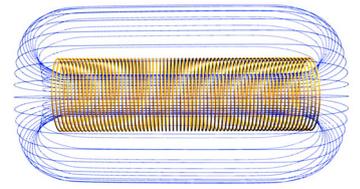


# ✓ CHAMP MAGNETIQUE

## ✓ INTRODUCTION A L'INDUCTION



### PREMIERE PARTIE : CHAMP MAGNETIQUE, BOBINES DE HELMHOLTZ

#### OBJECTIFS

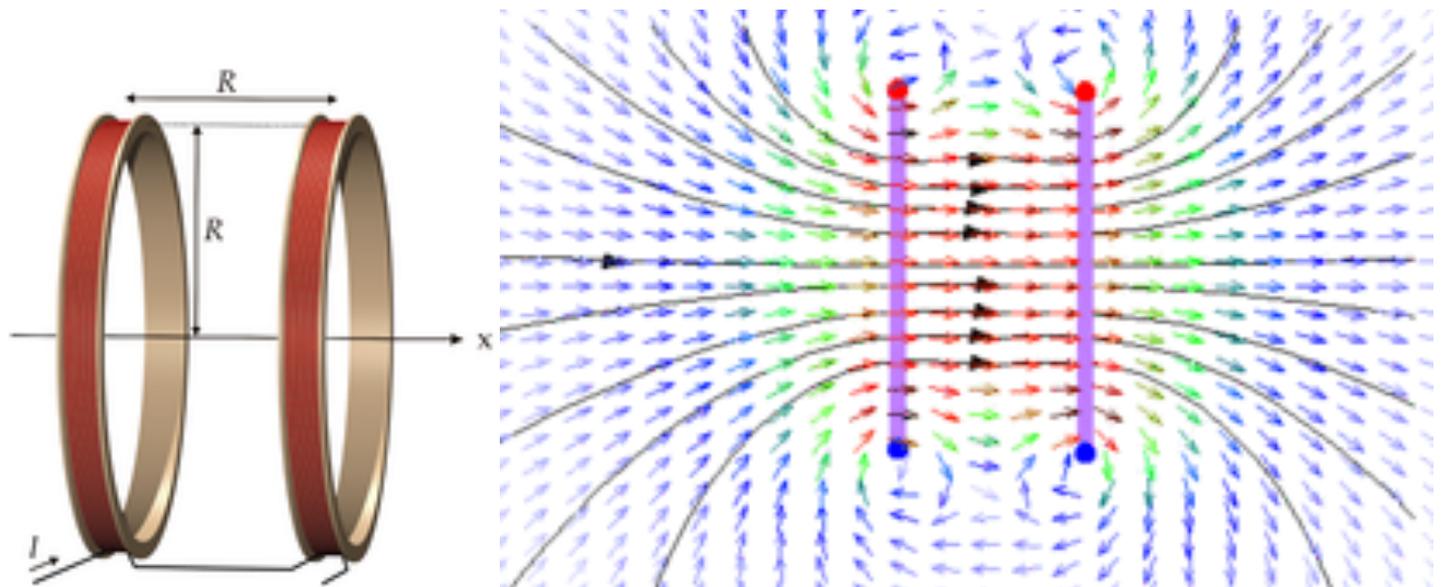
- ✓ Produire et mesurer un champ magnétique.
- ✓ Comprendre la topologie du champ magnétique.

#### MATERIEL

- ✓ Bobines de Helmholtz (maquette Jeulin)
- ✓ Sonde à effet Hall
- ✓ Source de tension (alimentation)
- ✓ Eurosmart, Latis-Pro

#### PRINCIPE

Les bobines de Helmholtz, du nom de **Hermann Ludwig Von Helmholtz**, sont un dispositif constitué de deux bobines circulaires de même rayon, parallèles, et placées l'une en face de l'autre à une distance égale à leur rayon. En faisant circuler du courant électrique dans ces bobines, un champ magnétique est créé dans leur voisinage, qui a la particularité d'être relativement uniforme au centre du dispositif dans un volume plus petit que les bobines elles-mêmes.



On peut modéliser les bobines de Helmholtz par deux associations de  $n$  spires parcourues par un même courant  $i$ , de mêmes rayons  $R$ , et séparées d'une distance  $R$  (voir ci-dessus).

On peut calculer l'expression du champ magnétique (via la loi de Biot et Savart, plus au programme) sur l'axe des bobines à partir du champ créé par une bobine pour tout point de cet axe, à une

distance  $x$  de son centre :

$$B_{spire}(x) = \frac{\mu_0 n i R^2}{2(R^2 + x^2)^{3/2}}$$

où  $\mu_0$  est la perméabilité magnétique du vide.

