

TP n°6 – Bobines de Helmholtz – Théorème d'Ampère (2h)

Objectifs :

- Observer l'allure du champ magnétique créé par une bobine parcourue par un courant
- Vérifier la proportionnalité du champ magnétique avec le courant qui lui donne naissance
- Vérifier le théorème de superposition (dispositif à deux bobines) : en inversant le courant dans une bobine, on annule le champ au centre du dispositif
- Vérifier le Théorème d'Ampère

- ⚡ Eviter de dépasser 5 A dans les bobines
- ⚡ Ne **jamais éteindre l'alimentation d'une bobine**. Diminuer le courant jusqu'à 0 avec le bouton adéquat

1. Observations qualitatives : allure du champ

On utilise une alimentation *continue*, capable de délivrer des courants relativement importants (qq A). *Le sens du courant qui parcourt la bobine détermine le sens du champ magnétique en un point de l'espace*. Il faut donc bien repérer par quelle borne de la bobine on fait entrer le courant.

Une bobine parcourue par un courant crée un champ magnétique autour d'elle, *comme un aimant* ! Pour visualiser la direction et le sens du champ \vec{B} en un point de l'espace, on utilise une *boussole*. *La direction de l'aiguille donne la direction de \vec{B} , le Nord de l'aiguille indique le sens de \vec{B}* .

- ❖ Alimenter la bobine fixe avec un courant de 4 A.
- ❖ Promener la boussole autour de la bobine, et en déduire l'allure du champ \vec{B} autour de la bobine.

La limaille de fer a la propriété de s'aimanter sous l'effet d'un champ magnétique. Chaque particule s'aligne alors selon la direction du champ \vec{B} , et permet de visualiser les « lignes de champ » autour de la bobine.

- ❖ (M'appeler pour faire la manip) On dispose un peu de poudre autour de la bobine alimenté par un courant de 5 A. On tapote sur la plaque en plexiglas pour libérer les grains du frottement solide, et leur permettre de s'orienter.

2. Champ magnétique créé par une bobine plate circulaire

2.1. Appareil de mesure du champ magnétique

L'appareil qui mesure le champ \vec{B} est un *teslamètre*. L'unité du champ \vec{B} est le tesla (T). Les champs magnétiques générés par les bobines de TP sont de l'ordre de qq 10 mT. Le champ magnétique terrestre est de l'ordre de 0,05 mT.

Il est nécessaire de régulièrement « faire le zéro » du teslamètre, toutes les 5 mesures environ.

En effet, même en l'absence de champ l'appareil peut indiquer des valeurs non nulles (phénomène de dérive, dû à la structure interne du détecteur).

On retiendra aussi que la sonde mesure *la projection du champ \vec{B} selon l'axe de la sonde*.

2.2. Dépendance avec le courant d'alimentation

- ❖ Positionner la sonde proche du centre de la bobine fixe, alimentée par un courant I
- ❖ La sonde restant fixe, faire varier le courant I et vérifier que le champ est proportionnel au courant

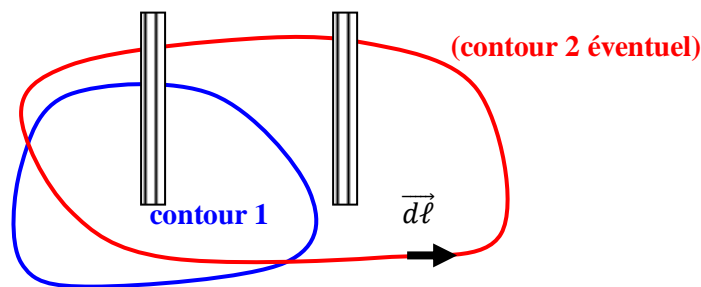
2.3. Théorème de superposition

*Le champ magnétique est une grandeur additive.
Le champ total créé par les deux bobines est égal à la somme des champs créés par chacune des bobines.*

- ❖ Faire circuler le même courant dans la 2^e bobine, mais en sens inverse. Vérifier que le champ est nul au centre du dispositif quelle que soit la distance entre les deux bobines. Cela montre bien que le champ est additif

3. Vérification du Théorème d'Ampère

3.1. Théorème d'Ampère



Le Théorème d'Ampère stipule que la circulation du champ \vec{B} sur un contour fermé est proportionnelle aux courants enlacés par le contour :

$$\oint_{\text{contour}} \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 I_{\text{enlacés}}$$

Le sens de passage des courants à travers la surface délimitée par le contour est important (signe dans le second membre du théorème d'Ampère).

3.2. Principe de la mesure

En assimilant l'intégrale à une somme :

$$\sum_{P \in \text{contour}} B_{\text{proj}}(P) d\ell = \mu_0 I_{\text{enlacés}}$$

avec $d\ell = 1 \text{ cm}$, et avec $B_{\text{proj}}(P)$ la projection de \vec{B} selon $d\vec{\ell}$ en un point P du contour. La valeur de la projection du champ $B_{\text{proj}}(P)$ est celle indiquée par le teslamètre, si celui-ci est disposé colinéairement au contour au point P considéré.

3.3. Vérification du Théorème

- ❖ Un contour est dessiné sur la plaque en plexiglas. Il faut parcourir ce contour avec la sonde *toujours dans le même sens*.
- ❖ Alimenter la bobine fixe avec un courant de 4 A. Il y a 96 spires (à vérifier dans la notice si besoin)
- ❖ Tous les 1 cm, disposer la sonde tangentiellement au contour pour mesurer B_{proj} . Faire le zéro de la sonde toutes les 5 mesures (ou moins souvent si la sonde ne dérive pas)
- ❖ Vérifier la validité du Théorème d'Ampère en mesurant la valeur de μ_0 (valeur attendue $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$)
- ❖ (si le temps) Refaire la mesure, mais en alimentant la 2^e bobine de manière à ce qu'elle modifie significativement la valeur du champ sur la partie droite du contour, mais sans que ses courants ne soient enlacés