

**COURS DE MÉCANIQUE DES SOLS**  
**CONTRÔLE DES CONNAISSANCES**

**EXAMEN**

6 juin 2016 - Durée 3h

CORRIGÉ

**Exercice 1. Essais de laboratoire**

La taille des particules des sols, qui conditionne s'ils sont fins et peu perméables ou grossiers et plus perméables, est déterminée par granulométrie, exécutée par tamisage pour les particules plus grandes que 80 ou 63  $\mu\text{m}$  et par sédimentométrie (ou granulométrie laser) pour les particules plus fines.

L'évaluation de la quantité des vides, de la quantité d'eau et des masses volumiques s'effectue à partir du diagramme des phases, dont les paramètres sont obtenus par pesée d'un volume connu de sol avant et après étuvage. On détermine ainsi la masse totale, la masse après séchage, la masse d'eau (par différence) et le volume de l'eau (dont la masse volumique est connue), le volume des particules solides (en mesurant ou se fixant la masse volumique des particules), le volume des vides. On obtient la teneur en eau, la porosité, le degré de saturation, le poids volumique du sol et du sol sec.

On utilise principalement une balance et une étuve.

**Exercice 2. Calcul d'écoulement**

Le calcul d'écoulement peut être résumé comme suit :

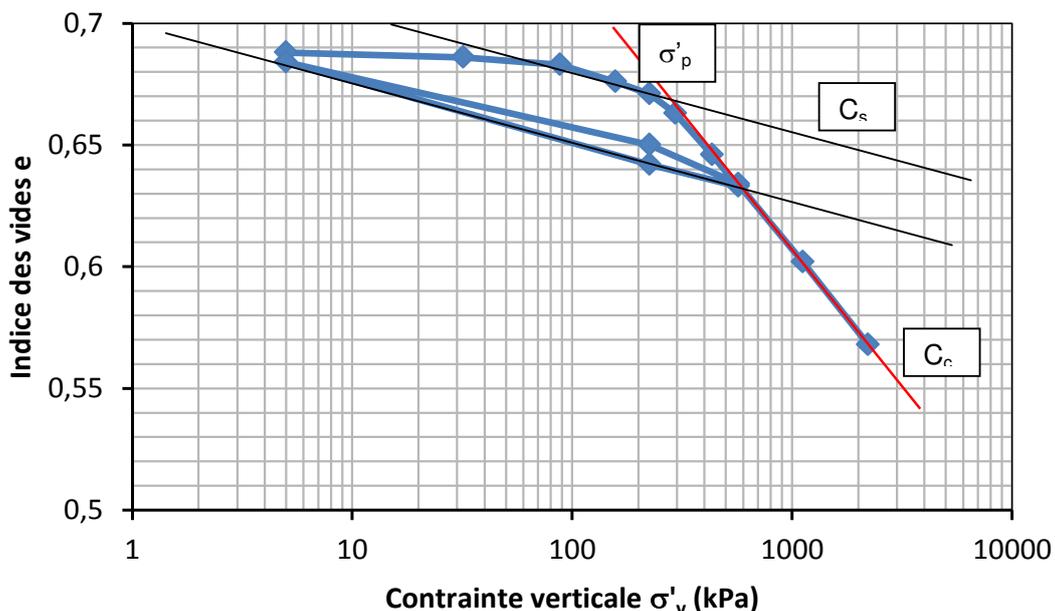
- la première canalisation a une section  $S = 0,25\text{m}$  et une longueur ensablée de 30m. La différence de charge entre le début et la fin de l'écoulement est de  $245-195 = 50\text{m}$ . Le gradient hydraulique vaut  $50/30 = 1,7$ . Le débit est égal à  

$$Q = 0,25 \cdot 1,7 \cdot 10^{-3} = 0,000425 \text{ m}^3/\text{s} = 0,4 \text{ l/s} ;$$
- la seconde canalisation a la même section de  $S = 0,25\text{m}$ , la même différence de charge, mais un gradient hydraulique de  $50/20 = 2,5$  et un débit de  

