

## TD N° 03

### Exercice 01 :

A 77 m de profondeur, nous voulons franchir un massif rocheux de 80 m d'épaisseur moyenne par la réalisation d'un tunnel ayant 14 m de diamètre sur une longueur de 260 m. Pour cela, cinq (05) sondages de reconnaissance (espacés de 50 m) ont été réalisés pour déterminer la nature de la roche constituant le massif rocheux tout en faisant des prélèvements d'échantillons afin d'évaluer ses propriétés mécaniques au niveau du laboratoire. Un total de six (06) échantillons ont été prélevés à partir de chaque sondage de reconnaissance (Figure 1).

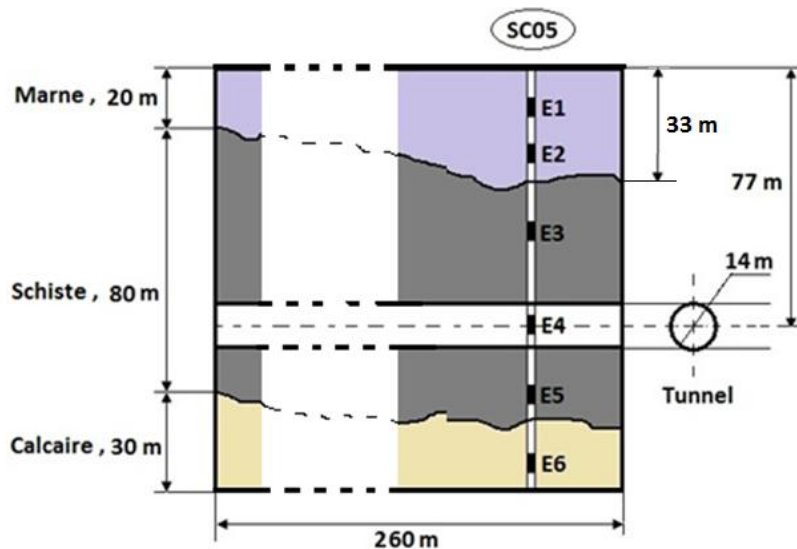


Figure 1 — Position du SC05 et des échantillons prélevés.

- 1- On accepte que l'axe du tunnel passe au milieu de l'échantillon E4 prélevé du SC05. Déterminer les contraintes verticales (en MPa) à la base, au milieu et à la voûte du tunnel sachant que les densités apparentes (humides) de la marne et du schiste sont respectivement  $2.3 \text{ g/cm}^3$  et  $2.5 \text{ g/cm}^3$  ?
- 2- L'échantillon E4 a été soumis à différents essais mécaniques au laboratoire, on demande de :
  - a- Déterminer la contrainte maximale ( $R_c$  ou  $\sigma_c$  en MPa) supportée par l'éprouvette à la rupture lors de la compression simple sachant que son diamètre est de  $D = 50.5 \text{ mm}$  et l'effort maximal appliqué sur l'éprouvette est de  $381 \text{ kN}$  ? Noter que :  $1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ MPa}$ .
  - b- Calculer le module de Young (en GPa) sachant que la longueur de l'éprouvette est de  $L = 129 \text{ mm}$  et la déformation axiale est de  $\Delta L = 0.5 \text{ mm}$  ?
  - c- Trouver le coefficient de Poisson sachant que la déformation longitudinale est de  $\epsilon_d = -0.0013$  ?
  - d- Déterminer les deux modules de compressibilité et de cisaillement en GPa ?
  - e- Déterminer les deux efforts maximum (en kN) appliqués sur l'éprouvette qui doivent correspondre respectivement aux résistances en traction simple et indirecte de  $3 \text{ MPa}$  et  $19 \text{ MPa}$  ? Déduire les valeurs de  $K$  pour les deux résistances ?
  - f- On prépare une éprouvette de schiste de  $D = L = 50 \text{ mm}$ , calculer l'indice de résistance à charge ponctuelle (en MPa) non corrigé et corrigé sachant que l'effort maximal appliqué sur l'éprouvette est de  $150 \text{ kN}$  ?

### Exercice 02 :

A partir de la **Figure 2**, on demande de :

1- Déterminer la résistance au cisaillement simple (en MPa) d'une éprouvette rectangulaire de  $h = 10$  cm et de  $L = 20$  cm sachant que l'effort tangentiel entraînant la rupture est de 200 kN ?

2- Pour le même effort tangentiel entraînant la rupture, quelle est la hauteur « h » pour que l'éprouvette rectangulaire aura une résistance au cisaillement simple de 20 MPa ?

