

# ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE NOVEMBRE 2023

Toute documentation permise  
Calculatrices : modèles autorisés seulement  
Durée de l'examen : 3 heures

## 16-CI-A4 GÉOTECHNIQUE

### Question 1 (15%)

À partir des résultats d'analyse granulométrique et d'essais de limites de consistance présentés dans le tableau 1, classez les sols A et B selon les deux classifications, USCS et AASHTO.

*USCS : Unified Soil Classification System*

*AASHTO : American Association of State Highway and Transportation Officials*

Tableau 1

| <i>Tamis</i>                                   | <i>Sol A ((% passant)</i> | <i>Sol B (% passant)</i> |
|--|---------------------------|--------------------------|
| <i>9.53 mm</i>                                 | <i>100</i>                | <i>100</i>               |
| <i>n° 4 (4,75mm)</i>                           | <i>93</i>                 | <i>96</i>                |
| <i>Tamis n° 10 (2mm)</i>                       | <i>80</i>                 | <i>83</i>                |
| <i>Tamis n° 40 (0,42mm)</i>                    | <i>73</i>                 | <i>63</i>                |
| <i>Tamis n° 100 (0,149)</i>                    | <i>70</i>                 | <i>15</i>                |
| <i>Tamis n° 200 (0,075mm)</i>                  | <i>54</i>                 | <i>8</i>                 |
| <i>Limite de consistance</i>                   |                           |                          |
| <i>Limite de liquidité (<math>W_L</math>)</i>  | <i>58%</i>                | <i>NP</i>                |
| <i>Limite de plasticité (<math>W_P</math>)</i> | <i>35%</i>                | <i>NP</i>                |

NP : Non plastique

**Question 2. (15 %)**

- a) Tracez les contraintes totales et effectives et la pression interstitielle de l'eau avec la profondeur pour le profil du sol illustré à la figure 2 pour les conditions d'infiltration en régime permanent. Un transducteur de pression interstitielle installé au sommet de la couche de sable donne une pression de 85 kPa. Supposons que  $G_s = 2,75$ .
- (b) Si un trou de forage devait pénétrer la couche de sable, dans quelle mesure l'eau s'élèverait-elle au-dessus du niveau de l'eau souterraine?

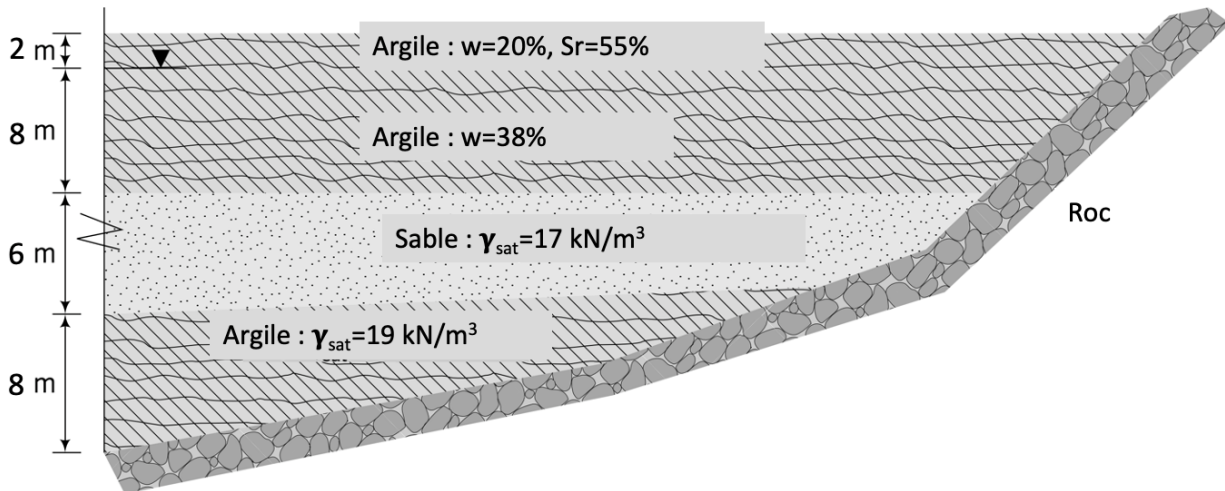


Figure 2

**Question 3. (25%)**

Une coupe transversale à travers une paroi de palplanches est donnée sur la figure 2. La conductivité hydraulique du sable est de  $7 \cdot 10^{-6}$  m/s.

