

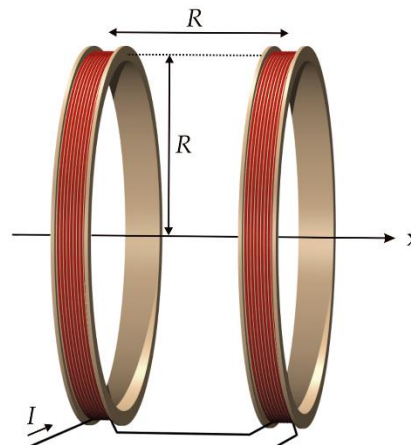
TP30 - Magnétisme

Objectif :

- Mesurer le champ magnétique terrestre en observant son effet sur l'aiguille d'une boussole ;
- Etudier le principe du moteur synchrone (mise en rotation d'une aiguille aimantée) ;
- Mesurer la valeur de l'inductance propre d'une bobine et constater l'effet d'un noyau de fer sur celle-ci.

1 Les bobines de Helmholtz (30 min)

Nous allons étudier le champ magnétique créé par deux bobines identiques espacées d'une distance D égale à leur rayon R , situation où le champ magnétique créé au milieu du dispositif est selon l'axe (Ox) et relativement homogène.



1. Espacer les deux bobines de $D = R = 6,5 \text{ cm}$.
2. Les brancher en série pour obtenir des champs \vec{B}_1 et \vec{B}_2 de même sens.
3. Fixer l'intensité du courant $I = 2 \text{ A}$.
4. Placer la sonde (Teslamètre) au centre de la bobine de gauche ($x = 0$), puis mesurer la norme B du champ total $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ pour différentes valeurs de x (tout les 1 cm).
5. Tracer le graphe $B = f(x)$ sous régressi ou latispro. Conclure.
6. Faire varier D pour avoir $D \neq R$, le champ est-il encore uniforme entre les bobines ?
7. Si les bobines étaient parcourues par des courants de sens contraires, que dire de \vec{B} entre les bobines ?

2 Champ magnétique à l'intérieur d'un solénoïde (30 min)

On admet qu'un solénoïde de longueur L et constitué de N spires, parcouru par un courant d'intensité I génère un champ \vec{B} de norme $B = \frac{\mu_0 N I}{L}$, où μ_0 est la perméabilité du vide.

2.1 Uniformité du champ magnétique

On oriente l'axe (Ox) du solénoïde positivement de la gauche vers la droite, l'origine O étant placée au centre du solénoïde.

Un générateur de courant continu réglable est monté en série avec un solénoïde long et un ampèremètre. Une sonde de Hall coulisse sur son support et permet de mesurer la valeur du champ magnétique en différents points de l'axe du solénoïde. On peut sélectionner la composante du champ magnétique à mesurer (B_x ou B_z).

8. Faire le zéro après avoir placé la sonde au centre de la bobine ($x = 0$), générateur éteint.
9. Régler le générateur de façon à ce que l'intensité du courant circulant dans la bobine soit proche de 2 A.
10. Pour différentes valeur de x , relever la valeur de B indiqué par la sonde.
11. Tracer la courbe représentant B en fonction de x . Dans quel domaine de x a-t-on un champ constant à 10% près ?

2.2 Champ magnétique au centre et nombre de spires

Vous disposez d'un solénoïde dont vous pouvez doubler le nombre de spires N , que vous brancherez en série avec un générateur de courant réglable et un ampèremètre.

12. Placer la sonde au centre du solénoïde et faire le zéro, générateur éteint.

13. Régler le générateur de façon à ce que l'intensité du courant circulant dans la bobine soit proche de 2 A. Noter sa valeur. Vérifier la valeur de l'intensité avant chaque mesure.
14. Pour les deux valeurs de N (200 et 400), mesurer la valeur de B correspondante. Noter la longueur L du solénoïde. En déduire la valeur de μ_0 .

2.3 Champ magnétique au centre et intensité du courant

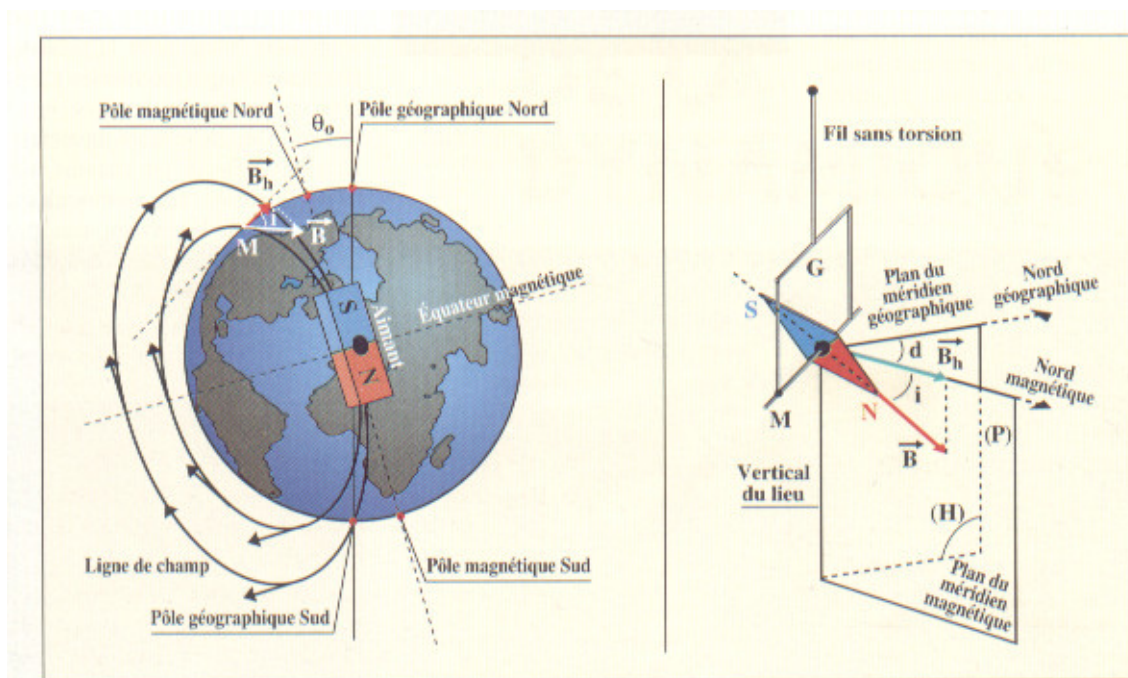
Pour cette expérience, vous utiliserez le nombre de spires maximum dont dispose le solénoïde (400), que vous brancherez en série avec un générateur de courant continue réglable et un ampèremètre.

