

FILIERE : Génie Civil

SPECIALITE : Master Géotechnique (S2)

COURS : Rhéologie des sols

EPREUVE DE FIN DE SEMESTRE

(Date : 14/05/2025 - Durée : 1 heure 30)

Ex. 1 (10 points) Les résultats d'une série d'essais triaxiaux de type CIU réalisés sur un sol argileux saturé de cohésion non drainée $c_u = 25 \text{ kPa}$ sont présentés dans le tableau ci-après, où E_i désigne le module tangent initial et $(\sigma_1 - \sigma_3)_{ult}$ le déviateur de contraintes ultime.

Essai	1	2	3
$\sigma_3 \text{ (kPa)}$	50	100	150
$E_i \text{ (MPa)}$	12.5	100	337.5
$(\sigma_1 - \sigma_3)_{ult} \text{ (kPa)}$	62.5	62.5	62.5

- 1.1 Calculer pour chaque essai le déviateur de contraintes à la rupture $(\sigma_1 - \sigma_3)_{rup}$ satisfaisant au critère de rupture de type Mohr-Coulomb, puis déduire les valeurs du paramètre R_f correspondantes.
- 1.2 Déterminer les valeurs des paramètres K_h et n pour le modèle de Duncan et Chang (1970). Prendre $p_a = 100 \text{ kPa}$.

Ex. 2 (10 points) Soit le tenseur de contraintes appliqué en un point d'un massif argileux :

$$\bar{\sigma} = \begin{pmatrix} -k & -k\sqrt{5} & 0 \\ -k\sqrt{5} & 3k & 0 \\ 0 & 0 & -2k \end{pmatrix},$$

où $k = f(c_u) \geq 0$ désigne le paramètre de chargement et c_u la cohésion non drainée du sol.

- 2.1 Quelle est la particularité de ce tenseur ? Justifier la réponse donnée.
- 2.2 Déterminer les contraintes principales $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$ correspondantes, puis déduire le type de sollicitation correspondante.
- 2.3 Déterminer les valeurs de k satisfaisant aux critères de plasticité de Tresca et de von Mises, puis commenter les résultats trouvés.

N.B. Seules les notes de cours sont autorisées.

Bonne chance

Prof. Mohamed Khemissa

EFS - Rhéologie des sols (14/05/2025)

Corrigé type

Ex. 1

1.1 Déviateur de contraintes à la rupture $(\sigma_1 - \sigma_3)_{rup}$ et paramètre R_f correspondant

Essai	1	2	3	
σ_3 (kPa)	50	100	150	
$(\sigma_1 - \sigma_3)_{ult}$ (kPa)	62.5	62.5	62.5	
$(\sigma_1 - \sigma_3)_{rup}$ (kPa)	50	50	50	(#1.5)
R_f	0.8	0.8	0.8	(#1.5)

1.2 Valeur de K_h et n pour le modèle de Duncan et Chang (1970)

N°	σ_3 (kPa)	E_i (kPa)	σ_3/p_a	E_i/p_a	$\log(\sigma_3/p_a)$	$\log(E_i/p_a)$	
1	50	12 500	0.5	125.0	-0.301	2.097	(#1)
2	100	100 000	1.0	1 000.0	0.000	3.000	(#1)
3	150	337 500	1.5	3 375.0	0.176	3.528	(#1)

$$K_h = 1000 \quad (\#2)$$

$$n = 3 \quad (\#2)$$

Ex. 2

2.1 Particularité du tenseur $\bar{\sigma}$: Tenseur déviatorique

$$\text{Justification : } Tr(\bar{\sigma}) = \sigma_{ii} = \sigma_{11} + \sigma_{22} + \sigma_{33} = -k + 3k - 2k = 0 \quad (\#1)$$

2.2 Contraintes principales :

$$\sigma_1 = +4k \quad (\#1)$$

$$\sigma_2 = -2k \quad (\#1)$$

$$\sigma_3 = -2k \quad (\#1)$$

Commentaire : $\sigma_1 \neq \sigma_2 = \sigma_3 \Rightarrow$ Etat cylindrique des contraintes (Triaxial) (#1)

2.3 Valeur de k satisfaisant à chacun des deux critères de plasticité suivants :

a. Critère de Tresca : $k = \frac{1}{3}c_u \quad (\#2)$

b. Critère de von Mises : $k = \frac{1}{3}c_u \quad (\#2)$

Commentaire : $k_{Tresca} = k_{von Mises} = \frac{1}{3}c_u$

$\Rightarrow$ Les critères de Tresca et de von Mises coïncident
pour l'état cylindrique des contraintes (#1)