



TD EM1 – CHAMP MAGNÉTIQUE

D.Malka – MPSI 2018-2019 – Lycée Jeanne d'Albret

Perméabilité magnétique du vide : $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$.

EM1 – Champ magnétique terrestre

La Terre génère un champ magnétique dont on pense que l'origine est la circulation de particules chargées dans le manteau. En première approximation, on peut considérer la Terre comme un dipôle magnétique.

Pour mesurer approximativement la composante horizontale du champ magnétique terrestre, on utilise le dispositif suivant :

- une petite aiguille aimantée est placée au centre d'un solénoïde, l'ensemble étant horizontal,
- en l'absence de courant traversant le solénoïde, l'aiguille est orthogonal à l'axe du solénoïde,
- en présence d'un courant $I = 96 \text{ mA}$ traversant le solénoïde, l'aiguille tourne de 37° .
- le solénoïde utilisé comporte 130 spires, sa longueur est 60 cm et son rayon 3 cm.

Intensité champ magnétique créé par un solénoïde infini en son sein : $B = \mu_0 n I$ où n est le nombre de spires par unité de longueur.

Déterminer la valeur de la composante B_H horizontale du champ magnétique terrestre.

EM2 – Bobines de Helmholtz

On considère deux bobines plates coaxiales de N spires chacune, parcourues par des courants de même intensité et de même sens I , et de même rayon R (fig.2). On note d la distance entre les centres des deux bobines.

Champ magnétique créé par une bobine plate sur son axe :

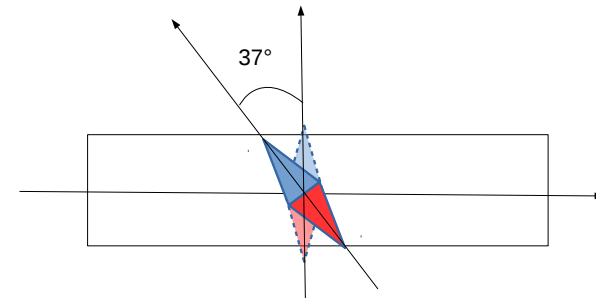


FIGURE 1 – Mesure de la composante horizontale locale du champ magnétique terrestre

$$\vec{B} = \mu_0 \frac{NIR^2}{2(R^2 + (z - z_0)^2)^{3/2}} \vec{e}_z$$

où z_0 est la coordonnée du centre de la bobine plate.

1. Commenter l'expression du champ magnétique.
2. Exprimer la champ magnétique totale en un point $M(z)$ de l'axe où z est repéré par rapport à O .
3. Écrire en langage Python un programme qui calcule et représente le champ magnétique sur l'axe des bobines (z variant de $-2R$ à $2R$) pour des quelques valeurs de d comprises entre $\frac{R}{2}$ et $\frac{3R}{2}$. On prendra $R = 0,1 \text{ m}$ Commenter.

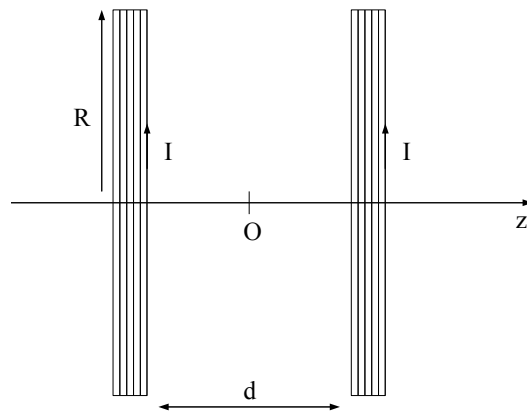


FIGURE 2 – Paire de bobines

4. Analytiquement, montrer que le champ $B(z)$ peut-être considéré comme constant à l'ordre 4 en z/R au voisinage de $z = 0$.
5. Dans la configuration de Helmholtz, la distance entre les centres O_1 et O_2 des bobines vaut $d = R$. Commenter la carte de champ fig.3.

EM3 – Moment magnétique orbital

Une particule de masse m et de charge q décrit un mouvement circulaire uniforme à la vitesse v . On note T la période de ce mouvement et R son rayon.

1. Exprimer l'intensité moyenne I résultant du mouvement de la charge.
2. En déduire le moment magnétique de ce système.
3. Calculer le moment cinétique de la particule et comparer à son moment magnétique. *On admet que cette propriété se généralise*
4. Dans l'atome d'hydrogène, le moment cinétique de l'électron vaut $\hbar = 1,05 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$. Que vaut son moment magnétique? Ce moment est appelé magnéton de Bohr.

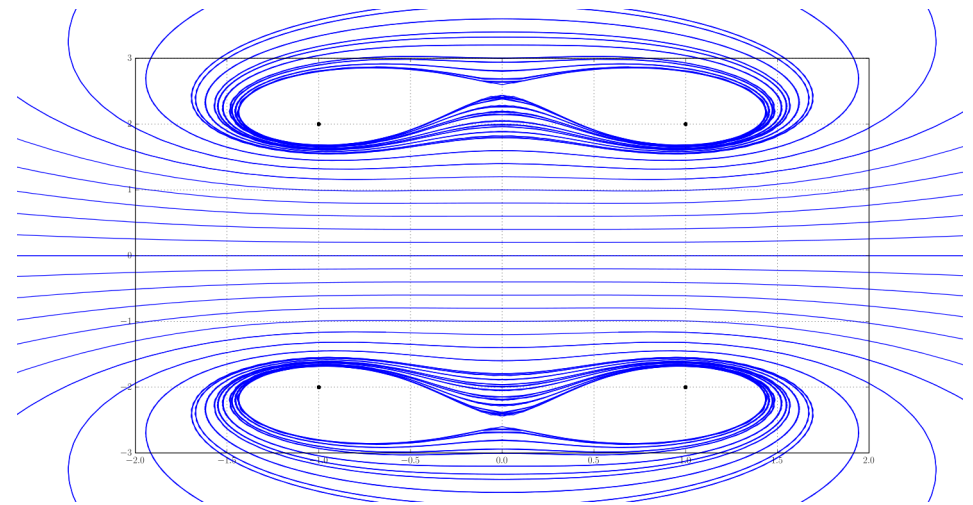


FIGURE 3 – Champ magnétique engendré par les bobines de Helmholtz (coupe longitudinale)