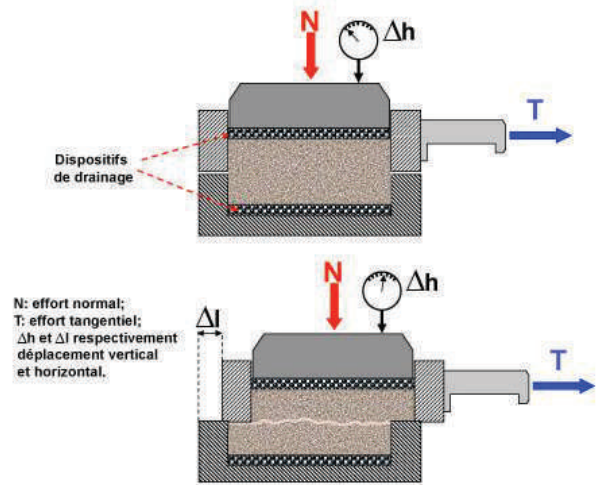


### Quel est le principe de cet essai ?

L'essai a pour objet de mesurer les caractéristiques de rupture d'un échantillon de sol fin saturé soumis à un cisaillement direct selon un plan imposé, à une vitesse constante.

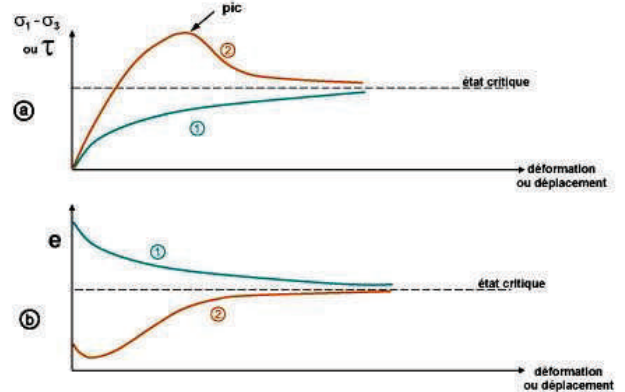
En vitesse lente et conditions drainées peuvent être déduites les valeurs de l'angle de frottement effectif  $\phi'$  et la cohésion effective  $c'$ , paramètres utilisés pour le dimensionnement de fondations, les calculs de vérification des coefficients de sécurité à la rupture de talus et pour la détermination des actions de poussée et de butée sur les ouvrages de soutènement.



L'essai s'effectue sur une éprouvette de sol placée dans un bâti de cisaillement constitué de deux demi-boîtes indépendantes. Le plan de séparation des deux demi-boîtes constitue un plan de glissement préférentiel correspondant au plan de cisaillement de l'éprouvette.

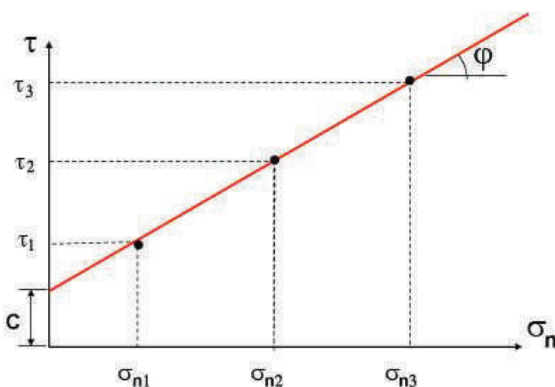
L'essai consiste à (selon la norme NF P94-071-1):

- Consolider l'éprouvette de section  $s$  dans une première phase en appliquant sur la face supérieure un effort vertical constant maintenu pendant tout l'essai (contrainte  $\sigma_n = N/s$ )
- La phase de consolidation permet de calculer la vitesse à laquelle doit être cisailé l'échantillon.
- Cisailier ensuite le long du plan de séparation des 2 demi-boîtes en leur imposant un déplacement relatif à vitesse constante.
- L'effort de cisaillement horizontal ( $T$ ) est mesuré et la contrainte  $\tau = T/s$  est calculée.



Courbes expérimentales d'un essai de cisaillement direct  
a : courbe contrainte-déformation  
b : courbe indice des vides-déformation  
1 : sol lâche, 2 : sol compact

L'essai est réalisé sur au minimum 3 éprouvettes en augmentant à chaque fois la contrainte normale appliquée.



On obtient ainsi les courbes de cisaillement effort-déformation et l'on peut en déduire les droites  $(\tau ; \sigma_n)$  pour les valeurs à la rupture et à l'état critique.

Il est alors simple de déterminer l'angle de frottement  $\phi'$  et la cohésion  $c'$ , respectivement la pente et l'ordonnée à l'origine de ces droites.

