

SÉQUENCE : LE CHAMP MAGNÉTIQUE

Discipline : Physique

Série : 11^{ème} Sciences

Domaine : SMT

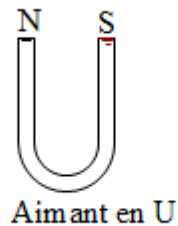
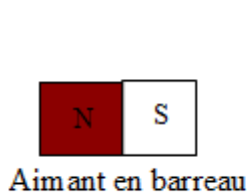
Activité 1 : Définition et identification des pôles d'un aimant

1. **Définition** : un aimant est un corps capable d'attirer des objets en fer.

Exemple : L'aimant attire le clou en fer.

2. Les différents types d'aimant

Ils sont : les aimants en barreau ; les aimants en U ; les aimants à bouts pointus



3. Identification des pôles d'un aimant

Deux pôles de même identiques se repoussent et ils s'attirent dans le cas contraire. Les pôles de l'aimant sont : le pôle nord (N) et le pôle sud (S).

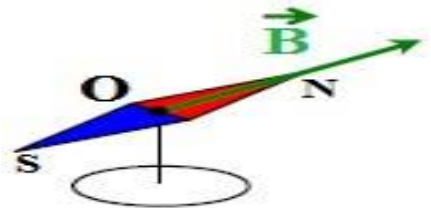
Activité 2 : Notion de champ Magnétique

1. **Définition champ Magnétique** : On appelle champ magnétique (créé par un aimant, un courant, ...), toute région de l'espace où règne une force magnétique.

2. Caractéristiques du vecteur champ magnétique

Le **vecteur champ magnétique** et note $\vec{B}$ est caractérisé par :

- Son **point d'application** : origine du vecteur (O) ;
- Sa **direction** celle d'une aiguille magnétique placée en ce point ;
- Son **sens** celui de la force magnétique qui va du pôle **Sud** vers le pôle **Nord** d'une aiguille magnétique.
- Son **module** : elle est égale à l'intensité du champ magnétique en ce point.



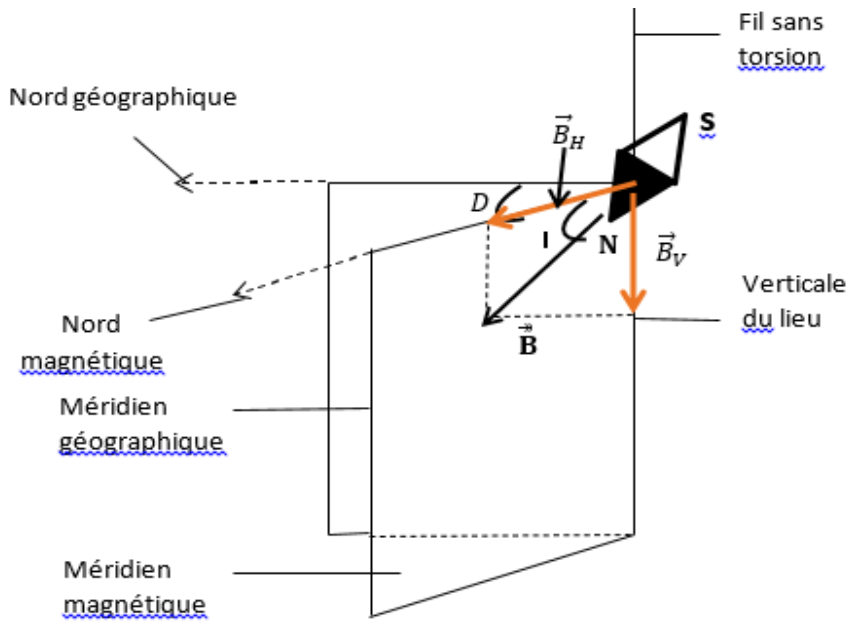
N.B : L'unité du champ magnétique dans le système international est le **tesla** noté **T**. une autre unité plus petite que le tesla, le **gauss** est utilisé et noté **G** ($1 \text{ T} = 10^4 \text{ G}$).

3. Champ magnétique terrestre

Le champ terrestre est le champ magnétique produit par un dipôle magnétique sans doute présent au centre de la terre.

