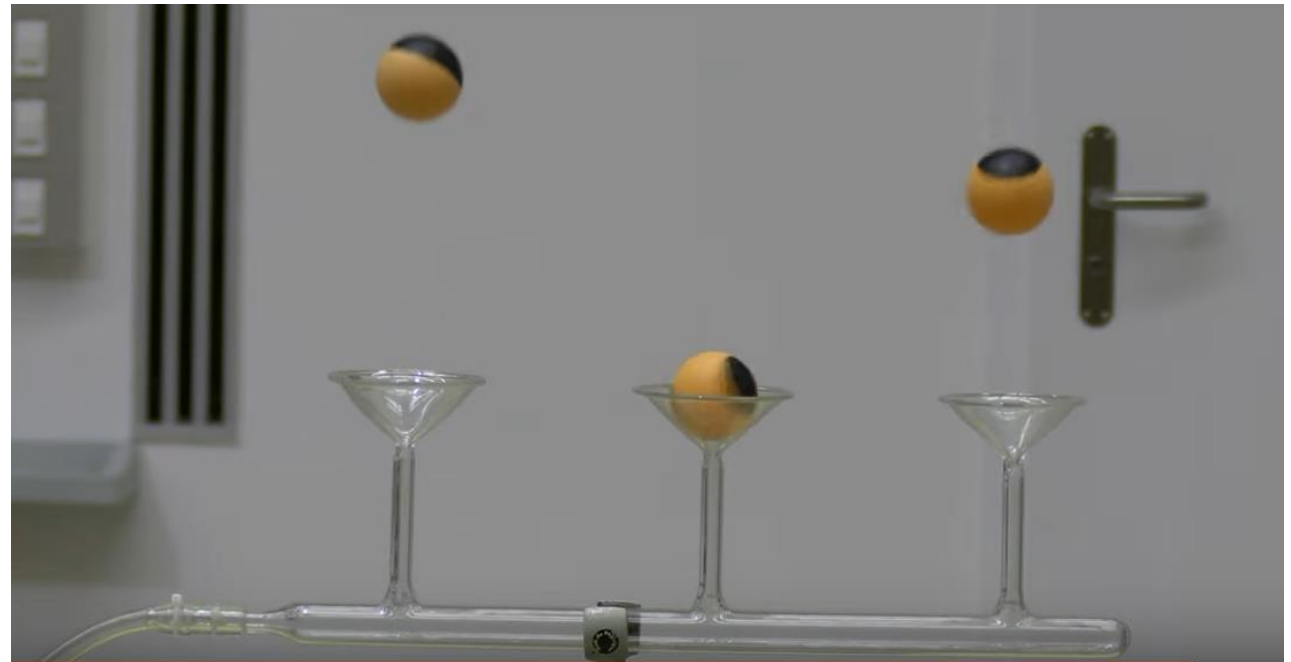


# Ecoulements parfaits

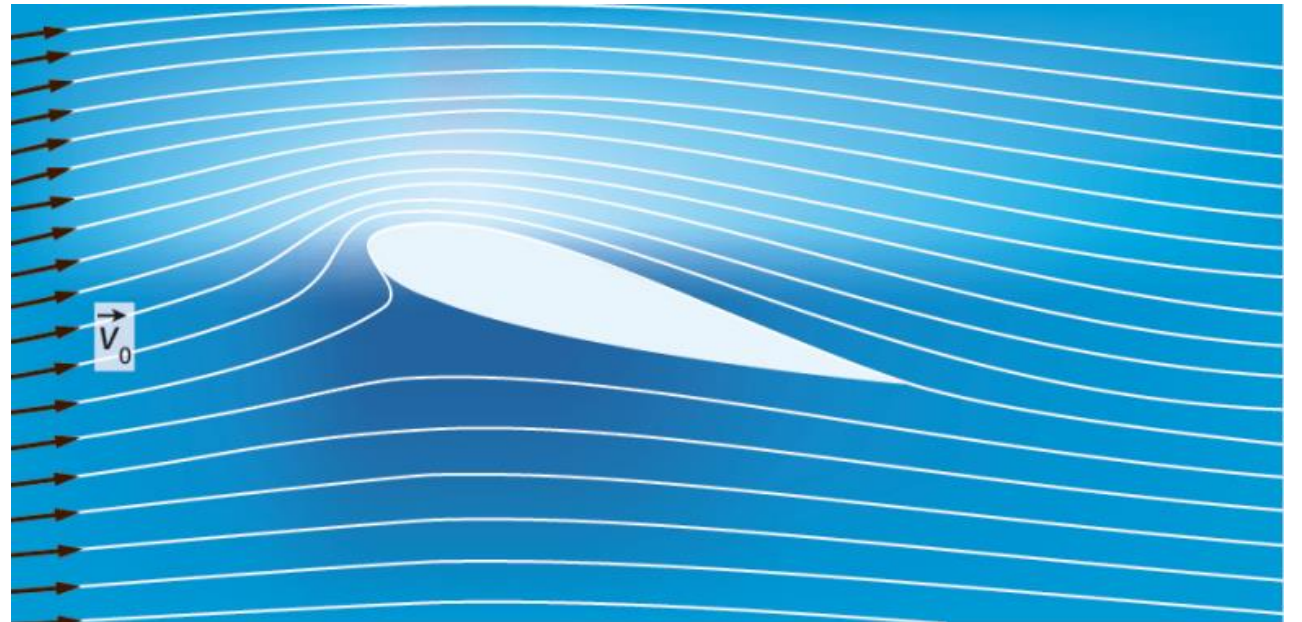
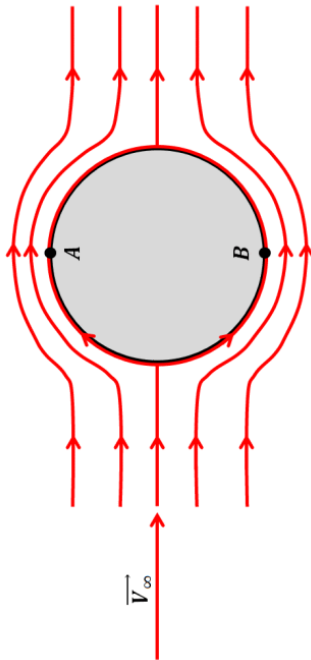
1. Définition
2. Effet Venturi
3. Vidange de Torricelli
4. Relation de Bernoulli



# 1. Définition

L'écoulement parfait est un modèle simplifié dans lequel les particules de fluides glissent parfaitement les unes sur les autres.

- Viscosité négligée
- Conservation de l'énergie
- Les lignes de courant épousent parfaitement la forme des parois ou obstacles
- Écoulement réversible



## 2. Effet Venturi

Lors du rétrécissement du tube de courant d'air :

- La vitesse augmente
- La pression diminue

Justifications :

- conservation du débit d'air  
 $v_1 S_1 = v_2 S_2$  et  $S_2 < S_1 \Rightarrow v_2 > v_1$
- on observe que le liquide jaune est plus bas côté 1, donc

