

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2014

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

14-MI-A6 Mécanique des roches appliquée

Question 1 (20 points)

Plusieurs essais ont été réalisés en laboratoire pour établir les propriétés mécaniques d'un granite.

Essai triaxiaux	σ_1 (MPa)	σ_3 (MPa)
1	130	5
2	150	10
3	170	14
4	190	17
5	210	19

Essai de compression uniaxiale (MPa)	135
--------------------------------------	-----

Essai Brésilien (tension) (MPa)	7
---------------------------------	---

Essai en cisaillement sur discontinuités sciées ϕ_b : 35 degrés

Un RMR de 82 a également été obtenu lors de travaux sur le terrain.

- Tracez le diagramme (σ_1 σ_3) correspondant en indiquant chacun des essais.
- Tracez le diagramme de Mohr correspondant en indiquant chacun des essais.
- Déterminez les paramètres du critère de Mohr-Coulomb pour le roc intact et énoncer-le.
- Déterminez les paramètres du critère de Hoek-Brown (HB) 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.
- Utiliser le diagramme de HB pour déterminer si la rupture est atteinte pour une roche intacte qui serait soumise à un état de contraintes donné par $\sigma_1 = 85$ MPa et $\sigma_3 = 45$ MPa.

Question 2 (20 points)

Un forage géotechnique de 250m - orienté à $270^\circ/75^\circ$ (direction/plongée) - a été réalisé au travers d'un massif rocheux fracturé. Quatre familles de discontinuités ont été interceptées par ce forage. Le nombre de discontinuités interceptées ainsi que l'orientation moyenne des familles sont présentés au tableau suivant :

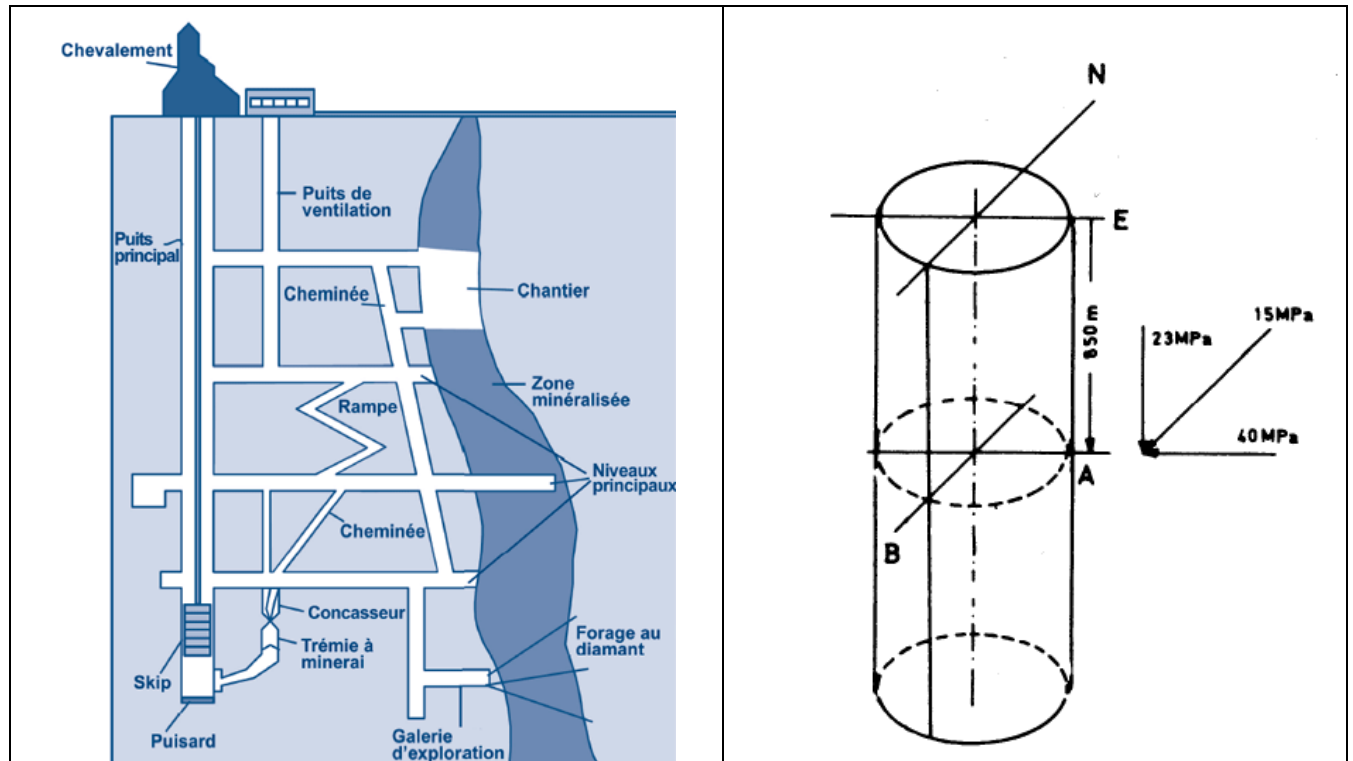
Famille	Pendage($^\circ$)	Direction du pendage($^\circ$)	Nombre de discontinuités
1	30	204	45
2	75	080	22
3	87	145	105
4	60	330	83

