

Le pompier ou l'importance de bien définir son système dans un bilan macroscopique

Modélisation

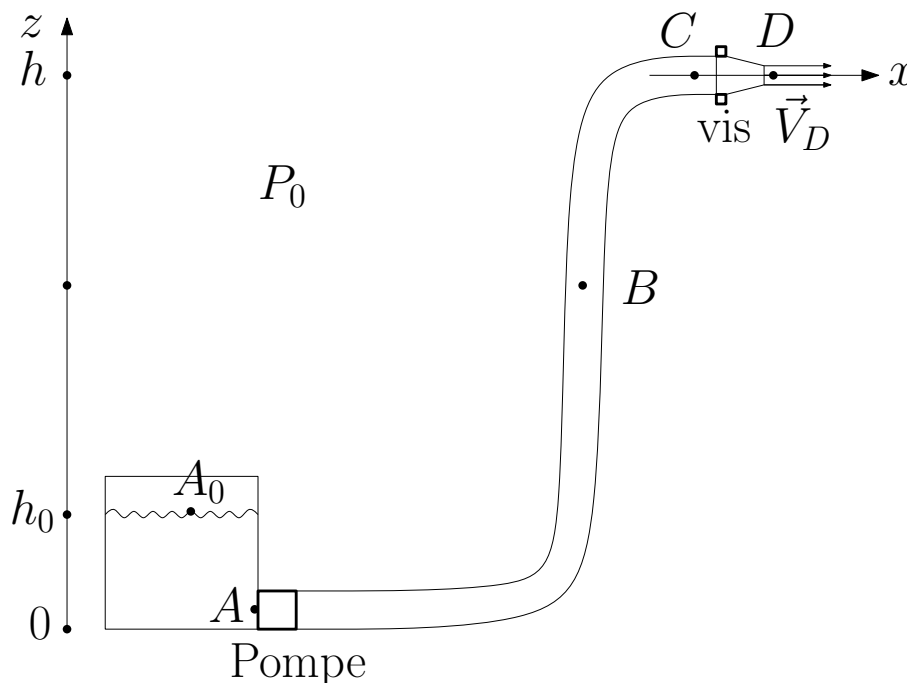


FIGURE 1

Débit volumique

- ✗ Bilan d'énergie cinétique pour le fluide compris entre A (on considère qu'entre A et A₀ la statique des fluides s'applique et on néglige V_A devant V_D) et D :

$$P = \rho D_v \left(\frac{v_D^2}{2} + g(h - h_0) \right) = \rho D_v \left(\frac{D_v^2}{2S^2} + g(h - h_0) \right)$$

- ✗ Connaissant P , h et h_0 , on peut déterminer D_v et donc v_D et $v_C = v_B = \frac{S}{s} v_C$.
On supposera par la suite D_v connu

Force exercée sur les vis

- ✗ Force exercée par les vis pour maintenir l'embout au bout du tuyau : on effectue un bilan de quantité de mouvement sur le système compris entre C et D comprenant le fluide et l'embout et on le projette sur (Ox) :

$$\rho D_v (v_D - v_C) = F + P_C S - P_0 S$$

- ✗ Soit, en utilisant Bernoulli entre C et D :

$$F = \rho D_v^2 \left(\frac{1}{s} - \frac{1}{S} + \frac{S}{2} \left(\frac{1}{S^2} - \frac{1}{s^2} \right) \right)$$

- ✗ Soit, en considérant $S \gg s$:

$$F \approx -\frac{\rho D_v^2 S}{2s^2} < 0$$

Force exercée par l'opérateur

- ✕ Force à exercer pour maintenir la lance fixe. On effectue un bilan de quantité de mouvement sur le système compris entre B et D comprenant le fluide, la conduite, les vis et l'embout :

$$\rho D_v (\vec{v}_D - \vec{v}_B) = P_B S \vec{e}_y - P_0 S \vec{e}_y - mg \vec{e}_y + \vec{F} + \vec{F}_l$$

où :

- $P_B S \vec{e}_y$ représentant la résultante des forces de pression sur la section du tuyau en B
- $-P_0 S \vec{e}_y$ représentant la résultante des forces de pression exercées par l'air sur le système.
- $-mg \vec{e}_y$ représentant le poids du système.
- $\vec{F}$ représentant la force exercée par l'opérateur pour maintenir la lance fixe (dirigée suivant (Ox))
- $\vec{F}_l$ représentant la résultante des forces de cohésion exercées par le reste du tuyau situé en dessous du système (dirigée suivant (Oy))

La projection de cette équation sur (Ox) donne :

$$\rho D_v v_D = F$$

Soit :

$$F = \rho \frac{D_v^2}{s} > 0$$

ODG (2cs)

- ✕ $P = 2.0 \text{ kW}$
- ✕ $h_0 = 2.0 \text{ m}$
- ✕ $S = 8.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
- ✕ $s = 1.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
- ✕ $\rho = 1.0 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

On trouve :

Hauteur $h=12 \text{ m}$

- ✕ $D_v = 0.011 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
- ✕ $F = 8.1 \times 10^2 \text{ N}$, soit l'équivalent de 81 kg

Hauteur $h=20 \text{ m}$

- ✕ $D_v = 0.0086 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
- ✕ $F = 5.7 \times 10^2 \text{ N}$, soit l'équivalent de 57 kg

Il faut certainement diminuer la force obtenue à cause de la perte de charge, mais globalement oui, le pompier doit se mettre à la musculation.