

LE CAPTEUR DE CHAMP MAGNETIQUE

1. Recherche documentaire

Qu'est-ce qu'un champ magnétique ?

C'est une chose très dure à définir...

Il faut imaginer qu'un aimant modifie l'espace qui se trouve autour de lui, un peu comme un radiateur modifie l'espace qui se trouve autour de lui en y créant un champ de température.

L'aimant, quant à lui, modifie l'espace en y créant une chose que l'on appelle un champ magnétique.

Si une particule de fer se trouve en un point où il existe un champ magnétique, alors cette particule va subir une force.

On a ainsi, en quelque sorte, décomposé le problème. Au lieu de considérer que l'aimant exerce une force sur la particule de fer, on considère d'abord que l'aimant modifie l'espace autour de lui en créant un champ magnétique, puis que la particule subit une force en raison de l'existence de ce champ.

Par quoi est-il créé ?

Un champ magnétique est créé par 2 types de source :

- un aimant
- un courant électrique

Par quel objet mathématique est-il représenté ?

Un champ magnétique est représenté, comme par exemple une force,

par un vecteur. Ceci veut donc dire qu'un champ magnétique a une certaine valeur, une direction et un sens.

En quelle unité se mesure-t-il ? Par quelle lettre le symbolise-t-on ?

Un champ magnétique se mesure en tesla (T). On le symbolise par la lettre B.

Comment évolue-t-il si on s'éloigne de sa source ?

Plus on éloigne un objet en fer d'un aimant, et plus l'attraction de ce dernier devient faible. On peut donc en déduire que le champ magnétique créé par un aimant ou un courant diminue quand on s'éloigne de sa source.

Quels liens existe-t-il entre magnétisme et électricité ?

Un premier lien a déjà été abordé : les courants électriques sont sources de champ magnétique.

Mais ce n'est pas tout. Inversement, les particules chargées en mouvement (et donc aussi les courants électriques) sont sensibles au champ magnétique.

Ceci signifie par exemple qu'un fil parcouru par un courant électrique est attiré par un aimant.

En fait les phénomènes électriques et magnétiques sont tous expliqués par une seule et unique théorie appelée « électromagnétisme ».

Qu'appelle-t-on « champ magnétique terrestre » ?

Il s'agit d'un champ magnétique créé par la Terre elle-même et qui existe donc en tout point de la surface terrestre.

Comment peut-on le mettre en évidence ?

Tout simplement avec une boussole. C'est le champ magnétique terrestre qui est responsable de l'orientation de l'aiguille de la boussole vers le nord.

Comment explique-t-on son origine ?

C'est assez compliqué et pas encore parfaitement compris. Mais il est clair que son origine est liée aux mouvements du noyau de la terre, lequel contient en particulier du fer en grande quantité.

Quelle est sa valeur à la surface de la Terre ?

Sa composante horizontale a une valeur proche de 50 microteslas.

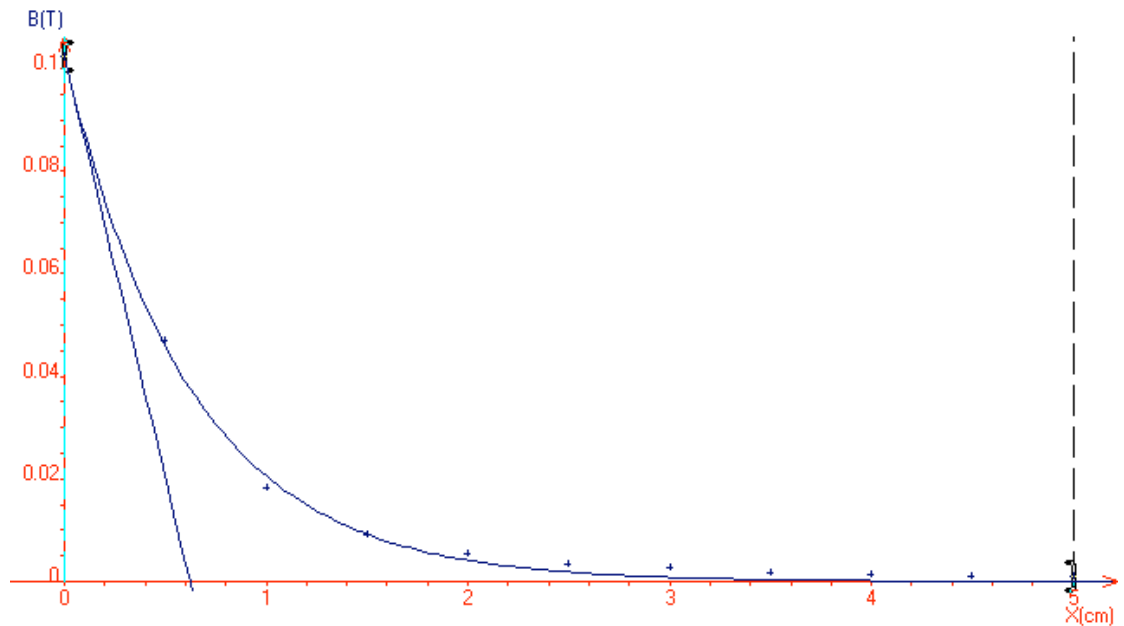
Sur quoi son étude peut-elle nous renseigner ?

