

# ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2013

Toute documentation permise  
Calculatrices : modèles autorisés seulement  
Durée de l'examen : 3 heures

## 98-Min-B1 Mécanique des roches appliquée

### Question 1

(15 points)

Plusieurs essais ont été réalisés en laboratoire pour établir les propriétés mécaniques d'une brèche.

Essai triaxiaux	$\sigma_1$ (MPa)	$\sigma_3$ (MPa)
1	235	5
2	275	10
3	305	15
4	330	20
5	360	25

Essai de compression uniaxiale (MPa)	180
--------------------------------------	-----

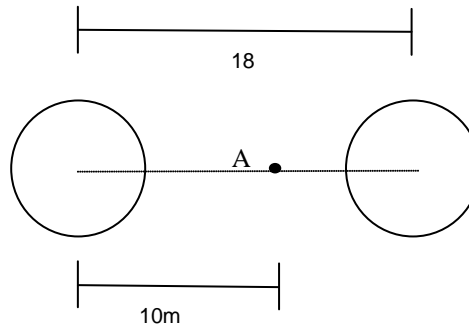
Essai Brésilien (tension) (MPa)	10
---------------------------------	----

Essai en cisaillement sur discontinuités sciées $\phi_b$ : 35 degrés
---

- Tracer le diagramme ( $\sigma_1$   $\sigma_3$ ) correspondant en indiquant chacun des essais.
- Tracer le diagramme de Mohr correspondant en indiquant chacun des essais.
- Déterminer les paramètres du critère de Mohr-Coulomb pour le roc intact et énoncer-le.
- Utiliser le diagramme de Mohr pour déterminer si la rupture est atteinte pour une roche intacte qui serait soumise à un état de contraintes donné par  $\sigma_n = 40$  MPa et  $\tau = 80$  MPa.

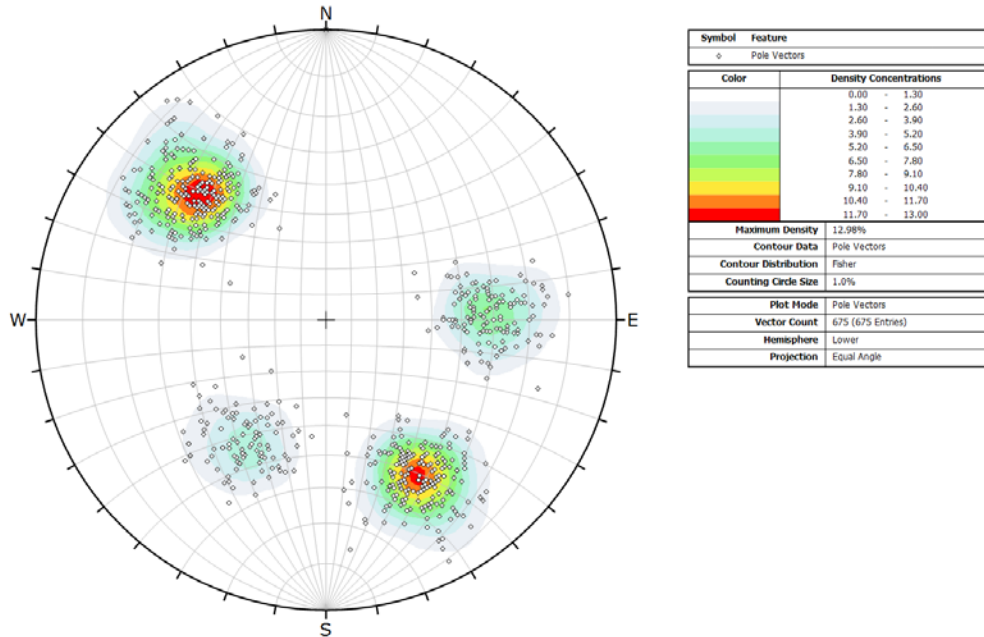
**Question 2****(20 points)**

Deux puits verticaux et circulaires sont excavés. Ils ont des rayons de 5m. Le champ de contraintes est défini par  $p_{xx} = p_{yy} = 2.0p_{zz}$ . Le poids volumique des terrains sus-jacents  $\gamma$  est de  $27\text{kN/m}^3$ . Déterminez les contraintes principales majeures au point A aux profondeurs de 250 et 1000m.



### Question 3

(20 points)



Une campagne de relevés structuraux a permis de quantifier l'orientation de 675 structures. La figure précédente présente les pôles de ces structures. Sachant qu'une pente rocheuse sera excavée - à un pendage de 60 degrés et une direction de pendage de pendage 335 degrés - au travers de ce massif rocheux, identifiez les modes potentiels de rupture Déterminez la direction du mouvement et le(s) plan(s) de glissement. Estimez l'angle de friction des fractures à 30 °.

NB : Les paramètres d'orientation sont [pendage du plan / direction du pendage du plan].

