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

## Modélisation

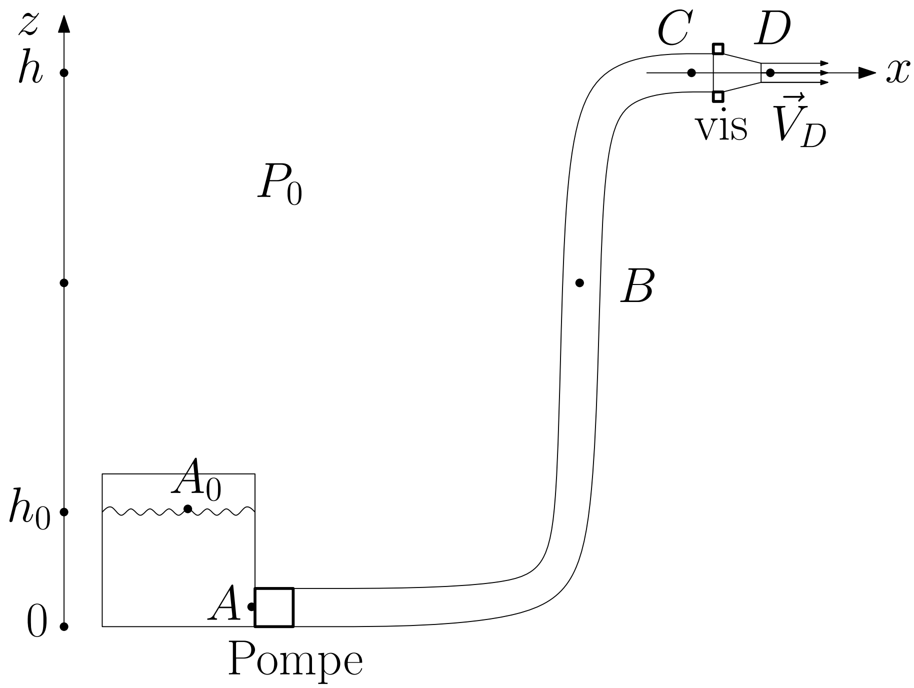


**Figure 1**

### Débit volumique

- Bilan d'énergie cinétique pour le fluide compris entre $A$ (on considère qu'entre $A$ et $A_0$ 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 $v_C = v_B = \dfrac{S}{s} v_C$.

  *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 $S >> s$ :

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

## Force exercée par l'opérateur

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

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

On trouve :

## Hauteur h=12 m

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

## Hauteur h=20 m

- $D_v = 0.0086\,\mathrm{m}^3 s^{-1}$
- $F = 5.7 \times 10^2\,\mathrm{N}$, 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.