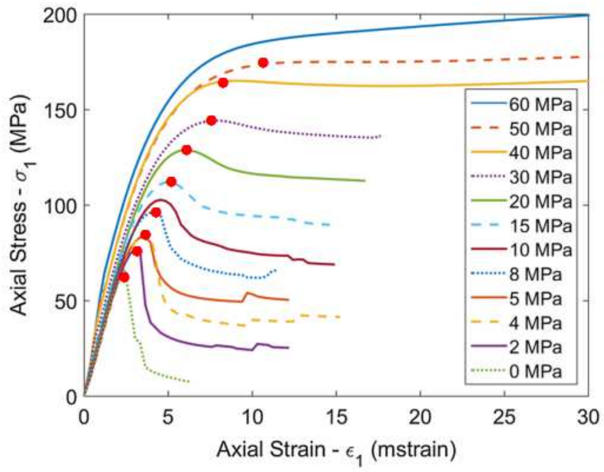
Géomécanique et Géotechnique Avancée
2017-2018

Exercice : Critères de résistance

On souhaite déterminer les paramètres d'un modèle de rupture pour un calcaire sur lequel on a réalisé différents essais de compression sous confinement. La figure ci-dessous donne les courbes de contrainte-déformation obtenues sous différentes pressions. La contrainte pic (σ_1) pour chaque essai est reportée dans le tableau ci-dessous en fonction de la pression (σ_3).



$\sigma 1$	$\sigma 3$
66	0
77	2
85	4
84	5
96	8
102	10
112	15
129	20
144	30
165	40
175	50

I) Identification des paramètres

1) Tracer le diagramme σ_1 en fonction de σ_3 pour les valeurs de σ_1 correspondant au pic de contrainte. Décrire qualitativement l'évolution de l'angle de frottement.
2) Identifier les paramètres C et ϕ du modèle de résistance de Mohr-Coulomb:
   (a) sur l'intervalle 0-20 *MPa* (en prenant juste les points extrêmes de l'intervalle),
   (b) sur l'intervalle 20-50 *MPa*
   Que peut-on dire de l'inclinaison su plan de rupture par rapport à l'axe de compression ?
3) Quelle résistance en traction prévoit de modèle (identifié sur 0-20 *MPa)*?
4) Identifier les paramètres d'un modèle de Hoek & Brown sur l'intervalle 0-20 *MPa* (graphique ci-dessous) en prenant s=1. En déduire une estimation de la résistance en traction.
5) Identifier les paramètres $\sin\alpha$ et K' d'un modèle de résistance de Drucker-Prager :
   (c) sur l'intervalle 0-20 *MPa* (en prenant juste les points extrêmes de l'intervalle),
   (d) sur l'intervalle 20-50 *MPa*
   Rappel : Drucker-Prager $f(\sigma) = \sigma_e + \sin\alpha\, I_1 - K' \leq 0$
6) On souhaite identifier à partir de ces données les paramètres d'un modèle de Drucker-Prager modifié pour tenir compte de l'évolution de l'angle de frottement. Pour simplifier, on prend $\sin\alpha$ =0.3. Déterminer, à partir des mesures à σ_3= 0 et 20 *MPa*, les paramètres K et b.

$$f(\sigma) = \sqrt{\sigma_e^2 + b^2} + \sin\alpha\, I_1 - K \leq 0$$

σ1	σ3	(σ1 -σ3)**2
66	0	4356
77	2	5625
85	4	6561
84	5	6241
96	8	7744
102	10	8464
112	15	9409
129	20	11881

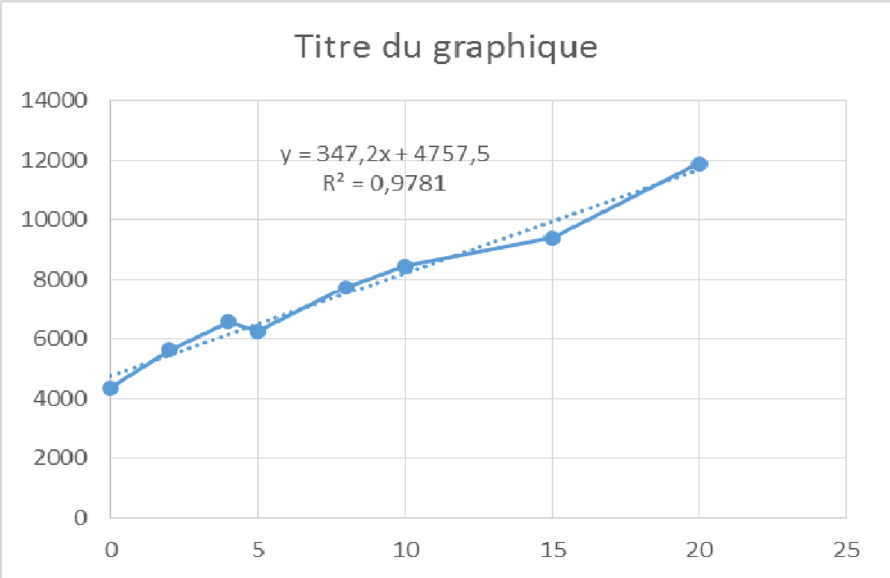
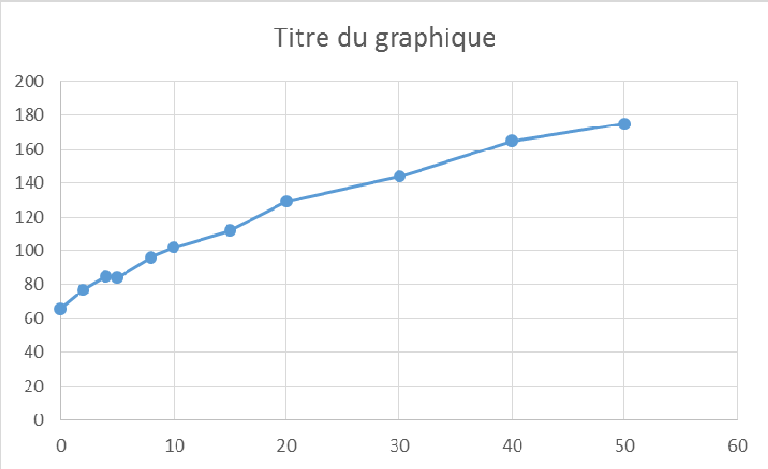