Le champ magnétique d'une spire dont le plan de la spire est centré en  $x = +R/2$ , champ  $B_1(x)$ , s'écrit:

$$B_1(x) = \frac{\mu_0 n i R^2}{2(R^2 + (x - R/2)^2)^{3/2}}$$

Tandis que le champ magnétique d'une spire dont le plan de la spire est centré en  $x = -R/2$ , champ  $B_2(x)$ , s'écrit:

$$B_2(x) = \frac{\mu_0 n i R^2}{2(R^2 + (x + R/2)^2)^{3/2}}$$

Le champ sur l'axe d'une bobine de Helmholtz est la combinaison des 2 champs magnétiques précédents, on utilise en fait le théorème de superposition, théorème dont l'utilisation est validée par la linéarité des équations de Maxwell:

$$B_{tot}(x) = B_1(x) + B_2(x).$$

Pour calculer la valeur du champ magnétique au centre du dispositif  $B_0$ , on fait la somme des champs créés en ce point par chacune des bobines :

$$B_0 = B_1(x=0) + B_2(x=0) = \left(\frac{4}{5}\right)^{3/2} \frac{\mu_0 n i}{R}$$

Le champ augmente si l'on rajoute du courant ou des spires. L'homogénéité du champ magnétique (définie par  $B_{tot}(x)/B_0$ ) est meilleure que 1 % dans un volume d'environ 2/3 du rayon au centre des bobines de Helmholtz.

Les caractéristiques typiques de ces bobines sont :  $R \approx 10$  cm,  $i \approx 1$  A,  $n \approx 10-100$ . Le champ magnétique obtenu au centre vaut donc environ  $10^{-4}$  T, ce qui correspond à peu près au champ magnétique terrestre.

(D'après Wikipédia)

La figure ci-dessous représente le matériel à disposition.

Caractéristiques d'une bobine (à vérifier avec la notice)

**Diamètre** : 130 mm

**Nombre de spires** : 95 en fil 13/10

**I<sub>max</sub>** : 7 A



## EXPERIMENTATION

### 1)

✓ Réaliser le montage de la photo ci-dessus.

La sonde du teslamètre (sonde à effet Hall) mesurant le champ qui lui est parallèle (position  $B_x$ ), il faut la placer de façon perpendiculaire au plan de la bobine. Avant toute mesure, on règle le zéro du teslamètre pour « éliminer » la contribution du champ ambiant : en l'absence de courant dans la bobine, le teslamètre doit indiquer  $B = 0$ .

**Refaire le zéro du teslamètre régulièrement**

### 2)

✓ Régler l'intensité du courant à environ 2 A.

✓ Mesurer le champ  $B_1$  produit par la bobine 1 seule pour différente valeur de  $x$ . Mesurer le champ  $B_2$  produit par la bobine 2 seule pour différente valeur de  $x$ . Enfin, mesurer le champ  $B_{tot}$  produit par les deux bobines pour différente valeur de  $x$ . Noter également la valeur de  $B_{tot}$  pour  $x = 0$ .

✓ Représenter sous Latis-Pro et sur le même graphe, les courbes  $B_1 = f(x)$ ,  $B_2 = f(x)$  et  $B_{tot} = f(x)$ . Commenter.



3)

✓ Calculer la valeur de  $B_{cal}$  pour  $x = 0$  et comparer à la valeur  $B_{exp}$  obtenu expérimentalement.

## DEUXIEME PARTIE : CHAMP MAGNETIQUE, SOLENOIDE

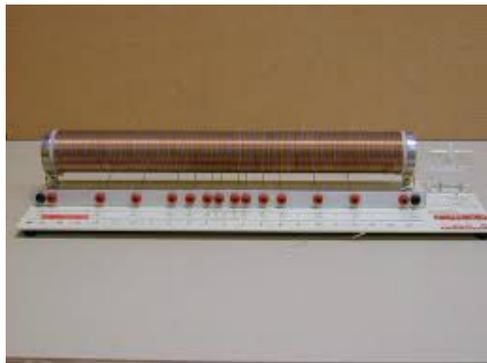
### OBJECTIFS

- ✓ Produire et mesurer un champ magnétique.
- ✓ Comprendre la topologie du champ magnétique.

### MATERIEL

- ✓ Solénoïde (maquette Jeulin)
- ✓ Sonde à effet Hall
- ✓ Source de tension (alimentation)

### PRINCIPE



Soit une bobine circulaire de rayon  $R$  et de longueur  $L$ . Le bobinage est réparti uniformément en plusieurs couches et le nombre de spires est  $N$ . Les spires sont parcourues par le courant  $I$ . Le champ magnétique à l'intérieur est donné par :

$$B_s = \frac{\mu_0 N I}{L}$$

Si  $L \gg R$ , c'est-à-dire de l'ordre de  $10R$  ou supérieur.

- 1)  Effectuer le montage de la photo ci-dessus. On relèvera les caractéristiques du solénoïde (cf. éventuellement notice du fabricant).  
On veillera à placer la sonde bien parallèle à l'axe du solénoïde et au centre de celui-ci.

***Refaire le zéro du teslamètre régulièrement***

- 2)  et .

- ✓ Régler l'intensité du courant à environ 1 A.
- ✓ Mesurer le champ  $B_s$  et comparer à la valeur calculée.
- ✓ Déplacer la sonde à l'intérieur du solénoïde le long de son axe : que dire la valeur de  $B_s$  ?