

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC
SESSION DE NOVEMBRE 2025

Note au sujet de la propriété intellectuelle des modèles d'examen de l'Ordre des ingénieurs du Québec

Les modèles d'examen se trouvant sur le site internet de l'Ordre des ingénieurs du Québec sont la propriété exclusive de l'Ordre et leur utilisation est strictement limitée à des fins académiques et personnelles. Toute reproduction, distribution ou utilisation commerciale non autorisée de ces modèles constitue une violation de la propriété intellectuelle et est strictement interdite. L'Ordre se réserve le droit de prendre toutes les mesures légales appropriées contre toute utilisation non autorisée de ses modèles d'examen.

Toute documentation permise

Calculatrices : modèles autorisés seulement

Durée de l'examen : 3 heures

18-GE-A6 - GÉOTECHNIQUE

Question 1. (15 %)

À partir des résultats d'analyse granulométrique et des limites de consistance présentés dans le **tableau 1**, classez le sol selon les deux systèmes de classification suivants :

- **USCS** : *Unified Soil Classification System*
- **AASHTO**: *American Association of State Highway and Transportation Officials*

Présentez clairement vos étapes de raisonnement et justifiez la classe finale obtenue dans chaque système.

Tableau 1

Tamis (mm)	Sol (% passant)
9,5 mm	100 %
4,75 mm	95 %
2,00 mm	70 %
0,425 mm	40 %
0,075 mm	12 %

Limite de consistance	Valeur
Limite de liquidité (WL)	35 %
Limite de plasticité (WP)	20 %

Barème suggéré :

- Identification du type de sol grossier ou fin : **4 %**
- Détermination du groupe selon USCS (avec justification) : **6 %**
- Détermination du groupe selon AASHTO (avec justification) : **5 %**

Question 2. (20 %)

Un remblai pour une digue doit être construit à partir d'un **sol sable-argileux** prélevé d'une **fosse d'emprunt**.

Les données suivantes sont connues :

- **Poids volumique in situ** du sol dans la fosse d'emprunt : $\gamma_{in-situ} = 16.5 \text{ kN/m}^3$
- **Teneur en eau naturelle** du sol dans la fosse : $w_{in-situ}=8\%$
- **Poids spécifique des grains solides** : $G_s=2,70$
- **Poids volumique sec désiré dans le remblai compacté** : $\gamma_d = 18.5 \text{ kN/m}^3$
- **Teneur en eau de compactage** : $w_{compacte}=12\%$
- **Facteur de gonflement** : 1.15 (c'est-à-dire 15 % de gonflement lors du décompactage et transport).

a) Calculez le **volume de sol dans la fosse d'emprunt** nécessaire pour produire **1 m³ de remblai compacté**. (8 %)

b) Déterminez la **quantité d'eau à ajouter (en litres)** par mètre cube de remblai compacté pour atteindre la teneur en eau de compactage indiquée, en supposant qu'il n'y a **aucune perte d'eau** pendant le transport. (6 %)

c) Calculez le **degré de saturation** du sol dans la fosse d'emprunt et dans le remblai compacté. Commentez sur la variation du degré de saturation avant et après compactage. (6 %)

Question 3. (20%)

Une coupe transversale à travers une digue est donnée sur la figure 1. La conductivité hydraulique du sable est de $8 \cdot 10^{-4}$ m/s.

- Tracez le réseau d'écoulement en considérant trois chenaux d'écoulement. (9 %)
- Calculez le débit d'infiltration sous les deux palplanches (4 %)
- Calculez la force de soulèvement à la base du déversoir par pied de largeur perpendiculairement au dessin. (7 %)

