ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE NOVEMBRE 2021

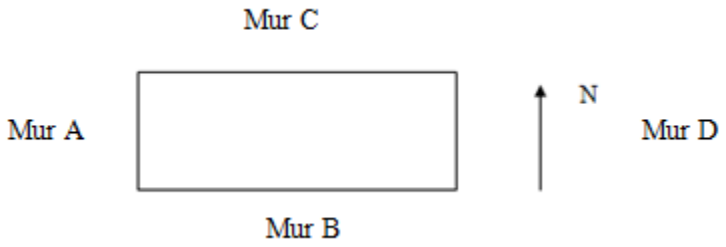
Toute documentation permise
Calculatrices : modèles autorisés seulement
Durée de l'examen : 3 heures
4 feuilles de papier calque.

14-GE-A5 Mécanique des roches

Question 1 (20 points)

Une campagne de relevés structuraux a permis de quantifier l'orientation de 200 structures et d'identifier quatre familles. Le tableau suivant présente l'orientation de ces familles. Sachant qu'une fosse rectangulaire est planifiée - tel que proposé à la figure suivante – avec des pentes globales ayant un pendage de 45 degrés et des bancs ayant un pendage de 72 degrés et que l'angle de friction des fractures est estimé à 30 degrés :

Famille	Pendage	Direction de pendage
1	70	182
2	57	135
3	75	089
4	71	329



a) Identifiez les instabilités structurales potentielles (planaire et basculement) pour tous les bancs de la fosse proposée.
b) Proposez un angle optimal pour ces bancs, minimisant au maximum le potentiel de ruptures structurales (planaire et basculement) et minimisant les couts d'excavation, et ce pour chacun des murs (les 4) de la fosse.
c) Justifiez et expliquez vos choix.

Question 2 (20points)

Soit une excavation souterraine dont le toit peut être représenté par un plan dont l'orientation est [00˚/ 135˚]. Un relevé structural a permis d'identifier 175 fractures au toit de cette excavation. Les familles suivantes sont identifiées.

