

# ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2021

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>90</i>	<i>94</i>
<i>Tamis n° 10 (2mm)</i>	<i>80</i>	<i>81</i>
<i>Tamis n° 40 (0,42mm)</i>	<i>71</i>	<i>58</i>
<i>Tamis n° 100 (0,149)</i>	<i>68</i>	<i>11</i>
<i>Tamis n° 200 (0,075mm)</i>	<i>62</i>	<i>4</i>
<i>Limite de consistance</i>		
<i>Limite de liquidité (<math>W_L</math>)</i>	<i>62%</i>	<i>NP</i>
<i>Limite de plasticité (<math>W_P</math>)</i>	<i>39%</i>	<i>NP</i>

NP : Non plastique

**Question 2. (10 %)**

Les résultats de l'essai de compactage (Procter standard) sont montrés dans le tableau ci-dessous

w(%)	6,2	8,1	9,8	11,5	12,3	13,2
$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	16,9	18,7	19,5	20,5	20,4	20,1
$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	15,9	17,3	17,8	18,4	18,2	17,8

- Déterminer le poids volumique maximale sec et la teneur en eau optimale pour le compactage.
- Quel est l'intervalle de poids volumique et teneurs en eau pour avoir un degré compactage relatif supérieur à 95%.
- Déterminer le degré de saturation dans le sol en considérant le maximum de densité sec

$$G_s=2.7$$

**Question 3. (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 58,8 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?

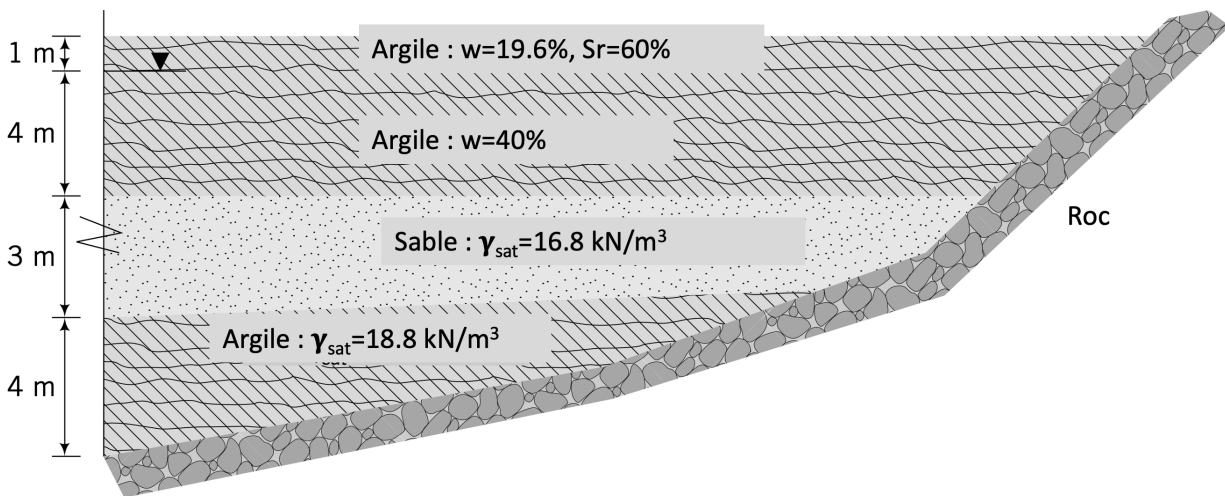


Figure 2

**Question 4. (20%)**

Une coupe transversale à travers une paroi de palplanches est donnée sur la figure 2. La conductivité hydraulique du sable est de  $5 \cdot 10^{-7}$  m/s.

