

Action du champ magnétique

1. Action de \vec{B} sur un courant - Force de Laplace 1

I. Action de \vec{B} sur un courant - Force de Laplace

1) Rappel: Force de Lorentz

On rappelle qu'une particule de charge q et de vitesse \vec{v} dans un champ magnétique \vec{B} subit une force magnétique dite de Lorentz définie par $\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$

2) Action sur un courant

Par courant, on parle d'ensemble de particule chargées animé d'un mouvement collectif (de même vitesse).

De manière discrète, on considère N particules chargées de vitesse \vec{v} identique.

La résultante des forces magnétiques sur le système est:

$$\vec{F} = \sum_i q_i \vec{v} \wedge \vec{B}$$

De manière continue, on considère pour chaque volume différentiel la force qui résulte de ce volume. Avec n la densité volumique de charge et $d\tau$ le volume élémentaire:

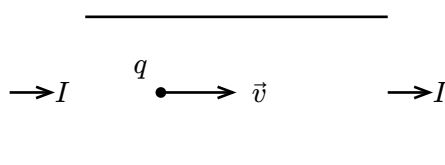
$$d\vec{F} = \underbrace{(nq\vec{v})}_{\vec{j}} \wedge \vec{B} d\tau$$

On définit la **densité de force volumique**:

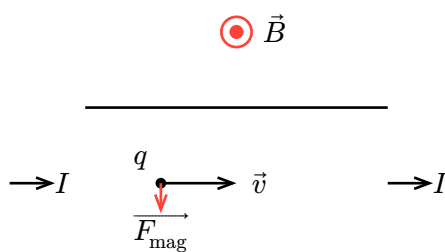
$$\frac{d\vec{F}}{d\tau} = \vec{j} \wedge \vec{B}$$

3) Action sur un fil parcouru par un courant - Force de Laplace

On considère un fil parcouru par un courant:



Si on applique un champ magnétique à ce fil, les charges vont subir une force magnétique:



Les charges positives vont s'accumuler d'un côté, ce qui va causer une accumulation de charges négatives de l'autre côté du fil. C'est l'**effet Hall**.

La différence de charge crée un potentiel et donc un champ électrique, c'est le **champ de Hall** \vec{E}_H

Le champ magnétique et le champ de Hall finissent par se compenser en régime permanent (pourquoi??):

$$q\vec{E}_H + q\vec{v} \wedge \vec{B} = \vec{0}$$

$$\Rightarrow \vec{E}_H = -\vec{v} \wedge \vec{B}$$

Donc au final, les charges mobiles ne subissent aucune force. Mais le fil possède aussi des charges fixes. Ces charges vont subir l'action du champ de Hall. Indirectement, les charges fixes (le fil en lui-même) subissent donc la force magnétique appliquée aux charges mobiles.

Pour trouver la valeur de cette force, on reprend l'expression différentielle de la force sur une petite unité de volume du fil:

$$d\vec{F} = \vec{j} d\tau \wedge \vec{B}$$

On s'intéresse à un fil, donc on considère le volume linéique:

$$\vec{j} d\tau = I d\vec{L}$$

La force subie par le fil, la **force de Laplace** vaut donc:

$$d\vec{F}_L = I d\vec{l} \wedge \vec{B}$$

4) Ancienne définition légale de l'Ampère

On va considérer que certains fils sont actifs (ils vont créer des champs magnétiques) et que certains fils sont passifs (ils vont subir l'effet de champs magnétiques).

