Département de génie civil
Faculté de technologie
Master 1 Géotechnique
Module : Mécanique des roches
Chargé du module : Pr K.ABBECHE

TD I Propriétés de la matrice rocheuse

Exercice 1

Un échantillon rocheux cylindrique de 120 mm de longueur et 60mm de diamètre. Quand il est saturé, il pèse 19N. Lorsqu'il est séché à l'étuve son poids est de 18N. Calculer la porosité de la roche.

Exercice 2

Un échantillon rocheux cylindrique de 60mm de diamètre et de longueur est soumis à un essai Brésilien. La rupture de l'échantillon se produit lorsque la charge appliquée atteint 68KN. Calculer la résistance à la traction de la roche.

Exercice 3

Un laboratoire dont l'avis a été contesté auparavant a été chargé de l'essai de la résistance d'une roche dans un projet de reconnaissance in-situ. Durant le premier essai de compression uni axiale, l'équipement n'q pas pu mesurer la charge axiale de pic. Cependant, a pu noter que l'éprouvette a subi une rupture par la formation d'une seule fracture inclinée de 20° par rapport à l'axe de chargement. Dans un essai triaxial ultérieur, durant l'augmentation de la pression de confinement avant application de la contrainte axiale, la rupture s'est produite prématurément quand la pression de confinement dans la cellule a atteint 85 MPa. En se basant sur ces résultats proposer un critère de rupture sous forme : $\sigma_1 = a\,\sigma_3 + b$ pour la roche.

Exercice 4

Des essais de laboratoire sur des échantillons de calcaire intact ont produit des résistances à la compression non confinée et à la traction de 80MPa et 10Mpa respectivement. En utilisant les critères de Heok-Brown et Griffith déterminer la contrainte principale majeure à la rupture pour deux essais pour lesquels σ_3= 20 MPa et σ_3= 40 MPa. Lequel des deux critères permet de mieux prédire la résistance au pic dans ces conditions ?

Exercice 5

Les résultats suivants ont été obtenus à partir d'essais triaxiaux réalisés sur du quartzite :

$(\sigma_1+\sigma_3)/2$ (MPa)	-6.65	100	135	160	200	298	435
$(\sigma_1-\sigma_3)/2$ (MPa)	6.65	100	130	150	180	248	335

Lequel des critères de rupture de Mohr Coulomb, Heok-Brown ou Griffith prédit le mieux la rupture de cette roche ?

On prendra s= 1 et m=15.

TD N°1 Propriétés de la matrice rocheuse.

Exo N°1

$V_{pores} = V_{eau} = V_w$

$\gamma_w = \frac{P_w}{V_w} \Rightarrow V_w = \frac{P_w}{\gamma_w} = \frac{1\times10^{-3}\,(kN)}{9,81\,(kN/m^3)} = 0,102\times10^{-3}\,m^3$

$V_w = 1,02\times10^{-4}\,m^3$

$V_{echantillon} = 0,12\times\pi\times\frac{(0,06)^2}{4} = 3,39\times10^{-4}\,m^3$

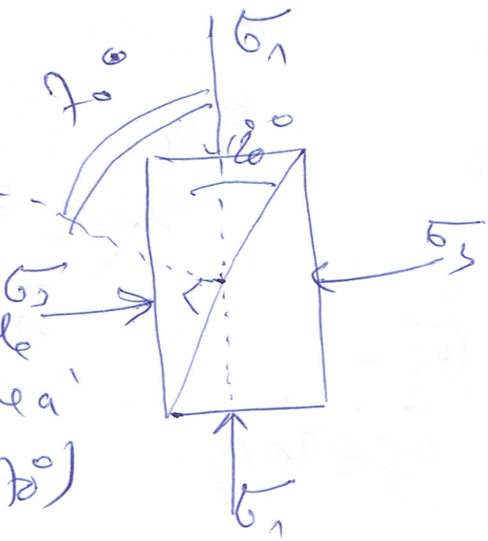
$Porosité = \frac{V_{pores}}{V_{echant}} = \frac{1,02}{3,39} = 0,3$. Porosité $= 30\,\%$.

Exo N°02 :

$\sigma_t = \frac{P}{\pi R H} = \frac{68}{3,14\cdot\frac{0,06}{2}\cdot 0,06} = 12025\,kPa \simeq 12\,MPa.$

Exo N°03 :

Les deux essais, bien que mal correctement réalisés, nous donnent des informations concernant la résistance de la roche en terme de critère intrinsèque linéaire de Mohr-Coulomb.



