

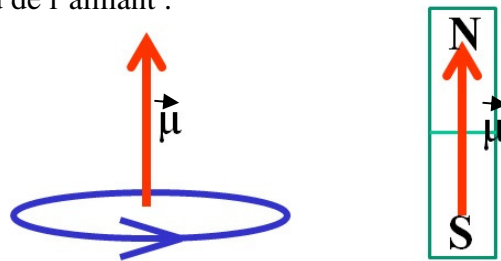
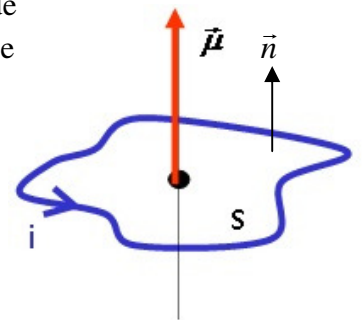
I) Rappels théoriques

1) Champ magnétique

- Le champ magnétique crée par un circuit est proportionnel au courant qui le traverse et dépend de la géométrie du circuit (longueur, forme, nombre de spires...).
- Par exemple le champ magnétique crée par un solénoïde « infini » (tel que sa longueur soit \gg devant son rayon) est donné par $\vec{B} = \mu_0 \frac{N}{l} i \vec{u}_x$ où $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$ SI, N étant le nombre de spires, l la longueur du solénoïde et i le courant qui le traverse. \vec{u}_x est le vecteur unitaire de l'axe du solénoïde.

2) Moment magnétique

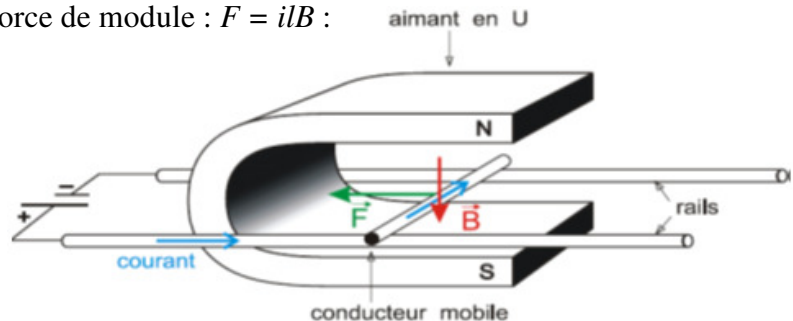
- **Moment magnétique d'une boucle de courant** : on définit pour une boucle de courant orientée, de surface S , traversée par un courant i le moment magnétique de la boucle par : $\vec{\mu} = iS\vec{n}$ (en Am^2) où le vecteur unitaire \vec{n} est orienté par le sens positif choisi (généralement celui du courant).
- **Moment magnétique d'un aimant** : par analogie avec la boucle précédente, on peut définir le moment dipolaire d'un aimant orienté du pôle sud vers le pôle nord de l'aimant :



3) Action d'un champ magnétique extérieur

- **Forces de Laplace** : un élément de conducteur de longueur dl traversé par un courant i et placé dans un champ magnétique extérieur \vec{B} subit la force : $d\vec{F} = i d\vec{l} \wedge \vec{B}$. Ainsi un conducteur mobile sur des rails traversé par un courant sur la longueur l et placé dans un champ extérieur **uniforme** subit une force de module : $F = ilB$:

Dispositif des rails de Laplace :



- **Action d'un champ extérieur sur un aimant** :

Un aimant de moment magnétique $\vec{\mu}$ placé dans un champ extérieur subit un couple de moment : $\vec{M} = \vec{\mu} \wedge \vec{B}$. Le moment magnétique aura donc tendance à s'aligner sur le champ. Ainsi l'aiguille aimantée d'une boussole s'aligne sur le champ magnétique terrestre.

II) Etude expérimentale

1) Etude du solénoïde infini

- Le champ magnétique est mesuré avec un teslamètre qui nécessite une remise à zéro fréquente en dehors de tout champ appliqué. Allumer le teslamètre et faire le zéro sur la voie B_x , (Ox étant l'axe du solénoïde) et sur le calibre 20mT.
- Le solénoïde est alimenté directement en courant continu I par l'alimentation stabilisée. Celle-ci doit donc fonctionner en générateur de courant : le bouton « voltage » sera tourné totalement à droite et I sera réglé à l'aide du bouton « current » ($0,8A < I < 2,2A$).
- Mesurer B_x à l'intérieur du solénoïde en fonction du courant i . Tracer sous Excel $B_x = f(I)$. En déduire le nombre de spires N du solénoïde. Evaluer l'incertitude sur N .