- 1 Tracez le réseau d'écoulement en considérant trois chenaux d'écoulement de chaque côté. (5 %)
- 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 (4%)

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

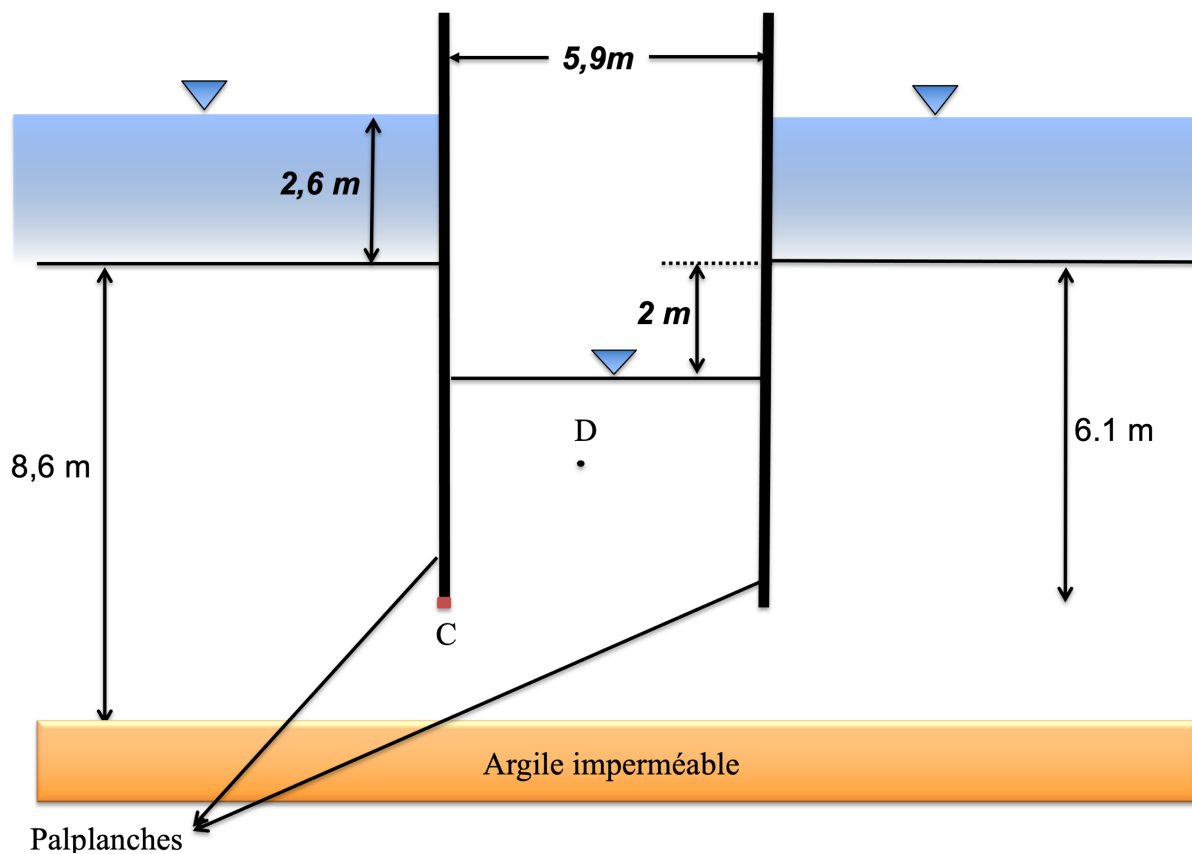


Figure 2

**Question 5. (20 %)**

On doit évaluer le tassement de consolidation au centre d'une fondation de type radier ayant une épaisseur de 1m et une superficie de 20m\*20m. Le radier est constitué d'une dalle de béton armé. La charge appliquée sur le radier est 120kPa. La figure 3 montre la stratigraphie du sol. Les résultats des essais à l'oedomètre ont donné les valeurs suivantes pour le sol argileux :

$$\sigma'_p = 112 \text{ kPa}, C_c = 0,45 \quad C_r = 0,031$$

Déterminez le tassement au centre de ce radier.  
(Négligez le tassement dans la couche de sable)

