

**UNIVERSITE LIBANAISE
FACULTE DE GENIE
DEPARTEMENT MECANIQUE**

**MECANIQUE DES FLUIDES
INCOMPRESSIBLES**

Rafic YOUNES

**MECANIQUE DES FLUIDES
INCOMPRESSIBLES**

Sommaire :

- I – Introduction
- II – Hydrostatique
- III – Cinématique des Fluides
- IV – Dynamique des Fluides Parfaits
- V – Dynamique des Fluides Réels
- VI – Similitudes
- VII – Couche Limite

INTRODUCTION

- **La mécanique des fluides: une définition**
- **Fluide ?**
- **Hypothèses de la *Mécanique des Fluides***
- ***Notion de déplacement et de déformation***
- ***Les équations fondamentales***
- **Théorème de transport de Reynolds**
- ***Applications***
- ***Histoire***

INTRODUCTION

- **La mécanique des fluides: une définition**

- **La mécanique des fluides est la branche de la mécanique qui traite de l'écoulement des fluides et des effets mécaniques, thermiques... qu'il engendre ou qui lui sont associés.**

INTRODUCTION

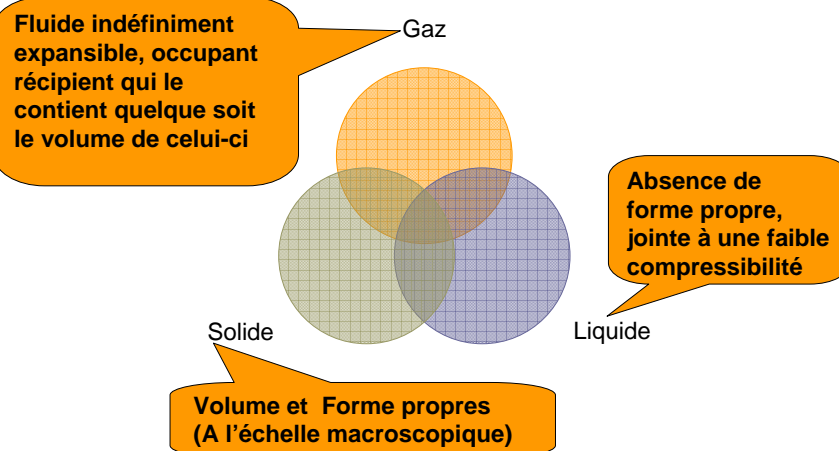
- **Fluide ?**
- **Corps qui peut prendre une forme quelconque, lorsqu'il est soumis à un système de forces convenables, ces forces pouvant être aussi faibles que l'on veut, à condition que l'on attende un temps suffisant...**
- **Un fluide épouse la forme du récipient qui le contient**
- **Des différences de cohésion et de compressibilité permettent de distinguer deux grandes catégories de fluides : les liquides et les gaz**

09/12/2005

M.D.F. - Rafic Younés

5

INTRODUCTION

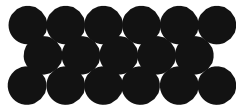


09/12/2005

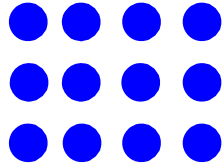
M.D.F. - Rafic Younés

6

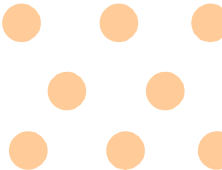
INTRODUCTION



□ Compacité forte
 $C_p = 0.901$



□ Compacité moyenne
 $C_p = 0.7$

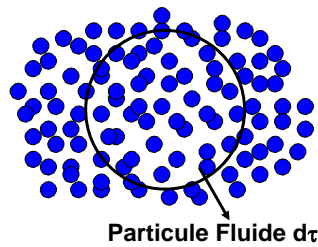
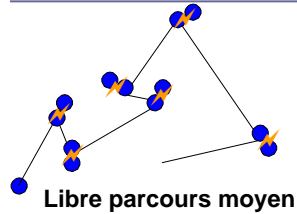


□ Compacité faible
 $C_p = 0.1$

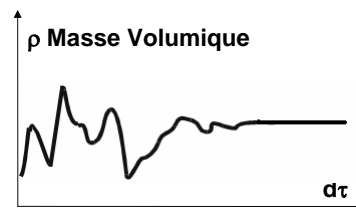
INTRODUCTION

- Hypothèses de la *Mécanique des Fluides* :
- Les phénomènes d'écoulement des liquides et des gaz sont traités du point de vue macroscopique en utilisant les lois de la mécanique de Newton
- Les mouvements de molécules individuelles ne sont pas pris en compte
- Le milieu d'écoulement est considéré comme continu : On étudie le mouvement d'un petit volume du milieu que l'on appelle « particule de fluide »

INTRODUCTION



- Volume $d\tau$ petit par rapport aux dimensions macroscopiques du système
- Volume grand par rapport au libre parcours moyen
- • *Masse volumique* : fonction continue et dérivable

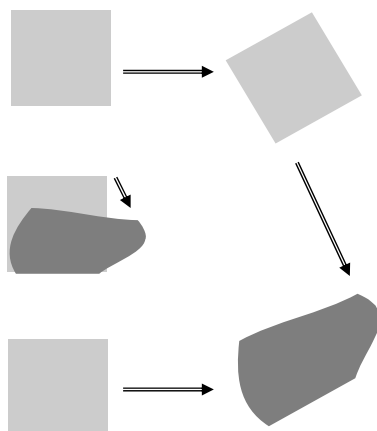


09/12/2005

M.D.F. - Rafic Younés

9

INTRODUCTION



- *Notion de déplacement et de déformation :*
- Sous l'effet d'une sollicitation, un élément de volume peut :
- • se déplacer
- • se déformer
- • se déplacer et se déformer

