

Test du 19 janvier 2018
Éléments de corrigé

1. **Question de cours :**

Fluage du soutènement et fluage du terrain encaissant

- Citer une composition de soutènement présentant un fluage limité : **soutènement à base de cintres métalliques**, et une autre composition présentant au contraire un fluage important **soutènement à base de béton projeté et boulons**.
- Citer un terrain encaissant présentant un fluage limité **rocher**, et un autre présentant au contraire un fluage important **marnes argileuses**.
- Cas d'un terrain encaissant présentant un fluage important dans lequel le soutènement choisi présente un fluage limité : dans quel sens la convergence d'une part **augmentation**, les contraintes dans le soutènement **augmentation** et le terrain encaissant **augmentation** d'autre part, évoluent-elles avec le temps ?

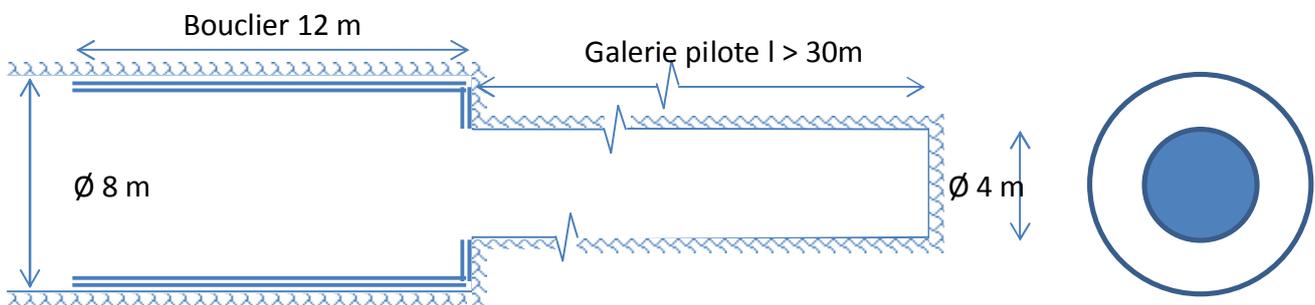
2. **Exercice :**

Tunnel profond : contrôle de la convergence par une galerie-pilote

La pratique consistant à précéder l'excavation d'un tunnel en grande section par une galerie pilote de plus petite section présente un certain nombre d'avantages en termes de reconnaissance des terrains et de contrôle des convergences, qu'on va illustrer dans l'exemple ci-après.

On considère le cas d'un tunnel profond (couverture 500m, densité moyenne du rocher 2,3). Le tunnel à creuser présente un diamètre d'excavation de 8 m. L'excavation est prévue à l'abri d'un bouclier de 12 m de longueur (tunnelier ouvert).

L'excavation en grande section sera précédée de l'excavation, sur le même axe, d'une galerie pilote de 4m de diamètre. Le front de la galerie-pilote aura au moins 30 m d'avance par rapport au front d'excavation en grande section. On ne prévoit pas la mise en œuvre de soutènement résistant.



- Dans une section transversale donnée de la galerie pilote, à l'avant de l'excavation en grand diamètre, on observe entre une mesure réalisée alors que le front de taille est très proche de cette section et une mesure réalisée alors que le front de taille s'en est éloigné de 20 m, une convergence radiale de 3 cm. En supposant un

comportement élastique du terrain (coefficient de Poisson 0,2), quel module d'élasticité du terrain peut-on déduire de cette mesure ?

La convergence au front est de 25% de la convergence à l'infini, atteinte largement pour $x/R = 10$. Donc

$$u_{\infty} = \frac{4}{3} \cdot 3 = 4 \text{ cm}$$

Contrainte géostatique initiale :

$$\sigma_0 = 500 \times 23 = 11500 \text{ kPa} = 11,5 \text{ MPa}$$

Formule de Lamé :

$$G = \frac{\sigma_0 \cdot R}{2u_{\infty}} = \frac{11,5 \times 2}{2 \times 0,04} = 287,5 \text{ MPa}$$

$$E = 2G(1 + \nu) = 2 \times 287,5(1 + 0,2) = 690 \text{ MPa}$$

- b) Déduire de l'évolution de l'état de contraintes dans le terrain encaissant autour de la galerie pilote l'effet de déconfinement de terrain anticipé par la présence de la galerie pilote pour le creusement en grande section.

