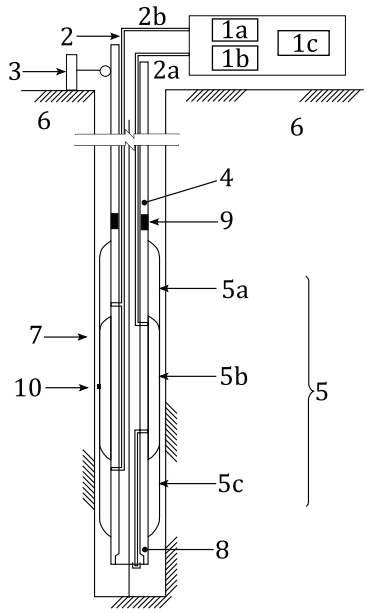
a) Sonde tricellulaire de type G, avec mesure du volume de la cellule de mesure



b) Sonde tricellulaire de type E, avec mesure du volume de la cellule de mesure



c) Sonde monocellulaire, avec mesure du déplacement radial (en option)



d) Sonde tricellulaire, avec mesure du déplacement radial

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 22476-4:2021
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d9d1cd96-5c08-48cc-a27a-9c9248146fac/iso-22476-4-2021