



ÉLECTROMAGNÉTISME

1) Les champs magnétiques

1) Propriétés des aimants

Les aimants peuvent être naturels (oxydes de fer : la magnétite Fe_2O_3) ou artificiels (obtenus par frottement sur un autre aimant ou à l'aide d'un courant électrique).

L'aimantation est plus forte aux extrémités de l'aimant. Ce sont les pôles de l'aimant (Nord et Sud). Deux pôles de même nom se repoussent tandis que deux pôles opposés s'attirent.

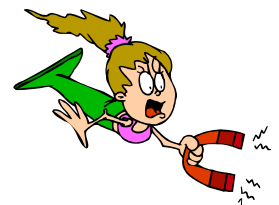
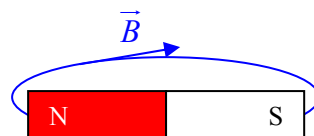
2) Caractéristiques d'un champ magnétique

Le champ magnétique constitue l'espace autour de l'aimant où toute aiguille aimantée est déviée par cet aimant.

- De la limaille de fer disposée librement autour d'un aimant s'organise en suivant des lignes appelées lignes de champ. Elles matérialisent le champ magnétique.
- Ces lignes sont orientées : elles « sortent » du pôle Nord de l'aimant pour « entrer » dans son pôle Sud.
- On peut mesurer la valeur d'un champ magnétique, l'induction, en tesla (T) à l'aide d'un teslamètre.

Les trois caractéristiques, direction (portée par la ligne de champ), sens (du Nord vers le Sud) et valeur permettent de modéliser un champ magnétique à l'aide d'un vecteur.

Ce vecteur est appelé vecteur induction et est noté \vec{B} .



Le vecteur \vec{B} est constant lorsque, dans une région, le champ magnétique est uniforme.

3) Caractéristiques d'un champ magnétique

Le champ magnétique qui est connu depuis plus de 1 000 ans par les chinois est le champ magnétique terrestre. Sa direction et son sens sont donnés par l'aiguille de la boussole. L'aiguille de la boussole indique le Nord magnétique (légèrement différent du Nord de l'axe de rotation terrestre).

La valeur du champ magnétique terrestre est, en France, de l'ordre de $47 \mu\text{T}$.

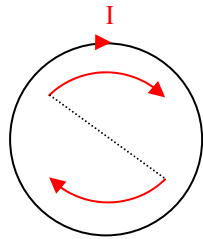
4) Champ magnétique créé par un courant électrique

Un conducteur parcouru par un courant électrique génère un champ magnétique. Ce champ exerce une action sur une aiguille qui dépendra de l'intensité du courant, de son sens et de la distance entre l'aiguille et le conducteur.

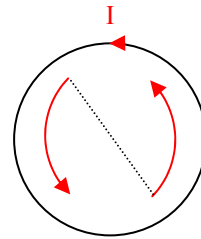


Dans un solénoïde (bobine de fil) parcouru par un courant électrique, il se forme à l'intérieur un champ uniforme. Ce solénoïde se comporte alors comme un aimant droit et possède alors un pôle Sud et un pôle Nord. Les faces Nord et Sud peuvent être déduite :

- à l'aide de la règle du tire-bouchon : un tire-bouchon tournant dans le sens du courant, progresse dans le sens du champ magnétique (du Sud vers le Nord).

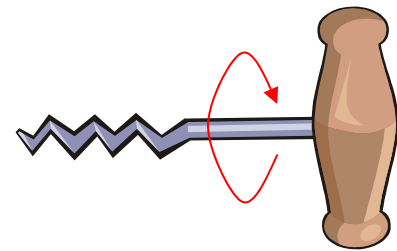
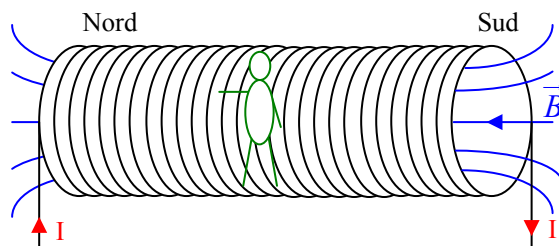


Face Sud



Face Nord

- à l'aide de la règle du bonhomme d'Ampère : Regardant l'intérieur du solénoïde, le bonhomme d'Ampère, couché sur le fil et traversé par un courant des pieds vers la tête voit le champ magnétique dirigé vers sa gauche.



