

# ILNAS

Institut luxembourgeois de la normalisation  
de l'accréditation, de la sécurité et qualité  
des produits et services

## ILNAS-EN ISO 22476-4:2021

### **Reconnaissance et essais géotechniques - Essais en place - Partie 4: Essai pressiométrique dans un forage préalable selon la procédure**

Geotechnical investigation and testing -  
Field testing - Part 4: Prebored  
pressuremeter test by Ménard procedure  
(ISO 22476-4:2021)

Geotechnische Erkundung und  
Untersuchung - Felduntersuchungen -  
Teil 4: Pressiometerversuch nach Ménard  
(ISO 22476-4:2021)

09/2021

A decorative graphic in the bottom right corner featuring several interlocking gears in shades of blue and yellow. Overlaid on the gears is a vertical column of binary code (0s and 1s) and various mathematical symbols like plus, minus, and multiplication signs.

## Avant-propos national

Cette Norme Européenne EN ISO 22476-4:2021 a été adoptée comme Norme Luxembourgeoise ILNAS-EN ISO 22476-4:2021.

Toute personne intéressée, membre d'une organisation basée au Luxembourg, peut participer gratuitement à l'élaboration de normes luxembourgeoises (ILNAS), européennes (CEN, CENELEC) et internationales (ISO, IEC) :

- Influencer et participer à la conception de normes
- Anticiper les développements futurs
- Participer aux réunions des comités techniques

<https://portail-qualite.public.lu/fr/normes-normalisation/participer-normalisation.html>

### **CETTE PUBLICATION EST PROTÉGÉE PAR LE DROIT D'AUTEUR**

Aucun contenu de la présente publication ne peut être reproduit ou utilisé sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit - électronique, mécanique, photocopie ou par d'autres moyens sans autorisation préalable !

ILNAS-EN ISO 22476-4:2021

NORME EUROPÉENNE **EN ISO 22476-4**

EUROPÄISCHE NORM

EUROPEAN STANDARD

Septembre 2021

ICS 93.020

Remplace l' EN ISO 22476-4:2012

Version Française

**Reconnaissance et essais géotechniques - Essais en place -  
Partie 4: Essai pressiométrique dans un forage préalable  
selon la procédure Ménard (ISO 22476-4:2021)**

Geotechnische Erkundung und Untersuchung -  
Felduntersuchungen - Teil 4: Vorgebohrter  
Pressiometerversuch nach Ménard (ISO 22476-  
4:2021)

Geotechnical investigation and testing - Field testing -  
Part 4: Prebored pressuremeter test by Ménard  
procedure (ISO 22476-4:2021)

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 15 août 2021.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la Norme européenne. Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Centre de Gestion du CEN-CENELEC ou auprès des membres du CEN.

La présente Norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale et notifiée au Centre de Gestion du CEN-CENELEC, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants: Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République de Macédoine du Nord, République de Serbie, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.



COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION  
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG  
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION

**CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Bruxelles**

## Sommaire

Page

Avant-propos européen .....	3
-----------------------------	---

## Avant-propos européen

Le présent document (EN ISO 22476-4:2021) a été élaboré par le Comité Technique ISO/TC 182 « Géotechnique » en collaboration avec le Comité Technique CEN/TC 341 « Reconnaissance et Essais géotechniques » dont le secrétariat est tenu par BSI.

La présente Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en mars 2022 et les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en mars 2022.

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. Le CEN et/ou le CENELEC ne sauraient être tenus pour responsables de l'identification de ces droits de propriété en tout ou partie.

Ce document remplace l'EN ISO 22476-4:2012.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information et toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve sur le site web du CEN.

Selon le règlement intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette Norme européenne en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République de Macédoine du Nord, République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Serbie, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.

## Notice d'entérinement

Le texte de l'ISO 22476-4:2021 a été approuvé par le CEN en tant que EN ISO 22476-4:2021 sans aucune modification.