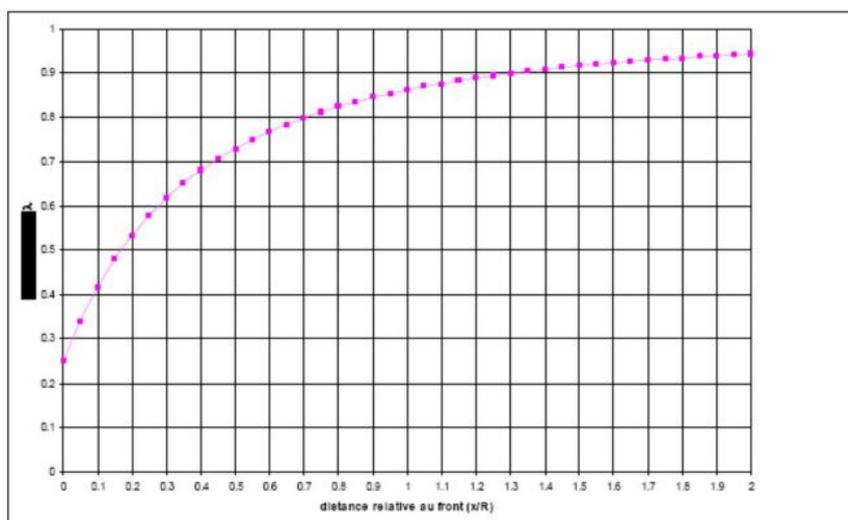
À la distance $R = 4\text{m}$ de l'axe de la galerie pilote arrivée à l'état de déconfinement total, la contrainte radiale vaut :

$$\sigma_r = \left(1 - \frac{R^2}{r^2}\right) \sigma_0 = \left(1 - \frac{2^2}{4^2}\right) \sigma_0 = 0,75 \sigma_0$$

Soit donc un déconfinement relatif à l'excavation en grande section de 0,25.

- c) En faisant l'hypothèse que ce taux de déconfinement anticipé s'ajoute au déconfinement au front de l'excavation en grande section qu'on aurait eu sans galerie pilote, en déduire la valeur de la surcoupe qu'il conviendra de donner à l'excavation au tunnelier afin d'éviter tout coincement du bouclier. Quelle aurait été cette valeur en l'absence de galerie pilote ?

Le déconfinement au front de la grande excavation vaudra donc $0,25 + 0,25 = 0,50$.



Selon la courbe d'évolution du déconfinement en fonction de la distance au front, c'est donc comme si le front de la grande section était à $x/R = 0,169$.
Au bout du bouclier, on a $x/R = 0,169 + 12/4 = 3,169$; le déconfinement y est donc quasi-total.

Selon la formule de Lamé, la convergence à l'infini vaut

$$u_w = \frac{11,5 \times 4}{2 \times 287,5} = 0,08 \text{ m}$$

Or le déconfinement évolue de 0,5 à 1 le long du bouclier soit donc une convergence radiale de $0,5 \times 8 = 4 \text{ cm}$. C'est la valeur de surcoupe.

Sans galerie pilote, le déconfinement évoluerait entre 0,25 et 1, soit donc une convergence de **6 cm**. la galerie pilote la réduit donc d'un tiers.

- d) Quelle est la résistance minimale à la compression simple que le massif doit présenter afin que son comportement reste dans le domaine élastique ?

Il faut :

$$R_c \geq 2\sigma_0 = 23 \text{ MPa}$$