- 1 Tracez le réseau d'écoulement en considérant trois chenaux d'écoulement de chaque côté. (7 %)
- 2 Calculez le débit d'infiltration sous les deux palplanches (3%)
- 3 Calculez la charge totale au point C (4%)
- 4 Calculez la charge de pression au point D (4%)
- 5 Calculez le facteur de sécurité contre la boullance à la sortie des palplanches (7%)

$$\gamma_{\text{sat}} = 20 \text{ kN/m}^3$$

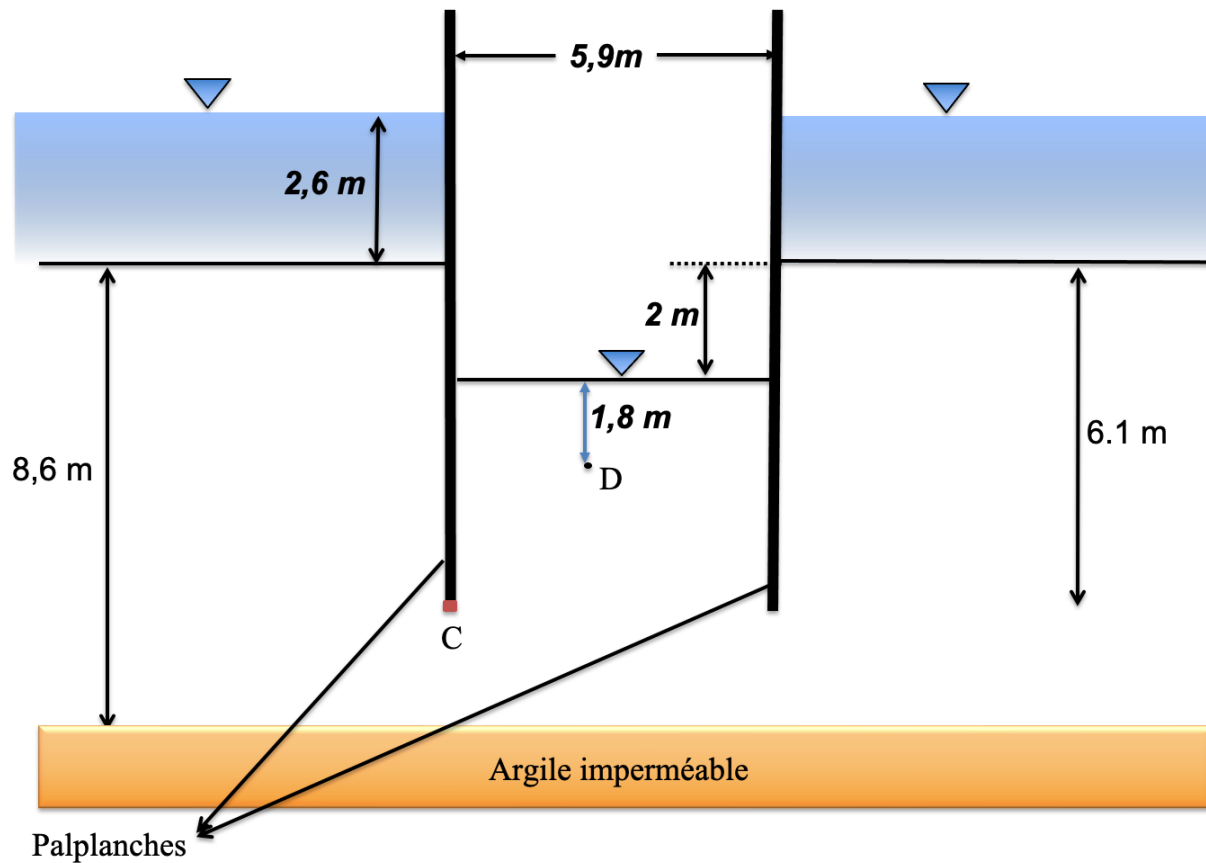


Figure 1

**Question 4. (20 %)**

Estimez le tassement moyen de consolidation primaire de la couche d'argile au centre de la fondation.

$$\sigma'_p = 160 \text{ kPa}, C_c = 0,32 \quad C_r = 0,04$$

(Négligez le tassement dans la couche de sable)