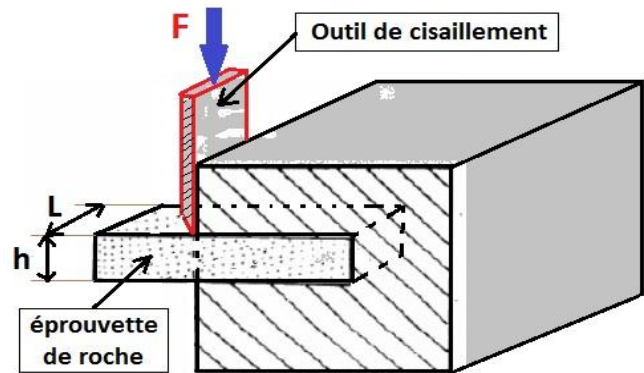


Figure 2 – Essai de cisaillement simple.

### Exercice 03 :

Nous voulons vérifier la stabilité d'un bâtiment de R+4 reposant sur un terrain de schiste marneux fissuré comme le montre la **Figure 3**.

1- Déterminer la contrainte verticale «  $\sigma_1$  » (en  $\text{kN/m}^2$ ) appliquée sur l'éprouvette « Y » sans surcharge (sans bâtiment) ?

2- Tracer, sur un papier millimétrique, la droite intrinsèque de l'éprouvette « Y » en se basant sur les paramètres de cisaillement obtenus par l'essai de cisaillement par compression à savoir :  $C = 200 \text{ kN/m}^2$  et  $\varphi = 15^\circ$  ? Adopter pour les deux axes l'échelle suivante : 1 cm  $\longrightarrow$  50  $\text{kN/m}^2$ .

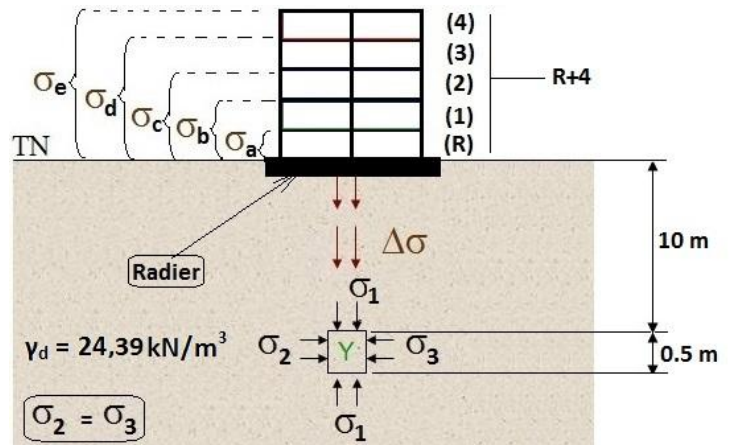


Figure 3 — Bâtiment de R+4 reposant sur un terrain de schiste marneux fissuré.

3- Le bâtiment de R+4 a été projeté juste à la verticale de l'échantillon « Y ».

- Tracer, sur le même graphique précédent, le cercle de Mohr de l'éprouvette « Y » due seulement au poids des terres sachant que la contrainte de confinement horizontale est de  $\sigma_2 = \sigma_3 = 100 \text{ kN/m}^2$  ?
- Vérifier graphiquement, pour chaque étage, si le bâtiment reste dans le domaine stable en se basant sur les cercles de Mohr sachant que chacun de ces étages apporte une contrainte verticale de l'ordre de  $\Delta\sigma = 50 \text{ kN/m}^2$  ?
- Pour les mêmes conditions précédentes, quel est le nombre d'étage maximal pour que le bâtiment reste toujours dans le domaine stable ?
- Que proposer comme solution si on veut construire un bâtiment avec un nombre d'étage qui dépasse le maximum ?

### Exercice 04 :

Vérifier graphiquement, pour chaque étage, la stabilité du bâtiment de R+7 (reposant sur une marne dure) en se basant sur les cercles de Mohr sachant que chacun de ces étages apporte une contrainte verticale de l'ordre de  $\Delta\sigma = 20 \text{ kN/m}^2$  ? Adopter pour les deux axes l'échelle suivante : 1 cm  $\longrightarrow$  40  $\text{kN/m}^2$ .

On donne :  $\tau = 0.268 \sigma_N + 120$ ,  $\sigma_1 = 200 \text{ kN/m}^2$  et  $\sigma_3 = 40 \text{ kN/m}^2$ .

### Exercice 05 :

Soit une éprouvette de granite cylindrique de diamètre  $D = 50.5$  mm et de longueur  $L = 129$  mm dont on exerce sur ses extrémités un moment de torsion «  $M_t$  ». Quelle est la valeur de  $M_t$  qui correspond à la résistance au cisaillement par torsion de 2 MPa ?

### Exercice 06 :

La **Figure 4** représente une éprouvette prélevée à partir d'un massif de schiste marneux fissuré.

- 1- Quelle est le nombre de famille de discontinuité constituant ce massif ?
- 2- Calculer le RQD et déduire la qualité de ce massif rocheux ?