Les mesures des variations du champ magnétique terrestre peuvent par exemple donner des renseignements sur la composition du sous-sol.

2. Champ magnétique créé par un aimant

A l'aide de la sonde à effet Hall, on mesure la valeur du champ magnétique créé par un aimant droit en fonction de la distance à l'aimant (on se place dans l'axe de l'aimant).

On obtient la courbe suivante :



On observe bien, comme on l'avait d'ailleurs prévu, que le champ magnétique décroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'aimant.

3. Champ magnétique créé par une bobine

On crée un circuit en branchant en série un générateur, un rhéostat (résistance variable), un multimètre et un solénoïde (longue bobine de fil de cuivre).

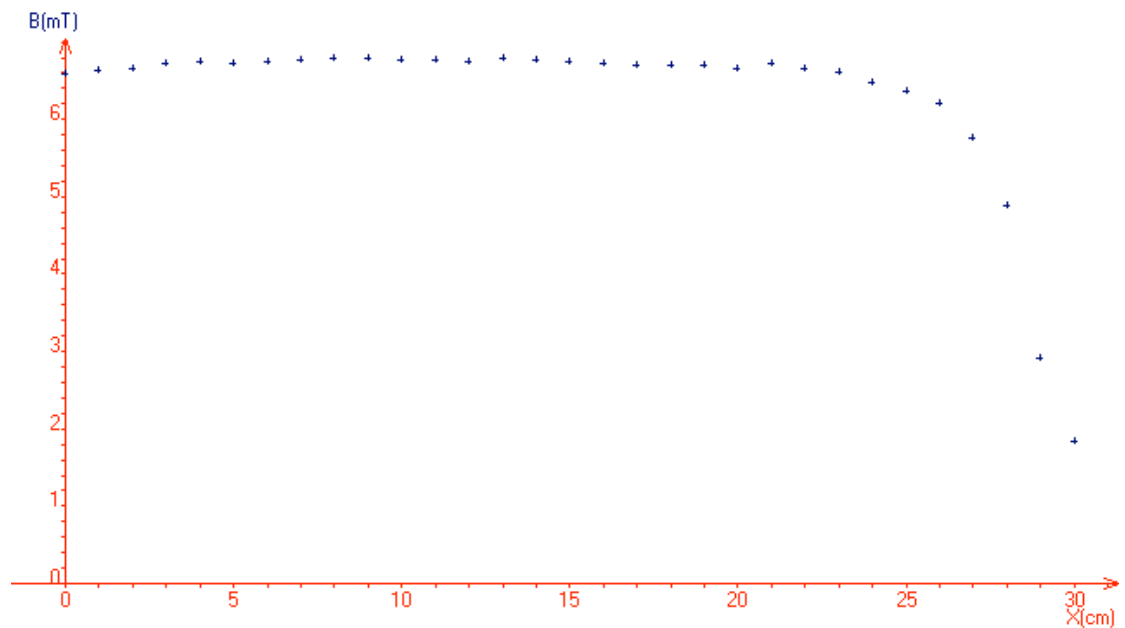
Le rôle du rhéostat est de limiter l'intensité du courant. En particulier, il est interdit, sous peine de détériorer la bobine, de dépasser une

intensité de 2A.