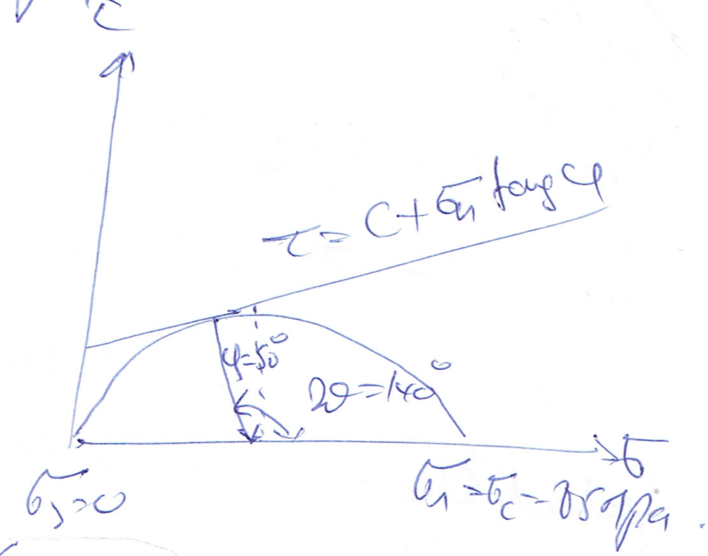
Si une fracture se forme à 20° de l'axe de chargement, alors l'angle entre la contrainte principale majeure (σ = axiale) et la normale à ce plan est de 70° (c.à.d $\theta = 70°$)

$\theta = \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} = 70° \Rightarrow \theta = 70$
$\Rightarrow \varphi = 50°$

Dans le 2ème essai, la contrainte axiale est nulle et la contrainte de confinement appliquée, c.à.d la résistance à la compression $\sigma_c = \sigma_3 = 85\,MPa$

Sachant que $\varphi = 50°$ et $\sigma_c = 85$ MPa.

On peut écrire le critère de Mohr-Coulomb :



$$\sigma_1 = \sigma_c + \sigma_3 \frac{1+\sin\varphi}{1-\sin\varphi} \;;$$

$$\sigma_1 = a\sigma_3 + b$$

Donc $a = \dfrac{1+\sin\varphi}{1-\sin\varphi} = 7{,}55$ et

$b = 85$ MPa. $\sigma_1 = 7{,}55\sigma_3 + 85$

Exo n°04 :

$\sigma_c = 80$ MPa et $\sigma_t = -10$ MPa.

- Critère de Hoek-Brown.

$\sigma_3 = \sigma_t$ et $\sigma_1 = 0$

$$\sigma_1 = \sigma_3 + (m\sigma_3\sigma_c + \sigma_c^2)^{1/2}$$

$$\sigma_1 - \sigma_3 = (m\sigma_3\sigma_c + \sigma_c^2)^{1/2}$$

$$0 - \sigma_t = (m\sigma_3\sigma_t + \sigma_c^2)^{1/2} \Rightarrow \sigma_t^2 = m\sigma_t\sigma_c + \sigma_c^2$$

$$m = \frac{\sigma_t^2 - \sigma_c^2}{\sigma_t \cdot \sigma_c} = \frac{(-10)^2 - (80)^2}{-10 \times 80} = 7{,}88$$

$$\sigma_1 = \sigma_3 + (m\sigma_3\sigma_c + \sigma_c^2)^{1/2}$$

Pour $\sigma_3 = 20$ MPa : $\sigma_1 = 20 + (7{,}88 \times 20 \times 80 + 80^2)^{1/2}$
$= 157{,}8$ MPa.

Pour $\sigma_3 = 40$ MPa : $\sigma_1 = 40 + (7{,}88 \times 40 \times 80 + 80^2)^{1/2}$
$= 217{,}8$ MPa.

– Critère de Griffith.

Si $\sigma_1 + 3\sigma_3 > 0$ $(\sigma_1 - \sigma_3)^2 - 8\sigma_t(\sigma_1 + \sigma_3) = 0$

Si $\sigma_1 + 3\sigma_3 < 0$ $\sigma_1 + \sigma_t = 0$

La première expression du critère de Griffith peut s'écrire, après réarrangement sous la forme.

$\sigma_1 = \sigma_3 - 4\sigma_t \pm 4\sqrt{(\sigma_t)^2 - \sigma_t\sigma_3}$

Pour $\sigma_3 = 20$ MPa $\Rightarrow \sigma_1 = 20 - 4(-10) \pm 4\sqrt{(-10)^2 - (-10)\times 20}$

$= 129{,}3$ MPa

Pour $\sigma_3 = 40$ MPa $\Rightarrow \sigma_1 = 40 - 4(-10) \pm 4\sqrt{(-10)^2 - (-10)\times 40}$

$= 169{,}4$ MPa

Le critère de Hoek-Brown, concerne la résistance (c.à.d critère de rupture de la structure), alors que le critère de Griffith est lié au début de la fissuration. Comme le début de la fissuration se produit avant la résistance au pic, il est probable que le critère de Hoek Brown prédit le mieux la résistance au pic.