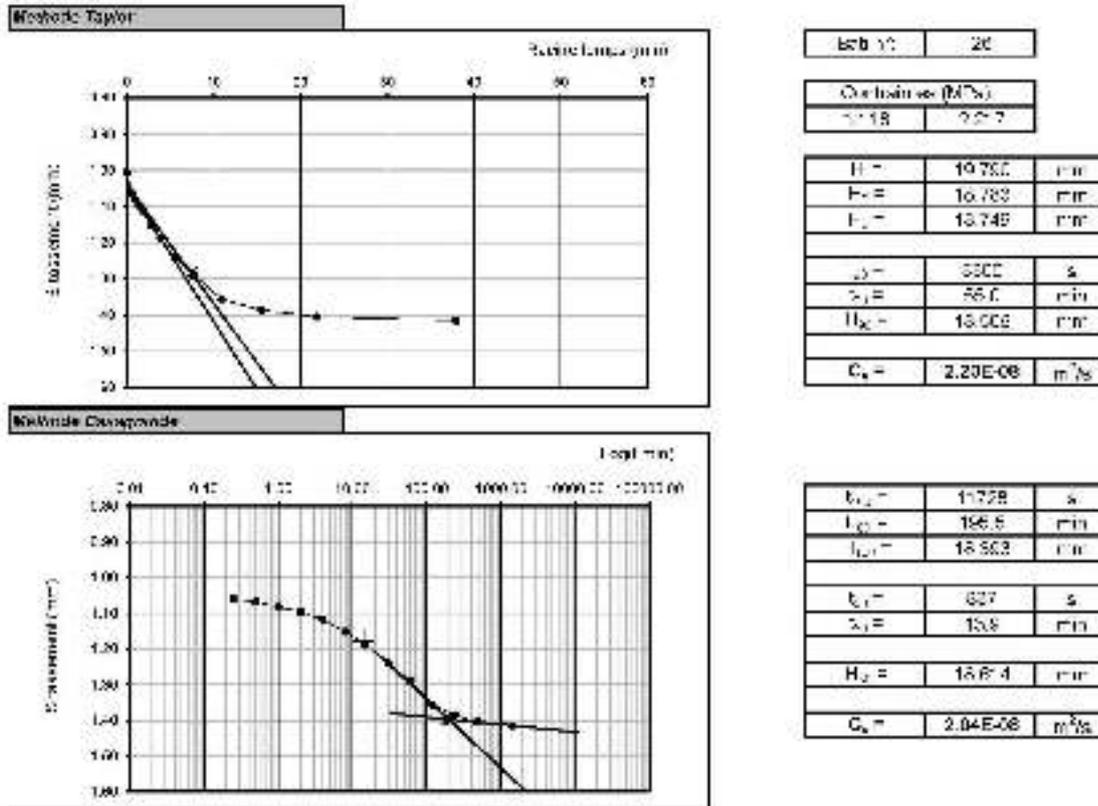
$$Q = 0,25 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = 0,000625 \text{ m}^3/\text{s} = 0,6 \text{ l/s}.$$

**Exercice 3. Compressibilité et consolidation**

1. La courbe de compressibilité est tracée sur la figure 1. Elle permet de déterminer  $\sigma'_p = 280 \text{ kPa}$ ,  $C_c = 0,11$  et  $C_s = 0,025$ .



2. Les constructions de Taylor et de Casagrande sont reportées sur la figure 2.  
 On en déduit que  $c_v = 2,2 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$  par la méthode de Taylor et  $2,04 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$  par la méthode de Casagrande.



### Exercice 4. Essai triaxial

Les trois courbes de cisaillement fournies dans l'énoncé permettent de déterminer les déviateurs à la rupture : éprouvette 1 : 227 kPa ; éprouvette 2 : 474 kPa ; éprouvette 3 : 652 kPa.

