

4. Bilan de puissance pour un circuit hydraulique

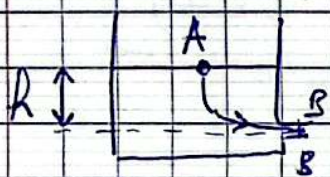
4.1. Circuit et réservoir de gazole

4.1.1. Vidange d'un citrine

1. Relation de Bernoulli $\Delta \left(\frac{p}{\rho} + \frac{1}{2} v^2 + g z \right) = 0$

valable pour fluide parfait incompressible en écoulement stationnaire le long d'une ligne de courant

⇒ elle est valable ici car on néglige les effets de viscosité dans cette partie du système
⊕ vidange lente donc stationnaire



$$\text{donc } \frac{p_A - p_B}{\rho} + \frac{1}{2} (v_A^2 - v_B^2) + g h = 0$$

Écoulement stationnaire et incompressible donc $D_{vA} = D_{vB}$

$$\text{donc } v_A S_A = v_B S_B$$

$$\text{or } S_B < S_A \Rightarrow v_A < v_B$$

$$\text{donc } v_A^2 < v_B^2$$

$$\text{donc } \frac{p_A - p_B}{\rho} + \frac{1}{2} (-v_B^2) + g h = 0$$

$$\text{or } p_A = p_B = p_0$$

$$\text{donc } \boxed{v_B = \sqrt{2gh}}$$

$$\underline{2.} \quad D_v = \frac{SV}{dt} = - \frac{dV_{\text{citrine}}}{dt} = - S_A \frac{dh}{dt} \quad \text{or } D_{vB} = v_B S_B = \sqrt{2gh} S_B$$

$$\text{donc } -S_A \frac{dh}{dt} = \sqrt{2gh} S_B$$

$$\text{donc } \frac{dh}{\sqrt{h}} = -\sqrt{2g} \frac{S_B}{S_A} dt$$

$$\text{donc } \int_H^0 \frac{dh}{\sqrt{h}} = -\sqrt{2g} \frac{S_B}{S_A} \int_0^T dt$$

$$\text{de } \left[\frac{1}{2} \sqrt{h} \right]_H^0 = -\sqrt{2g} \frac{S_B}{S_A} T$$

$$\text{de } \boxed{T = \frac{\sqrt{H} S_A}{2\sqrt{2g} S_B}} \quad T =$$

3. avec une perte de charge singulière la relation de Bernoulli devient

$$\Delta \left(\frac{1}{\rho} + \frac{1}{2} v^2 + gz \right) = w_G = -\frac{K_C}{2} V_B^2$$

$$\text{donc } -\frac{1}{2} V_B^2 + gh = -\frac{K_C}{2} V_B^2$$

$$\text{donc } V_B = \sqrt{\frac{2gh}{1+K_C}}$$

$$\text{donc } \boxed{T = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{(1+K_C) H}{2g}} \frac{S_A}{S_B}} \quad T =$$

4. 1. 2. Remplissage d'un réservoir

$$\underline{1.} \quad w_G = -K_{ht} \frac{1}{2} V_{moy}^2 \quad \text{or } K_{ht} = K_{convergent} + K_{S \rightarrow C} + K_{curve} + K_{vte} + K_{d \rightarrow E}$$

$$\text{donc } K_{ht} = K_C + \left(1 + \frac{1}{2}\right) + \left(1 + \frac{1}{2}\right) + K_{vte} + \frac{1}{2} \left(0.31 + 1.84 f_x \left(\frac{L}{R_e}\right)^{3/2}\right)$$

$$K_{ht} =$$

$$2. Re = \frac{\rho v d}{\eta} = 2 \frac{\rho V_{max} a}{\eta} =$$

nombre de Reynolds K_{η} grand $\Rightarrow$ écoulement turbulent dans la conduite

f se détermine alors à partir d'un diagramme de Moody

$$\text{avec } \frac{\epsilon}{2a} = 0,001 \text{ et } Re = \Rightarrow f =$$

$$\frac{\Delta P}{\rho} = f \times \frac{1}{2} \times \frac{V_{max}^2}{2} \times L =$$

3. Relation de Bernoulli généralisée de A à E

$$\Rightarrow \Delta \left(\frac{p}{\rho} + \frac{1}{2} v^2 + g z \right) = \underbrace{w_{G, régulière}} + \underbrace{w_{G, singulière}} + \underbrace{w_{\eta}}$$

$$\Rightarrow \frac{p_E - p_A}{\rho} + \frac{1}{2} (V_E^2 - V_A^2) + g z_A = - f \times \frac{V_{max}^2}{2} \times \frac{L}{2} - K_{\eta} \frac{V_{max}^3}{2} + \frac{1}{D_m} P_{\eta}$$

$$p_A = p_E = P_0, \quad S_A V_A = S_E V_E \Rightarrow V_A = \frac{\pi a^2}{S_A} V_E$$

$$dV_E = V_{max}$$

$$D_m = \rho D_v = \rho \pi a^2 V_{max}$$

$$\text{donc } P_{\eta} = \rho \pi a^2 V_{max} \left[\frac{1}{2} \left(-\frac{\pi a^2}{S_A} + 1 \right) V_{max}^2 + f \times \frac{L}{4} V_{max}^2 + \frac{K_{\eta}}{2} V_{max}^2 \right]$$

$$\text{donc } P_{\eta} = \frac{\rho \pi a^2 V_{max}^3}{2} \left[1 - \frac{\pi a^2}{S_A} + \frac{f L}{2} + K_{\eta} - \frac{2 g z_A}{V_{max}} \right]$$

