

Conducteurs Ohmiques en régime statique

Eric Ouvrard

PC CPGE Lycée Dupuy de Lôme - LORIENT

7 janvier 2021

- Le déplacement des porteurs de charges est la conséquence de l'apparition d'un gradient de potentiel entre deux points d'un conducteurs.
- Par analogie aux phénomènes de conduction thermique
$$\vec{j}(M) = -\gamma \cdot \overrightarrow{\text{grad}}V(M)$$
- Or en régime stationnaire : $\vec{E} = -\overrightarrow{\text{grad}}V$

Loi d'Ohm locale

Dans le référentiel du conducteur pouvant être considéré comme galiléen, le vecteur densité de courant \vec{j} et le champ électrique \vec{E} peuvent être reliés par la loi d'Ohm



$$\vec{j} = \gamma \cdot \vec{E}$$

avec γ la conductivité du milieu

On effectue un bilan mécanique sur un électron de conduction du conducteur. Pour cet électron de masse m_e de charge $-e$ et de vitesse \vec{v}_e , dans le référentiel lié au conducteur supposé galiléen.

Le conducteur est soumis à une différence de potentiels $U = V_A - V_B$, parcouru par i_{AB}

Modélisation des interactions microscopiques

On modélise les interactions microscopiques et les défauts du réseau fixe d'atomes par la force



$$\vec{f} = -\frac{m_e}{\tau} \cdot \vec{v}_e$$

Force électromagnétique - Poids


On considère l'électron non relativiste. Dans ces conditions on peut négliger la force magnétique

On étudie d'un point de vue mécanique un porteur de charge (1 électron) :

Le PFD donne donc :
$$\frac{d\vec{v}_e}{dt} + \frac{1}{\tau} \cdot \vec{v}_e = \frac{e}{m_e} \cdot \vec{E}$$

Temps caractéristique

Pour les conducteurs tels que le cuivre, la constante de temps τ est très faible devant les durées caractéristiques de variation du champ extérieur. On peut considérer le régime permanent établi immédiatement.

 Dans le modèle de Drüde:
$$\vec{v}_e = -\frac{e \cdot \tau}{m} \cdot \vec{E}$$

- Modèle de Drüde : $\vec{v}_e = -\frac{e \cdot \tau}{m} \cdot \vec{E}$
- Or $\vec{j} = \rho_p \cdot (-e) \cdot \vec{E}$ avec ρ_p la densité volumique de porteurs de charge

Loi d'Ohm locale

Un conducteur est caractérisé par sa conductivité électrique γ telles que

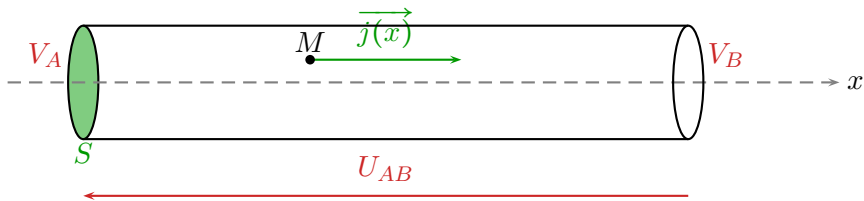
$$\vec{j} = \gamma \cdot \vec{E}$$

Selon le modèle de Drüde,

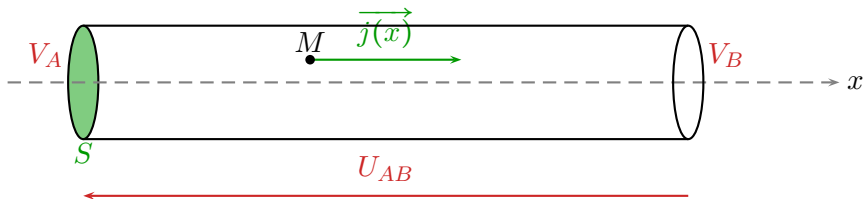
$$\Rightarrow \gamma = \rho_p \cdot \frac{e^2 \cdot \tau}{m_e}$$

Métal : $10^4 \text{ S.m}^{-1} \rightarrow 10^9 \text{ S.m}^{-1}$.

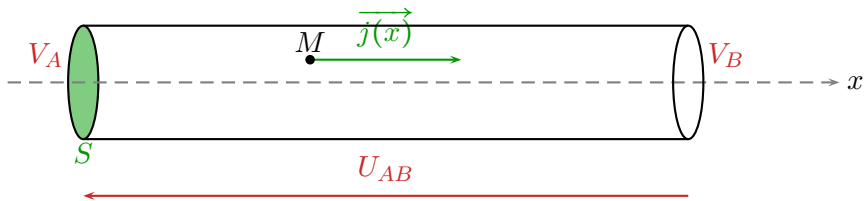
Semi-conducteurs : $10^{-8} < \gamma < 10^4$, leur conductivité dépend fortement d'influences variées, ce qui fait leur intérêt en électronique.