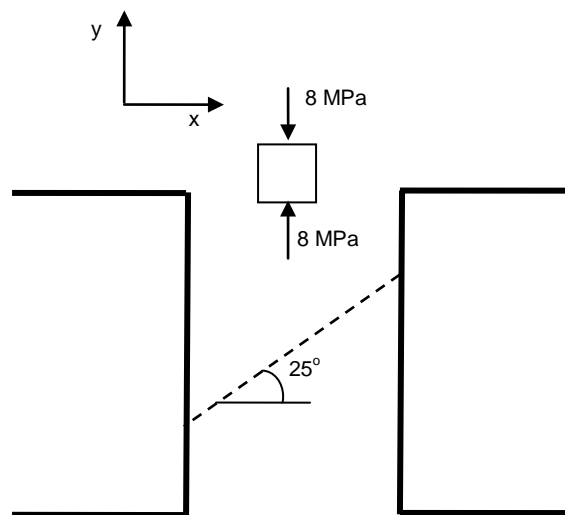
Pièces jointes : un canevas de projection stéréographique méridienne et quelques feuilles de papier calque.

**Question 4****(15 points)**

Les résultats suivants ont été obtenus lors d'essais de cisaillement direct effectués sur des discontinuités sèches et rugueuses.

Contrainte normale $\sigma_n$ (MPa)	Contrainte de cisaillement (pic) $\tau_{pic}$ (MPa)
0,25	0,55
0,50	1,10
0,75	1,70
1,00	2,25
1,50	3,35
2,00	3,55
3,00	3,85
4,00	4,20
5,00	4,50

- Proposer un critère de rupture bilinéaire.
- Évaluer l'angle d'ondulation  $i$  des discontinuités.
- Utiliser le critère de rupture trouvé en (a) pour évaluer s'il peut y avoir glissement le long d'une discontinuité dans un pilier soumis à une charge uniaxiale de 8 MPa tel qu'illustré à la figure suivante. La discontinuité est inclinée à  $25^\circ$  par rapport à l'horizontale.



**Question 5 –****15 points**

Soit une excavation souterraine dont le toit peut être représenté par un plan dont l'orientation est  $[00^\circ / 135^\circ]$ . Trois plans structuraux se rencontrent au-dessus de cette excavation : soit PS1  $[45^\circ / 005^\circ]$ , PS2  $[55^\circ / 70^\circ]$  et PS3  $[74^\circ / 0635^\circ]$ .

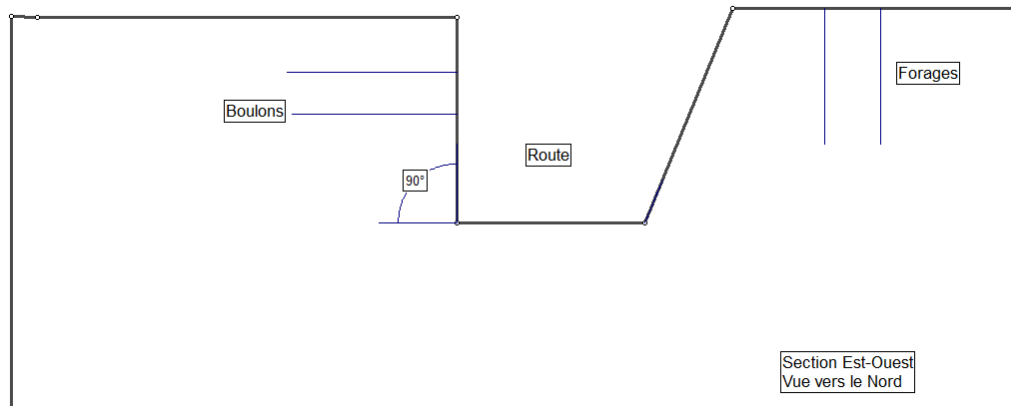
- a) Démontrez que les 4 plans forment un tétraèdre.
- b) Déterminez le mode d'instabilité potentiel du tétraèdre.

NB : Les paramètres d'orientation sont [pendage du plan / direction du pendage du plan].

Pièces jointes : un canevas de projection stéréographique méridienne et quelques feuilles de papier calque.

**Question 6****(15 points)**

La coupe de route présentée à la figure suivante doit être réalisée.



Des forages géomécaniques ont permis d'identifier deux familles de fractures. Le tableau suivant présente l'orientation moyenne de ces familles ainsi que la fréquence de celles-ci le long des forages verticaux.

	direction	plongée	Fréquence le long du forage
	(°)	(°)	(m-1)
Famille 1	045	20	2,1
Famille 2	130	60	3,3

1. Calculer le RQD le long des forages.
2. Trouver la fréquence normale de toutes ces familles.
3. Calculer la fréquence des familles le long des boulons de 10m.
4. Calculer le RQD le long des boulons de 10m.
5. Combien de fractures devraient intercepter ces boulons?

**Informations possiblement utiles**

Pièces jointes : un canevas de projection stéréographique méridienne et quelques feuilles de papier calque.