$$p_1 > p_2$$

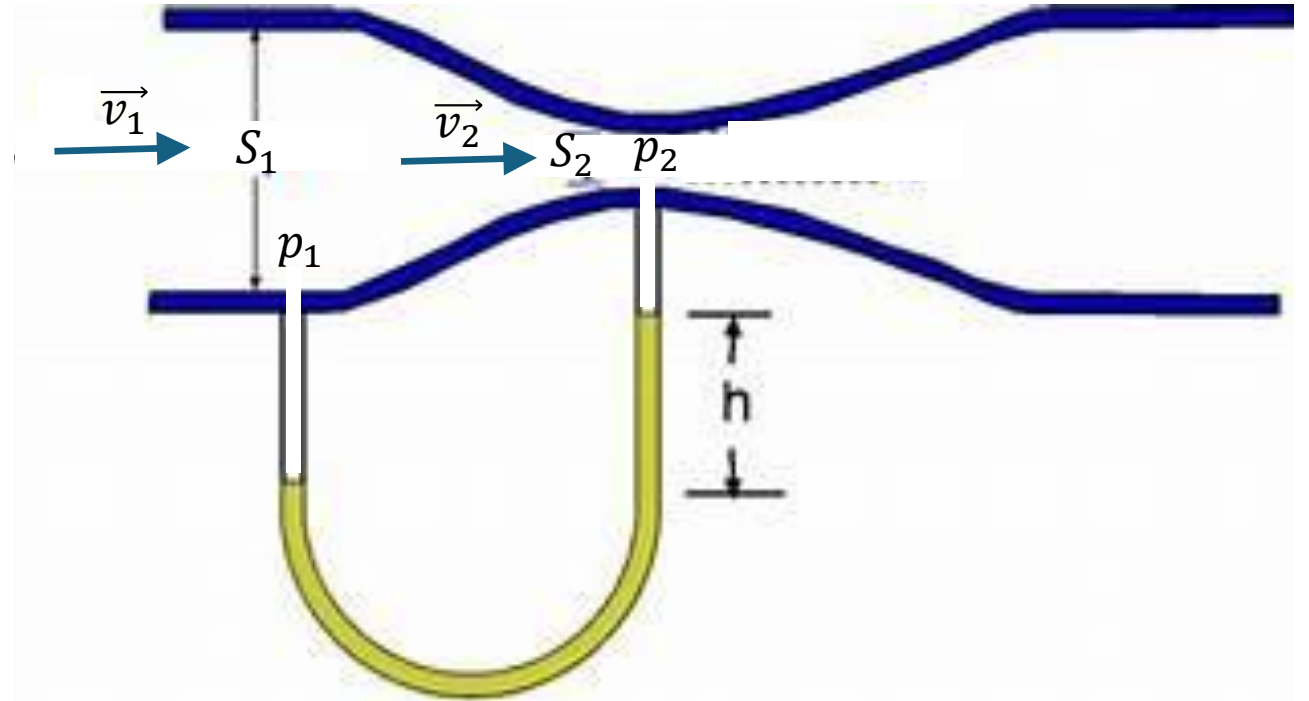
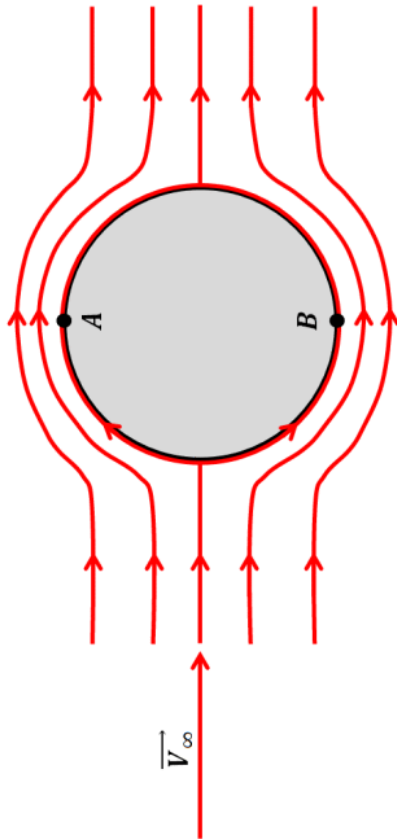


Schéma de l'expérience réalisée en classe