On mesure le champ magnétique créé à l'intérieur de la bobine lorsque cette dernière est parcourue par un courant.

La valeur en abscisse représente la distance entre le point où est effectuée la mesure et une extrémité de la bobine.

On obtient la courbe suivante :



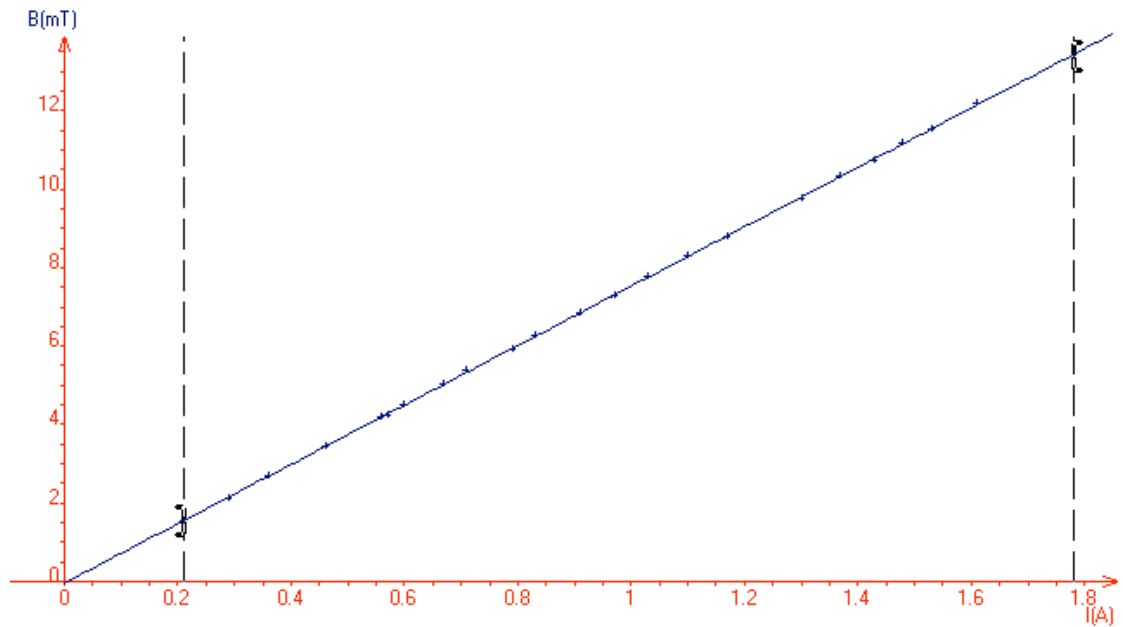
On observe que le champ créé est **constant à l'intérieur de la bobine**. Il décroît lorsque l'on se rapproche des bords.

Pour la manipulation suivante il ne sera donc pas nécessaire d'effectuer toutes les mesures en un point précis de l'intérieur de la bobine.

Comme le courant qui circule dans la bobine est à l'origine du champ magnétique, on peut supposer que la valeur du champ créé est en rapport avec l'intensité du courant.

On effectue donc de nouvelles mesures du champ à l'intérieur de la bobine en faisant varier I.

On obtient le graphe suivant :



On observe donc que la **valeur du champ est proportionnelle à l'intensité du courant** qui circule dans la bobine.

On peut effectuer une modélisation :

