

Buts :

- Étudier un solénoïde de manière expérimentale.
- Observer et étudier les effets de bords.
- Mesurer la perméabilité magnétique du vide μ_0 avec précision.
- Montrer la cohérence expérimentale du théorème d'Ampère (même sur le solénoïde non infini).

I. Présentation de la bobine étudiée

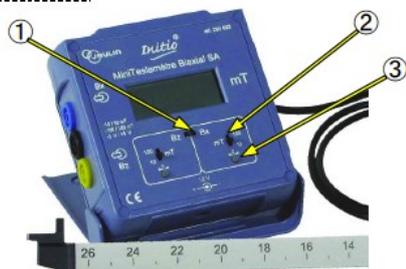
On s'intéresse à une bobine dont les caractéristiques données par le constructeur sont les suivantes :

- longueur de la bobine : $L = 220 \pm 5 \text{ mm}$;
- tension max d'utilisation : 12 V ;
- intensité max d'utilisation : 5 A ;
- le nombre de spires N peut varier de 200 à 800 spires.

En négligeant les effets de bords, on parle alors de *solénoïde infini*, la théorie montre que le champ magnétique dans la bobine est uniforme et prend la forme : $\vec{B}_{\text{int}} = \mu_0 \frac{N}{L} I \vec{e}_x$ où I est l'intensité qui traverse la bobine et (Ox) est l'axe de symétrie de la bobine ; et qu'il est nul à l'extérieur : $\vec{B}_{\text{ext}} = \vec{0}$.

On se propose ici d'étudier cette loi de manière expérimentale. Pour se faire, on utilise un teslamètre pour pouvoir mesurer la composante B_x du champ magnétique suivant (Ox) :

◇ teslamètre

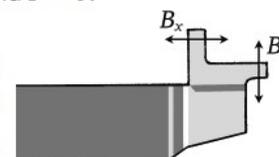


① sélection sonde (B_x / B_z) ; ② calibres ; ③ calibrage

Le teslamètre mesure l'intensité du champ magnétique par l'intermédiaire d'un capteur constitué d'une sonde à effet Hall placée à l'extrémité d'une tige rectiligne.

Calibrage du teslamètre : vérifier que $B = 0$ quand $I = 0$.

Remarque : la sonde mesure la projection du champ sur l'axe perpendiculaire au repère (voir figure →).

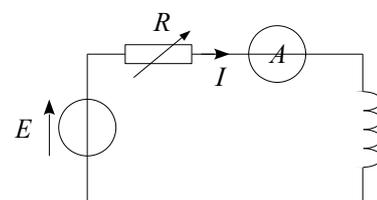


Remarque : le calibrage est nécessaire au début du TP pour pouvoir s'affranchir de la présence du champ magnétique terrestre ...

II. Étude expérimentale du solénoïde infini

1. Montage électrique

Le réglage de l'intensité traversant la bobine se fait de manière indirecte en utilisant une alimentation stabilisée en tension (de 6 V ou 12 V) et en variant la résistance d'un rhéostat (nom donné à une résistance variable pouvant être traversée par une forte intensité sans être détériorée). L'intensité imposée se fait par mesure directe à l'ampèremètre.



2. Observations qualitatives

- Observer le caractère uniforme de B_x au cœur de la bobine ;
- observer le caractère non uniforme de B_x dans les zones proches des bords ;
- observer la nullité de B_x hors de la bobine.

Pour pouvoir vérifier la théorie du solénoïde infini : $B_{xint} = \mu_0 \frac{N}{L} I$, on réalisera les mesures de B_x au centre de la bobine, les effets de bords seront alors complètement négligeables.

3. Étude quantitative de $B_x = f(I)$

Réaliser le montage avec $N=800$ spires fixé. Faire varier l'intensité I de $0,25 A$ à $3 A$ afin de montrer la relation entre B_x et I . Réaliser une dizaine de mesures et exploiter les résultats par un graphique sous excel.

4. Étude quantitative de $B_x = f(N)$

Réaliser le montage avec $I=2 A$ fixée à vérifier à chaque nouvelle mesure ! Faire varier le nombre de spires N afin de montrer la relation entre B_x et N . Exploiter les résultats par un graphique sous excel.

5. Mesure indirecte de la perméabilité du vide

1. En exploitant la courbe expérimentale $B_x = f(I)$, déduire la mesure indirecte de μ_0 . Comparer à la grandeur tabulée. Quelle est l'erreur relative commise ?
2. En supposant que l'incertitude de mesure sur μ_0 provienne uniquement de l'incertitude de mesure sur L fournie par le constructeur, quelle est l'incertitude élargie à 95 % réalisée sur la mesure de μ_0 ?
3. La mesure est-elle cohérente avec la grandeur tabulée ? Sinon, proposer une autre origine de l'incertitude manquante ...
4. Refaire cette exploitation à partir de la courbe $B_x = f(N)$.

III. Étude expérimentale du théorème d'Ampère sur une bobine réelle

On étudie maintenant le résultat du théorème d'Ampère en prenant en compte les effets de bords mais en restant uniquement sur l'axe de révolution (Ox) de la bobine : $\int_{-\infty}^{+\infty} B_x(x) dx = \mu_0 N I$.

Proposer un protocole expérimental de manière à vérifier le théorème d'Ampère.

Remarque : si le cours sur le théorème d'Ampère a été fait, démontrer de manière rigoureuse la relation donnée.