

Examen du 1<sup>er</sup> semestre

Questions : (10 points)

- 1- Citer les caractéristiques géométriques d'une discontinuité dans un massif rocheux les ;
- 2- Expliquer les deux modes d'action du soutènement des tunnels ;
- 3- Selon la classification de l'AFTES, citer les facteurs relatifs au massif rocheux que l'on doit connaître pour déterminer le type de soutènement ;
- 4- Quelles sont les opérations principales effectuées dans un cycle d'abattage à l'explosif des tunnels ?

Exercice : (10 points)

On veut dimensionner le soutènement d'une portion de tunnel routier ayant un rayon  $R=5$  m et une couverture  $h$  variable. On supposera que la méthode de convergence-confinement est valable.

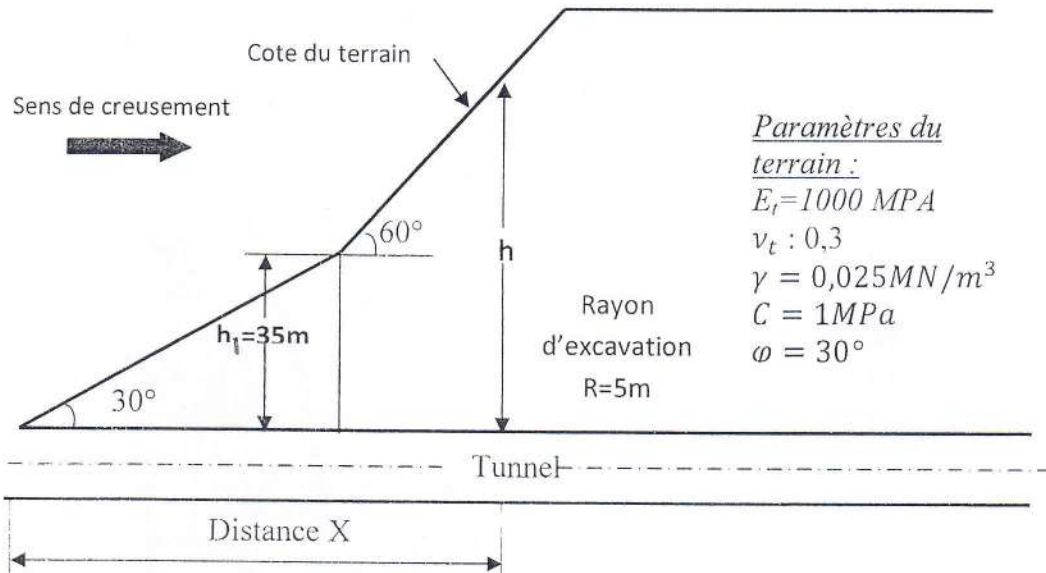


Fig.1 : portion de tunnel routier

- 1- Pour quelle distance  $x$ , on a le risque d'instabilité du terrain .  
Pour ce qui suit, on prend la hauteur de la couverture  $h=150$  m
- 2- Tracer la courbe de convergence du terrain sachant que déplacement final  $u_{inf} = 2 u_e$   
On choisit comme soutènement des cintres métalliques calés dont les caractéristiques sont:  
section du cintre  $S = 300$ cm<sup>2</sup>, espacement  $e = 3$  m ;  $\sigma_{a \max} = 400$  MPA ;  $E_a = 200\ 000$  MPA .
- 3- Tracer la courbe de confinement sachant que le soutènement est placé à 0.5 m de front de taille
- 4- Que peut-on constater ?
- 5- A quelle valeur de  $h$  pour que l'équilibre entre le terrain et le soutènement choisi coïncide avec le début de l'apparition de la plasticité dans le terrain ?.

Bon courage

Solution de l'examen du 1<sup>er</sup> semestre

- 1- Les différentes caractéristiques permettant de définir géométriquement une discontinuité sont Extension,; espacement, densité, ouverture et Orientation 2,5
- 2- Selon le mode action, on distingue deux types de soutènement
  - Soutènement agissant par supportage : l'action de supportage se caractérise par une plus forte résistance relative des éléments de soutènement
  - Soutènement par confinement : dans ce mode, le terrain joue un rôle essentiel. Le Rôle du soutènement se limite à développer sur les parois de l'excavation une contrainte radiale de confinement permettant au terrain de soutenir lui-même. 2,5
- 3- Selon la classification AFITES, les facteurs relatifs au massif rocheux que l'on doit connaître pour déterminer le type de soutènement sont :
  - Les conditions géologiques générales.
  - Les conditions hydrogéologiques. 0,3
  - Les discontinuités du massif rocheux.
  - Les caractéristiques mécaniques du terrain.
  - Les contraintes naturelles et la hauteur de couverture de l'ouvrage.
  - La déformabilité du massif
4. les opérations principales effectuées dans un cycle d'abattage à l'explosif des tunnels sont :?
  - traçage et perforation du plan de tir direction de laquelle on pourra abattre la roche .
  - chargement des trous de mines et tir de la volée, 0,2
  - ventilation et purge de l'excavation,
  - évacuation des déblais du front de taille (marinage).

