

---

---

**Reconnaissance et essais  
géotechniques — Essais de sol au  
laboratoire —**

Partie 9:  
**Essai triaxial consolidé sur sol saturé**

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

*Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil —*

*Part 9: Consolidated triaxial compression tests on water-saturated soils*

ISO/TS 17892-9:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1d083485-3cfe-4d81-9801-68eec2c301c5/iso-ts-17892-9-2004>



**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/TS 17892-9:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1d083485-3cfe-4d81-9801-68eec2c301c5/iso-ts-17892-9-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1d083485-3cfe-4d81-9801-68eec2c301c5/iso-ts-17892-9-2004>

© 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

## 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.

Dans d'autres circonstances, en particulier lorsqu'il existe une demande urgente du marché, un comité technique peut décider de publier d'autres types de documents normatifs:

- une Spécification publiquement disponible ISO (ISO/PAS) représente un accord entre les experts dans un groupe de travail ISO et est acceptée pour publication si elle est approuvée par plus de 50 % des membres votants du comité dont relève le groupe de travail;
- une Spécification technique ISO (ISO/TS) représente un accord entre les membres d'un comité technique et est acceptée pour publication si elle est approuvée par 2/3 des membres votants du comité.

Une ISO/PAS ou ISO/TS fait l'objet d'un examen après trois ans afin de décider si elle est confirmée pour trois nouvelles années, révisée pour devenir une Norme internationale, ou annulée. Lorsqu'une ISO/PAS ou ISO/TS a été confirmée, elle fait l'objet d'un nouvel examen après trois ans qui décidera soit de sa transformation en Norme internationale soit de son annulation.

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/TS 17892-9 a été élaborée par le Comité européen de normalisation (CEN) en collaboration avec le comité technique ISO/TC 182, *Géotechnique*, sous-comité SC 1, *Recherches et essais géotechniques*, conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Tout au long du texte du présent document, lire «... la présente prénorme européenne ...» avec le sens de «... la présente Spécification technique ...».

L'ISO/TS 17892 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Reconnaissance et essais géotechniques — Essais de sol au laboratoire*:

- *Partie 1: Détermination de la teneur en eau*
- *Partie 2: Détermination de la masse volumique d'un sol fin*
- *Partie 3: Détermination de la masse volumique des grains — Méthode du pycnomètre*
- *Partie 4: Détermination de la granulométrie*
- *Partie 5: Essai à l'oedomètre sur sol saturé*

- *Partie 6: Essai au cône*
- *Partie 7: Essai de compression simple sur sol cohérent*
- *Partie 8: Essai triaxial non consolidé non drainé*
- *Partie 9: Essai triaxial consolidé sur sol saturé*
- *Partie 10: Essai de cisaillement direct*
- *Partie 11: Détermination de la perméabilité au perméamètre à charge constante ou variable*
- *Partie 12: Détermination des limites d'Atterberg*

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

[ISO/TS 17892-9:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1d083485-3cfe-4d81-9801-68eec2c301c5/iso-ts-17892-9-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1d083485-3cfe-4d81-9801-68eec2c301c5/iso-ts-17892-9-2004>

## Sommaire

Page

Avant-propos .....	vi
Introduction.....	vii
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	1
3 <b>Termes et définitions</b> .....	1
4 <b>Symboles</b> .....	3
5 <b>Appareillage</b> .....	3
5.1 <b>Généralités</b> .....	3
5.2 <b>Cellule triaxiale</b> .....	4
5.3 <b>Membrane de confinement</b> .....	5
5.4 <b>Disques drainants</b> .....	6
5.5 <b>Papier filtre</b> .....	6
5.6 <b>Circuits de pression</b> .....	6
5.7 <b>Presse de chargement</b> .....	7
5.8 <b>Dispositifs de mesure</b> .....	7
6 <b>Procédure d'essai</b> .....	8
6.1 <b>Généralités et préparation de l'appareillage</b> .....	8
6.2 <b>Préparation des éprouvettes non remaniées</b> .....	9
6.3 <b>Préparation des éprouvettes remaniées ou reconstituées</b> .....	9
6.4 <b>Saturation et application de la contre pression</b> .....	10
6.5 <b>Consolidation isotrope (essais CIU et CID)</b> .....	11
6.6 <b>Consolidation anisotrope (essais CAU et CAD)</b> .....	12
6.7 <b>Consolidation pour les essais en plusieurs phases</b> .....	12
6.8 <b>Cisaillement</b> .....	12
6.9 <b>Démontage</b> .....	15
7 <b>Résultats d'essai</b> .....	16
7.1 <b>Masse volumique, masse volumique sèche et teneur en eau</b> .....	16
7.2 <b>Consolidation</b> .....	16
7.3 <b>Cisaillement (pour tous les types d'essai)</b> .....	16
7.4 <b>Corrections dues à l'élasticité de la membrane</b> .....	19
7.5 <b>Corrections dues aux bandes de papier filtre</b> .....	20
8 <b>Rapport d'essai</b> .....	20
8.1 <b>Généralités</b> .....	20
8.2 <b>Présentation graphique</b> .....	22
Bibliographie.....	23

