

Corrigé type d'examen final

Hydrogéologie : (Janvier 2025)

Exercice : 1 (10pts)

➤ L'équation de continuité : L'équation de continuité : $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4$ 0,5

$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 = A_3 \cdot V_3 = A_4 \cdot V_4$ Puisque l'écoulement est uniforme

$$\rightarrow V_1 = V_2 = V_3 = V_4$$

➤ La forme de la ligne piézométrique (Le gradient hydraulique)

L'écoulement est uniforme : $V_1 = V_2 = V_3 = V_4$ Donc : $K_1 i_1 = K_2 i_2 = K_3 i_3 = K_4 i_4$ et puisque :

Le milieu est hétérogène $K_1 \neq K_2 \neq K_3 \neq K_4$ et $K_1 > K_2 > K_3 > K_4$ donc

$$i_1 \neq i_2 \neq i_3 \neq i_4 \text{ et } i_1 < i_2 < i_3 < i_4.$$

Les gradients hydrauliques seront **différents** et la forme de la ligne piézométrique sera des droites mais à des **pentés différentes**.

➤ La valeur de i_1 :

$$K_1 i_1 = K_2 i_2 = K_3 i_3 = K_4 i_4 \quad i_1 = \frac{h_1}{l_1}$$

$$K_1 \times \frac{h_1}{l_1} = K_2 \times \frac{h_2}{l_2} \rightarrow h_2 = \frac{K_1}{K_2} h_1 \times \frac{l_2}{l_1}$$

$$K_1 \times \frac{h_1}{l_1} = K_3 \times \frac{h_3}{l_3} \rightarrow h_3 = \frac{K_1}{K_3} h_1 \times \frac{l_3}{l_1}$$

$$K_1 \times \frac{h_1}{l_1} = K_4 \times \frac{h_4}{l_4} \rightarrow h_4 = \frac{K_1}{K_4} h_1 \times \frac{l_4}{l_1}$$

$$h = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = h_1 \left[1 + \left(\frac{K_1}{K_2} \times \frac{l_2}{l_1} + \frac{K_1}{K_3} \times \frac{l_3}{l_1} + \frac{K_1}{K_4} \times \frac{l_4}{l_1} \right) \right]$$

$$h_1 = \frac{h}{1 + \left(\frac{K_1}{K_2} \times \frac{l_2}{l_1} + \frac{K_1}{K_3} \times \frac{l_3}{l_1} + \frac{K_1}{K_4} \times \frac{l_4}{l_1} \right)}$$

$$i_1 = \frac{h_1}{l_1} = \frac{h}{l_1 + l_2 \frac{K_1}{K_2} + l_3 \frac{K_1}{K_3} + l_4 \frac{K_1}{K_4}}$$

$$i_1 = 0.0066$$

$$K_1 \times i_1 = K_2 \times i_2 = K_3 \times i_3 = K_4 \times i_4$$

$$i_2 = \frac{K_1 \times i_1}{K_2} = 2i_1 = 0.013$$

$$i_3 = \frac{K_1 \times i_1}{K_3} = 3i_1 = 0.02$$

$$i_4 = \frac{K_1 \times i_1}{K_4} = 4i_1 = 0.026$$

➤ La formule générale de V pour (n) couche :

On a

$$K_1 \times i_1 = K_2 \times i_2 = K_3 \times i_3 = K_4 \times i_4 \rightarrow V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = V$$

$$V_1 = K_1 \times i_1 = K_1 \frac{h}{l_1 + l_2 \frac{K_1}{K_2} + l_3 \frac{K_1}{K_3} + l_4 \frac{K_1}{K_4}} = \frac{h}{\frac{l_1}{K_1} + \frac{l_2}{K_2} + \frac{l_3}{K_3} + \frac{l_4}{K_4}}$$

$$V = \frac{h}{\frac{l_1}{K_1} + \frac{l_2}{K_2} + \frac{l_3}{K_3} + \frac{l_4}{K_4}}$$

Pour (n) couche :

$$V = \frac{h}{\frac{l_1}{K_1} + \frac{l_2}{K_2} + \dots + \frac{l_n}{K_n}}$$

➤ La formule générale de K_m la perméabilité moyenne de $K_1 K_2 K_3 K_4$:

