

MP15 PRODUCTION ET MESURES DE CHAMP B

2 avril 2020

MONNET Benjamin &

Niveau : L3

Commentaires du jury

Bibliographie

- ✦ Quaranta IV
- ✦ *Expériences de physique Capes*, Duffait
- ✦ *Electromagnétisme 4*, BFR

- Les expériences
- Manip anti-Helmholtz
- La théorie

Prérequis

➤

Expériences

- ☞ Bobines anti-Helmholtz
- ☞ Entrefer
- ☞ Fluxmètre
- ☞ Sonde à effet Hall

Table des matières

1	Production de champ magnétique...	2
1.1	...non uniforme	2
1.2	...uniforme	2
2	Mesure de champ	3
2.1	Le fluxmètre	3
2.2	Sonde à Effet Hall	3
3	Questions	4

Introduction

La production de champ magnétique contrôlée est essentielle dans plusieurs domaines : les machines à courant continu ainsi que les moteurs synchrones et asynchrones fonctionnent avec des champs magnétiques. Ils servent aussi dans la recherche, par exemple pour le projet ITER.

Aller regarder les notices des appareils pour les incertitudes!

1 Production de champ magnétique...

1.1 ...non uniforme

↗ Duffait

La somme des champs créés par une bobine vaut :

$$B(x) = \frac{\mu_0 NI}{2} \frac{R^2}{(x^2 + R^2)}$$

Donc pour deux bobines, en $x_0 = \pm \frac{R}{2}$, on peut montrer avec un DL à l'ordre 1 en x autour de 0 :

$$B(x) = \frac{48\sqrt{5}}{125} \frac{\mu_0 NI}{R^2} x$$



Mesure de champ en anti-Helmholtz

↗ Quaranta, Duffait



On mesure à différents x puis on fait une régression linéaire. Bien discuter les incertitudes.

On peut remonter à la grandeur μ_0 en précisant que le but ici est de vérifier la loi, et non de proposer une mesure de cette grandeur, qui serait de la métrologie.

↓ Les champs créés par de simples bobines sont assez faibles. Afin de produire des champs plus forts, on utilise des électroaimants (ferromagnétiques).

1.2 ...uniforme

ATTENTION A L'HYSTERESIS



Etalonnage de l'électroaimant

↗ Quaranta IV à "électroaimant



Le champ produit dans l'entrefer vaut :

$$B = \frac{\mu_0 NI}{e} \frac{1}{1 + \frac{l}{e\mu_r}}$$

En général, cette relation se simplifie avec $\mu_r \approx 10^3$, ce qui donne $B = \frac{\mu_0 NI}{e}$. Mais en fait... ça nous intéresse pas trop. On veut tracer $B=f(I)$ pour pouvoir l'utiliser dans la suite. On remarque d'ailleurs qu'on a une droite que pour des 'faibles courants' (à définir le jour J).

En fait il faut faire un fit en polynome à l'ordre 3... mais est-ce qu'il vaudrait pas mieux éviter les questions là dessus sachant qu'on a pas trop la réponse ?

2 Mesure de champ

2.1 Le fluxmètre

☞ Quaranta IV à 'fluxmètre'

Rappelons la loi de Lenz-Faraday : $e = -\frac{d\Phi}{dt}$. Prenons le cas qui nous intéresse : on passe d'un champ fort (entre les bobines) à un champ nul donc :

$$\int e = B$$

avec B le champ de l'électroaimant. Il faut donc juste intégrer B.



Mesure avec le fluxmètre

☞ Quaranta IV

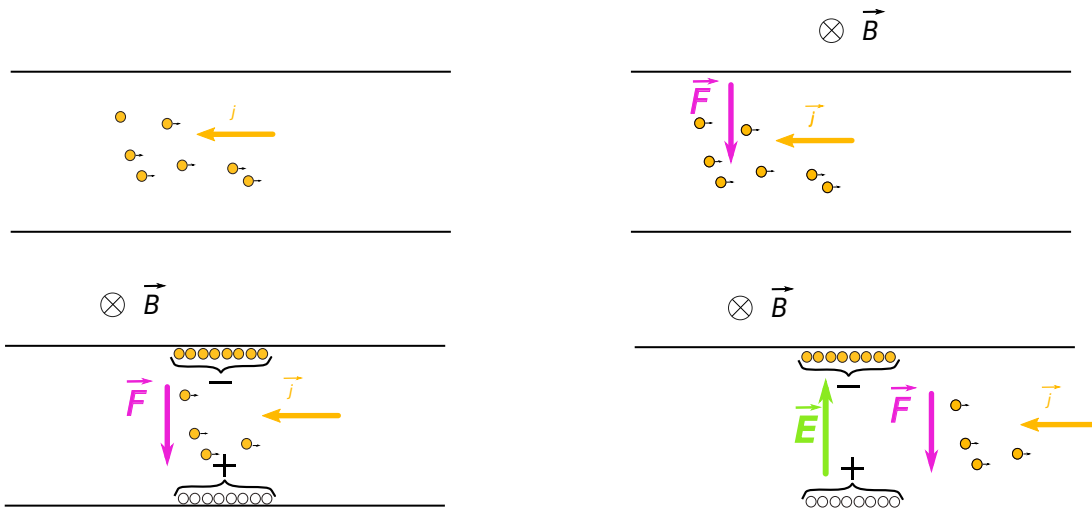


On peut utiliser un intégrateur numérique ou un intégrateur RC

$$V_S = \frac{1}{RC} \int e = \frac{NBS}{RC}$$

2.2 Sonde à Effet Hall

Le principe en images :



