

---

---

**Reconnaissance et essais  
géotechniques — Essais de laboratoire  
sur les sols —**

Partie 9:  
**Essais en compression à l'appareil  
triaxial consolidés sur sols saturés**

*Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil —  
Part 9: Consolidated triaxial compression tests on water saturated soils*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/c5a9bce9-2b34-4917-bbbf-edf76b6c97eb/iso-17892-9-2018>

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/c5a9bce9-2b34-4917-bbbf-edf76b6c97eb/iso-17892-9-2018>



**iTeh Standards**  
**(<https://standards.iteh.ai>)**  
**Document Preview**

[ISO 17892-9:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/c5a9bce9-2b34-4917-bbbf-edf76b6c97eb/iso-17892-9-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/c5a9bce9-2b34-4917-bbbf-edf76b6c97eb/iso-17892-9-2018>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2018

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  
Fax: +41 22 749 09 47  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

<b>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 et définitions</b> .....	<b>2</b>
<b>4 Symboles</b> .....	<b>3</b>
<b>5 Appareillage</b> .....	<b>5</b>
5.1 Généralités.....	5
5.2 Cellule triaxiale.....	7
5.3 Membrane de confinement.....	7
5.4 Disques drainants.....	8
5.5 Papier filtre.....	8
5.6 Circuits de pression.....	8
5.7 Presse de chargement.....	8
5.8 Dispositifs de mesure.....	9
5.8.1 Dispositif de mesure de la force.....	9
5.8.2 Dispositifs de mesure de la pression.....	9
5.8.3 Dispositif de mesure du déplacement vertical.....	9
5.8.4 Dispositif de mesure de la variation du volume.....	9
5.9 Fluides cellulaire et de contre-pression.....	9
5.10 Appareillage complémentaire.....	10
<b>6 Procédure d'essai</b> .....	<b>10</b>
6.1 Exigences générales et préparation du matériel.....	10
6.2 Préparation des éprouvettes.....	11
6.3 Saturation de l'éprouvette.....	12
6.3.1 Saturation.....	12
6.3.2 Application d'une pression cellulaire et d'une contre-pression.....	12
6.3.3 Contrôles de saturation.....	13
6.4 Consolidation isotrope (essais CIU et CID).....	13
6.5 Consolidation anisotrope (essais CAU et CAD).....	14
6.6 Fin de la consolidation.....	14
6.7 Cisaillement.....	14
6.7.1 Généralités.....	14
6.7.2 Essais non drainés (CIU et CAU).....	15
6.7.3 Essais drainés (CID et CAD).....	15
6.8 Démontage.....	16
<b>7 Résultats d'essais</b> .....	<b>16</b>
7.1 Masse volumique, masse volumique sèche et teneur en eau.....	16
7.2 Calculs des paramètres d'essai.....	16
7.2.1 Hauteur après consolidation.....	16
7.2.2 Section transversale corrigée.....	17
7.2.3 Corrections dues à l'élasticité de la membrane.....	17
7.2.4 Correction due aux bandes de papier filtre.....	17
7.2.5 Contrainte verticale totale.....	18
7.2.6 Contrainte verticale effective:.....	18
7.2.7 Contrainte horizontale totale.....	18
7.2.8 Contrainte horizontale effective.....	19
7.2.9 Variation de pression interstitielle.....	19
7.2.10 Déformation verticale.....	19
7.2.11 Déformation verticale durant le cisaillement.....	19
7.2.12 Déformation volumétrique.....	19
7.2.13 Déformation volumétrique durant le cisaillement.....	19

<b>8</b>	<b>Rapport d'essai</b> .....	<b>19</b>
8.1	Éléments devant figurer au rapport.....	19
8.2	Présentation graphique.....	20
8.3	Éléments pouvant figurer au rapport.....	21
	<b>Annexe A (normative) Étalonnage, maintenance et contrôles</b> .....	<b>22</b>
	<b>Annexe B (informative) Calculs supplémentaires pour la résistance effective au cisaillement</b> .....	<b>25</b>
	<b>Bibliographie</b> .....	<b>27</b>

**iTeh Standards**  
**(<https://standards.iteh.ai>)**  
**Document Preview**

[ISO 17892-9:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/c5a9bce9-2b34-4917-bbbf-edf76b6c97eb/iso-17892-9-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/c5a9bce9-2b34-4917-bbbf-edf76b6c97eb/iso-17892-9-2018>

## 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 le lien suivant: [www.iso.org/iso/fr/avant-propos](http://www.iso.org/iso/fr/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le Comité Technique CEN/TC 341 *Reconnaissance et essais géotechniques*, en collaboration avec le Comité Technique ISO/TC 182 *Géotechnique*, selon l'Accord ou la coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette édition annule et remplace l'ISO/TS 17892-9:2004, qui a été techniquement modifiée. Elle incorpore également l'ISO/TS 17892-9:2004/Cor.1:2006.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 17892 se trouve sur le site web de l'ISO.

