



Fiche : Mécanique des fluides

FICHE • P11 • TERMINALE

Spécialité de terminale, programme officiel. Cours original rédigé avec une IA. Le cours de ton enseignant fait foi.

Sommaire du cours

L'essentiel	1
Formules et définitions à connaître	2
Pièges à éviter	2
Je me teste	3

L'essentiel

- Un fluide (liquide ou gaz) se déforme et s'écoule ; on le décrit par sa masse volumique, sa pression et sa vitesse d'écoulement en chaque point.
- La masse volumique vaut $\rho = m / V$; un liquide incompressible garde la même masse volumique quelle que soit la pression.
- La force pressante exercée par un fluide sur une paroi est perpendiculaire à celle-ci, dirigée vers la paroi, de valeur $F = P \times S$.
- La pression s'explique par les chocs des entités du fluide sur la paroi ; une pression relative est l'écart à la pression atmosphérique.
- Dans un fluide incompressible au repos, la pression augmente avec la profondeur : $P(\text{bas}) = P(\text{haut}) + \rho gh$.
- Deux points d'un même fluide au repos à la même altitude ont la même pression ; dans l'eau, 10 m de profondeur ajoutent environ 1 bar.
- Dans un gaz, la pression varie si peu sur quelques mètres qu'on la considère uniforme dans un récipient.
- Tout corps immergé subit la poussée d'Archimède, verticale vers le haut, égale au poids du fluide déplacé ; elle est la résultante des forces pressantes.
- Un corps qui flotte est immergé à la fraction $\rho(\text{corps}) / \rho(\text{fluide})$ de son volume.
- Le débit volumique est le volume qui traverse une section par unité de temps : $D(v) = S \times v$.
- Pour un fluide incompressible en écoulement permanent, le débit se conserve : $S_1 v_1 = S_2 v_2$, donc le fluide accélère dans un rétrécissement.
- La relation de Bernoulli traduit la conservation de l'énergie mécanique par unité de volume d'un fluide parfait, incompressible, en écoulement permanent.
- Pour la vidange d'un grand réservoir, Bernoulli donne la vitesse de sortie $v = \sqrt{2gh}$.
- Effet Venturi : dans un rétrécissement horizontal, la vitesse augmente et la pression diminue ; il sert à mesurer un débit et explique le comportement d'une sténose.
- Un fluide réel visqueux perd de l'énergie mécanique (pertes de charge) : Bernoulli ne vaut pas dans les petits vaisseaux sanguins.



Formules et définitions à connaître

Grandeur	Formule	Unité	Condition de validité
Masse volumique	$\rho = m / V$	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	toujours
Pression	$P = F / S$	Pa (1 bar = 10^5 Pa ; 1 mmHg $\approx$ 133,3 Pa)	force perpendiculaire à la surface
Statique des fluides	$P_2 - P_1 = \rho g(z_1 - z_2)$	Pa	fluide incompressible au repos, z vers le haut
Poussée d'Archimède	$\Pi = \rho(\text{fluide}) \times V(\text{immergé}) \times g$	N	fluide au repos
Fraction immergée	$V(\text{immergé}) / V = \rho(\text{corps}) / \rho(\text{fluide})$	sans unité	corps homogène en équilibre de flottaison
Débit volumique	$D(v) = V / \Delta t = S \times v$	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	v vitesse moyenne perpendiculaire à S
Débit massique	$D(m) = \rho \times D(v)$	$\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$	toujours
Conservation du débit	$S_1 v_1 = S_2 v_2$	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	fluide incompressible, écoulement permanent
Relation de Bernoulli	$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g z = \text{constante}$	Pa	fluide parfait, incompressible, écoulement permanent, même ligne de courant
Torricelli	$v = \sqrt{2gh}$	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	grand réservoir ouvert, fluide parfait
Effet Venturi	$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$	Pa	conduite horizontale, conditions de Bernoulli

Pièges à éviter

- Oublier de convertir : $1 \text{ cm}^2 = 10^{-4} \text{ m}^2$, $1 \text{ mm}^2 = 10^{-6} \text{ m}^2$, $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$, $1 \text{ mL} = 10^{-6} \text{ m}^3$.
- Utiliser la masse volumique de l'objet au lieu de celle du fluide dans la poussée d'Archimède, ou le volume total au lieu du volume immergé.
- Confondre pression absolue et pression relative, notamment dans la loi de Boyle-Mariotte qui exige la pression absolue.
- Croire que diviser le diamètre par 2 double la vitesse : la section est divisée par 4, la vitesse multipliée par 4.
- Penser que la pression est plus forte là où le fluide va plus vite : c'est l'inverse dans un rétrécissement horizontal.

- Appliquer Bernoulli sans vérifier ses trois conditions, en particulier à un écoulement visqueux ou turbulent.

Je me teste

1. Que vaut 1 bar en pascals ? $\rightarrow 10^5 \text{ Pa}$.
2. Quelle surpression ajoutent environ 10 m d'eau ? $\rightarrow$ Environ 1 bar, soit $9,81 \times 10^4 \text{ Pa}$.
3. Pourquoi la surface libre d'un liquide au repos est-elle horizontale ? $\rightarrow$ Parce que les points d'un fluide au repos à la même altitude ont la même pression.
4. De quoi dépend la poussée d'Archimède ? $\rightarrow$ De la masse volumique du fluide, du volume immergé et de g .
5. Quelle fraction d'un glaçon ($917 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$) est immergée dans l'eau douce ? $\rightarrow 0,917$, soit 91,7 %.
6. Quelle relation relie débit, section et vitesse ? $\rightarrow D(v) = S \times v$.
7. Le diamètre d'un tuyau est divisé par 3 : que devient la vitesse ? $\rightarrow$ Elle est multipliée par 9.
8. Quelles sont les conditions de la relation de Bernoulli ? $\rightarrow$ Fluide parfait, incompressible, écoulement permanent, points sur une même ligne de courant.
9. Que se passe-t-il pour la pression dans un rétrécissement horizontal ? $\rightarrow$ Elle diminue, car la vitesse augmente (effet Venturi).
10. Quelle est la vitesse de sortie d'un grand réservoir de hauteur h ? $\rightarrow v = \sqrt{2gh}$.