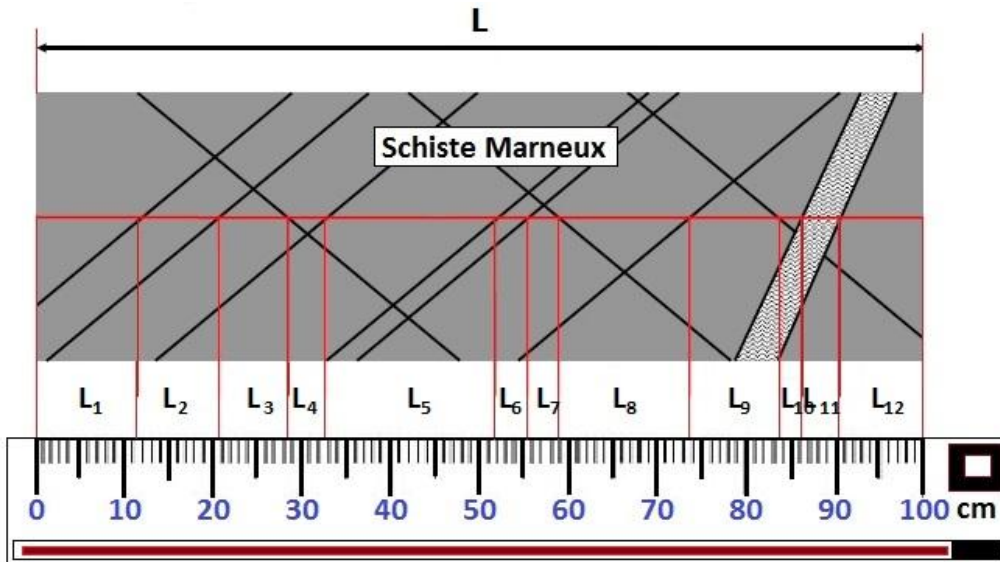


Figure 4 — Détermination directe de RQD.

**Exercice 07 :**

Pour calculer le RQD d'un massif rocheux, on s'est basé sur la méthode indirecte qui consiste en la détermination du nombre des joints («  $\lambda$  » en joints/m<sup>2</sup>) tout en traçant plusieurs fenêtres de 1 m<sup>2</sup> puis on calcule le «  $\lambda$  » pour chacune d'elles où la valeur retenue est la moyenne des valeurs de «  $\lambda$  ». Trois fenêtres ont été tracées comme la montre la Figure 5.

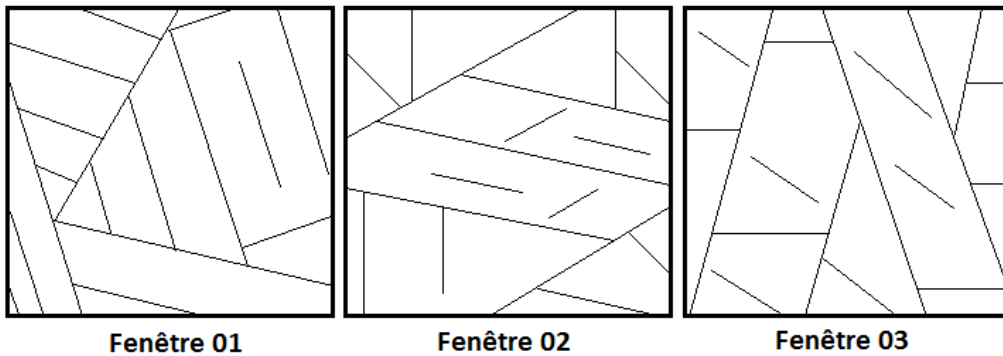


Figure 5 — Détermination indirecte de RQD.

- 1- Déterminer le nombre de familles de discontinuités « NFD » et le nombre des joints «  $\lambda$  » pour chaque fenêtre ?
- 2- Calculer «  $\lambda$  » moyenne et déduire la valeur du RQD et la qualité du massif rocheux ?
- 3- Calculer l'espacement entre les joints «  $J_s$  » ?

Rappel :  $RQD = 100 \cdot e^{-0.1\lambda} (0.1\lambda + 1)$  (en « % ») ,  $J_s = \frac{1}{\lambda}$  (en « m »)

**Exercice 08 :**

Soit un massif rocheux ayant un RQD = 81 %.

- 1- Vérifier si «  $\lambda = 8$  » est la solution de l'équation :  $RQD = 100 \cdot e^{-0.1\lambda} (0.1\lambda + 1)$  ?
- 2- Déduire l'espacement entre les joints «  $J_s$  » ?
- 3- Du point de vue géo-mécanique, que signifie la valeur de «  $\lambda = 0$  » ?