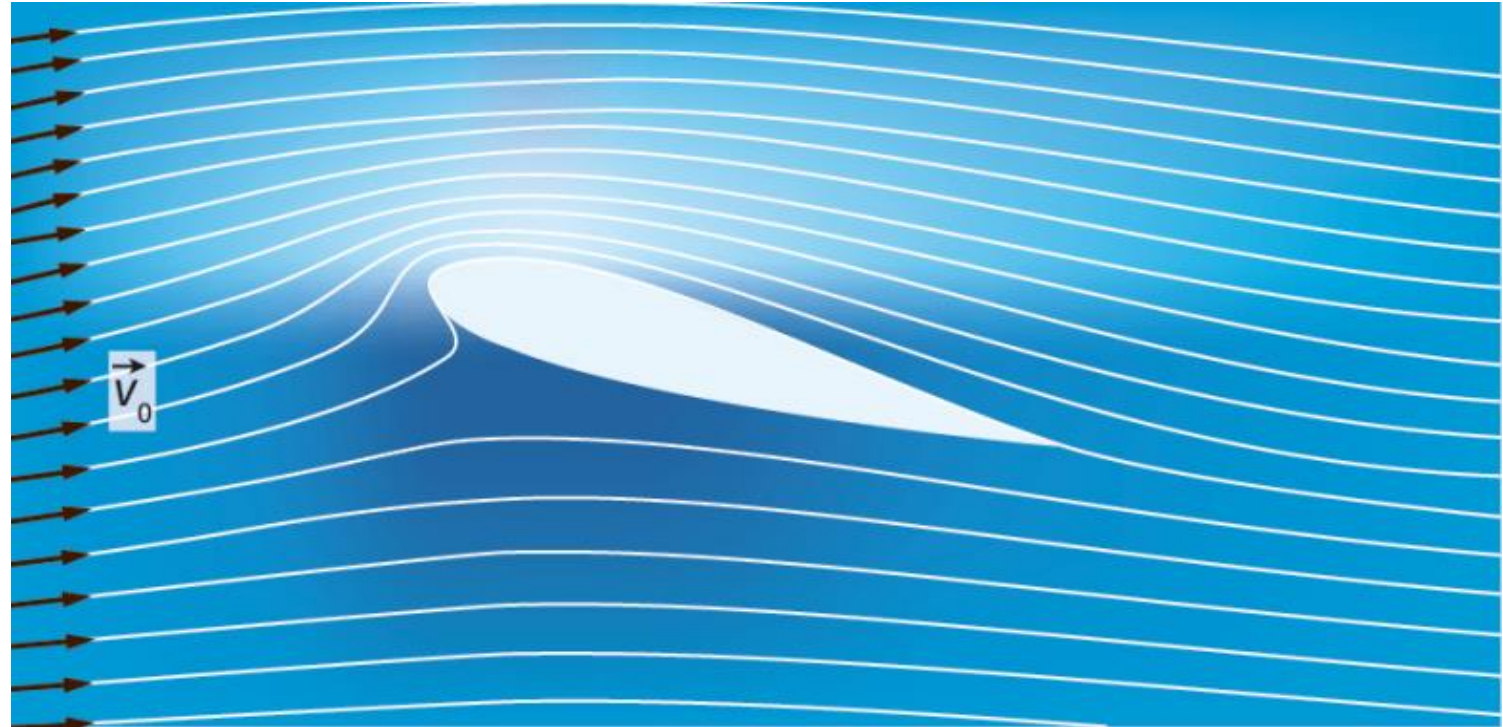
Effet Venturi : lorsque la vitesse augmente la pression diminue.

