

# L'induction électromagnétique

P5 – Chapitre 6

## I. Loi d'Ohm généralisée

### 1. La force de Lorentz

Charge ponctuelle	Distribution volumique de charges
$\vec{f} = q(\vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B})$	$\vec{f} = \iiint_V \rho(M)\vec{E}(M) + \vec{j}(M) \wedge \vec{B}(M) d^3\tau_P$

### 2. Loi d'Ohm locale pour un conducteur immobile

$$\boxed{\vec{j} = \gamma \vec{E}} \quad \text{avec} \quad \gamma = \frac{n_m q^2 \tau}{m} \quad (\text{conductivité})$$

### 3. Loi d'Ohm locale pour un conducteur en mouvement (vitesse $\vec{V}$ )

$$\boxed{\vec{j} = \gamma(\vec{E} + \vec{V} \wedge \vec{B})}$$

## II. L'induction électromagnétique

### 1. Loi de Faraday

$$\boxed{Ri = e = -\frac{d\phi}{dt}} \quad \text{avec} \quad \boxed{\phi = \iint_{\text{Spire}} \vec{B} \cdot d^2S_P}$$

### 2. Equation de Maxwell-Faraday

$$\boxed{\text{rot}_M \vec{E}(M) = -\frac{\partial \vec{B}(M)}{\partial t}}$$

### 3. Potentiels électromagnétiques – Jauges

Une jauge se note  $(\vec{A}(M), V(M))$

$$\begin{cases} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{A}}{\partial t} - \text{grad} V(M) \\ \vec{B} = \text{rot}_M \vec{A}(M) \end{cases}$$

## III. Exemples d'application

### 1. Mesure de tension aux bornes d'un dipôle inductif

$$u = Ri + \frac{d\phi}{dt}$$

### 2. Matrice inductance de circuits filiformes

$$\phi_i = \sum_{j=1}^N I_j M_{ij} \quad \text{avec} \quad M_{ij} = \frac{\mu_0}{4\pi} \oint_{C_i} \oint_{C_j} \frac{d\vec{r}_i \cdot d\vec{r}_j}{P_i P_j}$$

**Ex : Le transformateur :**

$$\frac{u_2}{u_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

# L'induction électromagnétique

P5 – Chapitre 6

## 3. Electrodynamique des conducteurs

### a. Effet Hall

Durant le régime transitoire, les électrons s'accumulent d'un côté du conducteur, mais la formation de charges positives de l'autre côté crée une force  $\vec{f}_H = q\vec{E}_H$  qui annule cette accumulation.

$$\vec{f} = q \left( \vec{E} + \underbrace{\vec{E}_H + \vec{v} \wedge \vec{B}}_{=0} \right)$$

### b. Force de Laplace (force électrique)

$$\vec{f}_L = e\vec{E}_H = -\vec{V} \wedge \vec{B}$$

Distrib. volumique	Distrib. surfacique	Distrib. linéique
$\vec{f}_L = \iiint_V (\vec{j} \wedge \vec{B}) d^3\tau$	$\vec{f}_L = \iint_S (\vec{J}_s \wedge \vec{B}) d^2S_M$	$\vec{f}_L = I \oint_C \vec{dr} \wedge \vec{B}$

### c. Circuits filiformes

$$\vec{\Gamma} = \vec{M} \wedge \vec{B} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} \vec{\Gamma} \text{ moment du couple} \\ \vec{M} = I\vec{S} \text{ moment magnétique} \end{array}$$