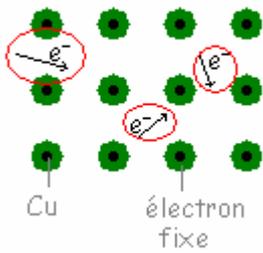


# Application à l'électrocinétique

## I Modèle classique de la loi d'Ohm locale

Charges libres dans un conducteur :

Charges mobiles



Electron de conduction : charges mobiles qui vont assurer le courant

Ordre de grandeur :  $n_m \approx 10^{29} \text{ m}^{-3}$  électrons mobiles dans le cuivre

✕ Mouvement désordonné lié à l'agitation thermique et aux chocs sur les atomes du réseau.

✕ Si le conducteur est soumis à une différence de potentiel, mouvement d'ensemble qui assure le courant.

Densité volumique de courant :

$I = \frac{dq}{dt}$ . On introduit la grandeur  $\vec{j}$  liée à  $I$  faisant intervenir  $n_m$  : nombre de charges mobiles, et leur vitesse d'ensemble  $\vec{v}$ .

$\vec{j} = -en_m \vec{v} = \rho_m \vec{v}$  ;  $\vec{j}$  est la densité volumique de courant.

Et :  $I = \iint \vec{j} \cdot d\vec{S}$

**Loi d'Ohm locale** :  $\vec{j} = \gamma \vec{E}$  avec  $\gamma$  la conductivité exprimée en  $\Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$  ou  $\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$

On introduit aussi la résistivité du matériau :  $\rho = \frac{1}{\gamma}$  (en  $\Omega \cdot \text{m}$ )

Application : calcul de la résistance électrique d'un conducteur filiforme :

$$R = \frac{L}{\gamma S}$$

Ordre de grandeur pour le cuivre :

$$\gamma = 6 \cdot 10^7 \Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$\text{Fil : } S = 1 \text{ mm}^2$$

$$L = 30 \text{ cm}$$

$$R = 5 \cdot 10^{-3} \Omega \text{ (négligeable en TP)}$$

## II Effet Hall

Conducteur soumis à  $\vec{B}$  et à  $\vec{E}$

On modélise les chocs des électrons avec les atomes du réseau par une force de frottements :  $\vec{f} = -\lambda \vec{v}$

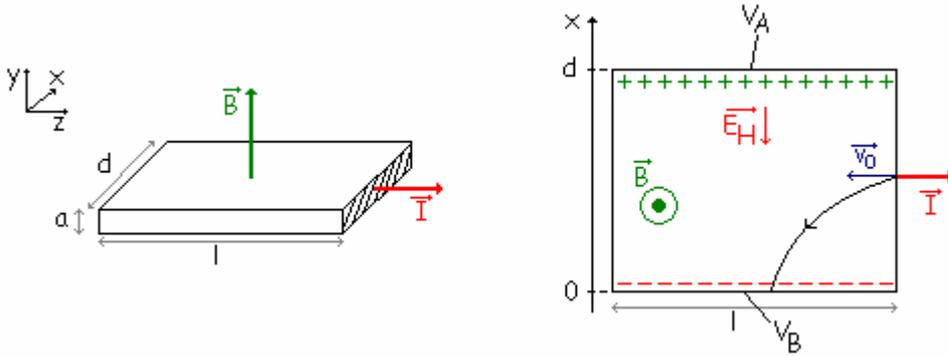
$$\vec{j} = \gamma (\vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B}) \text{ et on a } \vec{v} = \frac{\vec{j}}{\rho_m}$$

$$\rightarrow \vec{j} = \gamma (\vec{E} + R_H \vec{j} \wedge \vec{B}) \text{ avec } R_H = \frac{1}{\rho_m} : \text{ constante de Hall}$$

Ordre de grandeur pour le cuivre :  $R_H \approx 10^{-10} \text{ C}^{-1} \cdot \text{m}^3$

$\rightarrow$  le terme  $R_H \vec{j} \wedge \vec{B}$  est en général négligeable pour les conducteurs (pas pour les semi-conducteurs)

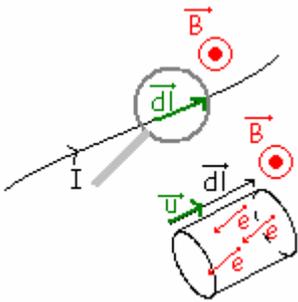
### Effet Hall dans une géométrie rectangulaire



$$I = \iint_{\vec{j}} \vec{j} \cdot d\vec{S} = j \cdot a \cdot d$$

La force  $\vec{F}_H = q\vec{E}_H$  va compenser la force magnétique en régime permanent

### III Force de Laplace



Quelle est la force sur un élément  $\vec{d}_l$  du fil ?

Chaque électron est soumis à la force :  $\vec{f} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$

→ Force de Laplace :  $d\vec{F} = I\vec{d}_l \wedge \vec{B}$

Exemple d'application : les moteurs à courant continu notamment.