➤ On utilise le coefficient de perméabilité moyenne :

$$Q = S \cdot K_{moyenne} \cdot \frac{h}{l_1 + l_2 + l_3 + l_4} \quad \text{et} \quad Q = S \cdot V = S \cdot \frac{h}{\frac{l_1}{K_1} + \frac{l_2}{K_2} + \frac{l_3}{K_3} + \frac{l_4}{K_4}}$$

$$K_{moyenne} \cdot \frac{h}{l_1 + l_2 + l_3 + l_4} = \frac{h}{\frac{l_1}{K_1} + \frac{l_2}{K_2} + \frac{l_3}{K_3} + \frac{l_4}{K_4}}$$

$$K_{moyenne} = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + l_4}{\frac{l_1}{K_1} + \frac{l_2}{K_2} + \frac{l_3}{K_3} + \frac{l_4}{K_4}} = \frac{2K_1}{5} = 4,8 \cdot 10^{-4} \text{ Cm/s}$$

$$K_{moyenne} = 4,8 \cdot 10^{-4} \text{ Cm/s}$$

Exercice : 2 (7pts)

- Le coefficient de la perméabilité du Darcy :

$$Q = K.S.i \quad 0,25$$

$$K = Q/Si \quad 0,25$$

$$Q = 180 \text{ cm}^3 / 1 \text{ min} = 3 \text{ cm}^3 / \text{s}$$

$$i = H/e : 0,25$$

$$H = 300 \text{ mm} = 30 \text{ cm}$$

$$e = 600 \text{ mm} = 60 \text{ cm}$$

$$i = 30/60 = 1/2$$

$$i = 1/2 = 0.5 \quad 0,5$$

$$S = L * l \quad 0,25$$

$$K = 3 / ((50 * 5) * 1/2) = 24 \cdot 10^{-3} \text{ cm/s}$$

$$K = 24 * 10^{-3} \text{ cm/s} \quad 0,5$$

$$V = Q/S = 3 / (50 * 5) = 12 * 10^{-3} \text{ cm/s}$$

$$V = 12 * 10^{-3} \text{ cm/s} \quad 0,5$$

- Les valeurs de la porosité totale, la vitesse réelle moyenne et la vitesse réelle effective :

➤ La porosité totale :

$$P \% : (V_{\text{Vides}} / V_{\text{Totale}}) * 100 \quad 0,5$$

$$V_{\text{Totale}} = L * l * e = 50 * 5 * 60 = 15000 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{Totale}} = 15000 \text{ cm}^3 \quad 0,5$$

$$V_{\text{Vides}} = V_{\text{Totale}} - V_{\text{Solide}} \quad 0,5$$

$$V_{\text{Solide}} = \text{Volume des grains} = \text{Nombre des grains} * \text{Volume Unitaire} \quad 0,5$$

Volume d'une sphère $V = 4/3 \cdot \pi \cdot r^3$

$$V_{\text{Solide}} = [(500/0,5 * 50/0,5 * 600/0,5) * 4/3 * 3.14 * (0.25)^3] = 7853.91 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{Vides}} = 15000 \text{ cm}^3 - 7854 \text{ cm}^3 = 7146 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{Vides}} = 7146 \text{ cm}^3 \quad 0,5$$

$$P \% = 48\% \quad 0,5$$

➤ La vitesse réelle moyenne/

$$V_{\text{réelle}} = Q/S_{\text{réelle}} = 3 / (50 * 5 * 0.48) = 25 * 10^{-3} \text{ cm/s}$$

$$V_{\text{réelle}} = 25 * 10^{-3} \text{ cm/s} \quad 0,5$$

➤ La vitesse réelle effective/

$$V_{\text{réelle effe}} = Q/S_{\text{réelle effe}} = 3/(50*5*0.48*0.8) = 25*10^{-3} \text{ cm/s} \quad 0,5 \checkmark$$

$$V_{\text{réelle}} = 31.25*10^{-3} \text{ cm/s} \quad 0,5 \checkmark$$

Exercice : 3 (03 pts) :

1) Citer dans un tableau la différence entre la perméabilité et la porosité.

la perméabilité	la porosité
Facteur cinétique (Dynamique) 0,25	Facteur physique (Statique) 0,25
Vitesse 0,25	Exprime un Pourcentage 0,25
Unité (Cm/s) 0,25	Sans unité 0,25
Facteur variable (change avec la température pression, viscosité des fluides) 0,25	Facteur constant 0,25

2) Les facteurs qui influent sur la porosité.

- La forme des grains 0,25
- L'arrangement des grains 0,25
- Les dimensions respectives (Diamètre des grains et la surface spécifique des grains) 0,25
- Interconnexion des pores 0,25
- La cimentation et la compaction de la roche 0,25