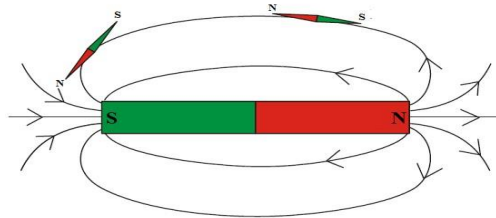
$$\text{On a : } \vec{B} = \vec{B}_H + \vec{B}_V \quad \Leftrightarrow B^2 = B_H^2 + B_V^2$$

$$\cos I = \frac{B_H}{B} \quad \text{où} \quad I: \text{angle d'inclinaison} \quad \text{et} \quad D: \text{angle de déclinaison}$$



4. Lignes de champ – Spectre magnétique

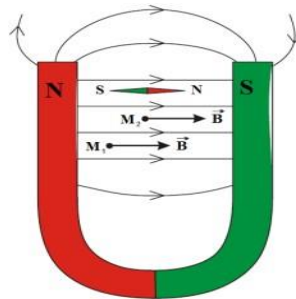
- **Lignes de champs** : Ce sont des courbes qui en chacun de leurs points sont tangentes au vecteur champ magnétique. Elles ont le même sens que le vecteur champ magnétique.



- **Spectre magnétique** : On appelle spectre magnétique d'un aimant l'ensemble des lignes de champ qu'ils créent.

5. Champ magnétique uniforme

On appelle **Champ magnétique uniforme**, toute région de l'espace où les lignes de champs sont parallèles ; le vecteur champ y est constant en tout point.



6. Superposition de champs magnétiques

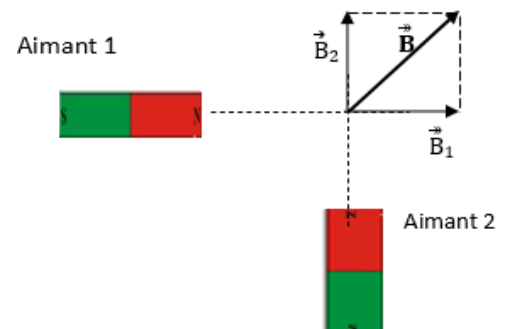
Le champ magnétique résultant créé par la superposition de deux aimants est défini par :

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

En module

$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$$

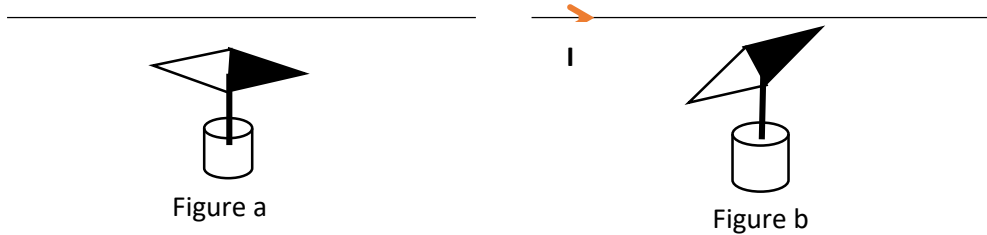
Remarque



Si α est l'angle formé entre $\vec{B}_1$ et $\vec{B}_2$, différent de 90° alors :
$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + 2 \times B_1 \times B_2 \cos \alpha}$$

Activité 3 : Champ magnétique créé par un Courant

Expérience d'Oersted : Dispose un conducteur horizontalement au-dessus d'une aiguille aimantée mobile sur un pivot verticale.



On constate que

Figure a : L'aiguille aimantée garde sa position initiale.

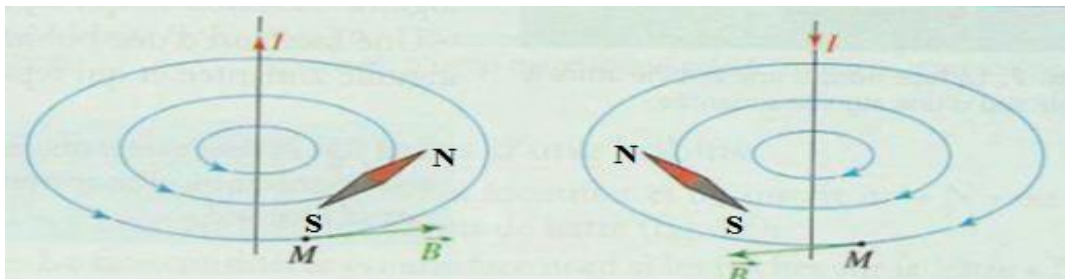
Figure b : L'aiguille aimantée dévie dans le sens inverse.

En augmentant l'intensité du courant, l'angle de déviation augmente par contre en diminuant l'intensité, l'angle de déviation diminue.

Conclusion : En chaque point au voisinage du circuit, l'induction magnétique $\vec{B}$ est la somme géométrique de l'induction magnétique terrestre $\vec{B}_T$ et de l'induction magnétique $\vec{B}_c$ créée par le courant.