## Figures

Figure 1 — Cercles de Mohr à la rupture .....	2
Figure 2 — Exemple de cellule triaxiale .....	4

## Avant-propos

Le présent document CEN ISO/TS 17892-9:2004 a été élaboré par le Comité Technique CEN/TC 341 "Reconnaissance et essais géotechniques", dont le secrétariat est tenu par DIN, en collaboration avec le Comité Technique ISO/TC 182 "Reconnaissance et essais géotechniques".

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus d'annoncer cette Spécification technique : Allemagne, Autriche, Belgique, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.

CEN ISO/TS 17892 comporte plusieurs parties, sous le titre général "*Reconnaissance et essais géotechniques — Essai de laboratoire sur les sols*".

- *Partie 1 : Détermination de la teneur en eau*
- *Partie 2 : Détermination de la masse volumique d'un sol fin*
- *Partie 3 : Détermination de la masse volumique des particules solides — Méthode du pycnomètre*
- *Partie 4 : Détermination de la distribution granulométrique des particules*
- *Partie 5 : Essai de chargement par paliers à l'œdomètre*
- *Partie 6 : Essai de pénétration de cône*
- *Partie 7 : Essai de compression uniaxiale sur des sols fins*
- *Partie 8 : Essai triaxial non consolidé non drainé*
- *Partie 9 : Essai en compression à l'appareil triaxial sur sols saturés consolidés*
- *Partie 10 : Essais de cisaillement direct*
- *Partie 11 : Essais de perméabilité à charge variable décroissante*
- *Partie 12 : Détermination des limites Atterberg*

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO/TS 17892-9:2004

https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1d083485-3cfe-4d81-9801-68ecc2c301c5/iso-ts-17892-9-2004

## Introduction

Le présent document couvre des sujets n'ayant jusqu'alors pas été normalisés au niveau international dans le domaine de la géotechnique. L'objectif du document est de présenter la pratique généralement appliquée dans le monde entier et il n'est pas indiqué les différences significatives avec les documents nationaux. Il s'appuie sur la pratique internationale (voir [1]).

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

[ISO/TS 17892-9:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1d083485-3cfe-4d81-9801-68eec2c301c5/iso-ts-17892-9-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1d083485-3cfe-4d81-9801-68eec2c301c5/iso-ts-17892-9-2004>

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

[ISO/TS 17892-9:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1d083485-3cfe-4d81-9801-68eec2c301c5/iso-ts-17892-9-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1d083485-3cfe-4d81-9801-68eec2c301c5/iso-ts-17892-9-2004>

## 1 Domaine d'application

Le présent document concerne la détermination des relations contrainte-déformation et des chemins de contraintes effectives, pour une éprouvette cylindrique, saturée d'eau<sup>1)</sup> constituée de sol non remanié, remanié ou reconstitué, lorsqu'elle est soumise à une contrainte isotrope ou anisotrope, dans des conditions drainées ou non drainées, et qu'elle est ensuite cisailée, dans des conditions drainées ou non drainées selon le domaine d'application des reconnaissances géotechniques conforme à prEN 1997-1 et -2. Ces méthodes d'essais permettent de fournir des tableaux de données, des courbes de contraintes en fonction des déformations et des courbes de chemins de contraintes effectives.

Les procédures particulières suivantes ne sont pas couvertes :

- a) essais avec des embases lubrifiées ;
- b) essais avec une mesure locale de la déformation ou une mesure locale de la pression interstitielle ;
- c) essais sans membrane en caoutchouc ;
- d) essais en extension ;
- e) cisaillement avec variations de la pression cellulaire ;
- f) cisaillement à volume constant (sans variation de la pression interstitielle).