---

---

**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*



**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](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

# Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>v</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>vi</b>
<b>1 Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3 Termes, définitions et symboles</b> .....	<b>1</b>
3.1 Termes et définitions .....	1
3.2 Symboles .....	3
<b>4 Appareillage</b> .....	<b>6</b>
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
<b>5 Mode opératoire d'essai</b> .....	<b>13</b>
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
<b>6 Résultats des essais</b> .....	<b>17</b>
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
<b>7 Consignation dans un rapport</b> .....	<b>19</b>
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
<b>Annexe A (normative) Caractéristiques géométriques des sondes pressiométriques</b> .....	<b>22</b>
<b>Annexe B (normative) Étalonnage et correction</b> .....	<b>24</b>
<b>Annexe C (normative) Introduction de la sonde pressiométrique dans le sol</b> .....	<b>33</b>
<b>Annexe D (normative) Détermination des paramètres pressiométriques</b> .....	<b>43</b>

<b>Annexe E</b> (normative) <b>Incertitudes</b> .....	<b>53</b>
<b>Annexe F</b> (informative) <b>Rapport d'essai pressiométrique</b> .....	<b>55</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>62</b>

## 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](http://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](http://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.

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](http://www.iso.org/avant-propos).

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:

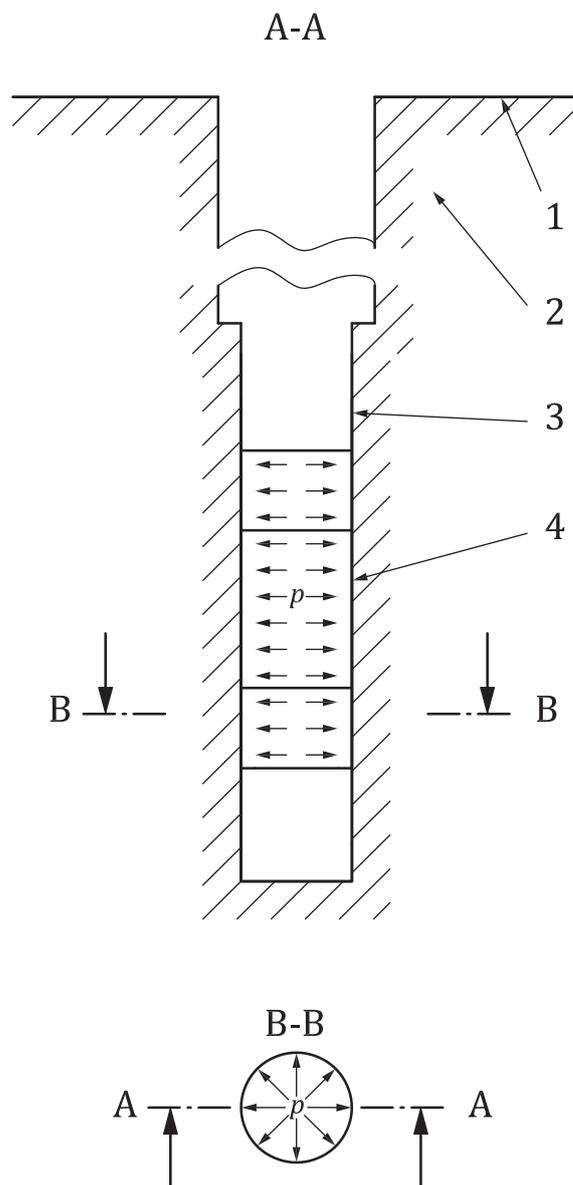
- types de sondes;
- procédures de correction;
- techniques de mise en place des sondes en [Annexe C](#);
- clarification de l'[Annexe D](#);
- harmonisation des termes et symboles.

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](http://www.iso.org/fr/members.html).

## 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.



### 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

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  $p_{IM}$ , 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**

Sonde Désignation	Sonde Diamètre en mm	Diamètre de forage (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.