## Retour sur les exemples introductifs



Si la balle se décale à gauche, la balle sort du jet d'air, donc :

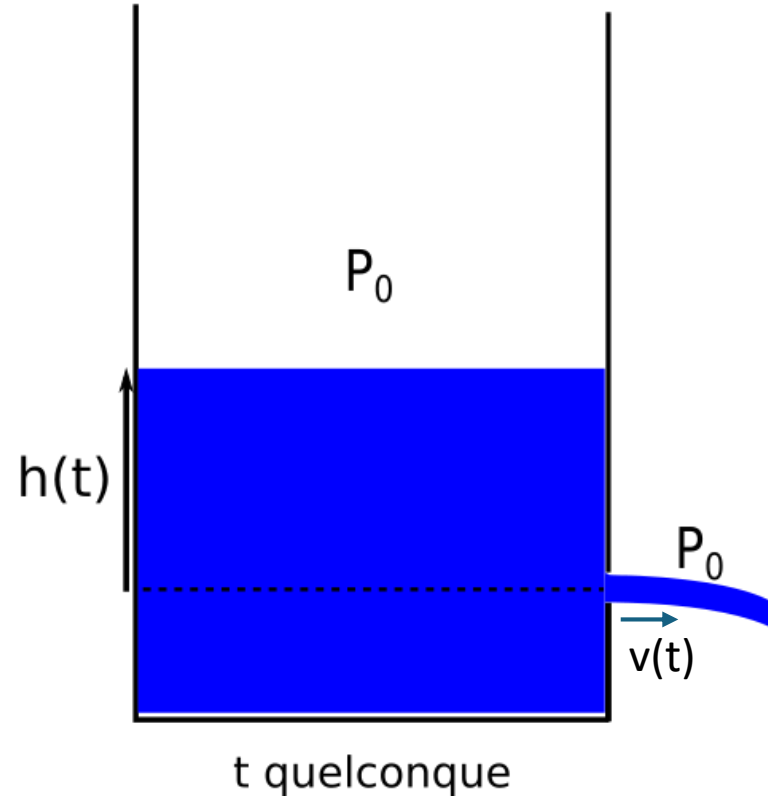
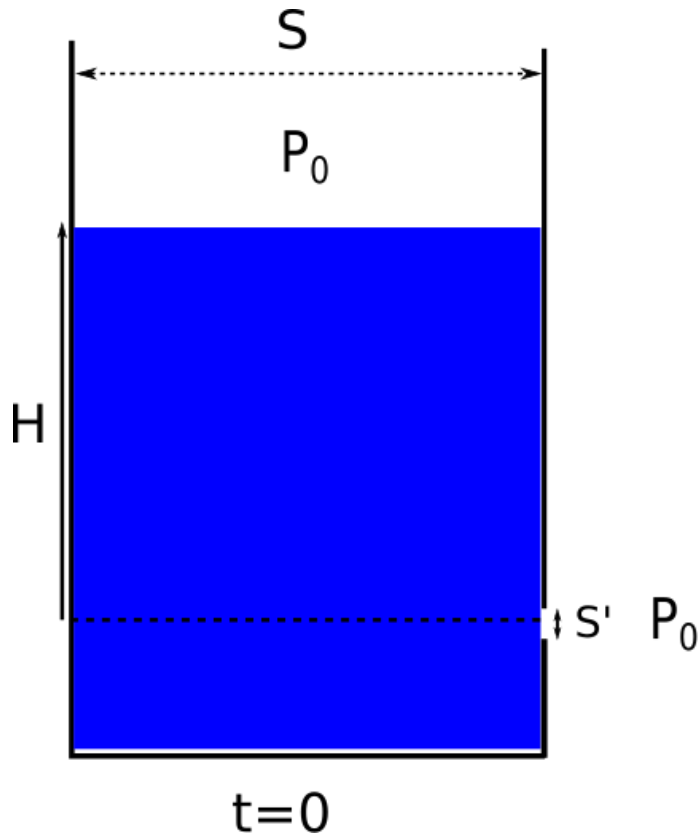
- $v_B > v_A$
- $p_B < p_A$
- La balle revient vers le centre du jet d'air, et part vers la droite... oscillations



