

Mesure du champ magnétique terrestre

Capacités exigibles

- > Mettre en œuvre un dispositif expérimental pour étudier l'action d'un champ magnétique uniforme sur une boussole.
- > Mettre en œuvre une expérience visant à mesurer un champ magnétique.

But

Mesurer le champ magnétique terrestre

I Documents

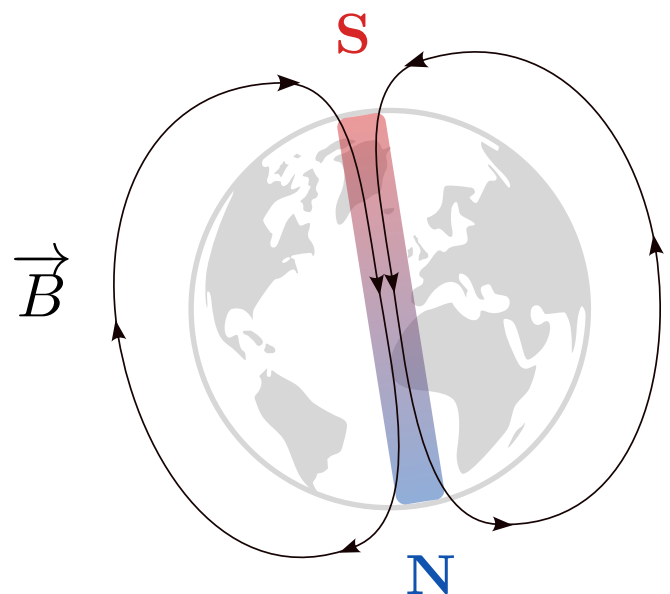
Document 1 : Matériel

- > Bobines de HELMOLTZ
 > Alimentation à courant continu réglable
 > Résistor
 > Teslamètre
- > Boussole (avec mesure d'angle)
 > Multimètre
 > Chronomètre

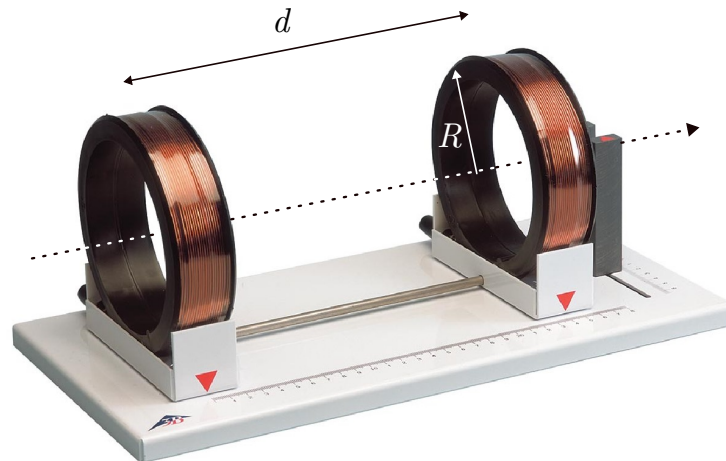
Document 2 : Champ magnétique terrestre

Le noyau terrestre produit un champ magnétique de l'ordre de $5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ à la surface. On peut voir la Terre comme un gigantesque aimant droit produisant un champ allant d'un pôle nord magnétique à un pôle sud.

⚠ Les pôles géographiques et magnétiques sont inversés et leurs axes légèrement inclinés.

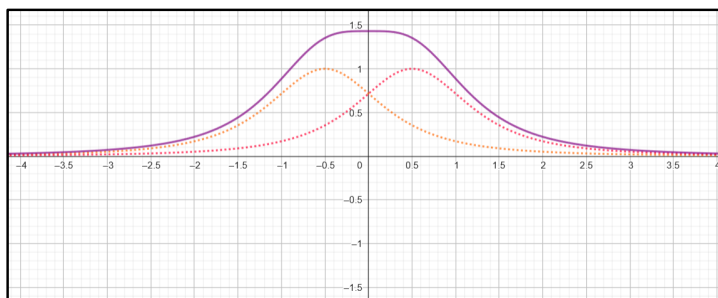


Document 3 : Bobines de Helmholtz

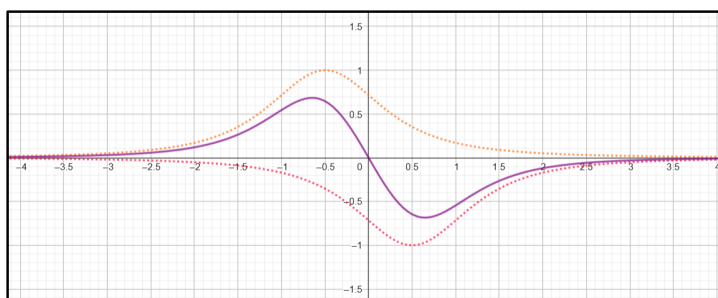


Les bobines de HELMOLTZ sont un dispositif expérimental, couplant deux bobines de large rayon, permettant de créer un champ magnétique déterminé au centre. Il existe deux modes de fonctionnement :

- Les bobines sont alimentées par le même courant : dans ce cas, les champs magnétiques créés s'ajoutent à le champ résultant peut être considéré comme **uniforme** au centre.
- Les bobines sont alimentées par des courants opposés : dans ce cas, les champ magnétiques se soustraient et forment un champ résultant quasi-**linéaire**.



Courants dans le même sens



Courants inversés

Champs

Bobine 1
Bobine 2
Total

Pour avoir effectivement les comportements attendus, il faut que la distance qui sépare les bobines soit égale au rayon de celle-ci.

$$d = R$$

B Mesure statique

- ③ Représentez la position d'équilibre de la boussole plongée dans le champ magnétique terrestre \vec{B}_0 . Faites ensuite de même en supposant que l'on ait ajouté un champ magnétique \vec{B}_1 perpendiculaire, de même intensité. Quelle est la déviation angulaire de la boussole ?
- ④ Imaginez et réalisez un protocole permettant d'obtenir une première valeur de B_0 . Vous chercherez à être le plus précis possible.

C Mesure dynamique

- ⑤ Montrez que pour des petits mouvements, la boussole oscille périodiquement. Trouvez une régression linéaire que vous pourriez tracer entre $Y = f(T)$ et $X = g(B)$, avec T la période du mouvement.
- ⑥ Procéder alors à un nouvel étalonnage liant Y à X pour des champs intenses. Et déduisez-en avec une dernière mesure la valeur du champ magnétique terrestre.



Annexe

Document 5 : Régression linéaire en Python

Pour réaliser une régression linéaire entre deux grandeurs X et Y grâce à PYTHON, il suffit de stocker vos mesures dans deux tableaux, puis d'appeler la fonction `np.polyfit` pour extraire les valeurs de la pente et de l'ordonnée à l'origine.

Exemple :

```
1 import matplotlib.pyplot as plt
2 import numpy as np
3
4 # Valeurs test
5 X = np.array([ 0 , 1 , 2 , 3 , 4, 5 ])
6 Y = np.array([ 1.1, 2.9, 4.8, 7.1, 9, 11.2 ])
7
8 a, b = np.polyfit(X, Y, 1) # On modélise Y=f(X) par un polynôme de degré 1
9
10 fit = a * X + b
11
12 legende_fit = '{} * x + {}'.format(np.round(a, 3), round(b, 3))
13
14 plt.plot(X, Y, 'o', color='black', label='Mesures')
15 plt.plot(X, fit, color='red', label=legende_fit)
16 plt.legend()
17
18 plt.show()
19
```

On obtient alors le graph suivant :

