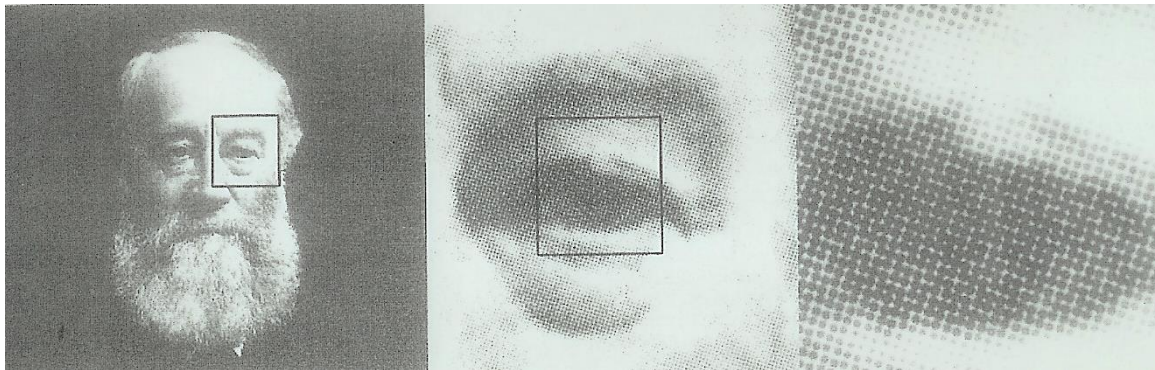


## Statique des fluides

### 1 – Rappels sur les fluides

- **Fluides :**
  - La dénomination « fluide » fait référence à des états de la matière susceptibles de s'écouler ou d'être déformés sous l'action d'un opérateur.
  - Concerne l'état liquide et l'état gazeux.
  - Un liquide a un volume propre (les interactions intermoléculaires retiennent les particules les unes avec les autres), un gaz occupe tout le volume disponible.

- **Echelle de description mésoscopique :**



Macroscopique

Mésoscopique

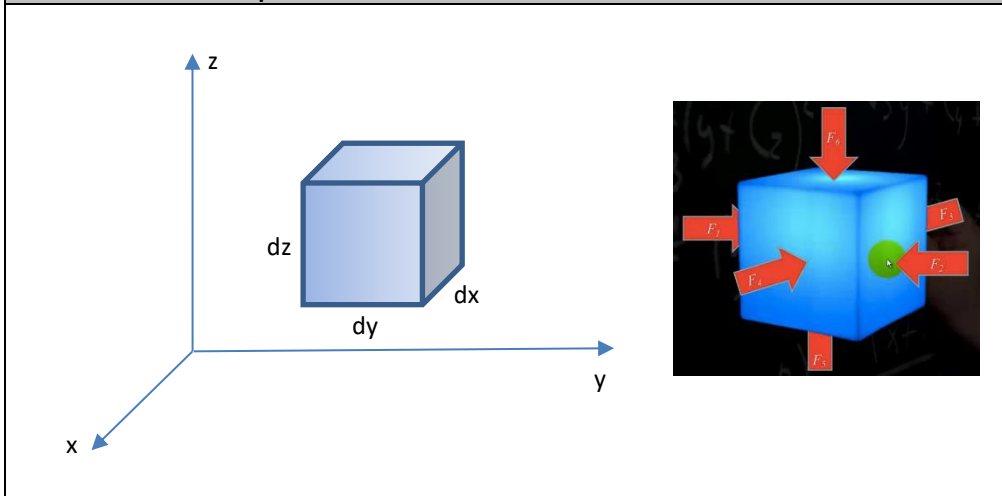
Microscopique

- Echelle intermédiaire entre les niveaux de description macroscopique et microscopique.
  - Suffisamment petite pour être assimilable à un point matériel pour un observateur macroscopique :
    - Intérêts :
      - Description locale du fluide
      - Théorèmes de la mécanique du point applicables
  - Echelle suffisamment grande par rapport à la taille des molécules/particules :
    - Intérêt : grandeurs intensives comme la masse volumique sont définies.
- **Particule de fluide :**
    - = Volume de fluide défini à l'échelle mésoscopique
    - Longueur caractéristique :  $1 \mu\text{m}$
    - Contient  $10^8$  (gaz) à  $10^{11}$  (liquide) molécules : nombre suffisant pour que les grandeurs intensives intéressantes soient des moyennes locales.