### Quels sont les équipements nécessaires pour réaliser un essai de cisaillement?

Un ensemble d'essai à la machine de cisaillement direct conforme à la norme NF P94-071-1 se compose de :

- ✚ Un bâti de chargement : la machine elle-même et son dispositif de chargement vertical.

La machine de cisaillement est constituée d'un bâti support comportant un moteur pas à pas permettant de pousser la demi-boîte inférieure montée dans un chariot mobile guidé tandis que la demi-boîte supérieure est reliée au dispositif de mesure de la force horizontale, cette partie restant fixe.

Le chariot doit être étanche car il reçoit l'eau pour la saturation de l'échantillon.

Le mode de chargement vertical permettant d'appliquer les contraintes de consolidation peut être de différentes natures :

- **soit conventionnel à poids**, c'est-à-dire que l'utilisateur dépose les poids nécessaires sur le plateau du bras de levier prévu à cet effet. La bâti est alors de type châssis à cadre acier et les pieds doivent être fixés au sol. Un jeu de 32kg est livré en standard avec la machine car le bras de levier (x10) permet l'application de 320kg soit plus de 3kN sur l'échantillon. En cas de besoin, des poids supplémentaires peuvent être ajoutés jusque 50kg. La capacité de cisaillement est de 5kN.

Ces bâtis possèdent une liaison RS 232 de série permettant de les piloter à distance (démarrage, arrêt, vitesse régulée de 0,01µm à 10mm/min) tandis que leur écran et clavier permettent de les utiliser simplement en mode local.

-**soit via un vérin pneumatique**, remplaçant les poids par une source d'air comprimé de 10 bars. Elle doit être reliée à la machine (air propre et sec) pour appliquer directement les efforts (jusque 10kN de charge axiale pour 5kN de contrainte horizontale). Cette procédure peut alors être automatisée. La machine est dite « de table » car le bras de levier disparaît et il suffit de poser la machine sur une paillasse. L'acquisition des données est rendue automatique elle-aussi car la machine possède alors 4 voies intégrées et le tout est relié à un ordinateur de commande. Le logiciel dédié permet de conduire l'essai étape par étape, de visualiser les données en temps réel, de les rapatrier sur Excel et d'imprimer un rapport d'essai.

- **soit via un vérin électromécanique**, autonome. Une simple prise de courant suffit alors pour faire fonctionner la machine (plus besoin de poids ni d'air comprimé). La maintenance est quasi-nulle. Modèle de table également et très compacte, elle est aussi très robuste car elle permet un chargement vertical jusque 10kN pour un chargement horizontal de 10kN également. Versatile, ce modèle permet en option de changer la boîte de cisaillement direct par un dispositif de cisaillement simple. L'acquisition est aussi intégrée au bâti et l'ordinateur de commande permet le pilotage en force, contrainte ou déplacement selon une rampe, une valeur constante ou un cycle. Le logiciel dédié permet de visualiser les données à l'écran et de rapatrier les données sous Excel.

### ✚ Une **boîte de cisaillement**

De forme ronde ou carrée, elle peut être de dimensions 60mm ou 100mm, à choisir selon le diamètre maximal des grains de l'échantillon à tester.

### ✚ Un dispositif de mesure pour **le tassement vertical, la force de cisaillement développée et le déplacement horizontal** du chariot supportant les 2 demi-boîtes.

En général, la force est mesurée à l'aide d'un anneau dynamométrique (lecture visuelle uniquement sans acquisition) ou d'un capteur de force (capteur aveugle analogique permettant l'acquisition automatique)

Le tassement vertical est mesuré à l'aide d'un capteur de déplacement de l'ordre de 10mm, suffisant pour une hauteur d'échantillon de 20mm.

Le déplacement horizontal est mesuré avec un capteur de 25mm, suffisant pour mesurer la course totale du chariot (souvent 15-20mm) ainsi que la déformation maximale à atteindre pour l'arrêt du cisaillement (5mm minimum).

✚ **Options** : L'essai de cisaillement est relativement rapide mais le temps de consolidation préalable peut s'avérer long. La machine est alors indisponible pour le cisaillement. Pour augmenter la productivité de cet essai, il est possible d'ajouter 1 à 3 **bâtis de consolidation** permettant de consolider les échantillons à part, hors de la machine ; une fois consolidés, les échantillons sont cisailés à tour de rôle et la machine est alors utilisée à son rendement maximal.

Le bâti de consolidation est obtenu par simple conversion d'un oedomètre à chargement par poids, sur lequel on ajoute un chariot et une boîte de cisaillement. La tige support et la potence sont allongées et reculées de l'emplacement de base. Cette conversion ne prend que quelques minutes.

**INSTALLATION et FORMATION** des opérateurs : Sols Mesures vous assiste pour la maîtrise rapide de vos équipements dans les meilleures conditions.