$$B(I) = a \cdot I + b$$

Ecart relatif $B(I) = 0.34 \%$

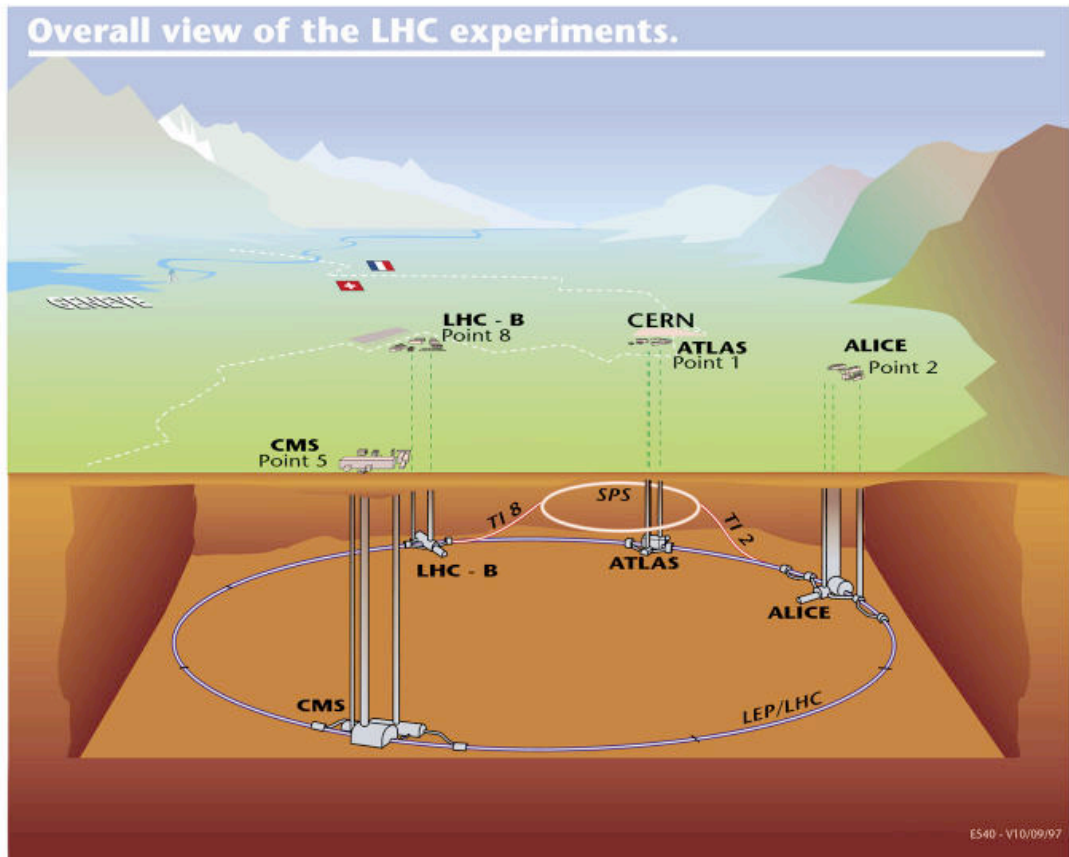
Ecart quad. $B = 27.84 \mu\text{T}$

Coeff. corrélation = 0.99997

$a = 7.57 \pm 0.03 \cdot 10^{-3} \text{ T/A}$

$b = -40.40 \pm 28.00 \mu\text{T}$

4. Aimants à supra-conducteurs



Au CERN, les expériences consistent à analyser ce qui se passe lors de collisions de particules portées à très hautes vitesses.

Ces particules sont accélérées et forcées à tourner en rond dans un gigantesque anneau.

Cet anneau a abrité pendant des années le LEP, c'est à dire un collisionneur d'électrons et d'anti-électrons.

Pour pouvoir observer de **nouveaux phénomènes** il a été décidé de construire un nouveau collisionneur : le LHC. Il s'agit cette fois d'un **collisionneur de protons et d'anti-protons**.

Pour des raisons pratiques et financières, ce nouveau collisionneur fonctionnera dans le **même anneau** que l'ancien.

Ces collisionneurs utilisent des aimants très puissants qui ont pour rôle de faire tourner les particules.

Les protons sont beaucoup plus lourds que les électrons, ils sont donc **plus difficiles à dévier**. Pour les faire tourner dans le même anneau, il faut donc pour les protons des champs magnétiques beaucoup plus intenses que pour les électrons.

C'est pourquoi on utilise des aimants à supra-conducteurs. En effet, pour obtenir des champs magnétiques aussi élevés, il faut faire circuler des courants électriques de très grande intensité. Or ceci n'est possible que dans des matériaux supra-conducteurs, c'est à dire des matériaux dont la résistivité est proche de 0.