1. Champ d'un courant rectiligne

Soit le schéma suivant :



- **Définition** : On appelle champ d'un courant rectiligne, l'intensité B du vecteur champ proportionnelle l'intensité du courant I et inversement proportionnelle à la distance d .
- **Expression** :
$$B = 2 \times 10^{-7} \times \frac{I}{d}$$
 où B en T ; I en A et d : distance entre le conducteur et le point M

NB : Le champ magnétique exprime aussi en gauss (G) tel que $G = 10^{-4} \text{ T}$.

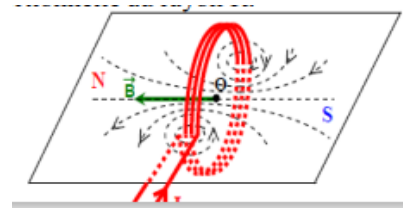
- **Règle de l'observateur d'Ampère**

Un observateur (**bonhomme d'Ampère**) couché sur le long d'un fil conducteur traversé par le courant de telle sorte que celui-ci lui entre par les pieds et lui sorte par la tête, il regarde vers le point où le champ est créé, son bras gauche tendu indique le pôle Nord (**sens de $\vec{B}$**).

2. Champ d'un Courant Circulaire (Bobine Plate)

- **Définition** : Le champ d'un courant circulaire d'intensité B , est proportionnelle à l'intensité I du courant lui traversant et inversement proportionnelle au rayon R .

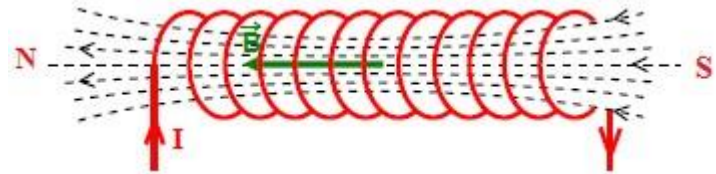
- **Expression :** $B = 2\pi \times 10^{-7} \times \frac{NI}{R}$ où N : nombres de spires et R : rayon de spire en (m)



3. Champ d'une bobine logue (solénoïde)

- **Définition :** Un solénoïde est une bobine dont la longueur est grande devant le diamètre, de plusieurs spires parcourues par un courant I et de rayon R.
- **Expression :**
 - ✓ **Bobine à spires non jointives**

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{NI}{l} \text{ Ou } B = 4\pi \times 10^{-7} \times nI$$



N : nombre de spires l : la longueur de la bobine en m

Nombre de spires par mètre : $n = \frac{N}{l}$

$$\underline{N.B} : \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$$

- ✓ **Bobine à spires jointives :**

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{KI}{d_f} \text{ ou } B = 4\pi \times 10^{-7} \times nI$$

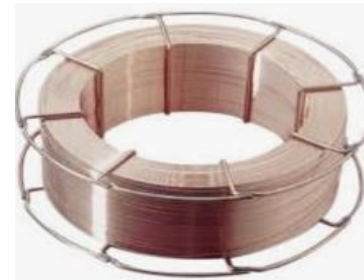
K : nombre de couches

d_f : diamètre du fil,

Nombre de couche par mètre : $n = \frac{K}{d_f}$

La longueur du fil L_f : $L_f = 2\pi r N$ où r est le rayon du spire.

$N.B : R = \rho \frac{L_f}{S_f}$ ou R : résistance en Ω ; ρ : résistivité du fil $\Omega.m$; S_f : section du fil en m^2 .



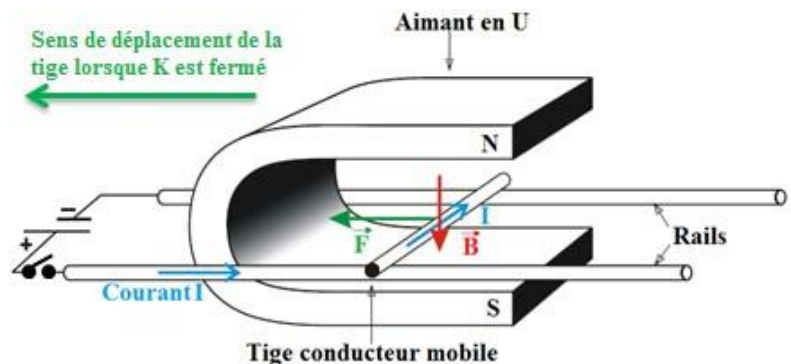
Activité 4 : Loi de Laplace

Un conducteur de longueur ℓ placé dans un champ magnétique et parcouru par un courant I, est soumis à une force électromagnétique $\vec{F}$.