---

***SOLS MESURES vous accompagne à la création et au cours du développement de votre laboratoire de mécanique des sols. Nous sommes là pour vous aider à choisir les matériels qui vous conviennent et pour vérifier ensemble si tous les accessoires nécessaires ont été prévus afin de vous livrer un système clé en main !***

***N'hésitez-pas, nous sommes LE spécialiste français de l'équipement pour la mécanique des sols et restons toujours à votre service !***

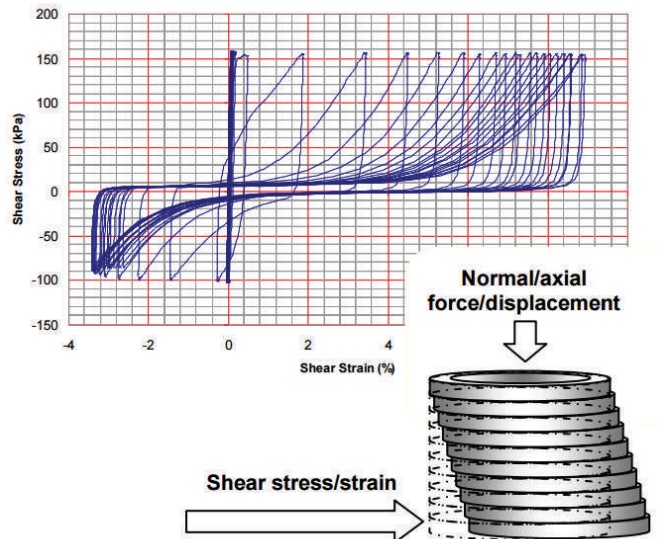
**Contactez-nous au +33 (0)1 30 50 34 50  
ou par Email à [info@sols-mesures.com](mailto:info@sols-mesures.com)**

## Nota : Essai de cisaillement simple :

Le principe de l'essai de cisaillement simple est de pouvoir tester des échantillons en cisaillement latéral dont la section est maintenue constante sans variation du volume global.

Pour cela, l'échantillon, le plus souvent de 50 ou 70mm de diamètre et de hauteur 20mm, est maintenu par une membrane latex mais confiné latéralement par un empilement d'anneaux de faible épaisseur recouverts de téflon pour limiter au maximum les frottements et laisser le sol libre de se déformer (conditions k-zéro).

Le déplacement vertical de l'éprouvette, lui, est empêché par le système de chargement de la machine (régulation via le capteur axial localisé) tandis que se produit le chargement horizontal de cisaillement. Le volume de l'éprouvette est alors maintenu constant : c'est le cisaillement simple !



Résultats d'essai type : Contrainte de cisaillement (kPa) vs déformation en cisaillement (%) – et schéma du cisaillement simple

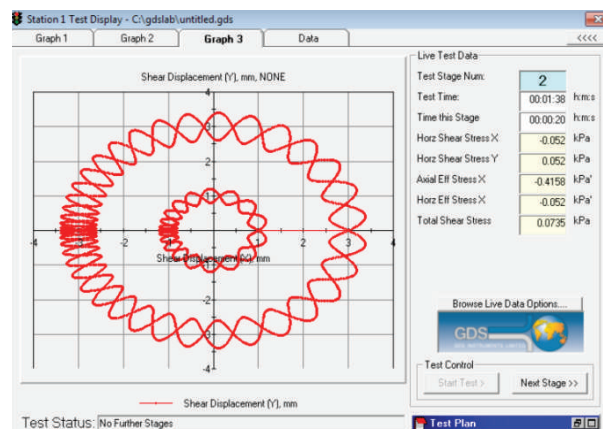
**Applications :** Ces essais sont utilisés lors d'études sismiques (glissements de terrain, tremblements de terre), pour la construction de remblais, de fondations profondes (pieux ou éoliennes) ou dispositifs offshore. La norme de référence est l'ASTM D6528 en accord avec les recommandations du NGI.

## Caractéristiques techniques générales :

Deux grands systèmes existent, celui à un axe de cisaillement horizontal (GDS-EMDCSS) et celui à deux axes horizontaux (GDS-VDDCSS).

Les vérins électromécaniques horizontal (aux) et vertical utilisés de 5 ou 10kN sont toujours de très grande précision, avec servo-moteur à courant continu.

Les essais peuvent s'effectuer en mode statique mais surtout en mode dynamique (1Hz ou 5Hz max) avec régulation en boucle fermée des paramètres de force et de déplacement (carte d'acquisition rapide, résolution 16 bits). Le logiciel dédié permet de configurer les étapes, de visualiser les tests à l'écran en temps réel et de récupérer les données sous Excel pour le traitement et les calculs.



Exemple de courbes obtenues en temps réel avec le système deux axes GDS-VDDCSS.

**Contactez-nous et téléchargez les fiches produit pour plus d'informations !**