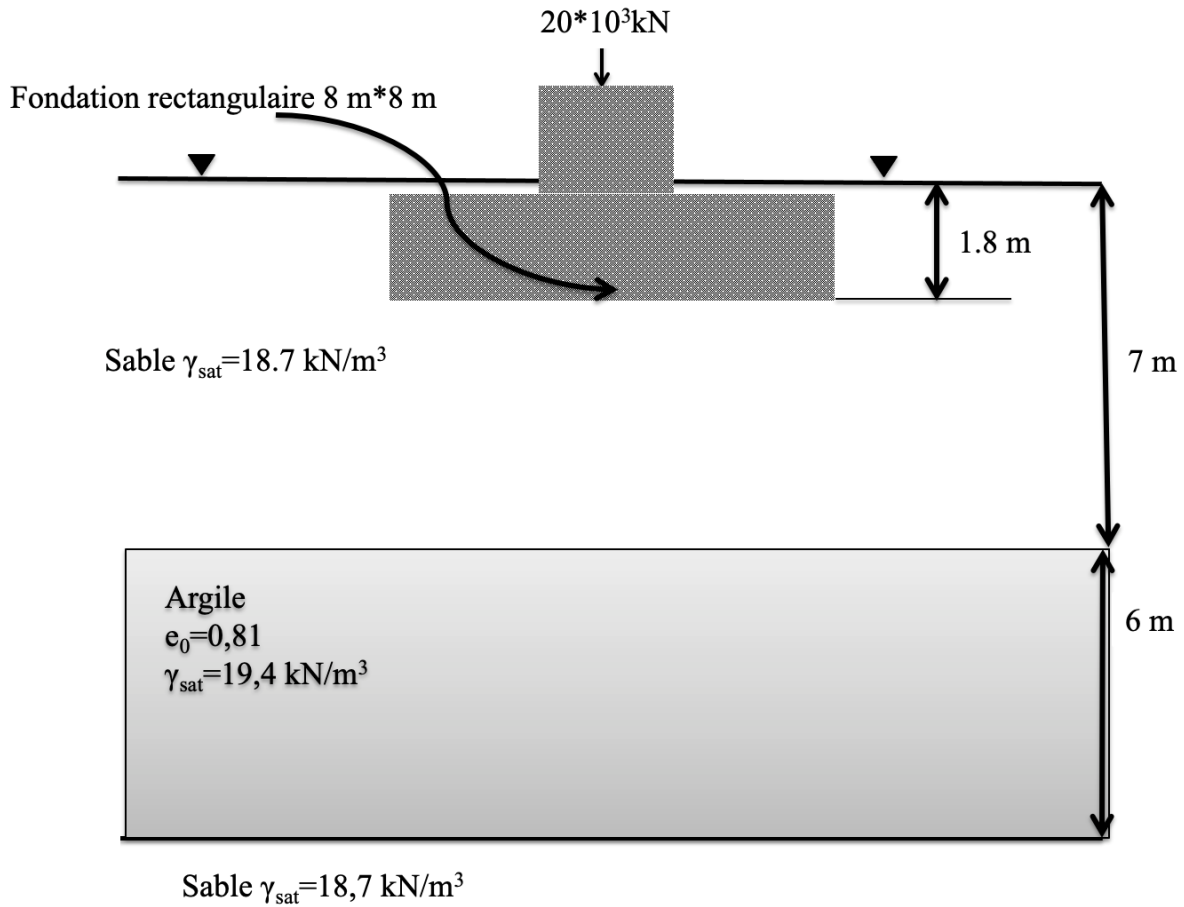


Figure 2

**Question 5. (25 %)**

Les résultats de trois essais triaxiaux consolidés-drainés sur les échantillons de même type de sol sont montrés dans le tableau 2.

- 1- Déterminez les paramètres de frottement et la cohésion du sol ( $C'$ ,  $\phi'$ ) **(9 %)**
- 2- Si les valeurs des contraintes principales effectives sur un échantillon du même sol sont  $\sigma'_1=500$  kPa,  $\sigma'_3=280$  kPa, quel est le facteur de sécurité? **(8 %)**
- 3- Dans le cas précédent (2), quelle est la valeur de la contrainte de cisaillement maximale ( $\tau_{\max}$ ) et l'inclinaison de son plan? Quel est le facteur de sécurité de rupture sur ce plan ? **(8%)**

Tableau 2

| N° d'essai | $\sigma_3$ (kPa) | $(\sigma_1-\sigma_3)$ (kPa) | u (kPa) |
|------------|------------------|-----------------------------|---------|
| 1          | 198              | 247                         | 50      |
| 2          | 312              | 328                         | 100     |
| 3          | 409              | 395                         | 160     |