

Objectifs : Caractériser et mesurer les champs magnétiques créés par un solénoïde, une ou plusieurs spires ou la Terre.

Dans tout le TP nous serons amenés à utiliser des courants relativement importants. Quelques consignes :

- ▶ **Ne jamais dépasser les valeurs nominales de courant** indiquées sur les bobines (de la forme « $I_{\max} = \dots$ »).
- ▶ Régler la tension et l'intensité des générateurs de courant à **zéro** avant de les **connecter** à une bobine.
- ▶ De même, régler la tension et l'intensité des générateurs de courant à **zéro** avant de les **déconnecter**, afin d'éviter la surtension qui se produit dans un circuit inductif lorsqu'on tente de faire varier brusquement l'intensité.

I Réglage du matériel – s'y reporter en cours de TP

I.1 Le teslamètre

On mesure les champs magnétiques avec un teslamètre, basé sur l'effet Hall. La présence de champs magnétiques parasites (champ magnétique terrestre, aimant posé non loin, armature en fer dans la paillasse, etc.) peut perturber les mesures de champ magnétique. Le comportement de la sonde de Hall dépend également de la température.

Expérience 1 – Réglage du teslamètre

- ☞ Placer le teslamètre au centre de la zone de mesure, les appareils étant éteints.
- ☞ Régler le zéro (bouton gravé d'une flèche à côté de l'écran).

I.2 Les générateurs de courant

Les générateurs de courant qu'on utilise sont des générateurs limités à la fois en courant et en tension. Leur point de fonctionnement est tel que ni la tension délivrée ni le courant débité ne dépassent les valeurs demandées.

Expérience 2 – Réglage d'un générateur de courant

- ☞ Allumer le générateur et positionner les boutons de réglage de la tension et du courant à zéro.
- ☞ Connecter le générateur à la bobine.
- ☞ Régler d'abord la **tension** au maximum en maintenant l'**intensité** à zéro.
- ☞ Augmenter ensuite l'intensité à la valeur souhaitée : le générateur fonctionne en mode source de courant variable : on faisant varier le courant de consigne, la tension s'adapte.
- ☞ Pour l'éteindre, diminuer d'abord le courant à zéro, puis ensuite la tension.

II Étude du champ magnétique sur l'axe d'un solénoïde

On dispose d'un solénoïde de longueur $L = 40$ cm, de rayon $a = 2,5$ cm, constitué de deux enroulements indépendants :

- ▶ Un enroulement de 200 spires entre les deux bornes noires marquées chacune « 100 ».
- ▶ Un enroulement de 200 spires auquel sont connectées les bornes rouges. On peut se connecter sur cet enroulement entre les deux bornes extrémales (marquées 100 et 100), pour faire circuler un courant dans 200 spires. On peut aussi connecter à d'autres bornes (marquées 5, 10, 20, 30, 50, ou 70) pour faire circuler du courant dans une fraction des spires (par exemple 140 spires si l'on se connecte aux bornes rouges marquées 70 et 70).

Expérience 3

- ☞ En procédant comme expliqué au I.2, alimenter le solénoïde avec un courant d'intensité de $I = 1$ A.
- ☞ Placer une aiguille aimantée au bord du solénoïde, en déduire le sens du champ créé par le solénoïde puis le sens du courant parcourant les spires.
- ☞ Relever les valeurs du champ magnétique le long de l'axe du solénoïde et représenter sur un graphe l'intensité du champ magnétique en fonction de la position dans le solénoïde.

On rappelle que l'intensité du champ magnétique dans un solénoïde infini, comportant n spires par unité de longueur et parcouru par un courant d'intensité I vaut $B = \mu_0 n I$.

1. Le champ au centre du solénoïde peut-il être assimilé au champ créé par un solénoïde infini ? À quelle précision ?

On cherche à montrer que le champ au centre du solénoïde est bien proportionnel à l'intensité du courant I .

Expérience 4

- ☞ Faire varier l'intensité I entre 0 et 1 A et relever à chaque fois la valeur du champ.
- ☞ Utiliser une régression linéaire pour déterminer une estimation de $\mu_0 n$.

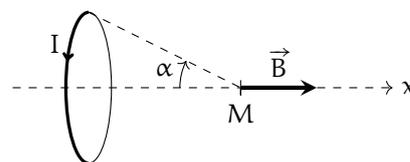
III Étude du dispositif des bobines de Helmholtz

On dispose d'un dispositif constitué de deux bobines circulaires fine considérées comme plates, coaxiales, de rayon $a = 6,5$ cm constitués chacune de $N = 95$ spires.

III.1 Champ créé par une bobine circulaire plate

Dans un premier temps, on souhaite vérifier le résultat théorique donnant le champ magnétique en un point M sur l'axe d'une bobine circulaire plate de rayon a constituée de N spires :

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 N I}{2 a} \sin^3 \alpha \vec{u}_x \quad (1)$$

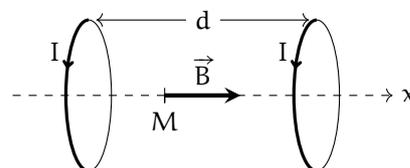


Expérience 5

- ☞ En procédant comme expliqué au I.2, alimenter une des deux bobines avec un courant d'intensité $I = 1$ A.
- ☞ Déterminer rapidement le sens du champ magnétique créé par la bobine à l'aide d'une aiguille aimantée.
- ☞ Mesurer à l'aide du teslamètre les valeurs du champ magnétique sur l'axe de la bobine. Comparer qualitativement la courbe obtenue à la courbe théorique.

III.2 Champ créé par des bobines de Helmholtz

On s'intéresse maintenant à la situation où les deux bobines sont écartées d'une distance d variable et branchées en série. Elles sont donc parcourues dans le même sens par un même courant d'intensité I .



Expérience 6 – Bobines de Helmholtz

- ☞ Brancher les deux bobines en série (en ayant préalablement éteint le générateur) puis procéder comme précédemment pour alimenter les deux bobines avec une intensité $I = 1$ A.
- ☞ Tracer l'allure du champ sur l'axe pour $d = 13$ cm, $d = 6,5$ cm et $d = 4$ cm.

2. Quel est l'intérêt de la configuration $d = a = 6,5$ cm ?

IV Mesure du champ magnétique terrestre – si le temps le permet

Le champ magnétique terrestre possède une composante horizontale qu'on notera \vec{B}_h et une composante verticale qu'on notera \vec{B}_v . Le champ magnétique terrestre total est donc $\vec{B} = \vec{B}_h + \vec{B}_v$. L'intensité de ce champ est trop faible pour pouvoir être mesurée directement avec le teslamètre.

On peut alors utiliser un dispositif appelé *boussole des tangentes* : une boussole horizontale est placée au centre d'une bobine plate circulaire verticale de rayon a constituée de N spires. On alimente la bobine avec un courant d'intensité connue, ce qui crée en son centre un champ magnétique d'intensité donnée par (1).

Expérience 7 – Mesure du champ magnétique terrestre

- ☞ Proposer une méthode pour mesurer la composante horizontale B_h du champ magnétique terrestre à l'aide de ce dispositif puis la mettre en œuvre. Déterminer la valeur de B_h ainsi que l'incertitude associée.