## 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 Référence [1]).

**iTeh Standards**  
**(<https://standards.itih.ai>)**  
**Document Preview**

[ISO 17892-9:2018](https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/c5a9bce9-2b34-4917-bbbf-edf76b6c97eb/iso-17892-9-2018)

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/c5a9bce9-2b34-4917-bbbf-edf76b6c97eb/iso-17892-9-2018>

# Reconnaissance et essais géotechniques — Essais de laboratoire sur les sols —

## Partie 9:

## Essais en compression à l'appareil triaxial consolidés sur sols saturés

### 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie une méthode pour les essais à l'appareil triaxial de révolution en compression sur sols saturés consolidés.

Ce document s'applique à la détermination en laboratoire de la résistance au cisaillement triaxial en conditions de chargement par compression dans le cadre d'investigations géotechniques.

L'éprouvette cylindrique, pouvant être constituée de sol non remanié, recompacté, remanié ou reconstitué, est soumise à une contrainte isotrope ou anisotrope avec un drainage et est ensuite cisailée avec ou sans drainage. L'essai permet de déterminer la résistance au cisaillement, les relations contrainte-déformation et les chemins de contraintes effectives. Toutes les contraintes et toutes les déformations sont indiquées sous forme de valeurs numériques positives en compression.

NOTE 1 Ce document traite de la réalisation d'un essai sur une seule éprouvette. Un ensemble d'au moins trois éprouvettes est nécessaire pour déterminer les paramètres de résistance au cisaillement à partir de ces essais. Les procédures d'interprétation des résultats figurent à l'Annexe B et, le cas échéant, les paramètres de résistance au cisaillement doivent être inclus dans le rapport.

Les procédures particulières suivantes:

- a) essais avec des embases lubrifiées;
- b) essais en plusieurs phases;
- c) essais avec consolidation à déformations latérales nulles (essais  $K_0$ );
- d) essais avec une mesure locale de la déformation ou de la pression interstitielle;
- e) essais sans membrane en caoutchouc;
- f) essais en extension;
- g) cisaillement avec variations de la pression dans la cellule de l'appareil triaxial;

ne sont pas entièrement couvertes par la présente procédure. Toutefois, ces essais spécifiques peuvent faire référence aux procédures générales décrites dans le présent document.

NOTE 2 Ce document satisfait aux exigences relatives aux essais en compression à l'appareil triaxial sur sols consolidés à des fins d'investigation et d'essais géotechniques conformément aux normes EN 1997-1 et EN 1997-2.

### 2 Références normatives

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 17892-9:2018(F)

ISO 14688-1, *Reconnaissance et essais géotechniques — Identification et classification des sols — Partie 1: Identification et description*

ISO 17892-1, *Reconnaissance et essais géotechniques — Essais de laboratoire sur les sols — Partie 1: Détermination de la teneur en eau*

ISO 17892-2, *Reconnaissance et essais géotechniques — Essais de laboratoire sur les sols — Partie 2: Détermination de la masse volumique d'un sol fin*

ISO 17892-3, *Reconnaissance et essais géotechniques — Essais de laboratoire sur les sols — Partie 3: Détermination de la masse volumique des particules solides*

### 3 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 <http://www.electropedia.org/>

#### 3.1

##### **essai CIU**

essai consolidé isotropiquement non drainé

#### 3.2

##### **essai CAU**

essai consolidé anisotropiquement non drainé

#### 3.3

##### **essai CID**

essai consolidé isotropiquement drainé

#### 3.4

##### **essai CAD**

essai consolidé anisotropiquement drainé

#### 3.5

##### **pression interstitielle**

pression de l'eau dans l'espace vide contenu dans l'éprouvette de sol

#### 3.6

##### **contre-pression**

pression externe par laquelle la pression interstitielle est augmentée avant la consolidation ou le cisaillement pour assurer la saturation

#### 3.7

##### **pression cellulaire**

pression appliquée au fluide dans la cellule de l'appareil triaxial

#### 3.8

##### **contrainte déviatorique**

différence entre la contrainte verticale totale et la contrainte horizontale totale

#### 3.9

##### **contrainte effective**

différence entre la contrainte totale et la pression interstitielle

**3.10****rupture**

condition de contrainte ou de déformation, pour laquelle l'un des critères suivants est rempli:

- contrainte déviatorique maximale,
- rapport des contraintes effectives maximal, c'est-à-dire le rapport entre les contraintes effectives verticale et horizontale,
- critère de déformation spécifié, par ex. déformation verticale égale à 10 %,
- autres définitions si nécessaire.