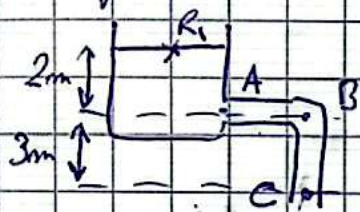
$$P_{\eta} =$$

$$P_e = \frac{P_m}{0.8} =$$

4.2. Plancher chauffant

4.2.1. Écoulement gravitaire

1. de la surface de R_1 à C on néglige les pertes de charge $\Rightarrow$ fluide parfait et écoulement stationnaire et incompressible
équation de Bernoulli



$$\Delta \left(\frac{1}{\rho} + \frac{1}{2} v^2 + gz \right) = 0$$

$$\text{donc } \frac{p_{R1} - p_C}{\rho} + \frac{1}{2} (v_{R1}^2 - v_C^2) + gh = 0$$

avec $h = 5 \text{ m}$

$$\text{donc } \frac{P^0 - p_C}{\rho} + \frac{1}{2} (-v_1^2) + gh = 0$$

$$\text{donc } \boxed{p_C = P^0 - \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho gh}$$

D_v se conserve (écoulement incompressible et stationnaire)

$$\text{donc } D_v = v_1 \times \frac{\pi d_1^2}{4} \quad \text{donc } \boxed{v_1 = \frac{4 D_v}{\pi d_1^2}}$$

$$D_v = v_2 \times \frac{\pi d_2^2}{4} \quad \text{donc } \boxed{v_2 = \frac{4 D_v}{\pi d_2^2}}$$

$$\text{d'où } v_1 =$$

$$v_2 =$$

$$p_C =$$

2. So on considère D et F comme un couple complet, on obtient 1.1

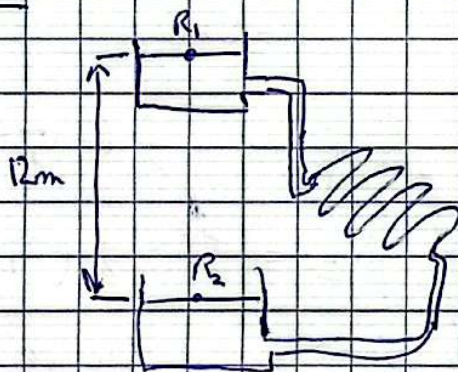
$$\text{donc } \boxed{W_{G, \text{singulier}} = -1.1K \times \frac{v_2^2}{2}} \quad W_{G, \text{singulier}} =$$

3. $W_{G, \text{régulier}} = -\frac{\Delta P}{\rho} = -\xi \times \frac{v_2^2}{2} \times \frac{10L}{d_2}$

avec $\frac{E_2}{d_2} =$ et $R_2 = \frac{\rho v_2 d_2}{\eta} = \Rightarrow \xi =$

donc $W_{G, \text{régulier}} =$

4. Relation de Bernoulli généralisée de R_1 et R_2



$$\Delta\left(\frac{p}{\rho} + \frac{1}{2}v^2 + gz\right) = W_{G, \text{régulier}} + W_{G, \text{singulier}}$$

donc $\Delta\left(\frac{p}{\rho} + \frac{1}{2}v^2 + gz\right) = \frac{p_{R1} - p_{R2}}{\rho} + \frac{1}{2} \times 0 \times gH$

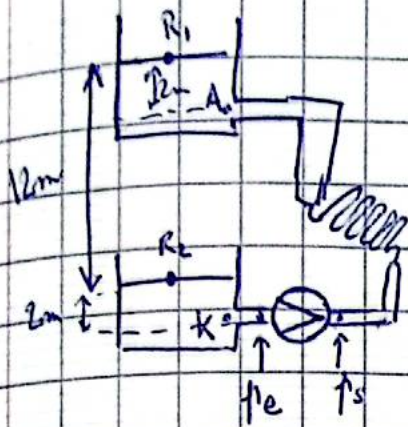
soit $p_{R1} = p_{R2}$ donc $= gH =$
avec $H = 12 \text{ m}$

et $W_{G, \text{régulier}} + W_{G, \text{singulier}} =$

4.2.2. Dispositif de pompage

1. si D_v identique $\Rightarrow v_2$ identique $\Rightarrow W_G$ identique

donc $W_G = gH$



th. de Bernoulli-généralisée

$$\left. \begin{aligned} p_A + \frac{1}{2} \rho v_1^2 &= p_{R_1} \\ p_K + \frac{1}{2} \rho v_1^2 &= p_{R_2} \end{aligned} \right\} \text{ donc } p_A - p_K = p_{R_1} - p_{R_2} = \rho g H$$

$$\frac{p_A - p_K}{\rho} + \frac{1}{2} (v_2^2 - v_1^2) + gH = w_G + w_u$$

$$\text{et } w_u = \frac{p_S - p_e}{\rho} = \frac{\Delta P}{\rho}$$

$$\text{donc } \boxed{\Delta P = \rho g H - \rho w_G} \quad \Delta P = \text{et avec } H=0 \text{ si } R_1, R_2 \text{ au même niveau } \Delta P =$$

2. $\frac{\Delta P}{\rho} = g z$ donc $\boxed{z = \frac{\Delta P}{\rho g}}$ $z =$ et avec $H=0$ on a $z =$

Puis $D_v = 0,005 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ et fait une pompe avec une charge supérieure à la valeur précédente

Puis et fait choisir à $D_v = 0,005 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ une de pompe possible avec le meilleur rendement.

2. $P_e = \frac{P_u}{\eta}$ avec η le rendement

$$P_e = D_v \frac{\rho g H}{\eta} = \frac{\rho g H}{\eta} \quad \text{avec } H \text{ la charge (en m)}$$

D_v débit volumique
 ρ masse volumique

$$\boxed{P_e = D_v \frac{\rho g H}{\eta}} \quad P_e =$$