1. **Définition de la force de Laplace :** C'est la force électromagnétique qu'exerce un champ magnétique sur un conducteur parcouru par un courant.
2. **Expression**
 - **Vectoriellement :** $\vec{F} = I \vec{l} \times \vec{B}$
 - **En module :** $F = IB \ell \sin \alpha$ ou $\alpha = (\vec{I}, \vec{B})$
3. **Règle pour la représentation de ces vecteurs**
 - **Règle des trois doigts de la main droite :**

Le sens de ces vecteurs est déterminé par la règle des **trois doigts** de la main droite de telle sorte que le pouce donne le sens de : $\vec{F}$; l'index le sens du courant $\vec{I}$ et le majeur le sens de $\vec{B}$.

- **Règle du bonhomme d'Ampère :** Un observateur couché le long du conducteur de telle sorte que le courant entre par ses pieds et sort par sa tête son bras gauche tendu donne le sens de F en regardant les lignes d'induction fuient.



Activité 5 : Application à la loi de Laplace

1. **Définition de la roue de Barlow** : C'est une des toutes premières machine électrique de démonstration, imaginée par le physicien Peter Barlow.

2. Expressions:

• Force de Laplace : $F = IBR$ avec $l = R$

• Moment de la force F :

$$M_O(\vec{F}) = F \times OP \quad \text{avec } OP = \frac{R}{2} \quad \text{alors} \quad \boxed{M_O(\vec{F}) = \frac{IBR^2}{2}}$$

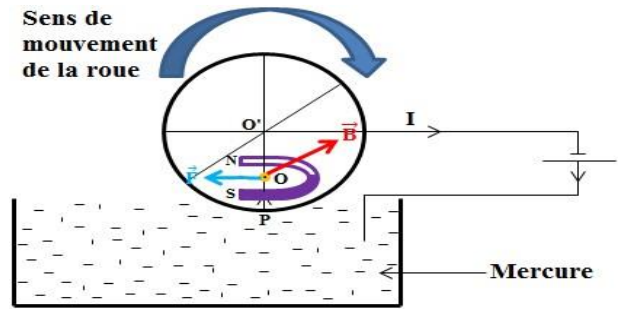
• Travail de cette force F : $W = F \times d \Leftrightarrow W = IBR \times 2\pi r N$

$$\Leftrightarrow W = IBR \times 2\pi \frac{R}{2} N \Leftrightarrow \boxed{W = \pi IBNR^2}$$

• La puissance du moteur : $P = \frac{W}{T} \Leftrightarrow P = \frac{\pi IBNR^2}{T} \Leftrightarrow P = \frac{IBR^2}{2} \times 2\pi N \Rightarrow \boxed{P = M_O(\vec{F}) \times \omega}$ ou

ω : la vitesse angulaire de la roue d'expression

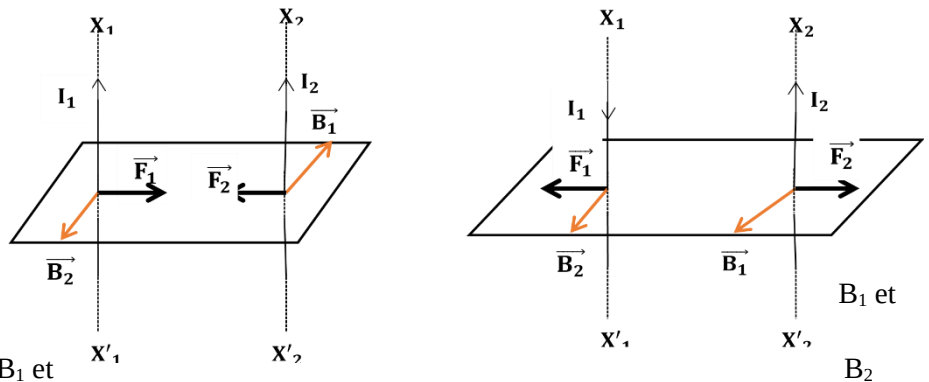
N : la fréquence ou le nombre tour par seconde



Activités 6 : Action mutuelle de deux courants rectilignes parallèles

Soient deux conducteurs parallèles distants de d parcourus par deux courants identiques I_1 et I_2 .

Figure



1. Expérience

- 1^{er} cas : les deux forces sont attractives, B_2 sont parallèles et opposés
- 2^e cas : les deux forces sont répulsives, B_1 et B_2 sont parallèles et de même sens

Conclusion :

1^{er} cas : quand les conducteurs sont parcourus par les courants de même sens, les deux fils conducteurs s'attirent ;

2^e cas : les deux fils conducteurs se repoussent

2. Les expressions de B_1 et B_2 puis celle de F_1 et F_2 :

- $B_1 = 2 \times 10^{-7} \times \frac{I_1}{d_1}$ et $F_1 = I_1 B_1 l$
- $B_2 = 2 \times 10^{-7} \times \frac{I_2}{d_2}$ et $F_2 = I_2 B_2 l$