09/12/2005

M.D.F. - Rafic Younés

10

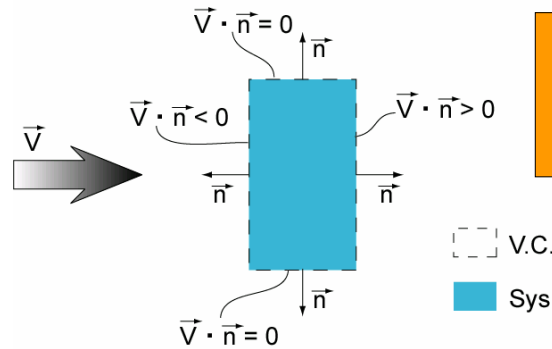
INTRODUCTION

- **Les équations fondamentales :**
- **L'équation de conservation de la masse** $\frac{dM}{dt} = 0$
- **L'équation de conservation de la quantité de mouvement** $\sum \vec{F} = M \cdot \frac{d\vec{V}}{dt}$
- **L'équation de conservation de l'énergie** $\Delta U = \Delta Q + \Delta W$
- **L'équation d'état thermodynamique** $f(p, \rho, T) = 0$

INTRODUCTION

- | | |
|--------------------------------------|---|
| □ 6 inconnues... | □ 6 équations... |
| □ Pression | □ Équation de continuité |
| □ Température | □ Équation de conservation de la quantité de mouvement |
| □ Masse volumique | □ Équation de conservation de l'énergie |
| □ 3 composantes de la vitesse | □ Équation d'état thermodynamique |
- + **des conditions aux limites**

INTRODUCTION



Théorème de transport de Reynolds

$$\left. \frac{dG}{dt}(\vec{P}, t) \right|_{\text{sys}} = \left. \frac{\partial G}{\partial t}(\vec{P}, t) \right|_{\text{VC}} + \int_{\text{SC}} \rho \cdot \frac{\partial G}{\partial M} \cdot \vec{V} \cdot \vec{n} dA$$

09/12/2005

M.D.F. - Rafic Younés

13

INTRODUCTION

Exemple 1: Variation de la Population

$$\left. \frac{dG}{dt}(\vec{P}, t) \right|_{\text{sys}} = \left. \frac{\partial G}{\partial t}(\vec{P}, t) \right|_{\text{VC}} + \int_{\text{SC}} \rho \cdot \frac{\partial G}{\partial M} \cdot \vec{V} \cdot \vec{n} dA$$

Variation annuelle

Naissance et Mort

Taux d'émigration

Exemple 2: Balance Monétaire

$$\left. \frac{dG}{dt}(\vec{P}, t) \right|_{\text{sys}} = \left. \frac{\partial G}{\partial t}(\vec{P}, t) \right|_{\text{VC}} + \int_{\text{SC}} \rho \cdot \frac{\partial G}{\partial M} \cdot \vec{V} \cdot \vec{n} dA$$

Balance annuelle

Construction et destruction

Import et Export

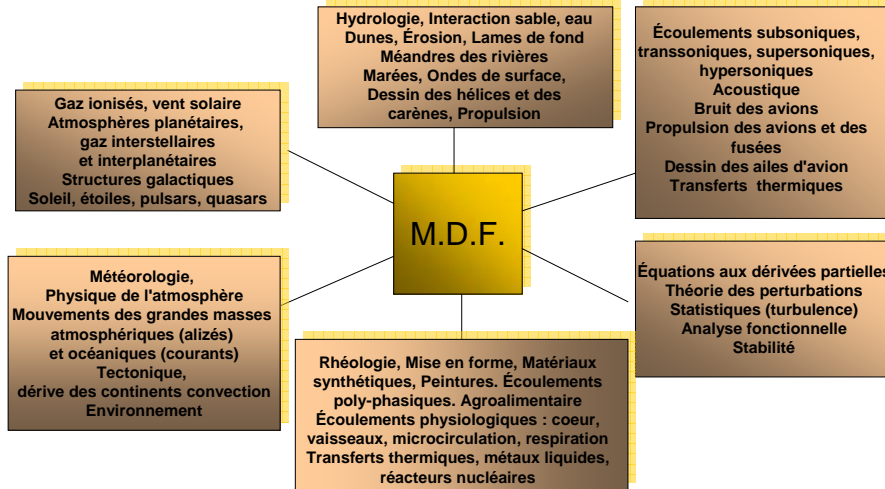


09/12/2005

M.D.F. - Rafic Younés

14

INTRODUCTION



09/12/2005

M.D.F. - Rafic Younés

15

INTRODUCTION

Isaac Newton
Anglais,
1642-1727



Blaise Pascal
Français,
1623-1662



Leonhard Euler
Allemand,
1707-1783



**ARCHIMEDE de
Syracuse, grec,**
-287/-212



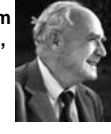
Leonardo da Vinci
Italien, 1452-1519



Osborne Reynolds
Anglais, 1842-1912



**Geoffrey Ingram
Taylor, Anglais,**
1866-1975



**Georges Gabriel
Stokes, Anglais,**
1819-1903



Joseph-Louis Lagrange
Français, 1736-1813



09/12/2005

M.D.F. - Rafic Younés

16