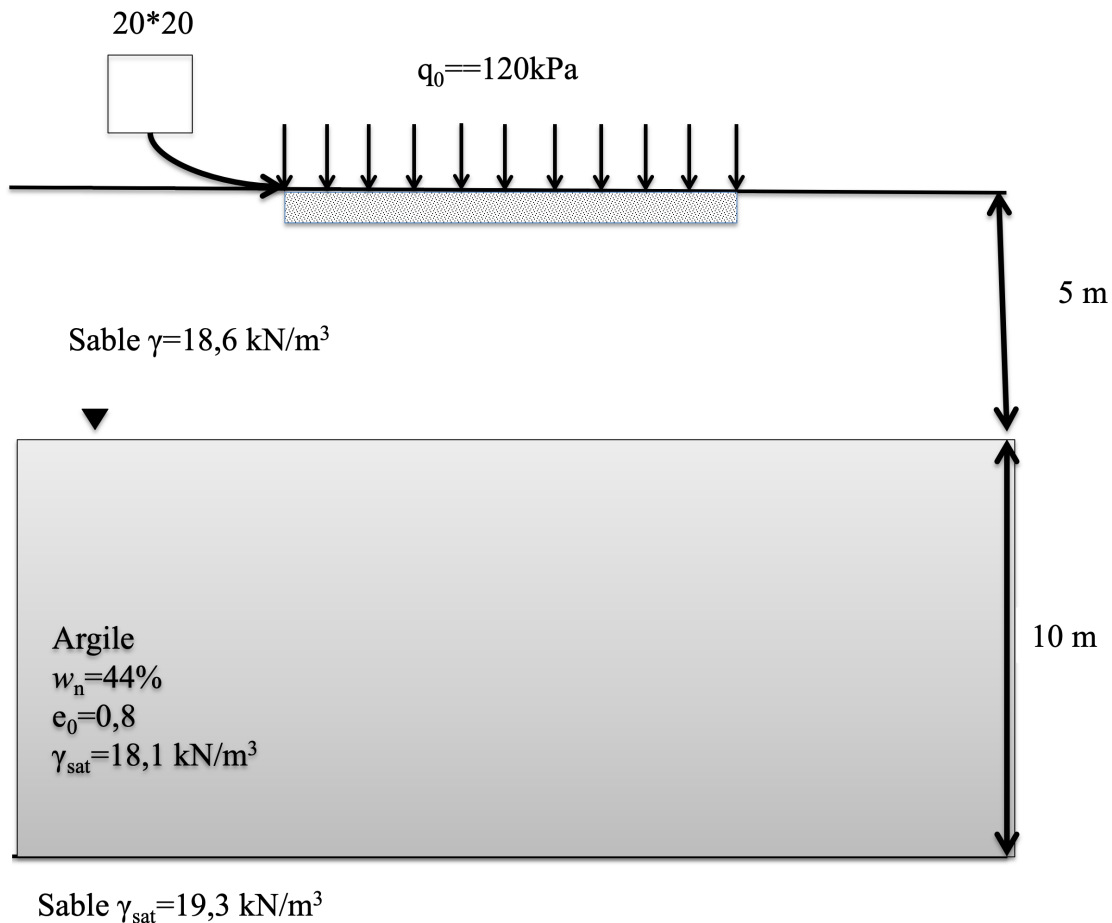


Figure 3

**Question 6. (20 %)**

Une argile normalement consolidée a été consolidée sous une contrainte de  $3150 \text{ lb / pi}^2$ , puis cisailée non drainée en compression axiale. La contrainte principale à la rupture ( $\sigma$ ) était de  $2100 \text{ lb/pi}^2$  et la pression interstitielle induite à la rupture était de  $1848 \text{ lb/pi}^2$ . Déterminer (a) les paramètres de résistance de Mohr-Coulomb, en termes de contraintes totales et effectives analytiquement, (b) calculer  $(\sigma_1 / \sigma_3)$ , and  $(\sigma'_1 / \sigma'_3)$ , et (c) déterminer l'angle théorique du plan de rupture dans l'éprouvette.