

TP24 – Champ magnétique terrestre

Objectifs

- Mesurer l'intensité d'un courant : mesure directe à l'ampèremètre numérique ;
- Mettre en œuvre une méthode de stroboscopie.
- Utiliser un logiciel de régression linéaire afin d'obtenir les valeurs des paramètres du modèle. Analyser les résultats obtenus à l'aide d'une procédure de validation : analyse graphique intégrant les barres d'incertitude ou analyse des écarts normalisés.
- Simuler, à l'aide d'un langage de programmation ou d'un tableur, un processus aléatoire de variation des valeurs expérimentales de l'une des grandeurs – simulation Monte-Carlo – pour évaluer l'incertitude sur les paramètres du modèle.
- **Mettre en œuvre un dispositif expérimental pour étudier l'action d'un champ magnétique uniforme sur une boussole.**

Étude préliminaire

- ✍ 1. Dans la situation représentée dans le document 4, donner une relation entre l'angle α et les normes des champs magnétiques \vec{B}_0 et \vec{B} .
- ✍ 2. Préparer un programme Python qui, à partir de deux tableaux de même taille x et y :
 - réalise un ajustement linéaire avec la fonction `np.polyfit` ;
 - renvoie les paramètres de l'ajustement et les incertitudes associées ;
 - représente graphiquement les données ainsi que l'ajustement.
- ✍ 3. Estimer l'intensité I_0 du courant nécessaire pour produire un champ magnétique comparable à la composante horizontale du champ magnétique terrestre avec les bobines utilisées en TP.

Composante horizontale du champ magnétique terrestre

- 4. Proposer et mettre en œuvre un protocole permettant de mesurer la composante horizontale du champ magnétique terrestre.



Documents

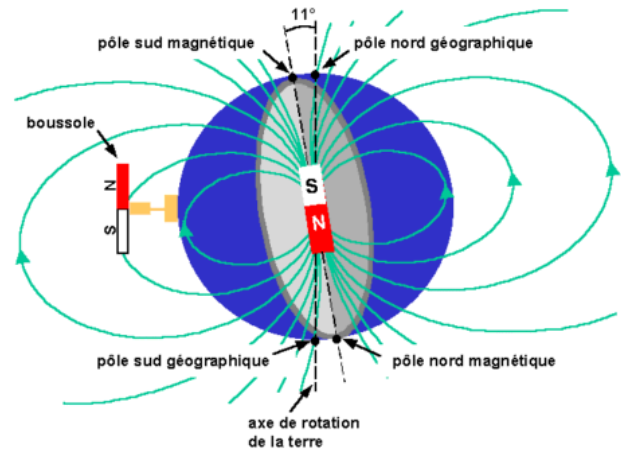
Document 1 – Matériel

- teslamètre
- multimètre
- alimentation continue
- deux bobines : 11 mH (500 spires) ou 45 mH (1000 spires)
- boîtes à décade de résistance
- aiguille aimantée et support
- rapporteur
- ordinateur + Python

Document 2 – Champ magnétique terrestre

Le champ magnétique terrestre est un champ magnétique présent dans un vaste espace autour de la Terre (de manière non uniforme du fait de son interaction avec le vent solaire) ainsi que dans la croûte et le manteau. Il trouve son origine dans le noyau externe, par un mécanisme de dynamo auto-excitée.

Ses lignes de champ ont l'allure représentée ci-contre. Le champ terrestre a donc une composante horizontale et une composante verticale. À la latitude de la France, le champ magnétique forme un angle d'environ 65° avec l'horizontale.



Une boussole est l'instrument le plus simple permettant de le mettre en évidence. En effet, l'aiguille aimantée d'une boussole placée dans un champ magnétique s'aligne avec la composante du champ contenue dans le plan de la boussole.

Document 3 – Champs magnétiques créés par des bobines

Le champ magnétique créé au centre :

- d'une **bobine plate**, constituée de N spires de rayon R parcourues par un courant d'intensité I , est donné par

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 N I}{2R} \vec{n}$$

- d'un **solénoïde** de longueur L , constituée de N spires parcourues par un courant d'intensité I , est donné par

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 N I}{L} \vec{n}$$

où \vec{n} est un vecteur unitaire normal aux spires, orienté par le sens du courant selon la règle du tire-bouchon et $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$.

Document 4 – Principe de superposition

Lorsqu'un champ magnétique \vec{B} se superpose à un autre champ magnétique \vec{B}_0 , le champ magnétique total \vec{B}_{tot} est la somme vectorielle des deux champs :

$$\vec{B}_{\text{tot}} = \vec{B} + \vec{B}_0.$$