Le champ peut être reliée au champ B par :

$$E = \frac{i}{nql_y l_z} B$$

La tension mesurée entre les deux bornes vaut alors :

$$U = \frac{iB}{nql_z}$$



Etude de l'effet Hall

☞ Quaranta IV p97



On vérifie la linéarité et on compare les mesure avec le fluxmètre! Penser aux incertitudes.

3 Questions

- Est-ce que tu peux donner des ordres de grandeurs de champ magnétique? *Exemple du début : 30 mT. Il y en a qui montre a 1T. Champ magnétique terrestre $5 \cdot 10^{-5} T$*
- Dans ton montage y'avait des I pour avoir des B. Et pour les aimants? *Aimantation permanente. Propriétés ferromagnétiques. C'est dû à quoi? Domaines de Weiss.*
- Il est constant où le champ dans la configuration Helmholtz? *Sur l'axe, entre les bobines Allure d'une ligne de champ hors axe?*
- Approximation du champ constant valable à quel ordre en x?
- μ_0 valeur tabulée ou mesurée?
- Pourquoi y'a 2 calibres sur on Tesla-mètre?
- Ca vient d'où le racine de 3 dans ton incertitude? *Distribution triangulaire*
- C'est quoi un matériau ferromagnétique?
- Différence excitation magnétique et champ magnétique?
- Augmenter la champ B dans l'entre-fer? *pièce tronconique*
- Y'a quoi dans ton filtre?
- Tu fit l'intensité par un polynome d'ordre 3. Pourquoi?
- Quels sont les soucis de mesure de la sonde à effet Hall? *Soudure pas bien parallèle. Il faudrait retourner la sonde et refaire une mesure. Ordre de grandeur de l'erreur de la non symétrie?*
- Comment modifier la configuration anti-Helmholtz pour avoir un champ magnétique quasi-linéaire sur une plus grande distance? *Il faut augmenter la distance entre les bobines. Un calcul un peu fastidieux le montre. Si on développe B en fonction de x au voisinage de son point d'annulation, le terme en x^3 s'annule pour une distance entre bobines égale à $\sqrt{3}R$ et non R. Note : ceci est valable pour des bobines dont la hauteur est très faible devant R, ce qui n'est pas vraiment le cas pour celles généralement utilisées à l'ENSL. Le calcul est toutefois toujours possible à l'aide du champ créé par un solénoïde fini..*
- Quelles précautions faut-il prendre lors d'une mesure au fluxmètre? *Ces précautions viennent d'une part du fluxmètre, d'autre part de l'intégrateur. Le fluxmètre permettant de remonter à un champ moyen sur sa surface d'intégration, il faut s'assurer que le champ que l'on veut mesurer soit quasi-uniforme sur la dite surface. Dans le cas de l'électroaimant de l'ENSL, cela nécessite de monter des pièces polaires plates (ceci n'a pas été discuté durant la présentation), de travailler à entrefer faible, et d'utiliser un fluxmètre dont la surface n'excède pas la surface des pièces polaires. Par ailleurs, la tension en sortie de l'intégrateur ne reste pas constante une fois le champ établi dans le fluxmètre. En effet, un intégrateur à AO subit une certaine dérive due à l'intégration de la tension d'« offset » de l'AO qui n'est jamais rigoureusement nulle. Il convient donc de lire la tension de sortie rapidement.*
- Quelle précaution prendre dans le cas d'une série de mesures à l'aide d'une plaquette à effet Hall? *Le passage du courant imposé provoque à terme un échauffement de la plaquette, modifiant ainsi fortement les propriétés de conduction du semi-conducteur utilisé. Il faut donc veiller à ne pas laisser débiter le courant imposé inutilement et à permettre une bonne aération de la plaquette*
- Pourquoi réalise-t-on des mesures de tension de Hall en imposant un courant continu et non alternatif? *Un courant imposé alternatif s'accompagnerait inmanquablement d'un champ magnétique variable induit. Celui-ci induirait une nouvelle force électromotrice dans la plaquette, parasite pour notre mesure. L'effet Hall en régime variable est néanmoins un problème intéressant : un traitement pédestre mais plutôt élégant en est proposé dans le sujet E3A PSI 2010.*

Remarques

-