

Méthodes expérimentales

TP 2: Collisions

MENARD Alexandre
VIEILLEDENT Florent

1^{er} avril 2022

Introduction

1 Champ magnétique généré par une seule bobine

Dans un premier temps, on s'intéresse à modéliser le champ magnétique d'une seule bobine comportant $N = 154$ spires, de rayon $r = 20\text{cm}$ (A MODIFIER APRES MESURE).

1.1 Théorie par la loi de Biot-Savart

Dans une bobine de rayon r parcourue par un courant I . On pose P , le point se trouvant sur la spire, M , le point où l'on souhaite mesurer le champ magnétique, et O , le centre de la bobine. On munira notre espace d'une base cylindrique vu la symétrie du problème. On aura donc les trois vecteurs unitaires suivant : $(\vec{e}_r, \vec{e}_\theta, \vec{e}_z)$.

$$\vec{B}(\vec{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \oint_C \frac{Id\vec{l} \wedge (P\vec{M})}{PM^3} \quad (1)$$

Sachant que la distance PM est constante lorsque l'on parcourt la spire, I est constant, on peut les sortir. De plus, on découpe l'intégrale en deux en notant que $P\vec{M} = P\vec{O} + O\vec{M}$.

$$\vec{B}(\vec{r}) = \frac{I\mu_0}{4\pi PM^3} \left(\oint_C d\vec{l} \wedge P\vec{O} + \oint_C d\vec{l} \wedge O\vec{M} \right) \quad (2)$$

On exprime les deux intégrales à part :

$$\begin{aligned} \oint_C d\vec{l} \wedge O\vec{M} &= \oint_C r d\theta \vec{e}_\theta \wedge z \vec{e}_z = \oint_C r d\theta \vec{e}_r = \vec{0} \\ \oint_C d\vec{l} \wedge P\vec{O} &= \oint_C r d\theta \vec{e}_\theta \wedge r * (-\vec{e}_r) = \oint_C r^2 d\theta \vec{e}_z = 2\pi r^2 \vec{e}_z \end{aligned}$$

On a finalement que :

$$\vec{B}(\vec{r}) = \frac{I\mu_0 r^2}{2PM^3} \vec{e}_z \quad (3)$$

Cependant, on a $PM = \sqrt{r^2 + z^2}$ donc :

$$\vec{B}(\vec{r}) = \frac{I\mu_0 r^2}{2\sqrt{r^2 + z^2}^3} \vec{e}_z \quad (4)$$

Lorsqu'on se place dans le centre de la bobine, c'est à dire $z = 0$, on a plus simplement que :

$$\vec{B}_0(\vec{r}) = \frac{I\mu_0 r^2}{2r} \vec{e}_z = \frac{I\mu_0}{2r} \vec{e}_z \quad (5)$$

Et dans le cas d'une bobine à N spires, on a finalement que :

$$\vec{B}_0(\vec{r}) = \frac{NI\mu_0}{2r} \vec{e}_z \quad (6)$$

1.2 Expérimentation

Pour cette expérience, on positionne une bobine de $N = 154$ spires et de rayon $r = 20\text{cm}$ (A MESURER) au centre du banc de telle sorte à pouvoir réaliser autant de mesures de chaque côté de cette dernière. Avec une source de courant, on alimente la bobine avec un courant $I = 2\text{A}$. A l'aide d'un ampèremètre, on mesure le courant réel parcourant notre bobine, on a $I_r = ??\text{A}$.

Pour commencer, on souhaite déterminer l'influence du sens du courant sur le champ magnétique. Pour cela, on suit le protocole suivant :

1. A l'aide d'une boussole, on détermine la direction et le sens du champ magnétique \vec{B} , ainsi que les lignes de champs en déplaçant la boussole le long de l'axe de la bobine en s'éloignant.
2. En prenant soin d'éteindre la source de courant, on inverse le courant et l'on allume de nouveau la source.
3. On détermine de nouveau l'orientation du champ magnétique avec la boussole en suivant l'étape 1.

En inversant le courant, on remarque que la boussole pointe dans le sens opposé, mais les lignes de champs restent identiques. On représente les lignes de champs dans la figure suivante :

[INSERER FIGURE] (7)

Ensuite, on détermine l'influence de la distance z avec la bobine sur l'intensité du champ magnétique. Pour cela, avec une sonde de Hall, on mesure l'intensité du champ magnétique sur l'axe Oz , à différentes distances z , en faisant cela de chaque côté de la bobine. On trace donc l'intensité de \vec{B} selon la distance z avec la bobine.

[GRAPHIQUE CHAMP MAGNETIQUE SELON OZ]

FIGURE 1 – Influence de la distance z sur l'intensité du champ magnétique

Enfin, on mesure l'effet de l'intensité du courant sur l'intensité du champ magnétique. On positionne donc notre sonde de Hall (la pointe) au centre de la bobine (ie $z = 0\text{m}$). On règle la valeur du courant I à différentes valeurs, et l'on mesure le courant réel parcourant notre bobine avec un ampèremètre et l'intensité du champ magnétique. On trace donc $\|\vec{B}\|$ en fonction I .

[GRAPHIQUE CHAMP MAGNETIQUE SELON I]

FIGURE 2 – Influence de l'intensité du courant sur l'intensité du champ magnétique

1.3 Modélisation

Dans cette partie, nous allons comparer nos valeurs expérimentales à la théorie vue en tout premier lieu. Ainsi, on comparera l'intensité du champ magnétique au centre de la bobine à ce que la théorie prédit, puis on comparera la courbe de l'intensité du champ magnétique selon z face à la l'intensité attendue selon la théorie, tout cela avec un courant I fixe.