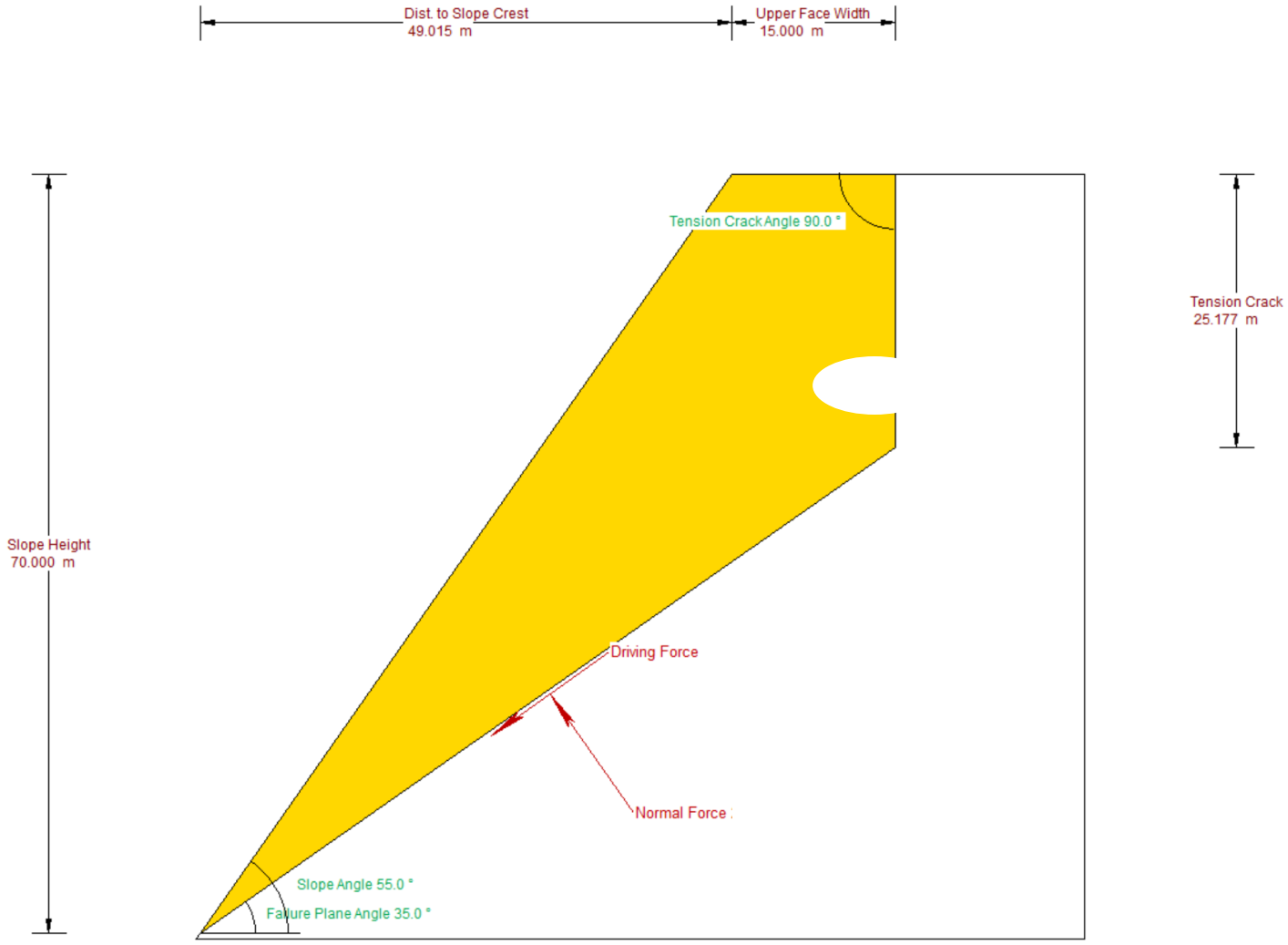
Famille	Pendage	Direction de pendage
1	45	180
2	45	60
3	45	300
4	65	0
5	30	130

a) Identifiez les ruptures structurales possibles au toit de l'excavation.
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.

Question 3 (20 points)

a) Calculez le facteur de sécurité de la pente représentée sur le schéma ci-dessous.



b) Calculer le facteur de sécurité si la fissure de tension est remplie d'eau.
c) Calculer le facteur de sécurité si la fissure de tension et la fracture sont remplies d'eau.

Les résultats suivants ont été obtenus lors d'une campagne de collecte de données :

- RMR = 80 – 90
- γ_r = 27 kN/m^3.
- Essais de cisaillement direct sur des échantillons de discontinuités sèches: c = 0.20 MPa; φ = 30°
- Essais triaxiaux : c = 45 MPa; φ = 45°

Question 4 (20 points)

Un forage géotechnique de 127m - orienté à 150°/65° (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 le long du forage ainsi que l'orientation moyenne des familles sont présentés au tableau suivant :

Famille	Pendage(°)	Direction du pendage(°)	Nombre de discontinuités
1	45	204	1000
2	12	080	33
3	30	145	250
4	88	330	137

