

# Mécanique des fluides - Chap. III : Dynamique des fluides parfaits

10 août 2025

On a les outils pour décrire le mouvement des fluides : c'est parti !

## 1 Fluide parfait

Un fluide est dit *parfait* si on peut négliger tous les processus *diffusifs* : **viscosité** et transfert thermique.

## 2 Effet Venturi

**Expérience** : faire l'expérience en classe. Lors du rétrécissement, la vitesse augmente. Notre écoulement est stationnaire, on le suppose homogène et incompressible et on a donc conservation du débit d'air, ainsi une diminution de surface induit une augmentation de vitesse comme on l'a évoqué dans le chapitre précédent  $v_2 = v_1 S_1 / S_2$  (cf. figure 1).

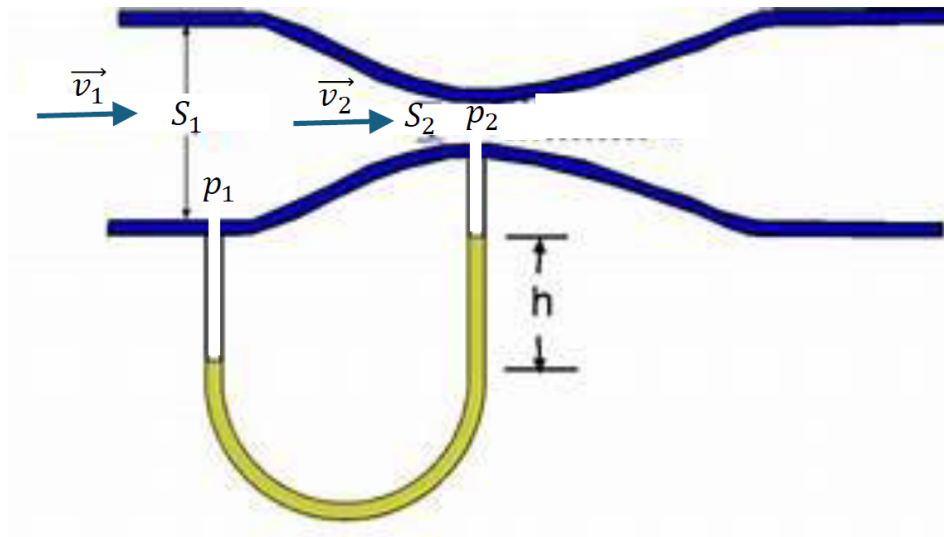


FIGURE 1 – Schéma de l'expérience réalisée en classe.

On remarque que le liquide est plus bas du côté 1 or la pression dans un liquide ne varie pas horizontalement (cf. statique). Ainsi  $p_1 = p_2 + \rho gh > p_2$ .

Effet Venturi : une augmentation de vitesse induit une diminution de pression.

## 3 Relation de Bernoulli

Pour un fluide parfait de densité  $\rho$  en écoulement stationnaire, incompressible et homogène, si  $A$  et  $B$  sont deux points de la même ligne de courant, alors :

$$P_A + \rho \frac{v_A^2}{2} + \rho g z_A = P_B + \rho \frac{v_B^2}{2} + \rho g z_B \quad (1)$$

**Déf :** la quantité  $P + \rho v^2/2 + \rho gz$  est appelée *charge* de l'écoulement. Son unité est celle d'une pression donc Pa ou J/m<sup>3</sup>, c'est une **énergie volumique**.

En effet les termes dans la charge peuvent facilement s'interpréter comme des énergies ! Énergie associée aux forces de pression, énergie cinétique et énergie potentielle.

La relation de Bernoulli traduit le fait qu'un écoulement parfait conserve son énergie le long des lignes de courant : ainsi la charge est constante sur une ligne de courant.

**Exercice :** vidange de Torricelli. On fait le schéma de la figure 2. On peut faire l'expérience et voir que la vitesse diminue au cours du temps, comme la hauteur (transfert d'énergie potentielle et cinétique).

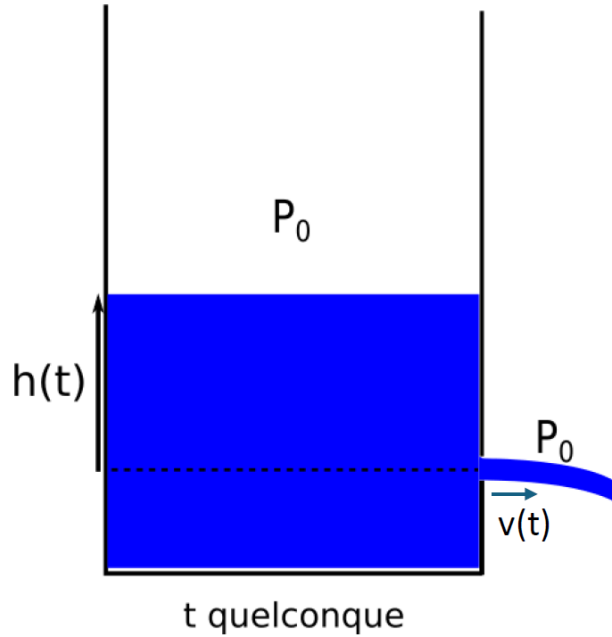


FIGURE 2 – Schéma de l'expérience de Torricelli.

Demander selon les étudiants quelle est la pression au niveau de la sortie ? Montrer la [vidéo de l'EPFL](#). Cela montre que la pression est  $P_0$ . On applique maintenant la relation de Bernoulli entre un point de la surface libre et la sortie, on a ainsi

$$P_0 + \rho v_A^2/2 + \rho g z_A = P_0 + \rho v_B^2/2 + \rho g z_B \quad (2)$$

La vitesse en sortie est bien plus grande que celle de descente de la surface libre, on néglige donc cette dernière. On trouve alors :

$$v_B^2 = 2g(z_A - z_B) \implies v_B = \sqrt{2g(z_A - z_B)} = \sqrt{2gh} \quad (3)$$

**Exercice :** Effet Venturi et débit mètre.

- Par conservation du débit volumique on montre que  $v_1 S_1 = v_2 S_2 = D_v$ .
- La relation de Bernoulli sur la ligne de courant centrale nous donne :

$$P_1 + \rho \frac{v_1^2}{2} = P_2 + \rho \frac{v_2^2}{2} \implies P_1 - P_2 = \rho \frac{v_2^2 - v_1^2}{2} \quad (4)$$

- Le fluide dans le tube est immobile, on peut lui appliquer le PFS :

$$P_1 - P_2 = \rho_2 g h \quad (5)$$

- On force l'apparition du débit volumique dans l'équation (4) :

$$P_1 - P_2 = \rho \frac{v_2^2 - v_1^2}{2} \implies v_2^2 + v_1^2 \frac{S_2^2}{S_1^2} = \frac{2(P_1 - P_2)}{\rho} \implies v_2^2 S_2^2 \left( \frac{1}{S_2^2} - \frac{1}{S_1^2} \right) = \frac{2(P_1 - P_2)}{\rho} \quad (6)$$

- On a donc :

$$D_v^2 = \frac{2(P_1 - P_2)}{\rho \left( \frac{1}{S_2^2} - \frac{1}{S_1^2} \right)} \quad (7)$$

- En utilisant la relation (5) on a finalement :

$$D_v = \sqrt{\frac{2\rho_2gh}{\rho \left( \frac{1}{S_2^2} - \frac{1}{S_1^2} \right)}} \quad (8)$$