

TD Mécanique des Sols

Résistance au cisaillement

Exercice 1 :

Les caractéristiques mécaniques d'une argile normalement consolidée saturée sont : $C' = 0$ $\varphi' = 25^\circ$. Elles ont été déterminées sur un échantillon prélevé à 10 m de profondeur ($\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$, la nappe est au niveau du terrain naturel) par trois essais du type C.U. avec mesure de la pression interstitielle. Pour le deuxième essai consolidé à la contrainte verticale en place, on enregistre à la rupture $u = 20 \text{ kPa}$.

- Déterminer les contraintes effectives et les contraintes totales de l'essai n° 2.
- Déterminer la cohésion non drainée de l'argile à 10 m de profondeur.

Exercice 2 :

Trois éprouvettes d'argile de poids volumique $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ prélevées à 10 m de profondeur (nappe à 3,5 m du terrain naturel) ont été soumises à l'appareil triaxial aux essais suivants.

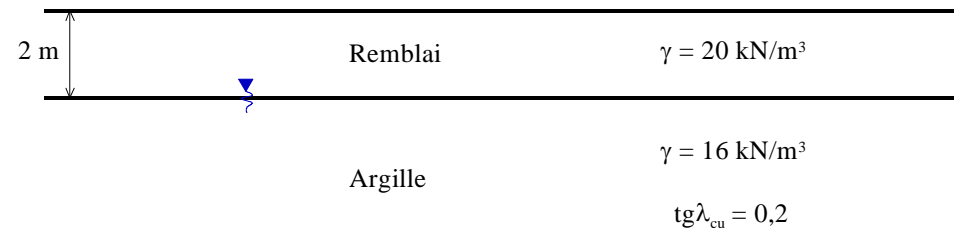
| Essai n° | Type d'essai | σ_3 (kPa) | $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\text{rupture}}$ | u_{rupture} |
|----------|--------------|------------------|--|----------------------|
| 1 | CD | 200 | 480 | non mesuré |
| 2 | CU | 340 | 240 | 240 |
| 3 | CU | 100 | 70 | non mesuré |

- Déterminer la valeur des paramètres de résistance au cisaillement C' et ϕ' ainsi que celle du paramètre λ_{cu}
- Déterminer la valeur de la cohésion non drainée à 10 m de profondeur.

Exercice 3 :

Soit le massif de sol, dont la coupe est représentée, sur la figure ci-dessous. La cohésion non drainée de l'argile à 3 m de profondeur est $C_u = 15 \text{ kPa}$.

Déterminer les valeurs des contraintes principales totales pour un essai triaxial CU réalisé sur un échantillon prélevé à 8 m de profondeur de la couche d'argile consolidé à la contrainte verticale en place.

**Exercice 4 :**

Des forages ont révélé qu'une mince couche de limon alluvionnaire existe à une profondeur de 15 m à la rupture de la surface du sol.

Le sol situé au-dessus de ce niveau a un poids volumique sec moyen égal à 15 kN/m^3 et une teneur en eau moyenne de 30 %. Le niveau de la nappe phréatique est situé approximativement à la surface du sol.

Des essais de laboratoire effectués sur des échantillons intacts de ce limon ont permis d'enregistrer les valeurs suivantes :

$$C_{\text{cu}} = 50 \text{ kPa} ; \varphi_u = 13^\circ ; C' = 40 \text{ kPa} ; \varphi' = 23^\circ$$

Estimer la résistance au cisaillement du limon sur un plan horizontal dans les cas suivants :

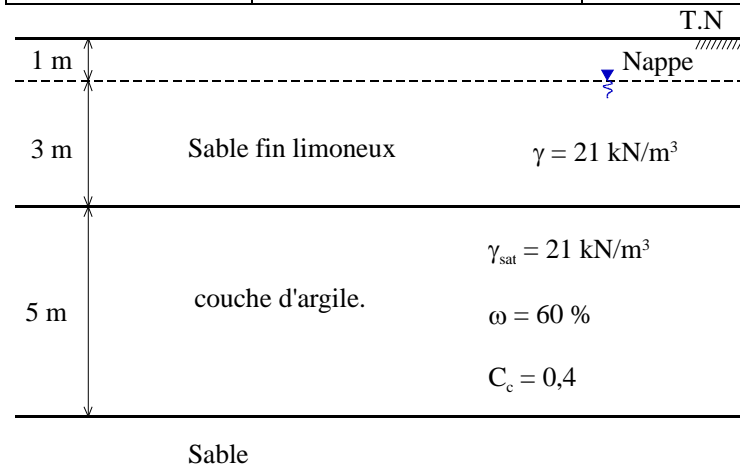
- lorsque le cisaillement est fait rapidement ;
- lorsque le cisaillement est fait très lentement.

Exercice 5 :

Une couche d'argile relativement étendue est emprisonnée dans une formation sableuse. Le profil du sol est indiqué sur la figure suivante.

Un essai de cisaillement à la boîte de Casagrande du type consolidé non drainé (CU) a été réalisé sur un échantillon représentatif de la couche d'argile. Les résultats de l'essai obtenus sur deux éprouvettes sont présentés dans le tableau suivant.

| Sol | Pression de consolidation (kPa) | τ_{\max} (kPa) |
|-----------------------------|---------------------------------|---------------------|
| 1 ^{ère} éprouvette | 100 | 47,2 |
| 2 ^{ème} éprouvette | 300 | 125 |



1. Calculer à partir de ces données les caractéristiques de résistance au cisaillement correspondant à l'essai réalisé.
2. Quelle est la valeur de la cohésion non drainée que l'on peut déduire de l'essai CU à la boîte de Casagrande?
3. Des travaux d'assainissement effectués à proximité du site ont modifié le niveau de la nappe, celui-ci se trouve rabattu de façon permanente à 4 m de profondeur c. à d. à

l'interface située entre le sable fin et l'argile. Evaluer la valeur moyenne de la cohésion non drainée de la couche d'argile après abaissement du niveau de la nappe et consolidation de la couche d'argile.

Exercice 6 :

En vue d'effectuer une décharge d'un minerai de phosphate sur une plate-forme, on a réalisé des essais triaxiaux CU avec mesure de la pression interstitielle sur des échantillons prélevés à la surface du sol constitutif de la plate-forme. Lors de la rupture, on a enregistré les valeurs suivantes:

| Essais | σ_3 (kPa) | $(\sigma_1 - \sigma_3)$ (kPa) | u (kPa) |
|--------|------------------|-------------------------------|---------|
| 1 | 120 | 140 | 100 |
| 2 | 50 | 116 | 52 |

1) Déterminer graphiquement les contraintes axiales σ_1 et σ'_1 pour lesquelles se produisent respectivement la rupture à court terme (CT) et la rupture à long terme (LT) obtenues avec une contrainte de consolidation nulle.

2) Pour la rupture à court terme, quelle est la direction du plan de rupture, et quel est l'état de contrainte qui s'y exerce?

3) La contrainte verticale admissible $\sigma_{v,adm}$ pour le sol de la plate-forme est définie par :

$$\sigma_{v,rupt} = F \sigma_{v,adm}$$

$\sigma_{v,rupt}$ est la contrainte verticale à la rupture;

F est le coefficient de sécurité vis à vis du poinçonnement du sol de la plate-forme.

A partir des résistances à court terme et à long terme déterminées en 1), quelle serait la hauteur de la surcharge en minerai (supposée uniformément répartie sur une zone très vaste) qu'on peut appliquer sur le sol? Le poids volumique du phosphate est égal à 19 kN/m^3 ; on prendra $F = 2,5$.