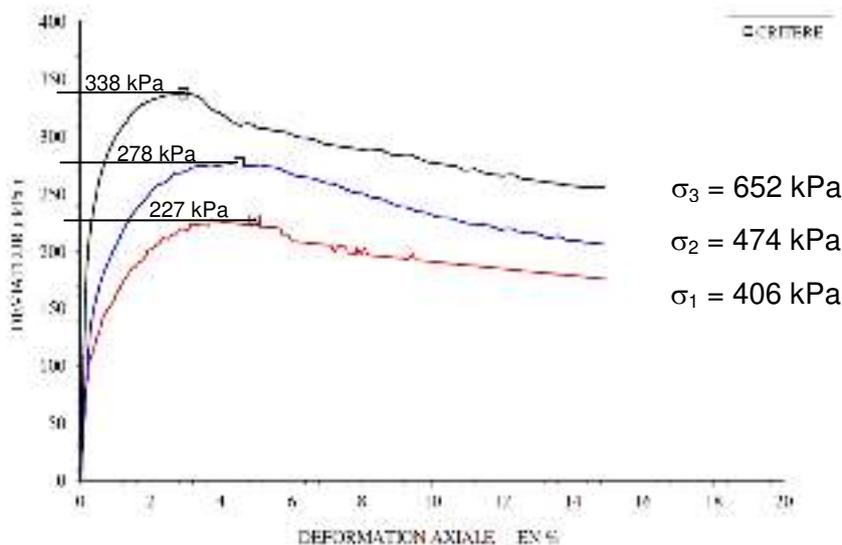


Figure 1. Courbes de cisaillement à l'appareil triaxial

Les contraintes principales à la rupture (contraintes totales = contraintes effectives dans un essai CD) sont égales à :

Éprouvette 1	$\sigma_3 = 406 \text{ kPa}$	$q = 227 \text{ kPa}$	$\sigma_{3\text{rupt}} = 406 \text{ kPa}$	$\sigma_{1\text{rupt}} = 633 \text{ kPa}$
Éprouvette 2	$\sigma_3 = 474 \text{ kPa}$	$q = 278 \text{ kPa}$	$\sigma_{3\text{rupt}} = 474 \text{ kPa}$	$\sigma_{1\text{rupt}} = 752 \text{ kPa}$
Éprouvette 3	$\sigma_3 = 652 \text{ kPa}$	$q = 338 \text{ kPa}$	$\sigma_{3\text{rupt}} = 652 \text{ kPa}$	$\sigma_{1\text{rupt}} = 990 \text{ kPa}$

Le critère de rupture est tracé sur la figure 2, comme tangente commune aux cercles de Mohr. On trouve :  $c' = 30$  kPa et  $\varphi' = 11$  degrés.

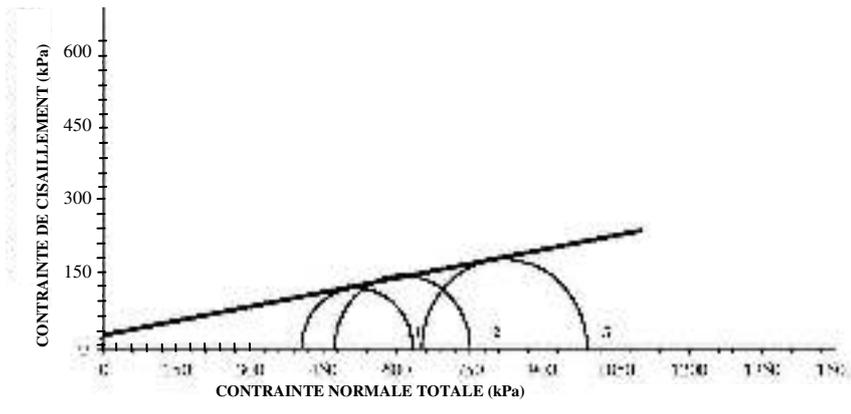


Figure 2. Détermination de la droite de Mohr-Coulomb

### Exercice 5. Tassement d'un remblai

1. Calcul du tassement

$$\text{Étape 1 : } s_0 = \frac{8}{1+0,9} \left( 0,06 \lg \frac{80}{28} + 0,7 \lg \frac{128}{80} \right) = 0,72 \text{ m (charge : } 5.20 = 100 \text{ kPa)}$$