À l'intérieur d'un solénoïde, de longueur ℓ , comprenant N spires parcourues par un courant d'intensité I , le champ magnétique est uniforme et a pour valeur :

$$B = 4\pi 10^{-7} \times \frac{N}{\ell} \times I$$

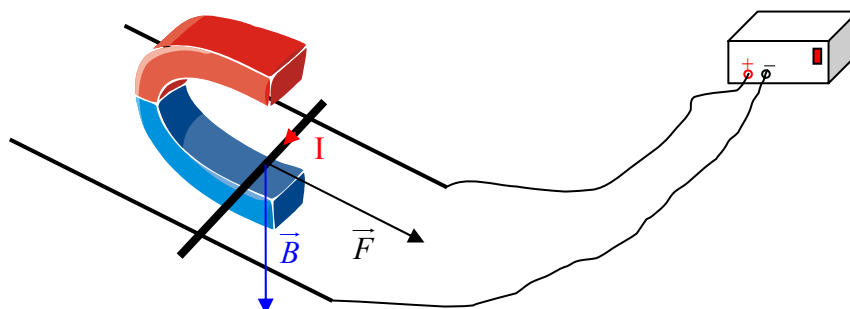
B : en tesla (T)

I : en ampère (A)

ℓ : en mètre (m)

II) Action d'un champ magnétique sur un courant

Un conducteur électrique de longueur ℓ , soumis à un champ magnétique \vec{B} et traversé par un courant d'intensité I , subit une force électromagnétique \vec{F} appelée force de Laplace.





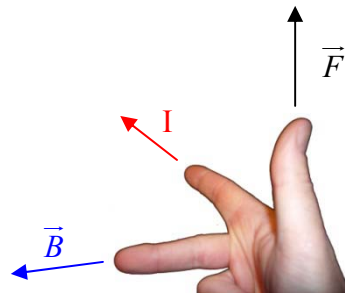
Caractéristiques de la force de Laplace :

- son point d'application est situé au milieu de la portion de conducteur soumis au champ magnétique
- sa direction est perpendiculaire au plan défini par le champ magnétique et le conducteur.
- son sens est donné par le règle des trois doigts de la main droite.
- sa valeur est donnée par la formule :

$$F = I \ell B \sin \alpha$$

F : en newton (N) B : en tesla (T) I : en ampère (A) ℓ : en mètre (m)

Règle des trois doigts :



Majeur : **M**agnétisme
Index : **I**ntensité
Pousse : **P**oussée

Convention pour représenter un vecteur orthogonal à un plan :

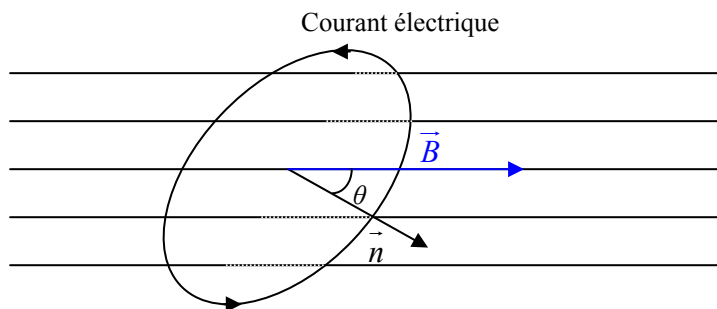


Le sens du vecteur est vers l'avant du plan de la feuille



Le sens du vecteur est vers l'arrière du plan de la feuille

III) Flux magnétique





On définit la normale \vec{n} comme étant un vecteur unitaire perpendiculaire à la surface de la spire et dont le sens est fixé par la règle du tire-bouchon.

Le flux Φ du champ \vec{B} créé à travers la spire est donné par la formule :

$$\phi = B \times S \times \cos \theta$$

Φ : en weber (Wb)

B en tesla (T)

S en mètre carré (m²)

Pour une bobine plate de N spires, le flux Φ est donné par : $\phi = N \times B \times S \times \cos \theta$

IV) Induction électromagnétique

1) Loi de Faraday

Une variation du flux magnétique au travers d'un circuit fermé provoque l'apparition d'un courant électrique, appelé courant induit, tant que dure la variation du flux magnétique.

Exemple : En faisant bouger un aimant devant une bobine, on fait apparaître dans cette dernière un courant induit. C'est le principe d'un générateur qui transforme une énergie mécanique en énergie électrique.

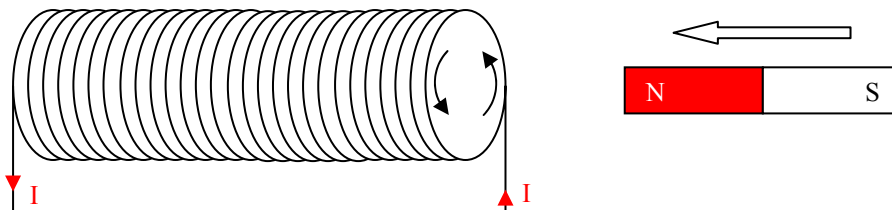


Michael Faraday

2) Loi de Lenz

Le sens du courant induit est tel que les effets qu'il engendre s'opposent à la cause qui lui donne naissance.

Exemple 1 : Si on approche un pôle Nord d'un aimant devant une bobine, le courant induit produit une face Nord qui tend à repousser l'aimant.



Exemple 2 : Si on éloigne un pôle Nord d'un aimant devant une bobine, le courant induit produit une face Sud qui tend à attirer l'aimant.