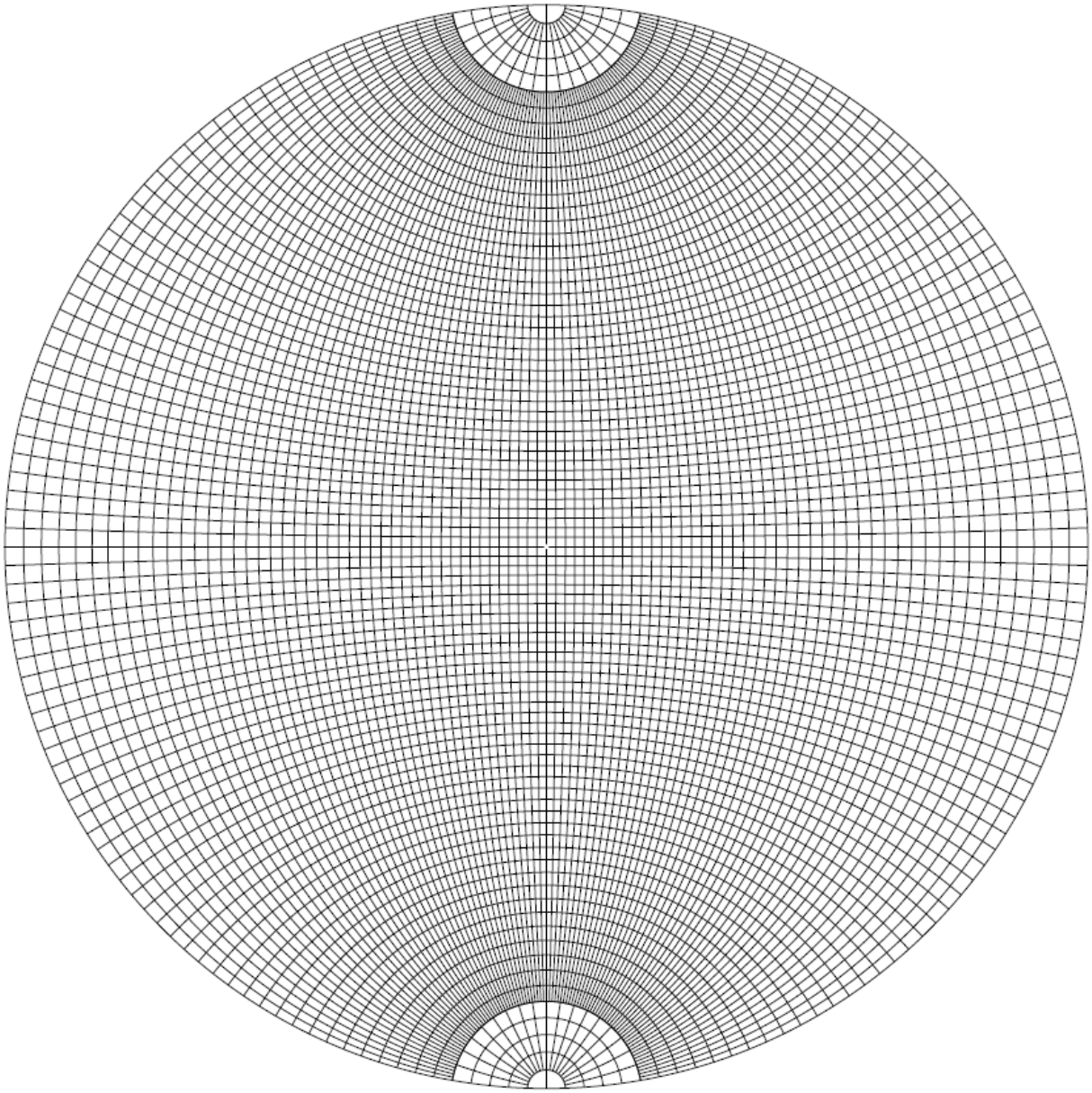
Si un forage de 333m avait été réalisé - selon l'orientation 130°/75° – au travers du même massif rocheux fracturé:

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 5 (20 points)

Au laboratoire, des essais triaxiaux sur des carottes intactes de calcaire ont donné les résultats suivants :

Essai de compression triaxiale ($\sigma_2 = \sigma_3$)		
Essai	σ_1 (MPa)	σ_3 (MPa)
1	175	0
2	180	0
3	240	15
4	260	15
5	280	30
6	318	30
7	300	45
8	310	45
9	350	45

a) Tracez le diagramme (σ_1 σ_3) correspondant en indiquant chacun des essais.
b) Tracez le diagramme de Mohr correspondant en indiquant chacun des essais.
c) Déterminez les paramètres du critère de Mohr-Coulomb.
d) Utilisez le diagramme de Mohr pour déterminer si la rupture est atteinte pour une roche qui serait soumise à un état de contrainte donné par σ_1 = 240 MPa et σ_3 = 20 MPa.

Informations possiblement utiles