

La perte de charge

1) Calcul de la ligne piézométrique :

1.1) Pour un mouvement uniforme et le milieu homogène :

Si on ouvre le robinet H_1 baisse, et si l'on ferme le niveau H_2 monte, on cherche donc le niveau piézométrique selon le tube du sable sachons que $K = \text{constante}$ (milieu homogène) $A = \text{Section}$ est constante

Devisant le tube en 3 parties égales et on mètre des piézomètres à chaque partie on a donc :

➤ L'équation de continuité : $Q_1 = Q_2 = Q_3$

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

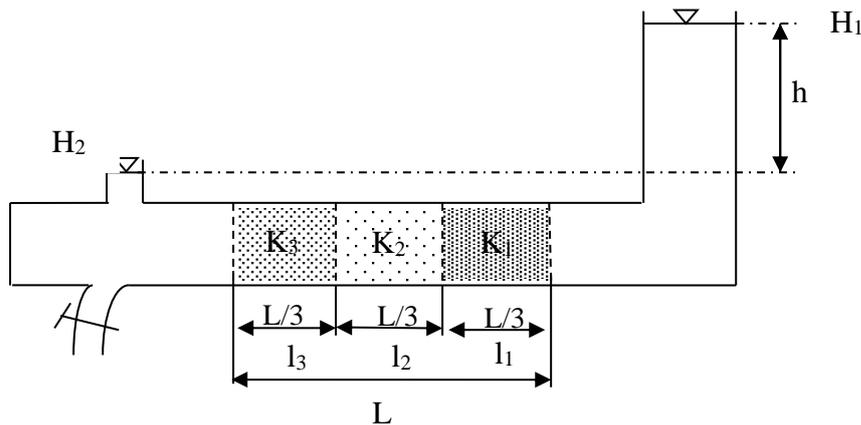
$$A_1 = A_2 = A_3 \rightarrow V_1 = V_2 = V_3$$

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

On a : $V_1 = V_2 = V_3$ Donc : $K_1 i_1 = K_2 i_2 = K_3 i_3$ et puisque :

Le milieu est homogène $K_1 = K_2 = K_3 = \text{donc} : i_1 = i_2 = i_3$

Doc la ligne piézométrique est une **droite** ou $i = i_1 = i_2 = i_3 = (H_1 - H_2) / L$.



1.2) Pour un mouvement uniforme et le milieu hétérogène (Ecoulement \perp Section)

On parle de l'équation de continuité

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

$$A_1 = A_2 = A_3 \rightarrow V_1 = V_2 = V_3$$

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

On a : $V_1 = V_2 = V_3$ Donc : $K_1 i_1 = K_2 i_2 = K_3 i_3$ et puisque :

Le milieu est hétérogène $K_1 \neq K_2 \neq K_3$ donc :

$$i_1 \neq i_2 \neq i_3.$$

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 :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

On a

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

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

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

Pour (n) couche :

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

Remarque :

Dans la pratique en Hydrogéologie, on utilise le coefficient de perméabilité moyen K_m

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

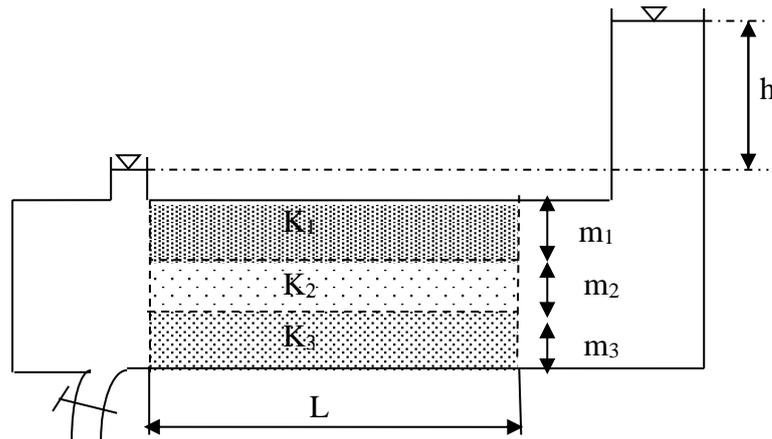
➤ On utilise le coefficient de perméabilité moyenne :

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

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

$$K_{moyenne} = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{\frac{l_1}{K_1} + \frac{l_2}{K_2} + \frac{l_3}{K_3}}$$

1.3) Pour un mouvement uniforme et le milieu hétérogène (Ecoulement // Section)



$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_1 = m_1 k_1 \frac{h_1}{L}$$

$$Q_2 = m_2 k_2 \frac{h_2}{L}$$

$$Q_3 = m_3 k_3 \frac{h_3}{L}$$

Les lignes piézométrique est le même pour les 3 couches, on a le même niveau.

Remarque :

Dans la pratique en Hydrogéologie, on utilise le coefficient de perméabilité moyen K_m

$$Q_T = (m_1 k_1 + m_2 k_2 + m_3 k_3) * I$$

$$Q_T = (m_1 + m_2 + m_3) * k_{MOY} * I$$

$$K_{moyenne} = \frac{K_1 \times m_1 + K_2 \times m_2 + K_3 \times m_3 + \dots \dots \dots K_n \times m_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots \dots \dots + m_n}$$