# Résumé de cours d'électromagnétisme

## Chapitre 4

# Actions mécaniques sur circuits et dipôles

### Torseur des actions de Laplace en distribution volumique

- On appelle force de Laplace s'exerçant sur un élément de volume $d\tau$ traversé par une densité $\vec{j}$, la force $(\mathrm{N})$ :

$$\overrightarrow{dF_L} = \vec{j}(P) \wedge \vec{B}(P) d\tau(P)$$

- On introduit une densité volumique de forces :

$$\frac{\overrightarrow{dF_L}}{d\tau} = \vec{j} \wedge \vec{B}$$

- Le vecteur moment de ces forces $(\mathrm{N.m})$ en un point $O$ est :

$$\overrightarrow{M_O} = \iiint_{\mathcal{D}(\vec{j})} \overrightarrow{OP} \wedge \overrightarrow{dF_L}$$

- Rappel : moment d'une force en un point :

$$\overrightarrow{M_O}(\vec{F}) = \overrightarrow{OP} \wedge \vec{F}$$

### Torseur des actions de Laplace en distribution surfacique

$$\overrightarrow{dF_L} = \vec{j_S}(P) \wedge \vec{B}(P) dS$$

$$\overrightarrow{M_O} = \iint_S \overrightarrow{OP} \wedge \overrightarrow{dF_L}$$

### Torseur des actions de Laplace pour un circuit filiforme

$$\overrightarrow{dF_L} = i\overrightarrow{dl}(P) \wedge \vec{B}(P)$$

$$\overrightarrow{M_O} = \oint_{\mathcal{C}} \overrightarrow{OP} \wedge \overrightarrow{dF_L}$$

Ou :

$$\overrightarrow{M_O} = \int_{\overrightarrow{AB}} \overrightarrow{OP} \wedge \overrightarrow{dF_L}$$

### Circuit filiforme dans $\overrightarrow{B_{\mathrm{ext}}}$ uniforme

$$\vec{F} = \vec{0}$$

Couple :

$$\vec{\Gamma} = \vec{\mathcal{M}} \wedge \overrightarrow{B_{\mathrm{ext}}}$$

où $\overrightarrow{\mathcal{M}}$ est le moment magnétique de la spire $(\mathrm{A.m^{-2}})$.

## ENERGIE POTENTIELLE D'INTERACTION

Si un dipôle de moment dipolaire magnétique $\overrightarrow{\mathcal{M}}$ est placé au point $P$, l'énergie potentielle d'interaction (J) est :

$$W_{\text{interaction}} = -\overrightarrow{\mathcal{M}}.\overrightarrow{B_{\text{ext}}}(P)$$

## DIPOLE RIGIDE

Un dipôle rigide est un dipôle tel que $\|\overrightarrow{\mathcal{M}}\|$ est constante (mais dont l'orientation peut changer).

## ACTIONS MECANIQUES SUR UN DIPOLE RIGIDE

$$\vec{F} = \overrightarrow{\mathrm{grad}}(\overrightarrow{\mathcal{M}}.\overrightarrow{B_{\text{ext}}})$$

$$\overrightarrow{M_P} = \overrightarrow{\mathcal{M}} \wedge \overrightarrow{B_{\text{ext}}}(P)$$

où $\overrightarrow{M_P}$ est le moment de la force sur le dipôle en $P$.

## CAS D'UN DIPOLE NON RIGIDE

$$\vec{F} = (\overrightarrow{\mathcal{M}}.\overrightarrow{\mathrm{grad}})\overrightarrow{B_{\text{ext}}}(P)$$

$$\overrightarrow{M_P} = \overrightarrow{\mathcal{M}} \wedge \overrightarrow{B_{\text{ext}}}(P)$$