

FILIERE : Génie Civil

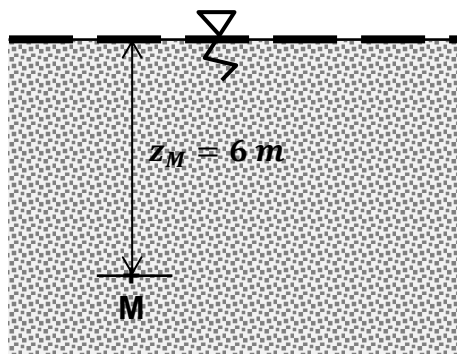
SPECIALITE : Master Géotechnique (M1/S2)

COURS : Dynamique des sols

INTERROGATION N° : 1

(Date : 15/04/2026 - Durée : 1 heure 30)

Considérons le massif argileux suivant :



Argile molle

- Poids volumique saturé $\gamma_{sat} = 20 \text{ kN/m}^3$
- Cohésion non drainée $c_u = 30 \text{ kPa}$
- Indice des vides en place $e_o = 0.67$
- Indice de plasticité $I_p = 40\%$
- Pression de préconsolidation $\sigma'_p = 60 \text{ kPa}$
- Coefficient de Poisson $\nu = 0.25$

Calculer au point M le module de cisaillement maximal G_{max} par les méthodes de Hardin et Black (1968), Hardin et Drnevich (1972) et Seed et Idriss (1970), puis commenter les résultats trouvés. Déduire ensuite le module de cisaillement maximal moyen G_{moy} correspondant, puis calculer la vitesse de propagation des ondes de cisaillement V_s correspondante.

N.B. Seules les notes de cours sont autorisées.

Bonne chance

Prof. Mohamed Khemissa

Corrigé

- **Pression effective des terres :** $\sigma'_{vo} = \gamma' z_M = (\gamma_{sat} - \gamma_w) z_M = (20 - 10) \times 6 = 60 \text{ kPa}$ (#2)
- **Rapport de surconsolidation :** $R_{oc} = \frac{\sigma'_p}{\sigma'_{vo}} = \frac{60}{60} = 1 \Rightarrow$ Argile normalement consolidée (#2)
- **Coefficient de pression des terres au repos :** $K_o = K_o^{nc} = 0.40 + 0.007 I_p$ pour $0 \leq I_p \leq 40\%$
 $\Rightarrow K_o = 0.40 + 0.007 \times 40 = 0.68$ (#2)

- **Contrainte moyenne effective :** $\sigma'_m = \frac{1+2K_o}{3} \sigma'_{vo}$
 $\Rightarrow \sigma'_m = \frac{1+2 \times 0.68}{3} \times 60 = 47.2 \text{ kPa}$ (#2)

- **Exposant k :** $I_p = 40\% \Rightarrow k = 0.3$ (Tableau) (#2)

- **Module de cisaillement maximal :**

– **Méthode de Hardin et Black (1968) :**

$$G_{max} = \frac{3230(2.97-e)^2}{1+e} (R_{oc})^k \sqrt{\sigma'_m} \quad | \quad e = e_o = 0.67$$

$$\Rightarrow G_{max} = \frac{3230(2.97-0.67)^2}{1+0.67} (1)^{0.3} \sqrt{47.2} = 70\,293.104 \text{ kPa} = 70.293 \text{ MPa} \quad (\#2)$$

– **Méthode de Hardin et Drnevich (1972) :**

$$G_{max} = K \cdot p_a \cdot (R_{oc})^k \cdot F(e) \cdot \left(\frac{\sigma'_m}{p_a}\right)^n$$

avec :

$$\triangleright K = 600$$

$$\triangleright n = 0.5$$

$$\triangleright F(e = e_o = 0.67) = \frac{1}{0.3+0.7e^2} = \frac{1}{0.3+0.7 \times 0.67^2} = 1.63$$

$$\triangleright p_a = 100 \text{ kPa}$$

$$\Rightarrow G_{max} = 600 \times 100 \times (1)^{0.3} \times 1.63 \times \left(\frac{47.2}{100}\right)^{0.5} = 67\,190.807 \text{ kPa} = 67.191 \text{ MPa} \quad (\#2)$$

– **Méthode de Seed et Idriss (1970) :**

$$G_{max} = K \cdot c_u \quad | \quad 1000 \leq K \leq 3000 \Rightarrow K_{moy} \approx 2000$$

$$\Rightarrow G_{max} = 2000 \times 30 = 60\,000 \text{ kPa} = 60 \text{ MPa} \quad (\#2)$$

- **Commentaire :** Résultats concordants d'une méthode à l'autre. (#1)

- **Module de cisaillement maximal moyen :**

$$G_{moy} = \frac{70\,293.104 + 67\,190.807 + 60\,000}{3} = 65\,827.970 \text{ kPa} = 65.828 \text{ MPa} \quad (\#1)$$

- **Vitesse moyenne de propagation des ondes de cisaillement :**

$$V_s = \sqrt{\frac{G}{\rho}} \quad | \quad \rho = \frac{\gamma}{\gamma_w} \Rightarrow V_{s/moy} = \sqrt{\frac{G_{moy}}{\rho}} = \sqrt{\frac{G_{moy}}{\frac{\gamma_{sat} - \gamma_w}{\gamma_w}}} = \sqrt{\frac{65\,827.970}{\frac{20-10}{10}}} = 256.6 \text{ m/s} \quad (\#2)$$