

# ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

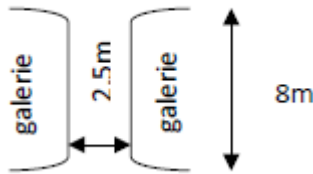
SESSION DE NOVEMBRE 2015

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

## 14-Min-A6 Mécanique des roches appliquée

### Question 1 (15 points)

Un pilier de roc intact est situé entre deux galeries. Il fait 8m de hauteur x 2,5m de largeur x 40 m de profondeur.



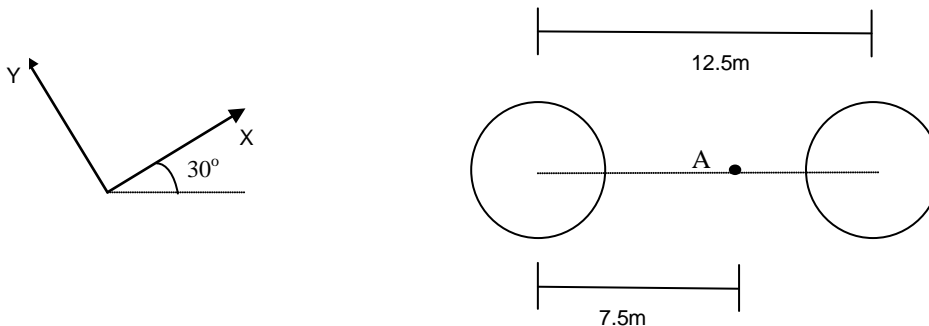
Les contraintes évaluées à partir d'un modèle numérique, dans ce pilier, sont les suivantes :

$$\begin{pmatrix} 45 & 14 \\ 14 & 189 \end{pmatrix} \text{MPa}$$

Sachant que les paramètres du critère de Mohr-Coulomb pour cette roche sont :  $22^\circ$  et 15 MPa, déterminez si l'état de contrainte dans le pilier excède la valeur du critère de rupture.

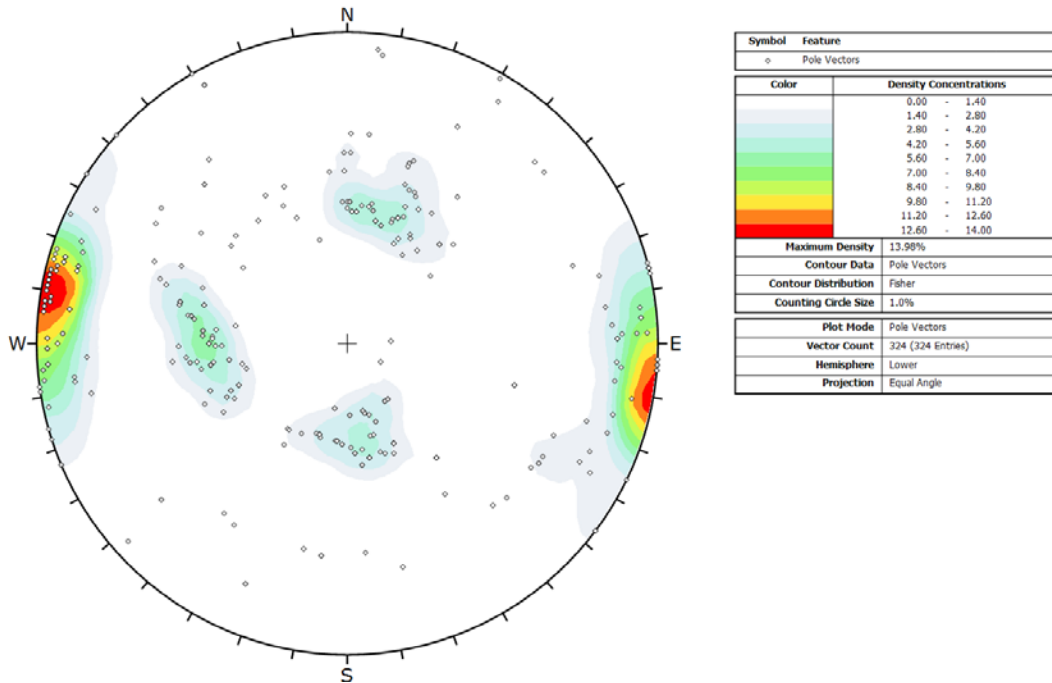
### Question 2 (20 points)

