

Test du 22 janvier 2016
sur les aspects de dimensionnement

A) Question de cours

Commenter et expliquer qualitativement la représentation ci-dessous de l'évolution des tassements de surface au-dessus d'un tunnelier à confinement.

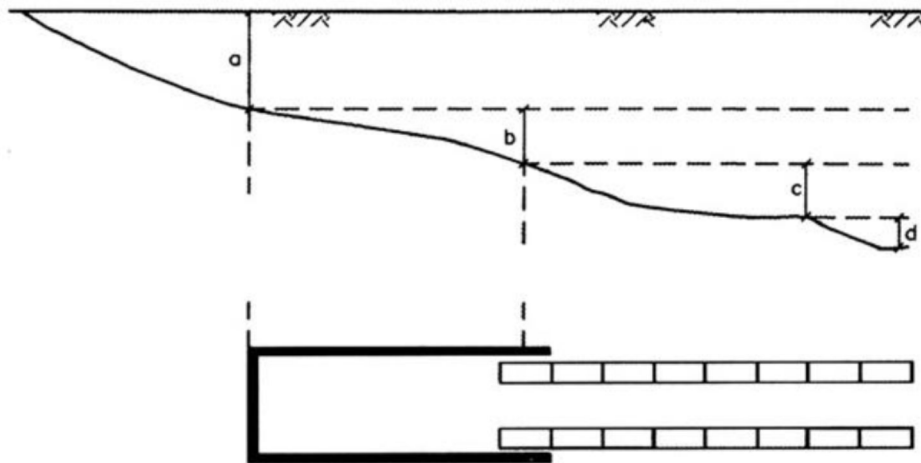


Figure 1 Evolution des tassements le long d'un tunnelier (Doc. AITES)

B) Exercice : Le coincement de la jupe

Données générales :

Le projet :

- Tunnel circulaire de diamètre intérieur : 10,90 m
- Revêtement en voussoirs préfabriqués en béton armé : épaisseur 40 cm , module 10 000 MPa.

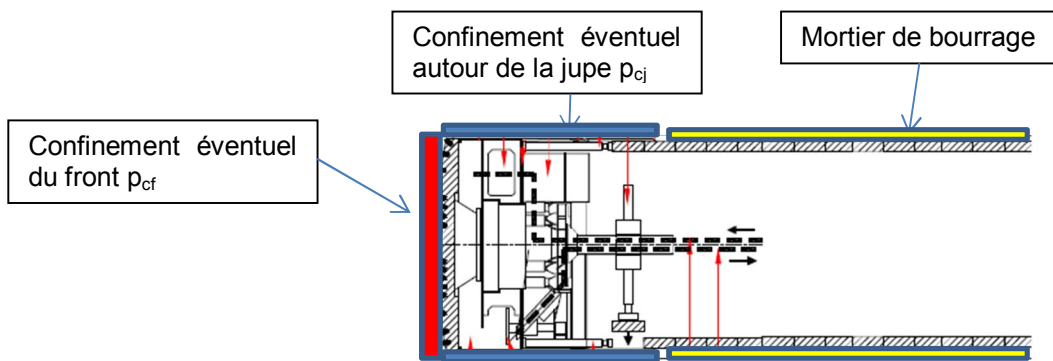
Le contexte géotechnique :

- Axe du tunnel à 100 m de profondeur. Densité du terrain en place : 22 kN/m^3
- Hors nappe
- Module d'Young 500 MPa, coefficient de Poisson 0,30, terrain non fluant.
- Critères de Mohr-Coulomb : cohésion 1200 kPa, angle de frottement 40°

Application des principes et hypothèses de la méthode convergence – confinement en approche manuelle (axisymétrie notamment), et du critère de plasticité de Mohr-Coulomb

Le tunnelier :

- Tunnelier permettant de fonctionner en mode ouvert sans déconfinement, et en mode confiné. **La roue de coupe est munie d'un outil de surcoupe (voir questions ci-après).**
- La jupe est un cylindre d'acier de 100 mm d'épaisseur, de longueur 12 m.



Question 1

- 1.1 Déterminer, à partir du diamètre intérieur du tunnel, le diamètre de l'excavation. On considérera que ce diamètre est égal au diamètre extérieur de la jupe (on ne tient pas compte de l'éventuelle surcoupe).
- 1.2 Etablir la ligne caractéristique du terrain dans le diagramme convergence-confinement, après avoir vérifié qu'elle reste entièrement dans le domaine élastique.

Question 2

En l'absence de confinement du front, on utilisera la loi de variation du taux de déconfinement du tunnel non soutenu en fonction de la distance au front suivante :

$$\lambda(x) = 1 - 0,75 \cdot \left[\frac{1}{1 + \frac{4}{3} \cdot \frac{x}{R}} \right]^2$$

Le tunnelier fonctionne en mode ouvert (pas de confinement du front). **La surcoupe est réglée à 20 mm.**

- 2.1 Montrer que le terrain entre en contact avec la jupe, en déterminant à partir de quelle distance au front ce contact se produit.
- 2.2 Déterminer, en recherchant le point d'équilibre de convergence du contact terrain / jupe, la pression exercée par le terrain sur la jupe sur la longueur où ce contact est établi.
- 2.3 Vérifier les contraintes normales générées par ce contact dans la jupe.
- 2.4 On fera l'hypothèse d'un coefficient de frottement du terrain sur la jupe $\mu = 0,35$. Déterminer la valeur de l'effort de frottement qui s'ajoute aux autres efforts que doivent exercer les vérins de poussée lors de l'excavation.
- 2.5 Le mortier de bourrage est injecté sans pression à l'arrière de la jupe pour remplir le vide annulaire entre le terrain et l'extrados des voussoirs, de façon à assurer un simple transfert de la pression exercée par le terrain. On assimilera les anneaux de voussoirs à des anneaux continus de 40 cm d'épaisseur. Calculer la convergence des voussoirs à l'équilibre et la contrainte moyenne de compression du béton de ceux-ci.

Question 3

Afin d'éviter le contact entre le terrain et la jupe, deux solutions sont envisagées :

3.1 Continuer à fonctionner en mode ouvert, mais en augmentant la valeur de la surcoupe. Déterminer la valeur théorique minimum de celle-ci.

3.2 Utiliser le fonctionnement en mode confiné, en gardant la même surcoupe de 20 mm :

On exerce une pression de confinement à front $p_{cf} = 400$ kPa. On admet que l'introduction de cette pression modifie la loi de variation du déconfinement du terrain non soutenu :

- Le déconfinement au front répond à la relation :

$$\lambda_0 = 0,25 \times \left(1 - \frac{p_{cf}}{\sigma_0}\right)$$

- La variation avec la distance au front s'exprime alors selon l'expression :

$$\lambda(x) = 1 - \frac{(1 - \lambda_0)}{\left(1 + \frac{4x}{3R}\right)^2}$$

Faut-il ajouter une pression de confinement autour de la jupe p_{cj} pour éviter le contact du terrain avec celle-ci ? Dans l'affirmative, quelle en est la valeur minimale ?