

Titre : La pression dans les fluides

Présentée par : Lolita Bucher

Correcteur : Marc Rabaud

Date : 14/04/2020

Bibliographie de la leçon :

Titre	Auteurs	Éditeur	Année
Physique Tout en un PCSI	Salamito, Sanz	Dunod	2016
Physique Tout en un PCSI	Michel, Raoux	De Boeck	

Plan détaillé

Niveau : CPGE

Prérequis : notions vues en mécanique : forces, PFD

Plan :

- I. Fluide au repos dans un champ de pesanteur
 - A. Équation locale de la statique des fluides
 - B. Cas d'un fluide incompressible
 - C. Cas d'un gaz parfait : modèle de l'atmosphère isotherme
- II. Actions exercées par un fluide au repos sur un solide
 - A. La résultante des forces de pression
 - B. La poussée d'Archimède

Questions posées par l'enseignant

*** Y a-t-il des forces de pression qui s'appliquent sur les côtés du cube ?**

Oui, mais elles se compensent $F_p(y) = F_p(y+dy)$

Pourquoi F_p est-elle dirigée vers l'intérieur ? C'est la force exercée par les particules de fluide sur les parois (les faces du cube).

La pression est-elle toujours positive ? Oui, on met un « - » pour qu'elle le soit.

***Expliciter la pression en théorie cinétique des gaz.**

***Slide II. A) : la poussée d'Archimède est-elle dirigée vers la droite ?** Non. Attention, il faut distinguer la symétrie du champ de pression, et celle de l'objet.

Par des considérations de symétrie, peut-on déterminer le point d'application de la poussée d'Archimède ? Attention, celui-ci dépend de la densité du liquide, et de l'objet, notamment en présence de gradients de température /concentration.

*** Vous avez choisi de ne parler que d'hydrostatique, de fluides au repos (cadre du programme de 1^{ère} année). Quels prolongements peut-on imaginer pour un fluide en écoulement ? Cf commentaires.**

***Théorème de Bernoulli ?**

On considère un écoulement répondant aux hypothèses suivantes : l'écoulement est parfait, stationnaire, incompressible, le fluide n'évolue que sous l'action des forces de pression. Le long d'une ligne de courant on a : $P + \rho \cdot v^2/2 = \text{cste}$

Cas du tube de Venturi : schéma, on peut relier les pressions en différents points dans le tube via Bernoulli.

Quel est le rôle de la pression pour faire accélérer les particules ?

***Considérons l'écoulement de Poiseuille, écoulement visqueux. Dessinez le profil des vitesses - > profil parabolique**

La vitesse est-elle plus grande vers l'avant ou l'arrière du tube ? On ne peut plus appliquer Bernoulli, on va utiliser Navier-Stokes. Ajout des forces de pression, des forces de frottements tangentiels.

On doit avoir $P(x_1) > P(x_2)$ si on veut $v(x_2) > v(x_1)$. Une pression plus forte en aval « pousse » les particules en amont, ce qui les fait accélérer. **Non, dans l'écoulement de Poiseuille en tube, le débit et la vitesse sont conservés, la force de pression sur une section compense juste les frottements visqueux. Il n'y a pas d'accélération.**

***Peut-on définir la pression quand on n'est pas à l'équilibre, pour un fluide en écoulement ?**

Comme en thermodynamique, on se ramène à un équilibre local et l'on suppose qu'on est faiblement hors équilibre.

***Où peut-on rencontrer des ondes de pression ?** Dans le cas des ondes acoustiques.

***Slide I. B) : que se passerait-il si l'interface était courbée ?** ~~Apparition~~ **contribution** de la tension superficielle (loi de Laplace), la pression n'est plus « ~~uniforme~~ » **continu à l'interface.**

La pression à l'intérieur d'une bulle de champagne est-elle la même qu'à l'extérieur ? Non, justement à cause des forces de tension superficielle, **elle est plus élevée.**

*** Dessiner une dépression, les isobares.**

Quel est le sens du vent autour des dépressions ? dans le sens trigo dans l'hémisphère Nord.

A quoi est dû ce sens ? Aux forces de Coriolis.

- Il est envisageable d'ajouter une partie sur les fluides en écoulement, notamment via un exemple (tube de Pitot, de Venturi...). On peut également aborder l'aspect microscopique de la pression grâce au modèle de la pression cinétique des gaz.
- Il faut être au point sur le « rôle » de la pression dans les différentes applications (écoulement de Poiseuille, tube de Venturi...).
- On peut voir apparaître un phénomène de cavitation dans le tube de Venturi, dû à une baisse de pression. Il est possible d'en montrer une vidéo. Pas d'expériences « évidentes » dans cette leçon, éventuellement, le tube de PITOT.

Partie réservée au correcteur

Avis général sur la leçon (plan, contenu, etc.)

La leçon a été choisie à un niveau très élémentaire (1^{er} année) et présentée de façon simple et claire. Comme il restait 10 mn disponibles et que le rythme n'était pas très soutenu, je pense qu'il fallait être un peu plus ambitieux sur le sujet. A minima présenter une explication microscopique simple (modèle « 1/6 ») de l'origine de la pression et si possible introduire un peu de dynamique des fluides. En tout cas il fallait se préparer à des questions là-dessus, et ce n'était pas votre cas.

Notions fondamentales à aborder, secondaires, délicates

La difficulté que je vois dans ces leçons transversales, c'est qu'on ne peut pas faire 3 leçons en une et qu'il faut donc supposer des prérequis plus ambitieux que ce que vous avez proposé, afin de pouvoir faire des comparaisons entre plusieurs domaines, ici thermodynamique, hydrostatique, dynamique des fluides et acoustiques.

Expériences possibles (en particulier pour l'agrégation docteur)

- Qualitatif : augmentation de pression hydrostatique avec un manomètre immergé à plusieurs profondeurs
- Quantitatif : Tube de Venturi en mesurant les 3 pressions (amont, col, aval) en fonction du débit et en discutant les résultats et les limites du modèle d'écoulement parfait.

Bibliographie conseillée

Pour tout les aspects microscopiques lié à la pression (GP et van der waals) : A. J. Walton. Three phases of matter. Oxford University Press, 1983.