Si un forage de 150m avait été réalisé - selon l'orientation $135^\circ/65^\circ$ – au travers du même massif rocheux fracturé:

1. Combien de discontinuités de ces quatre familles auraient été interceptées.
2. Quelle serait l'espacement normal de ces familles.
3. Quel serait le RQD le long de ce forage.

Question 3 (20 points)

La figure suivante montre l'infrastructure d'une mine souterraine. Une analyse préliminaire des contraintes induites par le percement du puits est nécessaire. Le puits a approximativement 7m de diamètre. Il est recouvert d'un revêtement en béton, ce qui donne un diamètre interne de 6.4m.



Dans cette analyse préliminaire, notre intérêt premier est de déterminer les contraintes induites à une profondeur de 850m. Des résultats d'essais in-situ ont montré que les contraintes en place étaient d'environ 40 MPa (Est – Ouest) et 15 MPa (Nord – Sud). Les contraintes verticales ont été déterminées par la relation 0.027MPa/m .

Déterminez la localisation (distance minimale p/r au puits) d'une cheminée à stérile permettant de minimiser les problèmes de stabilité. La distance est-elle la même dans toutes les directions? Expliquez et justifiez votre méthodologie. Identifiez clairement les limites de votre analyse.

Question 4 (20 points)

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

Contrainte normale σ_n (MPa)	Contrainte de cisaillement (pic) τ_{pic} (MPa)
0.25	0.25
0.50	0.56
1.00	1.10
2.00	1.55
3.00	1.95
4.00	2.75

- Proposez deux critères de rupture (avec valeurs numériques) pour caractériser le comportement mécanique de cette discontinuité.
- Lequel de ces deux critères est selon vous le plus adéquat pour vos données et pourquoi?
- Décrivez le comportement de votre discontinuité si elle est soumise à un état de contraintes donné par $\sigma_1 = 27$ MPa et $\sigma_3 = 15$ MPa.

Question 5 – 20 points

Soit une excavation souterraine dont le toit peut être représenté par un plan dont l'orientation est $[00^\circ / 135^\circ]$. Cinq plans structuraux se rencontrent au-dessus de cette excavation : soit PS1 $[45^\circ / 010^\circ]$, PS2 $[75^\circ / 070^\circ]$, PS3 $[55^\circ / 235^\circ]$, PS4 $[80^\circ / 275^\circ]$ et PS5 $[65^\circ / 340^\circ]$.

- a) Démontrez qu'elles combinaisons de plans forment un tétraèdre.
- b) Déterminez le mode d'instabilité potentiel des tétraèdres.

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.

Informations possiblement utiles

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