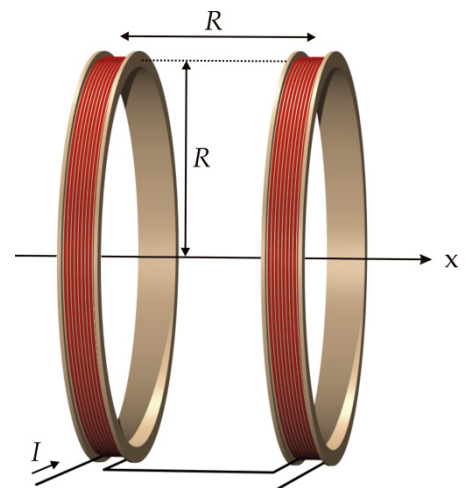
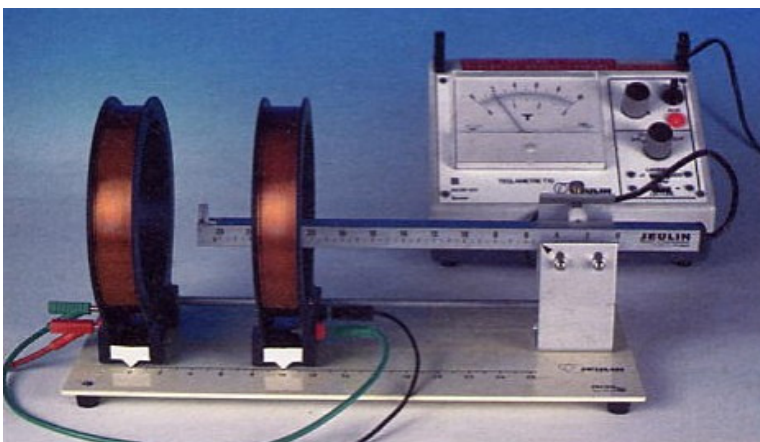
2) Etude de la bobine plate

- Placer la sonde du teslamètre sur le dispositif de guidage et alimenter la bobine plate avec l'alimentation stabilisée précédente avec un courant $I = 2 A$. L'axe des x constituant celui de la bobine et son origine $x = 0$ le centre de la bobine, mesurer le champ pour plusieurs valeurs de x positives et négatives puis tracer $B_x = f(x)$ sous excel.
- Le champ magnétique vaut $B_x = \frac{\mu_0 NiR^2}{2(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}$ où R est le rayon de la bobine. Déduire du champ magnétique au centre de la bobine, le nombre de spire N de la bobine.

3) Etude des bobines de Helmholtz

- On appelle bobines de Helmholtz l'ensemble de 2 bobines identiques distantes de R (rayon moyen des bobines) branchées en série afin que les champs créés par ces 2 bobines soient de même sens.

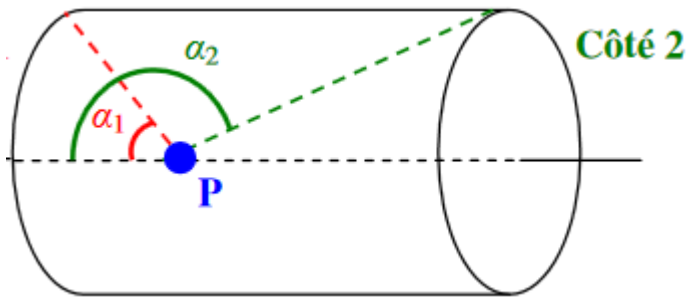
On se propose de déterminer la répartition du champ résultant $B_x(x)$ sur l'axe Ox des 2 bobines.



- Faire le zéro du teslamètre si nécessaire. Imposer $I = 2A$ aux deux **bobines créant un champ de même sens**. L'origine de l'axe x est O_1 centre de la première bobine. Mesurer B_x pour des valeurs de x comprises entre -1 cm et +10 cm. Tracer $B_x(x)$. Quel est l'intérêt des bobines de Helmholtz ?

4) Mesure du champ crée sur l'axe d'un solénoïde court

- Mesurer l'intensité du champ magnétique sur l'axe horizontal lorsque le point P est au centre du solénoïde puis au milieu du côté 2.



- Exprimer l'intensité du champ magnétique en fonction de n , I , L et R au centre du solénoïde et à une extrémité du solénoïde (sur l'axe).

On donne l'expression de l'intensité du champ magnétique sur l'axe, en un point P de l'axe

$$B = \frac{\mu_0 n I}{2} |\cos(\alpha_2) - \cos(\alpha_1)|$$

où B : Champ magnétique sur l'axe centrale au point P (T)

n : Nombre de spires par unité de longueur ($n = N/L$)

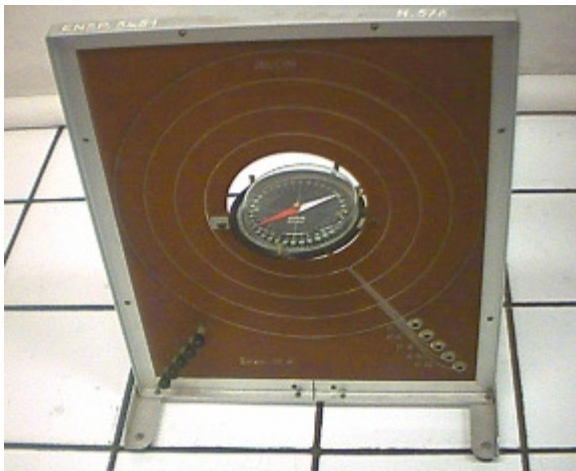
I : Courant électrique (A)

α_1 : Angle pour positionner Côté 1 par rapport au point P

α_2 : Angle pour positionner Côté 2 par rapport au point P

μ_0 : Constante magnétique, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{Ns}^2/\text{C}^2$

5) Détermination du champ magnétique au centre du système



Donner la relation entre la valeur du champ magnétique en O , centre du système, $B(O)$, le rayon d'une spire et le nombre de spires.

6) Mesure de la composante horizontale du champ magnétique terrestre (boussole des tangentes)

En utilisant le matériel à votre disposition, proposer un protocole permettant d'évaluer la composante horizontale du champ magnétique terrestre (noté B_T).

Remarque : en l'absence de courant, l'aiguille aimantée au centre du système est alignée sur le champ magnétique terrestre B_T . Lorsque le courant circule dans les spires, elle est alignée sur la somme **vectorielle** du champ terrestre et de B_{spires} créée par le système.