Les lignes de courant sont plus serrées au-dessus

- La pression au-dessus est plus petite
- Force globale vers le haut : portance

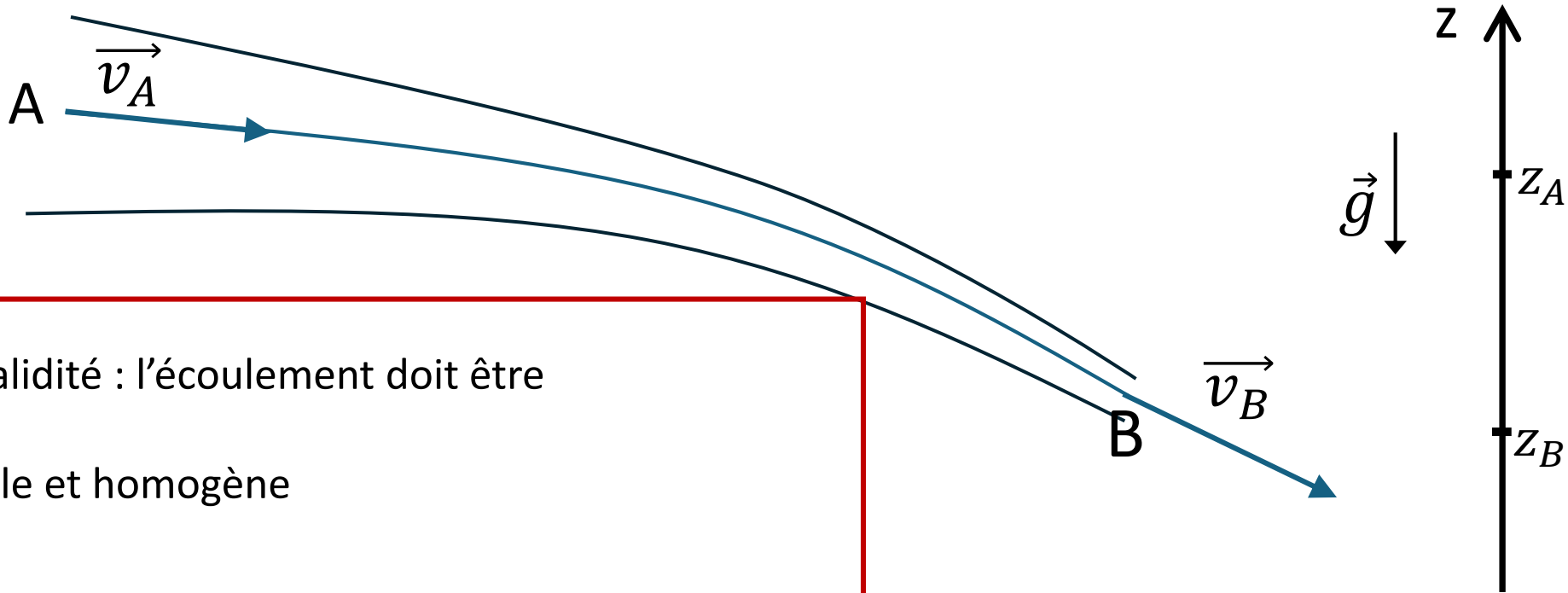
### 3. Vidange de Toricelli



Expérience réalisée en classe :  
On observe que  $h$  et  $v$  diminuent, et tendent vers 0.