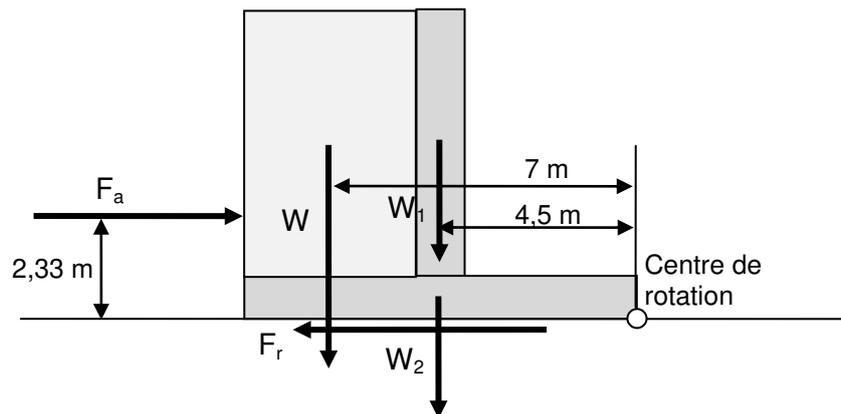
$$\text{Étape 2 : } s_0 = \frac{8}{1+0,9} \left( 0,06 \lg \frac{80}{28} + 0,7 \lg \frac{142}{80} \right) = 0,85 \text{ m (charge : } 5,72.20 = 114 \text{ kPa)}$$

2. Durée du tassement

Pour obtenir 80% du tassement final, il faut que le facteur temps vaille  $T_v = 0,57$ . On en déduit que le temps à attendre vaut  $t = 0,57 (H/2)^2 / c_v = 0,57.16/10^{-7} = 9,12.10^7 \text{ s} = 1056 \text{ jours} = 2,9 \text{ ans}$ .

### Exercice 6. Stabilité d'un mur de soutènement

Le schéma de calcul est représenté sur la figure suivante. Les forces à évaluer sont la poussée sur le plan arrière  $F_a$ , le poids du sable  $W$ , les poids des deux parties en béton  $W_1$  et  $W_2$  et la force  $F_r$  de frottement sur la base du mur.



On obtient :

$$F_a = 0,5.7.20.7 \tan^2 (45-16) = 151 \text{ kN/m}$$

$$W = 6.4.20 = 480 \text{ kN/m}$$

$$W_1 = 1.6.25 = 150 \text{ kN/m}$$

$$W_2 = 1.7.25 = 175 \text{ kN/m}$$

$$F_r = (480+150+175) \tan 35 = 564 \text{ kN/m}$$

$$\mathcal{M}_{F_a} = 151.2,33 = 352 \text{ kN.m/m}$$

$$\mathcal{M}_W = 480.7 = 3360 \text{ kN.m/m}$$

$$\mathcal{M}_{W_1} = 150.4,5 = 675 \text{ kN.m/m}$$

$$\mathcal{M}_{W_2} = 175.4,5 = 787,5 \text{ kN.m/m}$$

$$\mathcal{M}_{F_r} = 564.0 = 0 \text{ kN.m/m}$$

La stabilité vis à vis d'un glissement horizontal est vérifiée ( $F_r > F_a$ ).

La stabilité vis-à-vis d'un renversement est vérifiée ( $\mathcal{M}_{F_a} < \mathcal{M}_W + \mathcal{M}_{W_1} + \mathcal{M}_{W_2}$ ).