Deux puits circulaires verticaux sont excavés avec un rayon de 2.5m. Le champ de contraintes est défini par  $p_{xx} = p_{yy} = p_{zz} = 30$  MPa. Déterminez les contraintes principales majeures au point A.



### Question 3 (15 points)

Soit une excavation souterraine dont le toit peut être représenté par un plan horizontal. Un relevé structural a permis d'échantillonner 324 fractures.

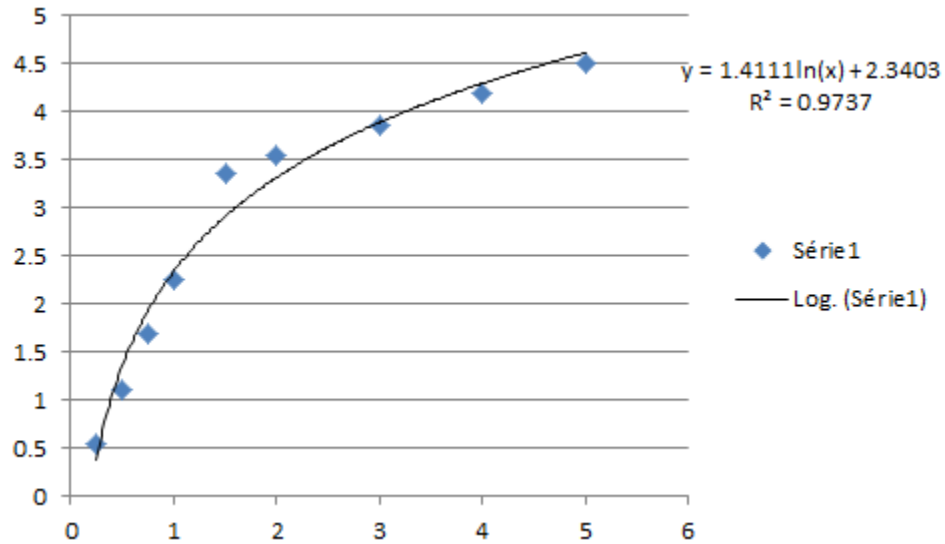


- Trouvez les plans principaux caractérisant ce massif rocheux.
- Démontrez quelles combinaisons de plans forment un tétraèdre.
- Déterminez le mode d'instabilité potentiel des tétraèdres.

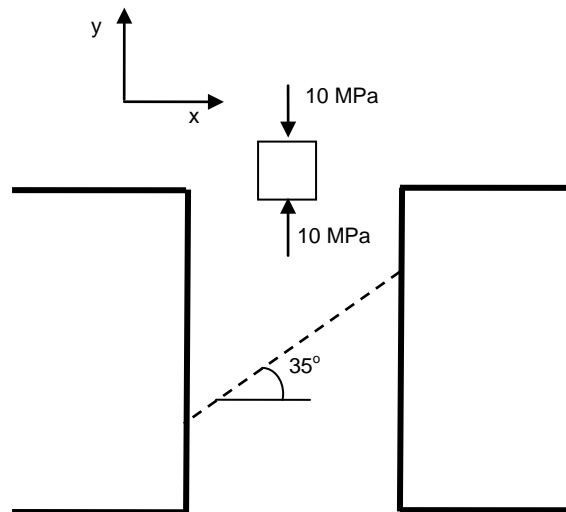
#### Question 4 (20 points)

Les résultats d'essais de cisaillement direct effectués sur des discontinuités sèches et rugueuses sont mis en graphique. L'axe des Y représente la contraintes tangentielle (MPa) et l'axe des X la contrainte normale (MPa).

