Chapitre 5 : Statique des fluides

I- Pression d'un fluide et dans un fluide au repos :

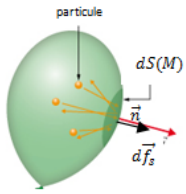
1) L'échelle mésoscopique

Le volume mésoscopique peut être assimilé à un volume élémentaire dV : c'est un quasi-point matériel. Il est :

- suffisamment petit pour y définir des grandeurs physiques intensives uniformes
- suffisamment grand pour que le bilan des particules rentrant et sortant par l'agitation thermique puisse être nul

2) Force pressante et pression

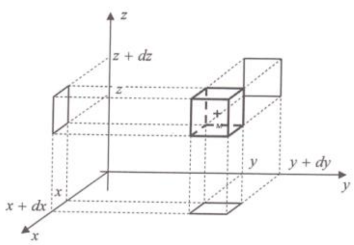
Soit un élément de surface dS autour d'un point M et $d\vec{S}(M) = dS(M)\vec{n}$ l'élément vectoriel associé (où $\vec{n}$ est un vecteur unitaire orienté vers la normale sortante).



II- Relation de la statique des fluides en référentiel R Galiléen (doc 1 et 2)

1) Expression de la force pressante volumique

Soit un volume mésoscopique $dV = dxdydz$ au sein d'un fluide au repos dans R



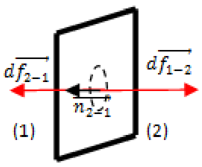
Echelles d'étude

Trois échelles d'observation d'un fluide sont possibles :

	Echelle macroscopique	Echelle mésoscopique	Echelle microscopique
Dimension	$\geq 10cm$	liquide :≈ $1\mu m^3$ gaz :≈ $1mm^3$	$10^{-10}m$
Paramètres intensifs	A priori non uniformes	Considérés uniformes	Pas de sens, car trop peu de particules

Continuité du champ des pressions

A noter qu'aux forces de capillarité près, on peut affirmer que la pression est continue. En effet, si on isole par la pensée deux fluides par une paroi d'épaisseur nulle (et donc sans masse) alors :



$$d\vec{f_{2-1}} = -d\vec{f_{2-1}} \text{ soit } P_1 = P_2$$

Interprétation de la variation de pression

Dans un récipient, le poids va permettre l'accumulation de particules au fond et donc une concentration plus importante conduisant à une pression plus importante au fond.

- Dans le cas de l'atmosphère, l'agitation thermique permet d'observer une concentration graduée entre le sol et les hautes altitudes

- Dans les océans, les particules sont collées les unes sur les autres mais l'eau reste tout de même compressible. Le coefficient de compressibilité isotherme de l'eau est $\chi_s \approx 10^{-10}Pa^{-1} = -\frac{1}{v}\frac{\partial v}{\partial P} = \frac{1}{\rho_f}\frac{\partial \rho_f}{\partial P} \approx \frac{1}{\rho}\frac{\Delta\rho}{\Delta P}$ sous 10 mètres d'eau $\Delta\rho_f = \chi_s\rho_f\Delta P = \chi_s\rho_f\rho_f gh$ soit $\frac{\Delta\rho_f}{\rho_f} = 10^{-3}\%$

2) <u>Pression dans un fluide soumis uniquement à la pesanteur supposée uniforme dans R Galiléen</u>

a) <u>La loi de la statique des fluides</u>

b) <u>Cas des fluides quasi-incompressible dont la température est uniforme</u>

Dans ces conditions la masse volumique est quasi-uniforme $\rho(M) = \rho_f$ et en conservant un axe Oz ascendant : $P(z) = P_0 - \rho_f gz$ avec $P(z=0) = P_0$.

c) <u>Poussée d'Archimède</u>

Pour un corps flottant, la poussée d'Archimède résulte principalement des forces de pression agissant sur les parois immergées et est donnée par $\overrightarrow{f_a} = -\rho_f V_i \vec{g}$ où V_i est le volume immergé dans le fluide (et donc de fluide déplacé).

<u>Energie potentielle volumique de pression</u>

L'expression de la force de pression volumique est caractéristique d'une force qui dérive d'une énergie potentielle volumique :

$$\frac{d\overrightarrow{f_v}}{dV} = -\overrightarrow{grad}P(M).d\overrightarrow{OM} = -\overrightarrow{grad}e_p(M)d\overrightarrow{OM}$$

La pression peut donc aussi s'interpréter comme une forme d'énergie (volumique) !

La loi de la statique des fluides incompressibles s'analyse comme une loi de conservation de l'énergie volumique en tout point :

$$P + \rho gz = P(z=0)$$

<u>Poussée d'Archimède</u>

Considérons encore le cas d'un fluide incompressible dont la température est uniforme (masse volumique ρ_f) et au repos dans R. Un volume V du fluide est soumis à une force de pression totale ascendante $\vec{f_a}$ car la pression est plus importante sur la partie inférieure de V. Ce volume à l'équilibre implique $\rho_f V\vec{g} + \vec{f_a} = \vec{0}$ soit $\overrightarrow{f_a} = -\rho_f V\vec{g}$.