Diagramme de $(\sigma_1 - \sigma_3)^2$ en fonction de σ_3 et son ajustement linéaire

Géomécanique et Géotechnique Avancée
2017-2018
Corrigé TD2-Ex1

<u>Exercice : Critères de résistance</u>

1)



$\sigma 1$	$\sigma 3$
66	0
77	2
85	4
84	5
96	8
102	10
112	15
129	20
144	30
165	40
175	50

2) On a : $\sigma_1 = R_c + K_p \sigma_3$, $R_c = \dfrac{2C\cos\phi}{1-\sin\phi}$, $K_p = \dfrac{1+\sin\phi}{1-\sin\phi}$, soit $\sin\phi = \dfrac{K_p - 1}{K_p + 1}$, $R_c = \dfrac{2C\cos\phi}{1-\sin\phi}$, $C = \dfrac{R_c(1-\sin\phi)}{2\cos\phi}$

a) Sur l'intervalle 0-20 *MPa*, on identifie :

$K_p = \dfrac{\Delta\sigma_1}{\Delta\sigma_3} = \dfrac{63}{20}$ soit $\sin\phi = 0.52$, $\phi = 31°$ et $R_c = 66$ *MPa*, soit $C = 18.5$ MPa

b) Sur l'intervalle 20-50 *MPa :*

$K_p = \dfrac{\Delta\sigma_1}{\Delta\sigma_3} = \dfrac{46}{30}$ soit $\sin\phi = 0.21$, $\phi = 12°$ et $R_c = 129 - K_p{*}20 = 98$ *MPa*, $C = 39.5$

3) *a*) Sur l'intervalle 0-20 *MPa*, on identifie :

$$R_T = \frac{R_c}{K_p} = 21\,MPa$$

4) Hoek & Brown : $\sigma_1 = \sigma_3 + \left(mC_0\sigma_3 + sC_0^2\right)^{1/2}$, avec s=1, soit : $\left(\sigma_1 - \sigma_3\right)^2 = mC_0\sigma_3 + C_0^2$
Le graphique permet d'identifier : $(C_0)^2 = 4757$ et $mC_0 = 347$, soit C_0=69 *MPa (comparé à 66MPa de* R_c), et $m = 5$.

Avec $R_T = \dfrac{\sqrt{m^2+4} - m}{2} C_0$, on estime alors $R_T = 13{,}2$ *MPa*

5) *a*) Sur l'intervalle 0-20 *MPa*, on identifie :

$$\sin\alpha = \frac{\Delta\sigma_e}{-\Delta I_1} = \frac{(129-20)-(66-0)}{(129+2*20)-66} = \frac{43}{103} = 0.42$$

K=66 -66*sinα = 38.4 *MPa*

b) Sur l'intervalle 20-50 *MPa :*

$$\sin\alpha = \frac{\Delta\sigma_e}{-\Delta I_1} = \frac{(175-50)-(129-20)}{(175+2*50)-(129+2*20)} = \frac{16}{106} = 0.151$$

K= 125 - sinα $*$ 275 = 83.5 *MPa*

6) On peut écrire le critère sous la forme :

$$\sigma_e^2 + \sin^2\alpha\, I_1^2 = -2\left(K\sin\alpha\right) I_1 + \left(K^2 - b^2\right)$$

Ou encore : $-2X\ I_1 + Y = \sigma_e^2 + \sin^2\alpha\, I_1^2$ avec 2 inconnues $X = K\sin\alpha,\quad Y = K^2 - b^2$

A l'aide de données à 0 et 20 *MPa* et avec sinα = 0.3 , on a deux équations à deux inconnues :

109^2 - $(-0.3*169)^2$=2*169*X+Y

66^2-$(-0.3*66)^2$ = 2*66*X+Y

On identifie : X= 26.0 , Y = 538, d'où on déduit :

K=X/0.3=86.5 *MPa* , b =(K^2-Y)$^{1/2}$= 83.3