

Au programme

3. Modéliser l'écoulement d'un fluide	
Poussée d'Archimède.	Expliquer qualitativement l'origine de la poussée d'Archimède. Utiliser l'expression vectorielle de la poussée d'Archimède. <i>Mettre en œuvre un dispositif permettant de tester ou d'exploiter l'expression de la poussée d'Archimède.</i>
Écoulement d'un fluide en régime permanent.	Exploiter la conservation du débit volumique pour déterminer la vitesse d'un fluide incompressible.
Débit volumique d'un fluide incompressible. Relation de Bernoulli. Effet Venturi.	Exploiter la relation de Bernoulli, celle-ci étant fournie, pour étudier qualitativement puis quantitativement l'écoulement d'un fluide incompressible en régime permanent. <i>Mettre en œuvre un dispositif expérimental pour étudier l'écoulement permanent d'un fluide et pour tester la relation de Bernoulli.</i>

Définitions

Fluide : milieu continu et déformable qui peut s'écouler (liquides, gaz, ...)

	Fluide	Écoulement
Parfait (modèle)	Forces de viscosité négligées au sein du fluide.	Si tous les phénomènes diffusifs (viscosité, principalement) sont négligeables. Ex : eau et huile qui coulent ??
Homogène	La masse volumique ρ ne dépend pas du point considéré dans le fluide.	La masse volumique ne dépend pas du point donc $\overrightarrow{\text{grad}} \rho = 0$
Régime permanent/stationnaire	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	Les grandeurs caractéristiques (vitesse, masse volumique, ...) ne dépendent pas du temps.
Irrotationnel (non tourbillonnaire)	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	Pas de mouvement local de rotation dans le fluide. $\overrightarrow{\Omega} = \overrightarrow{\text{Rot}} \vec{v} = \vec{0}$
Incompressible	Coefficient de compressibilité isotherme nul. Masse volumique	Une particule de fluide conserve sa masse volumique au cours du mouvement ($\frac{D\rho}{Dt} = \frac{\partial \rho}{\partial t} +$

	constante (indépendante de la pression) En première approximation c'est le cas des liquides.	$\vec{v} \cdot \overrightarrow{\text{grad}} \rho = 0$ ou $\overrightarrow{\text{div}} \vec{v} = 0$).
Fluide incompressible est toujours en écoulement incompressible.		

Les écoulements gazeux incompressibles (en première approx) car la vitesse \vec{v} est partout négligeable devant la vitesse du son (par définition).

Débit volumique : volume de fluide qui traverse une surface par unité de temps.

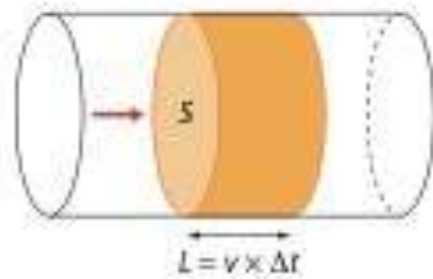
Le volume de fluide s'écoulant pendant Δt est :

$$V = S \times L \text{ (en m}^3\text{)}$$

avec $L = v \times \Delta t$ (en m), distance parcourue par le fluide pendant Δt .

Le débit volumique est, par définition

$$D_v = \frac{V}{\Delta t} = \frac{S \times L}{\Delta t} = S \times v \text{ donc :}$$



Descriptions d'un écoulement :

Si nous étudions un groupe de surfeur sur l'océan, deux possibilités s'offriraient à nous :

- Suivre un unique surfeur pendant son déplacement ;
- Observer le groupe de surfeurs défiler en un point précis.

Ces deux descriptions s'appliquent aux fluides :

- *Description lagrangienne* : On suit une particule de fluide. Les instruments de mesure doivent se déplacer avec le fluide (= mécanique du point).
- *Description eulérienne* : on suit le fluide dans son ensemble. Les instruments de mesure sont fixes. C'est ce type de description qui sera utilisé au lycée.

Relation Bernoulli

Hypothèses de travail : fluide parfait, écoulement incompressible, homogène, permanent et non tourbillonnaire.

Relation :

v : vitesse du fluide au point M considéré ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) g : intensité du champ de pesanteur, supposée constante $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

ρ : masse volumique du fluide, supposée constante ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

$$\frac{\rho v^2}{2} + \rho_{\text{fluide}} \times g \times z + p = \text{constante}$$

z : altitude du fluide au point M considéré (m, avec un axe vertical vers le haut) p : pression du fluide au point M considéré (Pa)

À retenir avec les élèves : si la vitesse augmente, la pression diminue.

Expériences sympas réalisables avec les élèves :

<https://www.youtube.com/watch?v=CX92L2LyqFE>

App Bernoulli

<https://www.youtube.com/watch?v=13eoSasj4hw>

Venturi : Ping Pong attirée quand on souffle dessus – feuilles se rapprochent si on souffle.

<https://www.youtube.com/watch?v=Ye3QPgDdJNg>

<https://www.youtube.com/watch?v=2OSrvzNW9FE>

Effet Magnus

<https://www.youtube.com/watch?v=-svOj1Qgrbc>