Interprétation : conversion d'énergie potentielle de pesanteur en énergie cinétique.

# 4. Relation de Bernoulli



Conditions de validité : l'écoulement doit être

- parfait
- incompressible et homogène
- stationnaire

A et B sont deux points situés sur la même ligne de courant  
 $\rho$  est la masse volumique du fluide

Relation de Bernoulli :

$$P_A + \rho \frac{v_A^2}{2} + \rho g z_A = P_B + \rho \frac{v_B^2}{2} + \rho g z_B$$

# Interprétation de la relation de Bernoulli

Relation de Bernoulli entre A et B :

$$P_A + \rho \frac{v_A^2}{2} + \rho g z_A = P_B + \rho \frac{v_B^2}{2} + \rho g z_B$$

La quantité  $P_M + \rho \frac{v_M^2}{2} + \rho g z_M$  est appelée la charge au point M.

Pour un écoulement parfait, incompressible et homogène et stationnaire, la charge se conserve le long d'une ligne de courant.

$\rho \frac{v^2}{2}$  énergie cinétique volumique,  $\rho g z$  énergie potentielle volumique

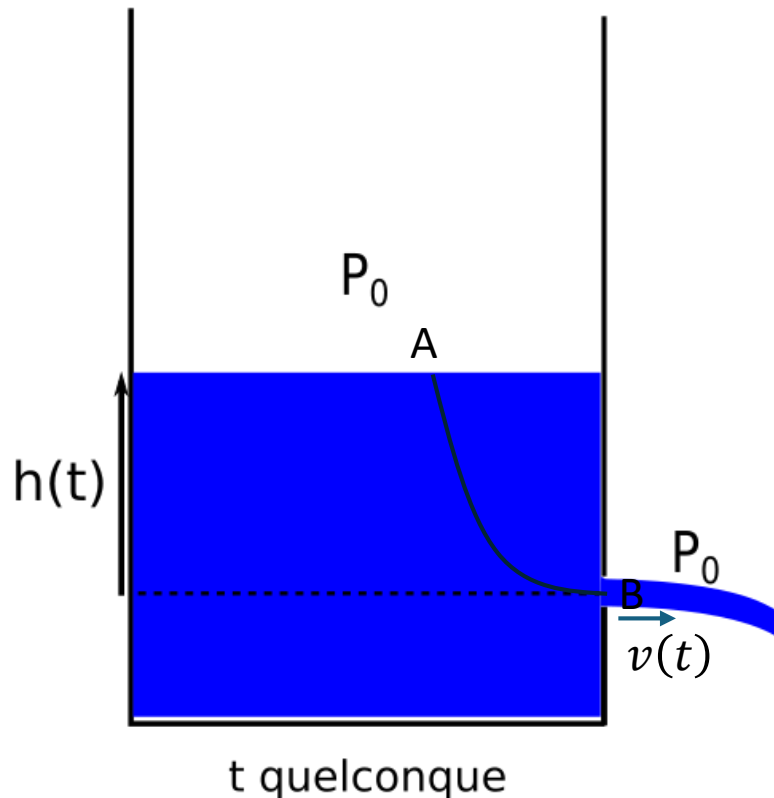
Unité SI de la charge : Pascal = J. m<sup>-3</sup>

La charge peut donc s'interpréter comme l'énergie du fluide par unité de volume.

