

EMD - Corrigé

S2 - Master Géotechnique - 09/05/2026

R1. La hauteur piézométrique représente l'énergie totale par unité de masse. Elle est donnée par : $h = \frac{v^2}{2g} + \frac{u}{\gamma_w} + z$. Lors de l'étude de la filtration dans les sols, cette formule se simplifie en $h = \frac{u}{\gamma_w} + z$, car la **vitesse d'écoulement (v) est extrêmement faible** (écoulement laminaire). Par conséquent, le terme de l'énergie cinétique $\frac{v^2}{2g}$, devient négligeable et peut être ignoré.

02 Points

R2. Sol et type de formation

07 x 0.5 Points

k(m/s)	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰
Sol	Gravier	Sable			Limon			Argile	
Type de formation	Perméable	Semi-perméable						Imperméable	

R3. Du point de vue de la perméabilité :

01.5 Points

- **Sol isotrope** : La perméabilité est identique dans toutes les directions ($k_x = k_y = k_z$).
- **Sol anisotrope** : La perméabilité varie selon la direction (généralement $k_{\text{horizontale}} > k_{\text{verticale}}$ en raison de la stratification des dépôts de sol).

R4. Lorsque la topographie et la nature du terrain présentent une fondation rocheuse perméable, la solution adoptée est généralement la mise en place d'un **voile d'injection** (rideau d'étanchéité) ou d'une paroi moulée pour couper l'écoulement sous l'ouvrage et prévenir l'érosion interne.

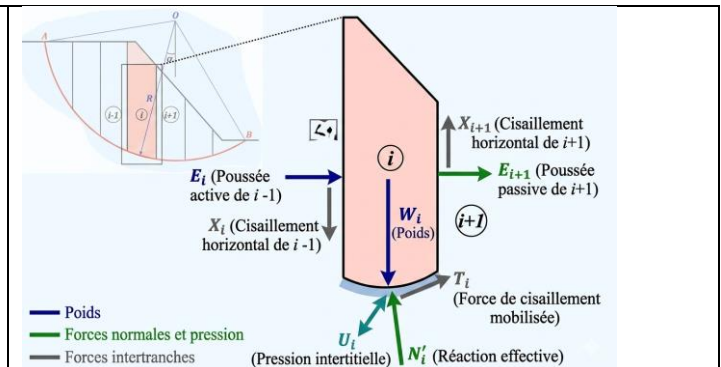
01.5 Points

R5. Cette méthode analyse l'équilibre d'un talus en le subdivisant en plusieurs tranches.

06 x 0.5 Points

Forces agissant sur la tranche i:

- **Wi (Poids)** : Le poids propre de la tranche.
- **Ni et Ti** : Réactions normale et tangentielle (cisaillement) à la base.
- **Hi, Hi+1** : Forces inter-tranches horizontales. (Ei)
- **Vi, Vi+1** : Forces inter-tranches verticales. (Xi)
- **Ui** : Force due à la pression interstitielle à la base.



Différence entre Fellenius et Bishop :

01.5 Points

- **Méthode de Fellenius** : Néglige totalement les forces inter-tranches (H et V). Elle est simple mais pessimiste.
- **Méthode de Bishop (simplifiée)** : Prend en compte les forces horizontales (H) mais néglige les forces verticales (V). Elle offre une meilleure précision pour le calcul du coefficient de sécurité.

R6. Calculs sur le réseau d'écoulement du barrage

1. Calcul de la conductivité hydraulique (k)

01 Point

En utilisant la formule du débit par unité de largeur :

- Débit mesuré $q = 2,5 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s/m}$
- Hauteur d'eau $H = 40 \text{ m}$
- $N_c = 3$ (tubes de courant) et $N_h = 13$ (nombre d'intervalles entre équipotentielles).

$$k = \frac{q}{H \cdot (N_c/N_h)} = \frac{2,5 \times 10^{-5}}{40 \cdot (3/13)} = 2,71 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

2. Type de sol :

01 Point

Avec une valeur de $k = 2,71 \times 10^{-6} \text{ m/s}$, le sol se classe dans la catégorie de **Limon ou Sable fin** selon le tableau de la Q2.3. La perte de charge par intervalle est : $\Delta h = \frac{H}{N_h} = \frac{40}{13} + 3,077 \text{ m}$

01 Point

La charge totale en un point est $h = H - n \cdot \Delta h$

Où n est le nombre de chutes.

La pression interstitielle est : $u = \gamma_w(h - z)$ On prend $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$.

- **Point A (n=2, z=12m) :**

- $h_A = 40 - (2 \times 3,077) = 33,846 \text{ m}$

01 Point

- $u_A = 10 \times (33,846 - 12) = 218,46 \text{ kPa}$

01 Point

- **Pour les points B et C :**

- $h=z$ et $u_B = u_C = 0$

2 x 01 Point