15. Tracer la courbe représentant B en fonction de I . En déduire la valeur de μ_0 .

3 Mesure du champ magnétique terrestre (30 min)

En première approximation, le champ magnétique terrestre équivaut à celui d'un aimant droit situé au centre de la Terre et dont le pôle Sud pointerait vers le Nord géographique. L'axe de cet aimant est incliné sur l'axe des pôles géographiques (correspondant à l'axe de rotation de la Terre sur elle-même) d'un angle θ_0 voisin de $11,5^\circ$.

L'intensité du champ magnétique terrestre vaut environ 5×10^{-5} T. Le champ magnétique terrestre est contenu dans un plan vertical passant par les pôles magnétiques terrestres appelé plan méridien magnétique. Sa direction fait avec l'horizontal un angle i appelé inclinaison dont la valeur est voisine de 60° .



On dispose d'un dispositif avec une bobine plate et une simple boussole horizontale posée sur une aiguille :

- la boussole n'est sensible qu'à la composant horizontale \vec{B}_h du champ magnétique terrestre.
- le champ magnétique \vec{B} créé au centre de la bobine plate s'exprime :

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 N I}{2R} \vec{n}$$

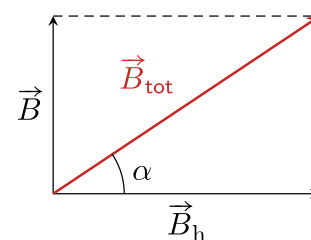
avec N est le nombre de spires de la bobine, R son rayon, I l'intensité du courant qui le traverse, \vec{n} un vecteur normal à la bobine, et $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H.m⁻¹ est la perméabilité du vide.

Le champ magnétique total \vec{B}_{tot} ressentie par la boussole est :

$$\vec{B}_{\text{tot}} = \vec{B}_h + \vec{B}$$

Lorsque les deux champs sont perpendiculaires, on a la relation sur les normes des champs :

$$\tan \alpha = \frac{B}{B_h}$$



16. Proposer un protocole pour mesurer B_h .

4 La balance de Cotton (30 min)

La balance de Cotton est un dispositif permettant de mesurer des champs magnétiques. Un circuit parcouru par un courant est placé dans le champ magnétique créé par un aimant en U. Il subit alors une action de Laplace. Ce circuit fait partie d'un solide qui peut tourner autour d'un axe de rotation passant par le point O , grâce à une liaison pivot parfaite. On note $d = A_3A_4$.

Le contrepoids est \mathcal{C} réglé de telle manière que sans masse posée sur le plateau \mathcal{P} et pour $i = 0$, la balance est équilibrée à l'horizontale. On précise que $OC = OD$.

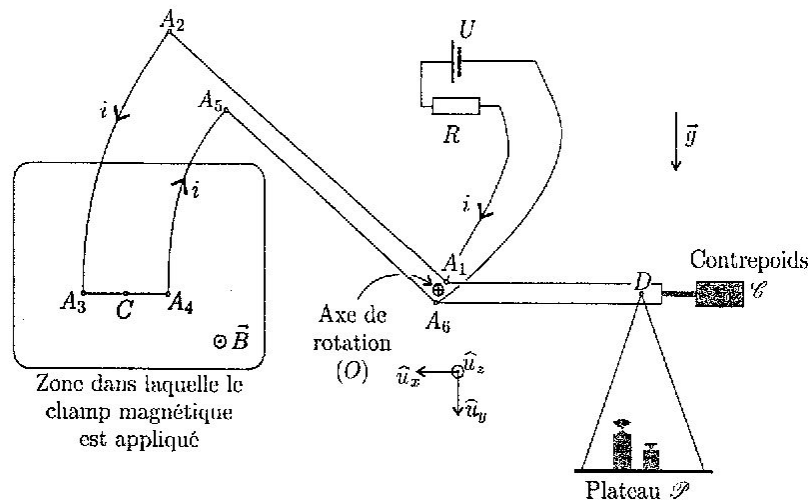


FIGURE 1 – Schéma de principe de la balance

17. Montrer que pour $i \neq 0$ la balance est à l'équilibre si on pose une masse m sur le plateau telle que $mg = idB$.
18. Alimenter le circuit en faisant attention au sens du courant.
19. Placer sur le plateau une masse de 0,1 g.
20. Régler le courant pour que l'aiguille de la balance soit au centre. En déduire la valeur du champ magnétique créé par l'aimant. Rappel : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.
21. Vérifier la valeur calculée en mesurant directement le champ magnétique grâce à un teslamètre.