◇ Éléctromagnétisme

• Électrocinétique

$$i = C\frac{dU_c}{dt} \qquad q = C\,U \qquad U = L\frac{di}{dt} \qquad e = r\eta \text{ (Thèvenin} \sim \text{Norton)}$$

Ampli Op : **Idéal** $\Rightarrow i^{\oplus} = i^{\ominus} = 0$ et en régime **linéaire** $\Rightarrow V^{\oplus} = V^{\ominus}$

• Équations de Maxwell

$$\mathrm{div}\,\vec{B}(M;t) = 0 \qquad \overrightarrow{\mathrm{rot}}\ E(M;t) = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}(M;t)$$

$$\mathrm{div}\,\vec{E}(M;t) = \frac{\rho(M;t)}{\varepsilon_0} \qquad \overrightarrow{\mathrm{rot}}\ B(M;t) = \mu_0\,\vec{j}(M;t) + \varepsilon_0\frac{\partial \vec{E}}{\partial t}(M;t)$$

• Induction

$$\vec{E}_m = -\frac{\partial \vec{A}}{\partial t} + \vec{v}_e \wedge \vec{B} \qquad e_{AB} = \int_A^B \vec{E}_m \cdot \overrightarrow{dl} \qquad e = -\frac{d\Phi}{dt} \qquad \Phi = L\,i$$

◇ Mécanique des fluides

• Statique des fluides

⊛ Relation fondamentale de la statique des fluides et applications :

$$\overrightarrow{df_p} = P\,\overrightarrow{dS} \qquad \overrightarrow{\text{grad}}\,P = \overrightarrow{f_{vol}} \qquad \frac{dP}{dz} = -\rho g \qquad P(z) = P_0 \exp\left(\frac{-M_{air} g z}{RT_0}\right)$$

⊛ Poussée d'Archimède : $\vec{\Pi} = \vec{P_A} = -\rho V g$

• Cinématique des fluides

⊛ Conservation de la masse :

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}\,\rho\vec{v} = 0 \qquad \rho = C^{ste} \rightarrow \text{div}\,\vec{v} = 0 \rightarrow \vec{v}\cdot\vec{S} = C^{ste}$$

⊛ Vecteur tourbillon : $\vec{\Omega} = \frac{1}{2}\overrightarrow{\text{rot}}\,\vec{v}$

• La viscosité

$$\overrightarrow{df_{viscosité}} = \eta\frac{dV_x}{dy}\,dS\,\vec{x} \qquad \overrightarrow{f_{vol/viscosité}} = \eta\,\Delta\vec{v} \qquad \nu = \frac{\eta}{\rho} \quad (m^2.s^{-1})$$

$$\rho\frac{D\vec{v}}{Dt} = -\overrightarrow{\text{grad}}\,P + \rho\,\vec{g} + \eta\,\Delta\vec{v} \qquad \text{Navier-Stockes}$$

On en déduit : Bernouilli (permanent, parfait, incompressible, LdC/irrotationnel)

$$\rho\frac{v^2}{2} + P + \rho g z = C^{ste}$$

$$\overrightarrow{f_{flu\rightarrow sphère}} = -6\pi\eta\,r\,\vec{v} \qquad Re = \frac{rv}{\nu} \qquad \overrightarrow{f_{flu\rightarrow objet}} = \frac{1}{2}\rho\,v^2\,S\,C_x \text{ (coeff trainée)}$$

• Ondes acoustiques

$$c^2 = \frac{1}{\rho_0\chi_S} \qquad c = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \qquad P = \mathcal{Z}v \quad \mathcal{Z} = \pm\rho_0 c$$

$$E = \underbrace{\frac{1}{2}\rho_0 v^2}_{\substack{\text{énergie}\\ \text{cinétique}}} + \underbrace{\frac{1}{2}\chi_S p^2}_{\substack{\text{énergie}\\ \text{élastique}}}$$

◇ Thermodynamique

• Coefficients thermo-élastiques

$$\alpha = \frac{1}{V}\left.\frac{\partial V}{\partial T}\right|_P \text{ Dilatation thermique} \qquad \chi_T = \frac{-1}{V}\left.\frac{\partial V}{\partial P}\right|_T \text{ Compressibilité isotherme}$$

• Equations d'état

$$PV = nRT \qquad \left(P + \frac{n^2}{V^2}a\right)(V - nb) = nRT$$

• Capacités thermiques

$$C_V = \left.\frac{\partial U}{\partial T}\right|_V \leftrightarrow dU = C_V\,dT \qquad C_P = \left.\frac{\partial H}{\partial T}\right|_P \leftrightarrow dH = C_P\,dT$$

$$C_P - C_V = nR \qquad \gamma = \frac{C_P}{C_V} \qquad C_V = \frac{nR}{\gamma - 1} \qquad C_P = \frac{nR\gamma}{\gamma - 1}$$

• Loi de Laplace

$$TV^{\gamma-1} = C^{ste} \qquad PV^{\gamma} = C^{ste\prime} \qquad T^{\gamma}P^{1-\gamma} = C^{ste\prime\prime}$$

• Fonctions d'état

$$H = U + PV \qquad G = H - TS \qquad F = U - TS \qquad \delta W = -P_{ext}\,dV$$

$$dU = T\,dS - P\,dV \qquad dH = T\,dS + V\,dP \qquad dF = -S\,dT - P\,dV \qquad dG = -S\,dT + V\,dP$$

• Formule de Clapeyron

$$h_2 - h_1 = T(v_2 - v_1)\left(\frac{dP}{dT}\right)_{éq}$$

$$\underset{0°C}{\text{Glace}} \xrightarrow{334\,kJ.kg^{-1}} \underset{0°C}{\text{Eau}} \xrightarrow[\textit{donc}\ 418\,kJ.kg^{-1}]{4.18\,kJ.kg^{-1}.K^{-1}} \underset{100°C}{\text{Eau}} \xrightarrow{2260\,kJ.kg^{-1}} \underset{100°C}{\text{Vapeur}}$$

• Phénomènes de diffusion

Loi de Stephan : $\mathcal{P}_{tot} = \sigma\, T^4$ Loi de Wien : $T\,\lambda_{max} \approx 2800$ K.μm

$$\frac{\partial e}{\partial t} + \operatorname{div}\vec{j} = 0 \ (\textit{conservation}) \qquad \underset{part.m^{-3}}{\vec{j}_n} = -D\,\overrightarrow{\text{grad}}\,C \ (\text{Fick}) \qquad \underset{W.m^{-2}}{\vec{j}_Q} = -\lambda\,\overrightarrow{\text{grad}}\,T \ (\text{Fourier})$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\lambda}{\rho c}\,\Delta T \ (\textit{eq chaleur}) \qquad \Phi_{1\to 2} = hS(T_1 - T_2) \ (\text{Newton})$$