**Exercice**

1- Distance X

La hauteur h pour laquelle il y'a risque d'instabilité du terrain

$$R_c = 2C \frac{\cos \varphi}{1 - \sin \varphi} = 2 \times 1 \frac{\cos 30}{1 - \sin 30} = 3,46 \text{ MPa} \quad 0,5$$

$$F = \frac{2\sigma_0}{R_c} = \frac{2 \gamma \cdot h}{R_c} > 1$$

$$h > \frac{R_c}{2\gamma} \quad h > \frac{3,46}{2 \times 0,025} / h > 69,2 \text{ m} \quad 0,5$$

$$X = \frac{h_1}{\text{tg } 30} + \frac{(h-h_1)}{\text{tg } 60} = \frac{35}{\text{tg } 30} + \frac{(69,2-35)}{\text{tg } 60} = 80,36 \text{ m} \quad 1$$

Prend h = 150m

2- Traçage de la courbe de convergence (fig.1).

- Contrainte initiale  $\sigma_0 = 0,025 \times 150 = 3,75 \text{ MPa}$  0,5

- pseudo déplacement.  $u_e = \frac{(1+\nu)}{E} R \sigma_0 = \frac{1,3}{1000} \times 5 \times 3,75 = 24,37 \text{ mm}$  0,5

- Déplacement finale  $u_{inf} = 2u_e = 2 \times 24,37 = 48,75 \text{ mm}$

- pression à l'apparition de la plasticité

$$K_p = \tan^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) = 3 \quad , \quad H = \frac{C}{\tan \varphi} = 1,73$$

$$P_{ic} = \frac{2\sigma_0 - H(K_p - 1)}{K_p + 1} = \frac{2 \times 3,75 - 1,73(3 - 1)}{3 + 1} = 1,01 \text{ MPa}$$

Déplacement à l'apparition de plasticité

$$\lambda_{ic} = 1 - \frac{P_{ic}}{\sigma_0} = 1 - \frac{1,01}{3,75} = 0,73$$

$$u_{ic} = \lambda_{ic} u_e = 0,73 \times 24,37 = 17,79 \text{ mm}$$

3- Tracer la courbe de confinement (fig.1).

Valeur de  $P_{C \max}$

$$P_{C \max} = \frac{S \cdot \sigma_a \max}{R \cdot e} = \frac{300 \times 400 \times 10^{-4}}{5 \times 3} = 0,8 \text{ MPa}$$

Déplacement à la pose de soutènement

$$\lambda(x) = 0,25 + (0,75) \left( 1 - \left( \frac{0,75R}{0,75R + x} \right)^2 \right)$$

$$\lambda(0,5) = 0,25 + (0,75) \left( 1 - \left( \frac{0,75 \times 5}{0,75 \times 5 + 0,5} \right)^2 \right) = 0,42$$

$$u_d = \lambda_d u_e = 0,42 \times 24,37 = 10,23 \text{ mm}$$

$$k_s = \frac{E_a \cdot S}{e \cdot R} = \frac{2 \times 300 \times 10^5 \times 10^{-4}}{3 \times 5} = 400 \text{ MPa}$$

$$u_{\max} = \frac{P_{C \max}}{k_s} \times R + u_d = \frac{0,8 \times 5}{400} = 10 + 10,23 = 20,23 \text{ mm}$$

4- On peut conclure il ya une rupture (effondrement) de soutènement

5- la valeur de h pour que l'équilibre entre le terrain et le soutènement choisi coïncide avec le début de l'apparition de la plasticité dans le terrain.

$$P_{ic} = \frac{2\sigma_0 - H(K_p - 1)}{K_p + 1} = P_{C \max} = 1,01 \text{ MPa}$$

$$h = \frac{(K_p + 1) \cdot P_{C \max} + H(K_p - 1)}{2\gamma} = 133,2 \text{ m}$$

