

## EM17 : Mouvement de charges dans un conducteur L'essentiel

**Vecteur densité de courant électrique** Soit un conducteur possédant  $n$  atomes par unité de volume, on définit un vecteur densité de courant électrique  $\vec{j}$  par :

$$\vec{j} = nq\vec{v} = \rho_d \vec{v} \quad (25)$$

où  $\rho_d = nq$  est la densité volumique de charges mobiles ayant la vitesse  $\vec{v}$ .  
 $\vec{j}$  s'exprime en  $A.m^{-2}$ .

L'intensité du courant est donc égal au **flux** du vecteur densité de courant :

$$I = \iint_S \vec{j} \cdot \vec{n} dS \quad (26)$$

**Loi d'Ohm locale** Elle relie le vecteur densité de courant au champ électrique auquel est soumis le conducteur et à la conductivité électrique de celui-ci :

$$\vec{j} = \gamma \vec{E} \quad (27)$$

avec  $\gamma = \frac{nq^2\tau}{m}$ , la conductivité du métal exprimée en Siemens par mètre ( $S.m^{-1}$ ).

Un siemens est égal à un ampère par volt ( $1S = 1A.V^{-1}$ ).

On rappelle que  $\tau$  peut être considéré comme le temps moyen qui s'écoule entre deux chocs que subit un électron dans le conducteur.

**Résistance électrique d'un conducteur** Le rapport  $R = U/I$  qui définit la résistance électrique du conducteur est constant et ne dépend que de la géométrie du conducteur.

On a :

$$\frac{U}{I} = \frac{\int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l}}{\gamma \iint_S \vec{E} \cdot \vec{n} dS} \quad (28)$$

Pour un fil conducteur de longueur  $l$  et de section  $S$ , la résistance est :

$$R = \frac{l}{\gamma S} \quad (29)$$

**L'effet Hall** Soit une plaque conductrice parcourue par un courant  $I$  et plongée dans un champ magnétique  $\vec{B}$ , une tension perpendiculaire à la direction du courant et au champ magnétique apparaît, appelée tension de Hall.

Les premiers électrons qui circulent sont déviés par la force magnétique et s'accumulent sur un côté de la plaque, il se crée une dissymétrie de charges qui crée un champ électrique

et donc une tension. Les électrons qui circulent par la suite sont soumis à deux forces qui se compensent, la force magnétique et la force de Coulomb due au champ de Hall, ils ne sont donc plus perturbés.

La tension de Hall étant proportionnelle au courant  $I$  et à l'intensité du champ magnétique, cet effet permet la mesure du champ magnétique (il faut connaître les caractéristiques de la plaque conductrice, appelée sonde).

**Effet Hall et force de Laplace** L'effet Hall dans un conducteur permet d'expliquer l'apparition de la force de Laplace qui s'exerce sur un conducteur parcouru par un courant et plongé dans un champ magnétique.

La somme des forces s'exerçant sur le conducteur, donc la force de Laplace est égale à la force de Lorentz s'exerçant sur les charges mobiles.

La force de Laplace est la manifestation macroscopique de la force de Lorentz qui s'exerce sur les charges microscopiques.