

# Chap 20 : Statique des fluides dans un référentiel galiléen

## I) Forces volumiques et surfaciques, pression

### I.1) Particule de fluide

### I.2) Forces volumiques

### I.3) Forces surfaciques

ex:  $\vec{P} = m\vec{g} \rightarrow \vec{f}_{\text{pesanteur}} = \rho\vec{g}$   
 force de pression:  $\vec{F} = \iint_{MES} -P(\mathbf{M}) d^2\vec{S}$   
 ♥  $\oint_S P_0 d^2\vec{S} = \vec{0}$  si  $P_0$  cste.

## II) Equation locale de la statique des fluides

### II.1) Equivalent volumique des forces de pression

### II.2) Condition d'équilibre d'un fluide

$\vec{f}_{\text{pression}} = -\vec{\text{grad}} P$   
 $\vec{f}_{\text{ext}} - \vec{\text{grad}} P = \vec{0}$

## III) Pression d'un fluide soumis au champ de pesanteur uniforme

### III.1) Relation de la statique des fluides

### III.2) Cas d'un fluide incompressible et homogène (liquide, $\rho = \text{cste}$ )

#### a) Pression

#### b) Applications

$P(z) - P(z_0) = -\rho g (z - z_0)$

baromètre à mercure de Torricelli ( $h = 76 \text{ cm}$ )

### III.3) Cas d'un gaz parfait dans le modèle de l'atmosphère isotherme

♥ dém

$P(z) = P_0 \exp\left(-\frac{Mgz}{RT_0}\right)$

$\rho = \frac{PM}{RT_0}$

## IV) Facteur de Boltzmann

### IV.1) Cas de l'atmosphère isotherme

### IV.2) Généralisation

$n^*(z) = n_0^* \exp\left(-\frac{E_p(z)}{k_B T_0}\right)$

densité particulaire.

$N_i = A \exp\left(-\frac{E_i}{k_B T}\right)$

## V) Résultante des forces de pression sur un solide

### V.1) Généralités (force, symétries, choix de $d^2\vec{S}$ )

### V.2) Exemple 1 : force de pression sur un barrage plan

### V.3) Exemple 2 : force de pression sur un barrage cylindrique

### V.4) Exemple 3 : force de pression sur une demi-sphère au fond d'un récipient contenant de l'eau avec une profondeur H

### V.5) Poussée d'Archimède

$\vec{\pi}_A = \oint_{MES} -P(\mathbf{M}) d^2\vec{S} = -\vec{\text{Poids}} \text{ des fluides déplacés}$

exemple: si (Ox) axe de symétrie:  
 $\vec{F}_p = \left( \iint_S -P(\mathbf{M}) d^2\vec{S} \cdot \vec{u}_x \right) \vec{u}_x$

## VI) Complément : la pression est-elle toujours continue à l'interface entre deux fluides ?

Non, pas en présence de tension superficielle. Elle est due aux interactions attractives entre molécules. Par exemple, dans une bulle de savon, les molécules du film savonnant ont tendance à s'attirer et donc à diminuer la taille de la bulle. Pour contrebalancer cet effet, la pression dans la bulle est supérieure à celle à l'extérieur. (cf 2<sup>ème</sup> année)

## VII) Exercices

VII.1) Force de pression sur une demi-sphère au fond d'un récipient contenant de l'eau avec une profondeur H

VII.2) Plongeur : avant une remontée rapide vers la surface, les plongeurs sous-marins voient leurs poumons de l'air qu'ils contiennent. Pourquoi ?

VII.3) Moment des forces de pression

## VIII) Capacité numérique : étude des variations de température et de pression dans l'atmosphère