

**Titre :** Production et mesure de champ magnétique

**Présentée par :** Léa Chibani

**Rapport écrit par :** Alfred Hammond

**Correcteur :** Ludivine Oruba

**Date :** 09/06/2020

**Bibliographie de la leçon :**

Titre	Auteurs	Éditeur	Année

**Plan détaillé**

**I] Approche globale du champ magnétique**

- a) Des particules chargées en déplacement...
- b) ...au champ magnétique créé par une spire
- c) Champ magnétique créé par un solénoïde infini

**II] La mesure d'un champ magnétique**

- a) Principe du Teslamètre
- b) Sonde à effet Hall

Conclusion : ouverture sur les sondes à induction pour les champs variables

**Questions posées par l'enseignant**

- 1 : Dans l'intro tu as parlé d'applications de la vie courante dans lesquelles intervient les champs magnétiques ? peut tu parler de RMN et d'IRM ?
- 2 : Quel phénomène intervient dans la détection d'un signal RMN ?
- 3 : Quelle condition faut-il pour créer un courant à partir d'un champ magnétique ?
- 4 : Quelle est la loi sous-jacente ?
- 5 : Peux tu expliquer la signification physique de cette variable  $\Phi$  de flux ?
- 6 : Tu as parlé du champ magnétique terrestre, par quoi est-il généré ?
- 7 : A quoi sont dus les mouvements du manteau terrestre ?
- 8 : Connais-tu une autre unité pour quantifier l'amplitude du champ magnétique ?
- 9 : Sur, la vidéo, en quoi est faite l'aiguille ?

- 10 : Qu'est-ce qu'un moment magnétique ?
- 11 : Quel est le moment magnétique associé à une spire ?
- 12 : Quel est l'unité d'un moment magnétique ?
- 13 : Quel est le lien entre moment magnétique et aimantation ?
- 14 : Quelle force subit l'aiguille lorsque le fil est proche ?
- 15 : Quel est le moment subit ?
- 16 : quelle est l'énergie d'interaction dipôle champ ?
- 17 : quel est le lien entre  $E_p$  et la force ?
- 18 : Pourquoi l'aiguille fait des oscillations sur la vidéo ?
- 19 : Quel est l'équation dynamique du mouvement de l'aiguille ?
- 20 : Qu'est ce que tu appelles gamma ?
- 21 : Qu'est ce que le modèle de Bohr ?
- 22 : Peux-tu revenir sur la formule du champ créé par un solénoïde infini
- 23 : Qu'est-ce que  $i_{int}$  ?
- 24 : Quelle est la différence avec  $i$  ?
- 25 : Comment s'appelle le coefficient  $\mu_0$  ?
- 26 : Le champ dans le solénoïde est homogène, connais-tu un autre système qui crée un champ homogène ?
- 27 : Quel est l'avantage des bobines de Helmholtz par rapport à un solénoïde infini ?
- 28 :  $B$  est un pseudo vecteur, qu'est-ce que cela veut dire ? Pourquoi en avais-tu besoin ?
- 29 : Donne un exemple d'un autre pseudo-vecteur souvent utilisé
- 30 : Comment bien choisir le matériau en lequel est faite la sonde Hall ?
- 31 : Quel est l'ordre de grandeur de la charge d'un électron ?
- 32 : Utilise-t-on un semiconducteur dopé ? Pourquoi ?
- 33 : Qu'est-ce qu'un électroaimant ? un solénoïde ?
- 34 : Que contient forcément un électroaimant ?
- 35 : A quoi sert un noyau de fer doux ? pourquoi appelle-t-on ça doux ?
- 36 : A quoi ça sert de canaliser les lignes de champ ?
- 37 : Peux-tu démontrer pourquoi canaliser les lignes de champ permet d'augmenter l'intensité du champ magnétique en un point ? partez de l'équation de Maxwell flux
- 38 : Quel théorème intégral fait intervenir la divergence d'un champ de vecteur ?
- 39 : Quel volume fermé choisir pour annuler les flux latéraux ?
- 40 : Dans quels cas a-t-on intérêt à utiliser des matériaux en fer dur ?
- 41 : Quel objet présenté dans la leçon a intérêt à être Ferro ?
- 42 : Qu'est-ce qu'un aimant ? Comment on le fabrique ?
- 44 : Que signifie « hyper puissant » pour un aimant ?
- 45 : comment appelle-t-on le champ magnétique de l'aimant hors champ  $B$  extérieur ?
- 46 : ord des champs magnétiques les plus fort générés par l'Homme ?
- 47 : Qu'est-ce qu'un supraconducteur ?

## Partie réservée au correcteur

### Avis général sur la leçon (plan, contenu, etc.)

C'était une bonne leçon, présentée avec enthousiasme et clarté.

#### Points positifs :

- choix pertinent des prérequis,
- le plan est bien choisi je pense : le choix de présenter le calcul du champ généré par un solénoïde infini (présenté de façon claire et rigoureuse, sauf la toute fin) puis la sonde à effet Hall me semble pertinent,
- pédagogique,
- bonne gestion du temps, sans précipitation, même à l'approche des 30min, sans céder à la tentation de bâcler pour en dire plus,
- bonne utilisation des illustrations et de la vidéo, sans casser le rythme de la leçon,
- ouverture intéressante dans la conclusion : de façon générale bonne contextualisation de la leçon (prérequis, introduction, conclusion).

#### Points pouvant être améliorés :

- la toute fin du calcul de la partie I n'était pas claire (passage de 1 spire à N spires)
- ne pas montrer de slides trop remplies (une slide trop remplie est inutile : personne ne la lira)
- attention à se documenter à minima sur les exemples servant à connecter la leçon à la vie courante (ex : IRM, RMN, ...) pour les questions qui suivront sans doute.

### Notions fondamentales à aborder, secondaires, délicates

Cette leçon doit, je pense, comporter un calcul de champ  $B$  (généré par une spire, un solénoïde ou les bobines de Helmholtz par exemple) et un calcul en lien avec la mesure de  $B$  (sonde à effet Hall ou fluxmètre par exemple). On peut aussi évoquer la génération d'un champ tournant  $B(t)$  ou encore la mesure du champ magnétique terrestre, avec la boussole des tangentes par exemple, ou la méthode de Gauss. Tout dépend du contexte dans lequel on décide de définir la leçon.

#### Notions fondamentales :

- Création de champs  $B$  : par des aimants ou des courants électriques
- Interaction de  $B$  avec la matière : interaction moment magnétique/ $B$ , forces de Lorentz sur particule chargée ( $\rightarrow$  effet Hall), induction ( $\rightarrow$  fluxmètre). Il ne faut pas mélanger ces différents effets !
- Avoir des ODG de champs magnétiques en tête.

Pour intensifier les champs magnétiques :

- Utilisation de matériaux ferromagnétiques pour canaliser les lignes de champs (Ex : électro-aimant). Cela ouvre sur la LP sur les milieux magnétiques :
  - $\rightarrow$  s'attendre à quelques questions sur les milieux ferromagnétiques,
  - $\rightarrow$  Aimants : fabriqués dans des ferromagnétiques durs / Électroaimant : ferromagnétique doux.
- bobines supraconductrices

**Expériences possibles (en particulier pour l'agrégation docteur)**

**Bibliographie conseillée**

BFR électromagnétisme

Hulin et Maury: "Les bases d'électromagnétisme"