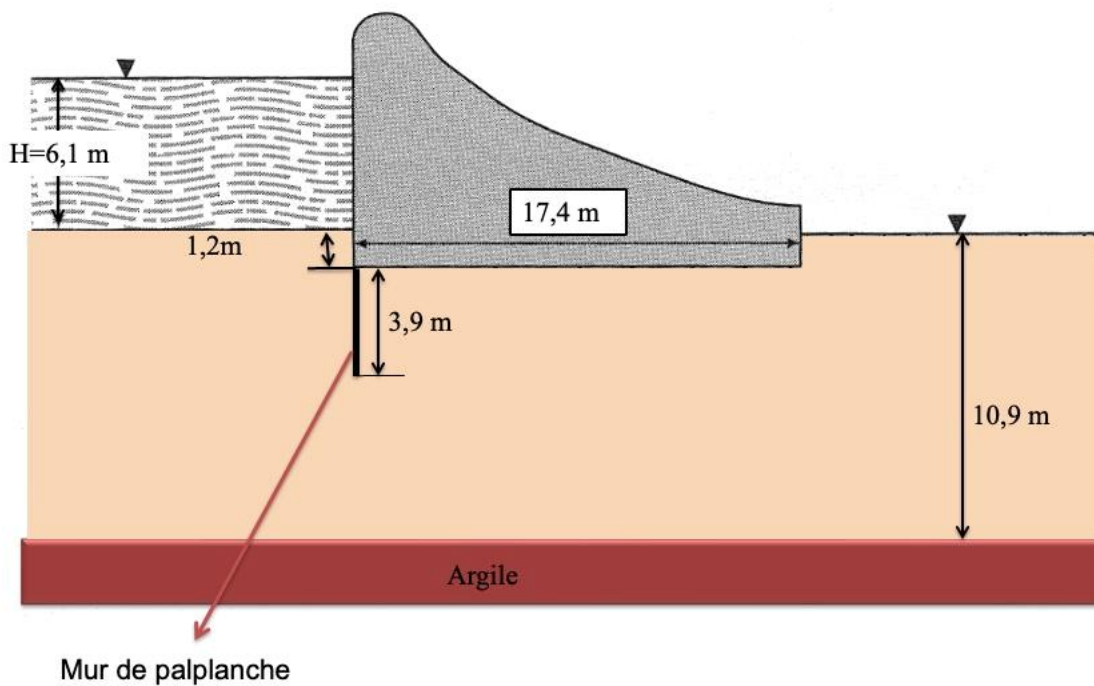


Figure 1

Question 4. (20 %)

On doit évaluer le tassement de consolidation au centre d'une fondation de type radier d'une superficie de 15*15m. Le radier est constitué d'une dalle de béton armé. La charge appliquée sur le radier est 150 kPa. La figure 2 montre la stratigraphie du sol. Les résultats des essais à l'œdomètre ont donné les valeurs suivantes pour le sol argileux :

$$\sigma'_p = 110 \text{ kPa}, C_c = 0,43 \quad C_r = 0,039$$

Déterminez le tassement au centre de ce radier.

(Négligez le tassement dans la couche de sable)

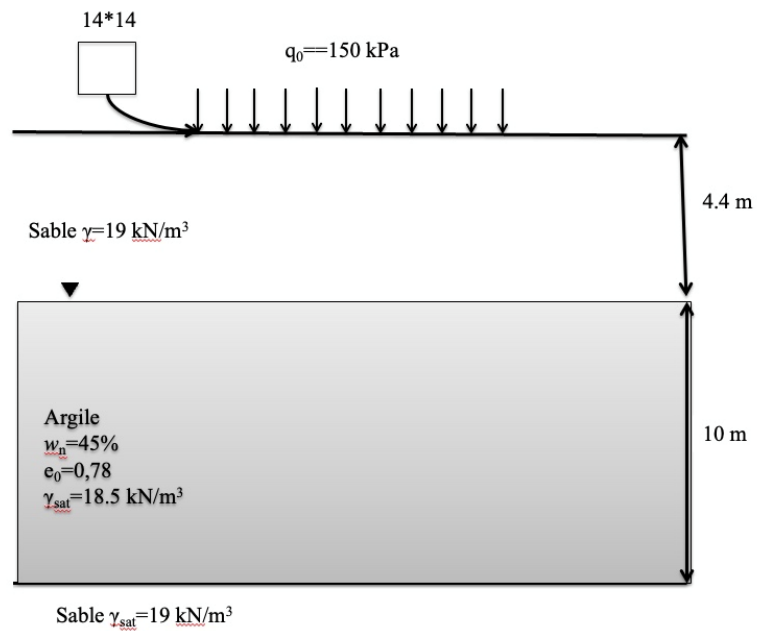


Figure 2

Question 5 – Résistance au cisaillement (25 %)

Un essai triaxial drainé a été réalisé sur trois échantillons de sable.

Les résultats obtenus sont les suivants :

Essai	σ_3 (kPa)	σ_1 à rupture (kPa)
1	100	260
2	200	390
3	300	520

- a) Tracer le diagramme de Mohr-Coulomb à partir de ces données **(4 %)**.
- b) Déterminer les paramètres de résistance au cisaillement : cohésion effective c' et angle de frottement interne effectif ϕ' **(8 %)**.
- c) Si une fondation transmet une contrainte normale de 200 kPa, quelle est la contrainte de cisaillement maximale admissible selon ces paramètres **(5 %)**?
- d) Si les contraintes appliquées sur l'échantillon intact sont $\sigma_3 = 120$ kPa et $\sigma_1 = 245$ kPa, y a-t-il rupture ? Quel est le coefficient de sécurité **(8 %)**?