Le critère de rupture suivant est proposé par un collègue :

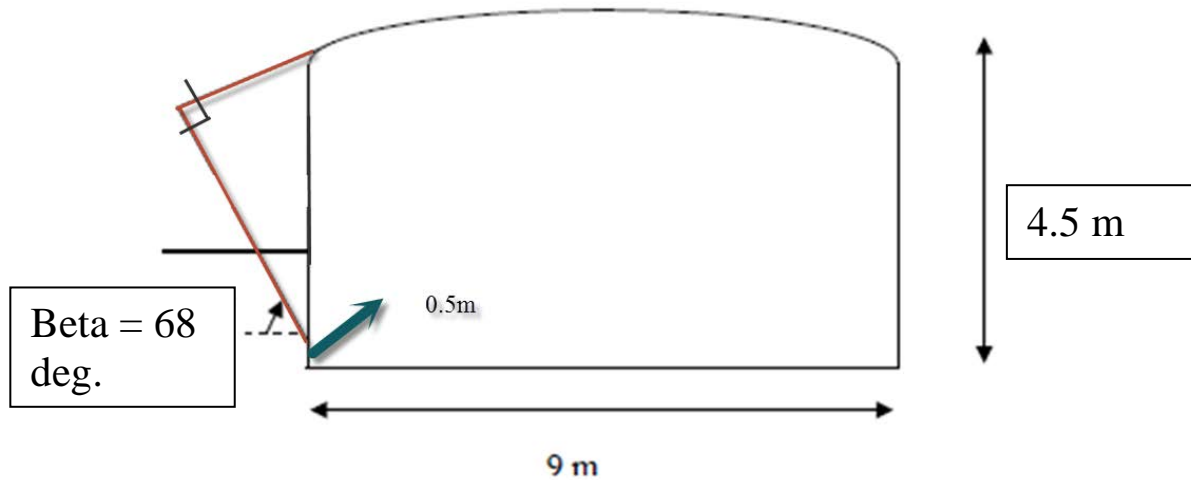


Utiliser le critère de rupture trouvé pour évaluer s'il peut y avoir glissement le long d'une discontinuité dans un pilier soumis à une charge uniaxiale de 10 MPa tel qu'illustré à la figure suivante. La discontinuité est inclinée à  $35^\circ$  par rapport à l'horizontale.



### Question 5 (20 points)

- A) Effectuez une rétro analyse afin d'évaluer la cohésion ( $c$ ) et l'angle de frottement ( $\phi$ ) sur le plan de glissement suite à l'effondrement du bloc illustré à la figure suivante. Les boulons utilisés à cette mine sont des boulons Swellex de 2.4 m de long. Les boulons dans les murs sont perpendiculaires aux parois.
- B) Proposez une conception du renforcement du toit selon l'approche du NGI.



Note :  $\gamma = 32 \text{ kN/m}^3$ ; JRC = 1; JCS = 75 MPa; RMR = 70; GSI = 70;  $Q = 2.2$

Notez aussi que la variabilité sur votre valeur de classification géomécanique (RMR ou  $Q$ ) peut être représentée par un écart type de 10 sur le RMR.

### Question 6 (10 points)

Les mesures de contraintes dans un massif rocheux ont permis d'identifier le tenseur suivant :

$$\begin{pmatrix} 125 & 0 & 0 \\ 0 & 55 & 0 \\ 0 & 0 & 20 \end{pmatrix} \text{ MPa}$$

Évaluer la possibilité de rupture du massif rocheux considérant que celui-ci peut être représenté par un critère de rupture de Hoek-Brown (1980) où  $m = 4$ ,  $s = 0,005$  et  $\sigma_c = 155 \text{ MPa}$

**Informations possiblement utiles**