L'appareillage triaxial conventionnel n'est pas bien adapté pour la détermination du module initial pour de très petites déformations. Cependant des déformations à mi-chemin de la rupture sont considérées comme suffisamment grandes pour être mesurées avec des cellules triaxiales conventionnelles.

ISO/TS 17892-9:2004

## 2 Références normatives

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1d083485-3cfe-4d81-9801-68ecc2c301c5/iso-ts-17892-9-2004>

Les documents suivants sont nécessaires pour l'application de ce document. Pour les références datées, seule l'édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique (y compris les amendements).

prEN 1997-2, *Eurocode 7 : Calcul géotechnique – Partie 2 : Reconnaissance des terrains et essais*.

prEN 1997-1, *Eurocode 7 : Calcul géotechnique – Partie 1 : Règles générales*.

## 3 Termes et définitions

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

### 3.1

#### essai CIU

essai consolidé isotropiquement non drainé

### 3.2

#### essai CAU

essai consolidé anisotropiquement non drainé

1) Le terme "saturé" se rapporte aux conditions in situ. Le matériau soumis à l'essai n'a pas nécessairement besoin d'être saturé à tous les stades de l'essai en laboratoire.

3.3

**essai CID**

essai consolidé isotropiquement drainé

3.4

**essai CAD**

essai consolidé anisotropiquement drainé

3.5

**contre-pression**

pression qui est ajoutée à la pression interstitielle, avant la consolidation ou le cisaillement, destinée à saturer les filtres, le système de mesure de la pression interstitielle et l'éprouvette

3.6

**critère de rupture**

condition sur la contrainte ou sur la déformation qui définit la rupture

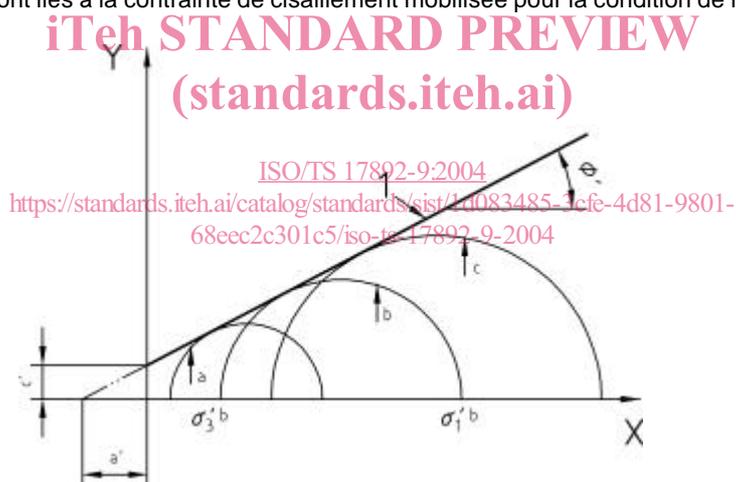
NOTE En l'absence de spécification concernant le critère de rupture, il convient de considérer que la rupture a lieu lorsque le pic du déviateur de contrainte est atteint.

3.7

**paramètres effectifs de résistance au cisaillement**

angle de frottement  $j'$  et la cohésion  $c'$ , déterminés en contraintes effectives (voir Figure 1)

NOTE Ces paramètres sont liés à la contrainte de cisaillement mobilisée pour la condition de rupture spécifiée.



**Légende**

- a essai 1
- b essai 2
- c essai 3
- X contrainte normale effective
- Y contrainte de cisaillement
- $c'$  cohésion effective
- $a'$  contrainte de traction
- $j'$  angle de frottement effectif

Figure 1 — Cercles de Mohr à la rupture

**3.8****sols cohérents**

sols qui se comportent comme s'ils étaient réellement cohérents, comme par exemple les argiles et les sols argileux

NOTE Le comportement cohérent de la plupart des sols de ce type est dû à une pression interstitielle négative et au frottement, et non à la cohésion.