- Modèle unidimensionnel :
- Le régime est stationnaire :
- Expression de l'intensité :
Le champ électrique est donc
- On admet que $\vec{E} = -\overrightarrow{\text{grad}}V$, alors $V_A - V_B =$



- Modèle unidimensionnel : $j(M) = j(x)$
- Le régime est stationnaire : $\frac{dj(x)}{dx} = 0$
- Expression de l'intensité : $i = \iint_S \vec{j} \cdot d\vec{S} = j \cdot S = \gamma \cdot S \cdot E$
Le champ électrique est donc uniforme
- On admet que $\vec{E} = -\overrightarrow{\text{grad}}V$, alors $V_A - V_B = \frac{L}{\gamma \cdot S} \cdot i$

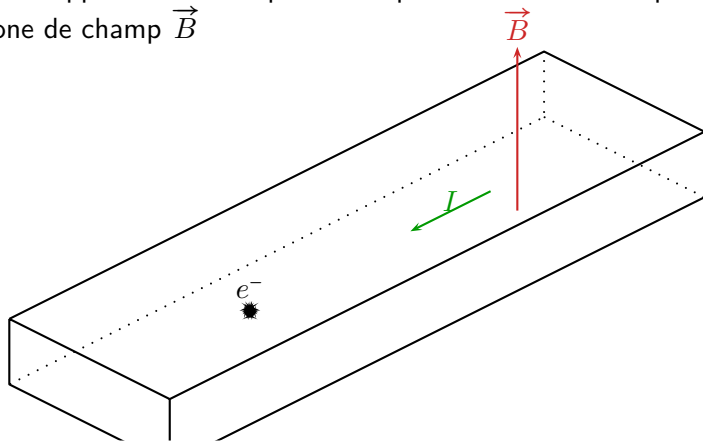


Résistance d'un conducteur

La résistance d'un conducteur de section S et de longueur L est donnée par la relation

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

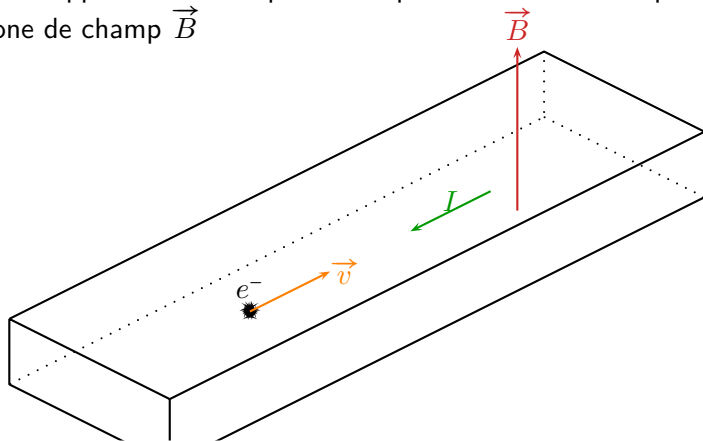
Une nappe conductrice parcourue par un courant I est placée dans une zone de champ \vec{B}



Effet Hall

La mesure de la tension aux bornes des parois latérales d'une nappe de courant dans un champ magnétique permet de mesurer ce champ.

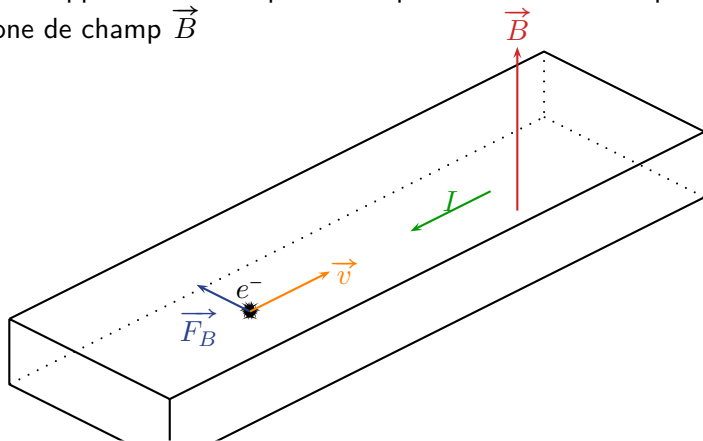
Une nappe conductrice parcourue par un courant I est placée dans une zone de champ \vec{B}



Effet Hall

La mesure de la tension aux bornes des parois latérales d'une nappe de courant dans un champ magnétique permet de mesurer ce champ.

