TP N.01

ÉTUDE DES CHAMPS MAGNÉTIQUES : MESURE PAR EFFET HALL

Objectifs du TP :

- Utiliser une sonde à effet Hall pour mesurer un champ magnétique ; vérifier expérimentalement un certain nombre de propriétés et théorèmes. Rappel : $\mu_0 = 4\pi.10^{-7} Hm^{-1}$.

Principe de la sonde de Hall :
Une sonde de Hall, parcourue par un courant d'intensité constante et convenablement placée dans un champ magnétique, délivre une tension U_H proportionnelle à la valeur B du champ.

1 Champ crée par un soleinoide :

De longueur 2l , comportant 2N spires et de rayon R = 2,5 cm. $2N_{max} = 200$; $2l_{max} = 40cm$.

- **Réglage de Tèsla-mètre :**Mettre le teslamètre sous tension (le témoin de secteur s'allume en rouge ; attendre que ce témoin passe au vert : $\backsimeq 10min$).
  Sélectionner la composante magnétique à afficher (B_X ou B_Z) ainsi que le calibre désiré (20 mT).
  Réglage du zéro : éloigner la sonde de toute source de champ magnétique ; **régler** le teslamètre à zéro en agissant, à l'aide d'un tournevis, sur les deux potentiomètres ajustables accessibles sur le côté du tube porte-sonde (B_Z puis B_X).

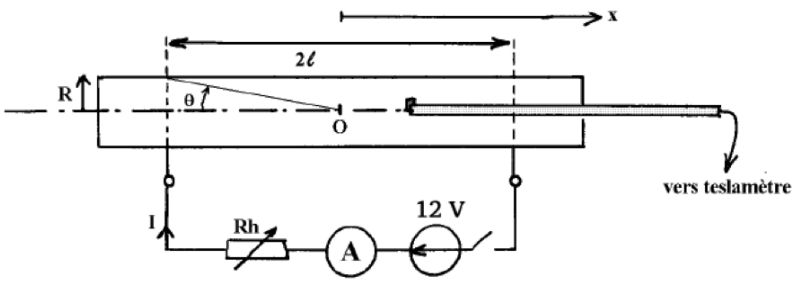


fig 1 Le rhéostat de $R = 10\Omega$ joue le rôle d'une résistance variable. En ajustant le curseur du rhéostat, on modifie donc l'intensité I du courant dans le circuit électrique.

- **Placer** la sonde dans le guide du solénoïde pour mesurer la valeur de B :
  — au centre du solénoïde pour étudier l'influence de l'intensité I du courant dans le solénoïde ;
  — en divers points de l'axe, avec une valeur de I donnée, pour contrôler l'uniformité du champ magnétique.

Mode opératoire : On place la sonde au centre du solénoïde sur son axe, et on trace B(O) = f(l) en maintenant I constant ($\backsimeq \ 1,5A$).
NB : $\overrightarrow{B} = B\overrightarrow{e}_x$ (position de la tige : le **0** sur la graduation de la tige maintenant la sonde doit coïncider avec le **0** sur son support).

1.1 Étude de B(0) = f(I) au centre du solénoïde :

Solénoïde N = 200 spires, L = 40 cm.

- Mesurer B_0 (suivant l'axe) pour différentes valeurs de I. Compléter le tableau suivant : **NE PAS DEPASSER UNE INTENSITE MAXIMALE** $I_{max} = 4,5A$ **!!!**

I (A)	0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
B_0 (mT)									

- Tracer le graphe $B_0 = f(I)$ sur papier millimétré .
- Quelle relation existe-t-il entre B_0 et I ? Préciser la valeur numérique de la constante introduite.
- Comparer les résultats à la valeur théorique : $B = \mu_0(\frac{N}{L})I$

1.2 Étude de la valeur du champ magnétique B le long de l'axe du solénoïde :

- **Maintenir** I = 4,0 A dans le même solénoïde. **Mesurer** B en divers points M d'abscisse x = OM.

Compléter le tableau suivant :

X(cm)	0	4	8	12	14	16	18	19	20
B_0 (mT)									

- Sur quelle longueur de la portion de bobine le champ magnétique B est-il compris entre B_0 (au centre) et $0,9.B_0$? Conclure.

I

1.3 nfluence de la longueur du solénoïde sur la valeur B_0 au centre :

- En utilisant les bornes intermédiaires, réaliser des bobines de même rapport N/L, mais de longueurs L différentes. Mesurer la valeur B_0 du champ magnétique au centre. Pour chaque mesure, **maintenir une intensité constante (I = 4,0 A) à l'aide du rhéostat.**
- Compléter le tableau :

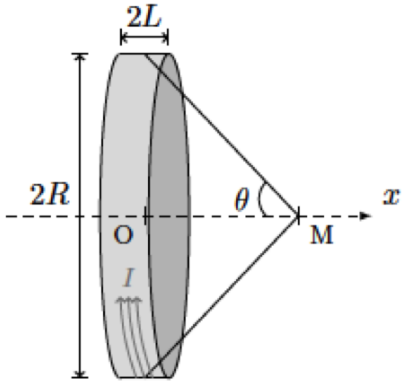
L (cm)	40,0	28,0	20,0	12,0	8,0	4,0	2,0
N (spires)	200	140	100	60	40	20	10
B_0 (mT)							

- Tracer le graphe B0 = f(L) sur papier millimétré .
- Comparer les résultats à la valeur théorique : $B = \mu_0(\frac{N}{L})I$