**3.9****échantillon non remanié**

échantillon de classe de qualité 1, selon prEN 1997-2

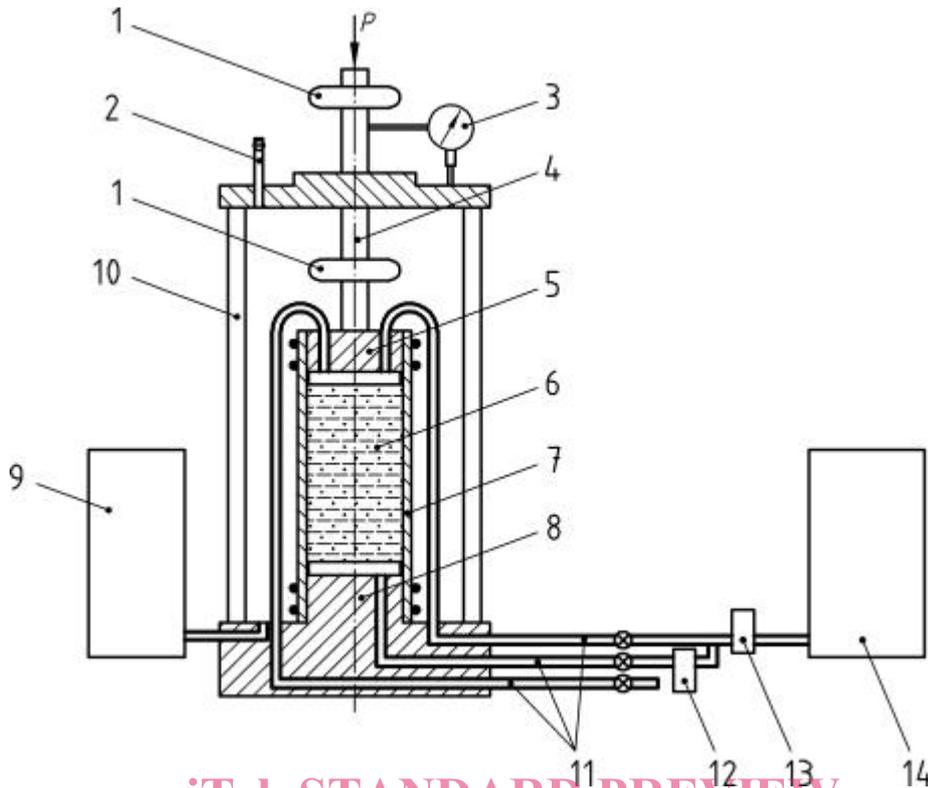
**4 Symboles**

$e_1$ et $e_{vol}$	respectivement la déformation verticale et la déformation volumique durant le cisaillement
$s_{cell}$	pression totale cellulaire
$s_1$ et $s_1'$	respectivement la contrainte totale principale majeure et la contrainte effective principale majeure (voir note)
$s_3$ et $s_3'$	respectivement la contrainte totale principale mineure et la contrainte effective principale mineure (voir note)
$s_1 - s_3$	déviateur de contrainte
$u$ et $Δu$	respectivement la pression interstitielle totale et la variation de pression interstitielle.
$s_{1C'}$	contrainte effective principale majeure à la fin de la consolidation
$s_{3C'}$	contrainte effective principale mineure à la fin de la consolidation

NOTE A l'exception éventuellement de la consolidation anisotrope des matériaux fortement surconsolidés, pour tous les essais décrits dans ce document,  $s_1$  est égale à la contrainte verticale et  $s_3$  est égale à la contrainte horizontale. Si la contrainte verticale est supérieure à la contrainte horizontale, la contrainte verticale doit être notée  $s_v$ , au lieu de  $s_1$ , et la contrainte horizontale notée  $s_H$  au lieu de  $s_3$ .

**5 Appareillage****5.1 Généralités**

Le schéma d'un appareil triaxial est présenté sur la Figure 2.



iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

**Légende**

- 1 Position alternative du dispositif de mesure de la force
- 2 Évacuation de l'air
- 3 Dispositif de mesure du raccourcissement vertical
- 4 Piston
- 5 Embase supérieure
- 6 Éprouvette de sol
- 7 Membrane
- 8 Embase inférieure
- 9 Dispositif de mesure et de contrôle de la pression cellulaire
- 10 Cellule triaxiale
- 11 Tubulures de drainage
- 12 Capteur de pression interstitielle
- 13 Capteur de variation de volume
- 14 Dispositif de mesure et de contrôle de la contre-pression
- $P$  Force verticale

**Figure 2 — Exemple de cellule triaxiale**

**5.2 Cellule triaxiale**

**5.2.1** La cellule triaxiale doit être capable de supporter une pression cellulaire égale à la somme de la contrainte de consolidation et de la contre-pression, sans fuite significative du liquide cellulaire hors de la cellule.

Dans la majorité des cas, une cellule triaxiale supportant une pression cellulaire maximale de 2000 kPa est suffisante. Il est recommandé d'utiliser des cellules triaxiales transparentes.