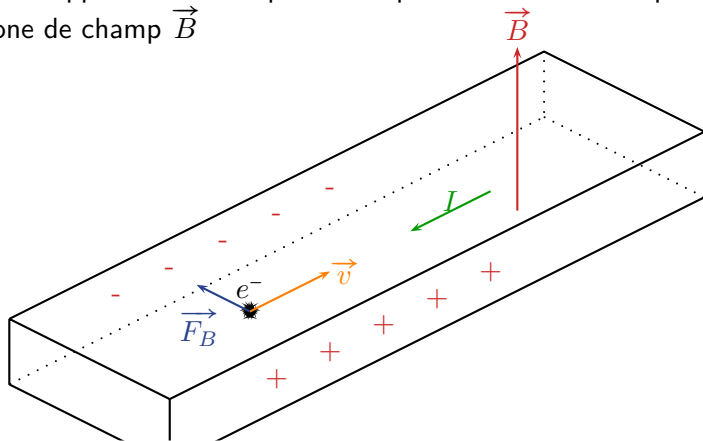
Une nappe conductrice parcourue par un courant I est placée dans une zone de champ \vec{B}



Effet Hall

La mesure de la tension aux bornes des parois latérales d'une nappe de courant dans un champ magnétique permet de mesurer ce champ.

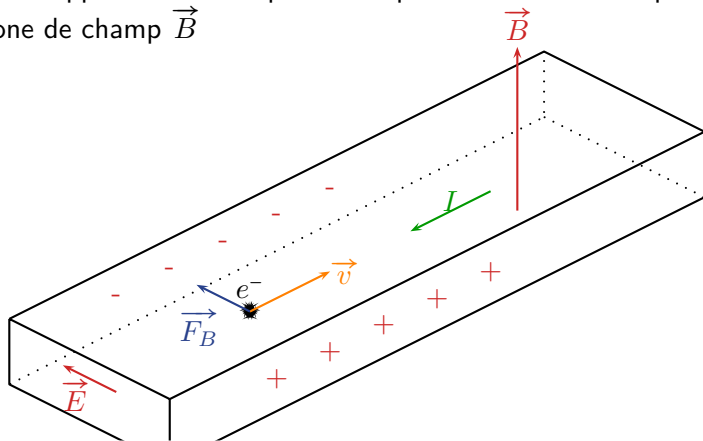
Une nappe conductrice parcourue par un courant I est placée dans une zone de champ \vec{B}



Effet Hall

La mesure de la tension aux bornes des parois latérales d'une nappe de courant dans un champ magnétique permet de mesurer ce champ.

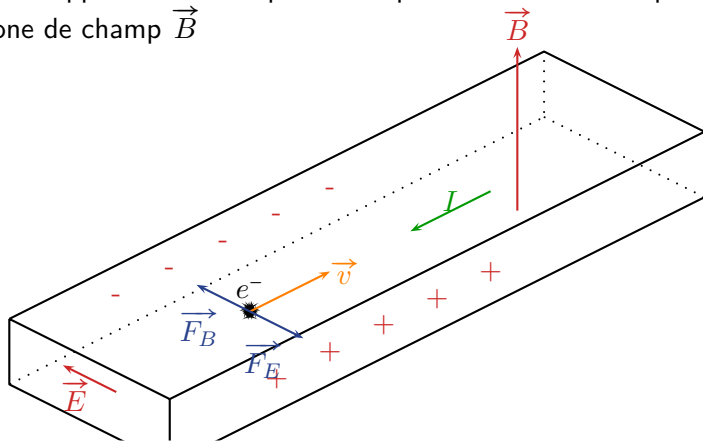
Une nappe conductrice parcourue par un courant I est placée dans une zone de champ \vec{B}



Effet Hall

La mesure de la tension aux bornes des parois latérales d'une nappe de courant dans un champ magnétique permet de mesurer ce champ.

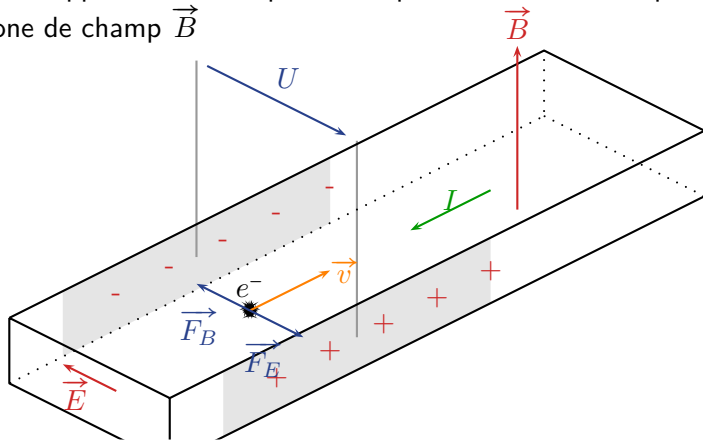
Une nappe conductrice parcourue par un courant I est placée dans une zone de champ \vec{B}



Effet Hall

La mesure de la tension aux bornes des parois latérales d'une nappe de courant dans un champ magnétique permet de mesurer ce champ.

Une nappe conductrice parcourue par un courant I est placée dans une zone de champ \vec{B}



Effet Hall

La mesure de la tension aux bornes des parois latérales d'une nappe de courant dans un champ magnétique permet de mesurer ce champ.