Écoulement parfait  $\Rightarrow$  pas de frottement  $\Rightarrow$  l'énergie se conserve

# Retour sur la vidange de Toricelli

- [Vidéo EPFL](#)



Hypothèses :

Ecoulement incompressible et homogène (eau)

Ecoulement quasi-stationnaire (variation de hauteur pas trop rapide)

La vitesse de sortie en B est beaucoup plus grande que la vitesse d'entrée en A.

$$P_A + \frac{\rho v_A^2}{2} + \rho g z_A = P_B + \frac{\rho v_B^2}{2} + \rho g z_B$$

$$P_0 + 0 + \rho g(z_A - z_B) = P_0 + \frac{\rho v^2}{2}$$

$$\rho g h = \rho \frac{v^2}{2}$$

Énergie potentielle = énergie cinétique

$$v = \sqrt{2gh}$$

$v$  diminue bien avec  $h$



# Retour sur l'effet Venturi : débit mètre

- conservation du débit d'air

$$D_v = v_1 S_1 = v_2 S_2 \text{ et } S_2 < S_1 \Rightarrow v_2 > v_1$$

- Relation de Bernoulli appliqué à l'écoulement d'air le long de la ligne de courant centrale :

$$p_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = p_2 + \frac{\rho v_2^2}{2}$$
$$p_1 = p_2 + \frac{\rho(v_2^2 - v_1^2)}{2}$$

$$p_1 > p_2$$

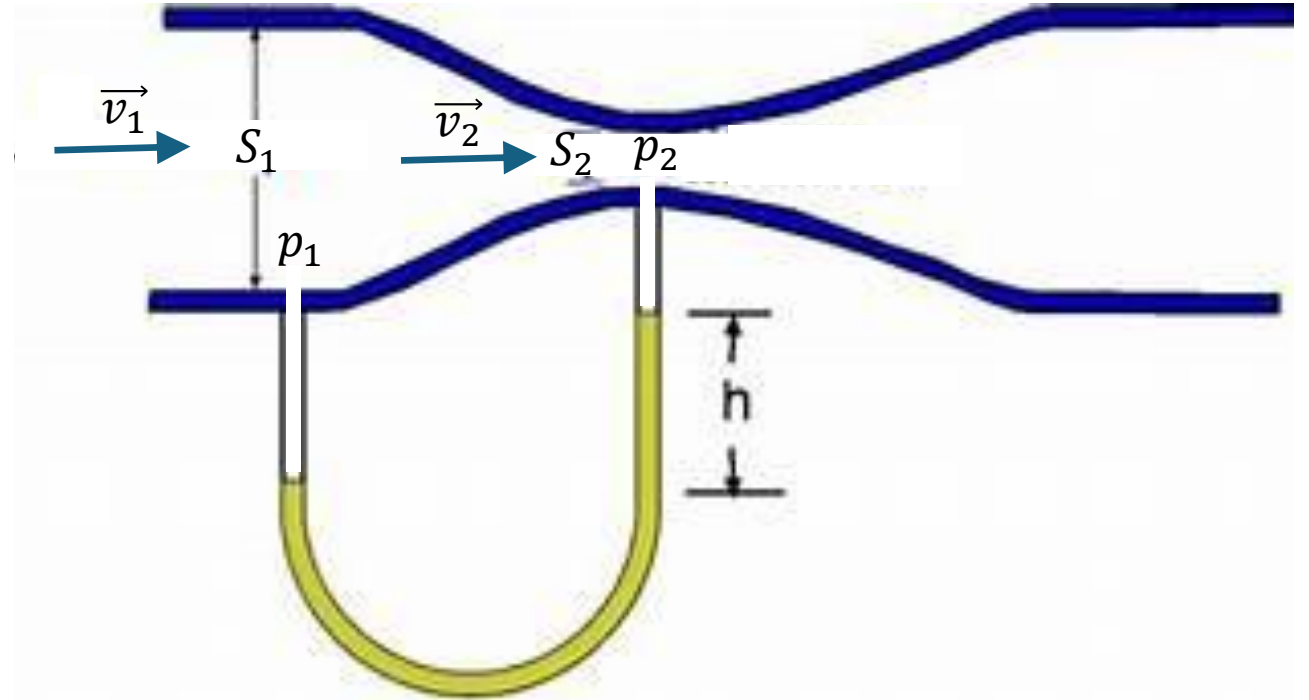
- principe fondamental de la statique au liquide jaune incompressible, de masse volumique  $\mu$ .

$$p_1 - p_2 = \mu g h$$

- Débit en fonction de la hauteur de liquide

$$\frac{1}{2} \rho v_1^2 \left( \left( \frac{S_1}{S_2} \right)^2 - 1 \right) = \mu g h$$

$$D_v = \sqrt{\frac{2\mu g h}{\rho \left( \frac{1}{S_2^2} - \frac{1}{S_1^2} \right)}}$$



Remarque : l'influence de l'altitude sur la pression dans l'air est négligeable à l'échelle de l'expérience