**4 Symboles**

$A_i$	aire de la section transversale initiale de l'éprouvette
$A_{cor}$	aire de la section transversale de l'éprouvette à tout moment
$a$	section transversale du piston si un capteur externe de mesure de la force est utilisé
$B$	coefficient de pression interstitielle, c'est-à-dire le rapport d'augmentation de la pression interstitielle $\Delta u$ , résultant d'une augmentation de la pression cellulaire $\Delta \sigma_c$ dans des conditions non drainées
$D_c$	diamètre de l'éprouvette à la fin de la consolidation
$D_i$	diamètre initial de l'éprouvette
$D_m$	diamètre interne initial de la membrane (avant d'être placée sur l'éprouvette)
$E_m$	module d'élasticité de la membrane
$F$	facteur de calcul du taux de déplacement du bâti de charge
$f$	facteur reliant la déformation verticale à la déformation volumétrique de l'éprouvette
$H_c$	hauteur de l'éprouvette à la fin de la consolidation
$H_i$	hauteur initiale de l'éprouvette
$h$	distance entre le haut de l'embase supérieure et la mi-hauteur de l'éprouvette
$K_{fp}$	force (lorsqu'elle est totalement mobilisée) reprise par le papier filtre recouvrant une unité de longueur du périmètre de l'éprouvette
$P$	valeur de force verticale
$P_{fp}$	fraction du périmètre couvert par le papier filtre
$t_m$	épaisseur initiale de la membrane sans contrainte
$t_{50}$	durée nécessaire pour atteindre 50 % de la consolidation primaire
$t_{100}$	durée nécessaire pour atteindre 100 % de la consolidation primaire
$u$	pression interstitielle à mi-hauteur de l'éprouvette
$u_B$	contre-pression (c'est-à-dire la pression interstitielle au début du cisaillement)

$V_i$	volume initial de l'éprouvette
$v_{max}$	vitesse de déplacement vertical de la presse de chargement lors du cisaillement
$W$	somme des forces dues à la masse suspendue (si utilisée), au piston, à l'embase supérieure et à la moitié de l'éprouvette
$\Delta H$	variation de hauteur de l'éprouvette (la compression étant une valeur numérique positive)
$\Delta H_c$	variation de hauteur durant la consolidation, y compris toute variation durant la saturation, lorsqu'elle est mesurée
$\Delta u$	variation de la pression interstitielle à mi-hauteur de l'éprouvette
$\Delta V$	variation du volume de l'éprouvette (une réduction du volume étant une valeur numérique positive)
$\Delta V_c$	variation du volume jusqu'à la fin de la consolidation
$\Delta \sigma_c$	variation de la pression dans la cellule de l'appareil triaxial,
$(\Delta \sigma_h)_m$	correction appliquée à la contrainte horizontale totale due à la membrane
$(\Delta \sigma_v)_{fp}$	correction appliquée à la contrainte verticale totale due au papier filtre
$(\Delta \sigma_v)_m$	correction appliquée à la contrainte verticale totale due à la membrane
$\gamma$	pooids volumique du fluide cellulaire
$\varepsilon$	déformation (la compression étant une valeur numérique positive)
$\varepsilon_{sv}$	déformation verticale durant le cisaillement
$\varepsilon_{svol}$	déformation volumétrique durant le cisaillement
$\varepsilon_v$	déformation verticale
$\varepsilon_{vf}$	déformation verticale attendue à la rupture (exprimée comme un rapport)
$(\varepsilon_v)_m$	déformation verticale de la membrane (exprimée comme un rapport)
$\varepsilon_{vol}$	déformation volumétrique
$(\varepsilon_{vol})_m$	déformation volumétrique du volume protégé par la membrane (exprimée comme un rapport)
$\sigma_c$	pression dans la cellule de l'appareil triaxial
$\sigma_h$	contrainte horizontale totale à mi-hauteur de l'éprouvette (voir note)
$\sigma'_h$	contrainte horizontale effective à mi-hauteur de l'éprouvette (voir note)
$\sigma'_{hc}$	contrainte horizontale effective à mi-hauteur de l'éprouvette à la fin de la consolidation
$\sigma_v$	contrainte verticale totale à mi-hauteur de l'éprouvette (voir note)
$\sigma'_v$	contrainte verticale effective à mi-hauteur de l'éprouvette (voir note)

$\sigma_v - \sigma_h$  contrainte déviatorique

$(\sigma'_v - 2\sigma'_h)/3$  contrainte effective moyenne

$\sigma'_{vc}$  contrainte verticale effective à mi-hauteur de l'éprouvette à la fin de la consolidation.

NOTE Tout au long de ce document, les contraintes effectives sont indiquées par un symbole prime «'». Les directions verticale et horizontale sont indiquées par les suffixes «v» et «h» respectivement. Cette convention permet de s'assurer que les directions des contraintes agissant sur l'éprouvette sont clairement indiquées et indépendantes de leurs amplitudes relatives.

## 5 Appareillage

### 5.1 Généralités

L'équipement doit faire l'objet d'un étalonnage, d'un entretien et de contrôles réguliers comme il est indiqué à l'[Annexe A](#).

Le schéma d'un appareil triaxial typique destiné aux essais en compression est présenté à la [Figure 1](#).

iTeh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

[ISO 17892-9:2018](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/c5a9bce9-2b34-4917-bbbf-edf76b6c97eb/iso-17892-9-2018>