2 Champ magnétique créé par des bobines

2.1 Bobine fine :

Soit une bobine circulaire de rayon R = 13cm et de largeur 2L = 3cm. Le bobinage est réparti uniformément en plusieurs couches et le nombre de spires est N95 spires . Les spires sont parcourues par le courant I.($I_{max} = 5A$) Sur l'axe Ox, le champ pour une bobine fine est donné par :



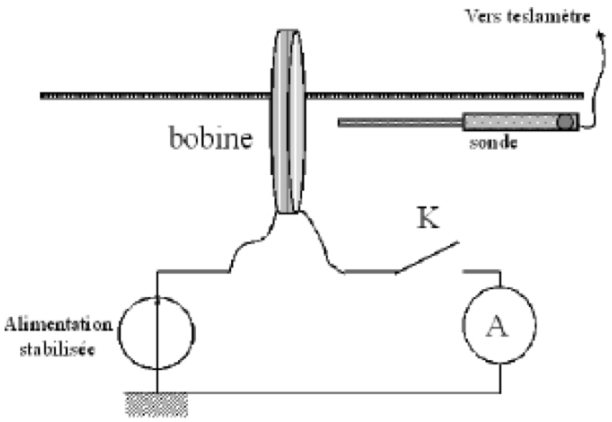
$$B_{theo}(M) = B_O \sin^3\theta \quad avec \quad \sin\theta = \frac{R}{\sqrt{R^2+x^2}}$$

On peut poser $X = \dfrac{1}{\left(1+\left(\dfrac{x}{R}\right)^2\right)^{\frac{3}{2}}}$, on a alors : $B_{theo}(M) = B_O X$

- Exprimer B_0.

2.1.1 Montage expérimental :

On **réalise** un circuit en série composé de l'alimentation stabilisée, la bobine fine et un ampèremètre.
La sonde du teslamètre mesurant le champ qui lui est parallèle (position B_x), il faut la **placer** de façon perpendiculaire au plan de la bobine.
Avant toute mesure, on règle le zéro du teslamètre pour **éliminer** la contribution du champ ambiant : **en l'absence de courant dans la bobine, le teslamètre doit indiquer B = 0.**



N.B : Refaire le zéro du teslamètre régulièrement

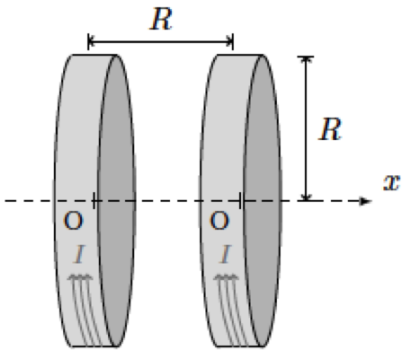
2.1.2 Mesures et exploitation :

L'intensité sera limitée à 5A

- Fermer le circuit et régler l'intensité I à 2A.
- Mesurer le champ B pour différentes valeurs de x compris entre 0 et 20 cm. Remplir un tableau comportant x et B. Noter la valeur de B_0.
- Ajouter deux lignes au tableau précédent pour y faire apparaître pour chaque valeur de x la valeur (à calculer) de X et de $Y = \dfrac{B}{B_0}$ où B est la valeur mesurée.
- La comparaison de X et Y permet de confronter théorie et expérience : tracer la droite de régression Y = f(X) et conclure.

2.2 Bobines de Helmoltz :

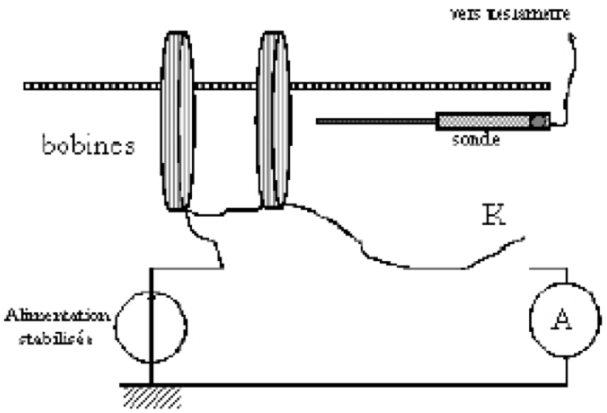
2 bobines fines de rayon R, espacées de R, parcourues par un courant I dans le même sens constitue un ensemble appelé bobines de Helmoltz.
Le champ magnétique créé est donné par :



$$B(M) = \frac{\mu N I}{2R}\left(\frac{1}{\left(1+\left(\frac{x}{R}\right)^2\right)^{\frac{3}{2}}} + \frac{1}{\left(1+\left(\frac{x}{R}-1\right)^2\right)^{\frac{3}{2}}}\right)$$

2.3 Montage :

On place la deuxième bobine fine dans son support de manière à ce que la distance entre les deux bobines soit R. Les deux bobines doivent être en série : le courant I doit être dans le même sens dans les 2 bobines.
On peut vérifier cela en mesurant B qui doit être maximum au milieu et sur l'axe des deux bobines.
Refaire le zéro du teslamètre régulièrement



2.3.1 Mesures :

- Fermer l'interrupteur K et Régler l'intensité du courant à 2A.
- Mesurer le champ B pour différentes valeurs de x comprises entre -5 et 20 cm. Remplir un tableau de mesures.
- Noter également la valeur de B pour $x = \frac{R}{2}$.

2.3.2 Exploitation :

- Représenter la courbe B = f(x). La commenter.
- Calculer la valeur de B_{theo} pour $x = \frac{R}{2}$, comparer cette valeur à B_{exp} obtenu expérimentalement.