## 2 – Densité volumique des forces pressantes

### 2.1. Bilan de forces sur une particule de fluide au repos

Doc 1 – Schéma de la particule de fluide étudiée



- Dresser un bilan des forces sur la particule de fluide.
- Retrouver l'équivalent volumique des forces pressantes.

### 2.2. Loi de la statique des fluides

- Retrouver la relation fondamentale de la statique des fluides en projetant la relation précédente dans la base cartésienne (axe des z vers le haut).
- Interpréter la dépendance exclusive de la pression vis-à-vis de l'altitude dans un fluide au repos et la présence du signe – dans l'expression.
- Retrouver l'expression de la pression dans un fluide au repos :
  - Dans l'hypothèse d'un fluide incompressible indilatable,
  - Dans l'hypothèse d'un gaz supposé parfait isotherme.



Doc 2 – Baromètre

The diagram shows a gas reservoir on the left labeled "Gaz sous pression  $p > p_{atm}$ ". This reservoir is connected to the left arm of a U-tube manometer. The manometer contains a liquid. The right arm is open to the atmosphere, labeled "Atmosphère à la pression  $p_{atm}$ ". The height difference between the liquid levels is labeled  $h$ . Point A is at the interface between the gas and liquid in the left arm, and point A' is at the same horizontal level in the right arm. Point B is at the top of the liquid in the right arm. Gravity  $\vec{g}$  is shown pointing downwards.

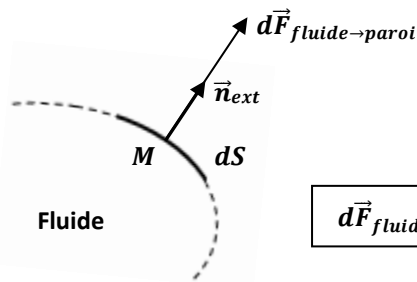
- **Points A et A' :**  $P_A = P_{A'}$ 
  - Appartiennent au même fluide
  - Sont à la même altitude
- **Points A' et B :**  $P_{A'} = P_B + \rho gh$ 
  - Appartiennent au même fluide
  - Ne sont pas à la même altitude (pression supérieure en A' car situé plus bas)
- **Conclusion :** comme  $P_A = P$  et  $P_B = P_{atm}$   

$$P_A = P_{atm} + \rho gh$$

### 3 – Résultante des forces pressantes sur une paroi plane

#### Doc 3 – Rappel sur les forces pressantes

- Force pressante exercée sur une surface élémentaire d'aire  $dS$  centrée en  $M$



$$d\vec{F}_{\text{fluide} \rightarrow \text{paroi}} = P(M) \cdot dS \cdot \vec{n}_{\text{ext}}$$

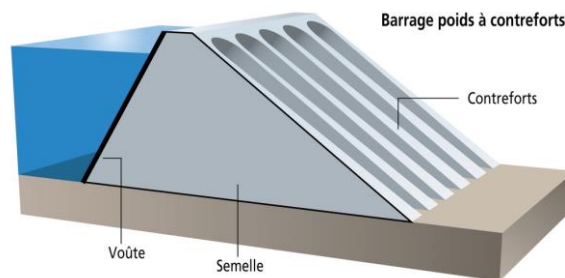
- Résultante des forces de pression :

$$\vec{F}_{\text{fluide} \rightarrow \text{paroi}} = \int_{\text{Surface } S} d\vec{F}_{\text{fluide} \rightarrow \text{paroi}} = \int_S P(M) \cdot dS \cdot \vec{n}_{\text{ext}}$$

- Exprimer la résultante des forces pressantes dans le cas où la pression est uniforme sur la surface.
- Exprimer la résultante des forces pressantes exercées par un fluide incompressible sur une surface verticale.

#### Exercice : force exercée par l'eau sur un barrage

En introduisant les notations utiles, calculer la force exercée par l'eau sur le barrage représenté ci-dessous.



### 4 – Poussée d'Archimède

- Définir la poussée d'Archimède. Exprimer la poussée d'Archimède. Démontrer.
- A quelle condition un objet flotte-t-il dans un fluide ?
- Définir le poids apparent d'un objet.
- **Questions ouvertes :**
  - Pourquoi certains poissons flottent-ils horizontalement à leur mort ?
  - Pourquoi les bateaux sont-ils lestés au fond des cales ?

