

TP21 - Champ magnétique : production et actions

Objectifs :

- Mettre en rotation une aiguille aimantée à l'aide de deux bobines
- Décrire, mettre en œuvre et interpréter des expériences illustrant la loi de Faraday.
- Montrer le lien entre intensité du courant et intensité du champ magnétique

I Champs magnétiques créés par différents aimants

Qu'est ce qu'une ligne de champ magnétique :

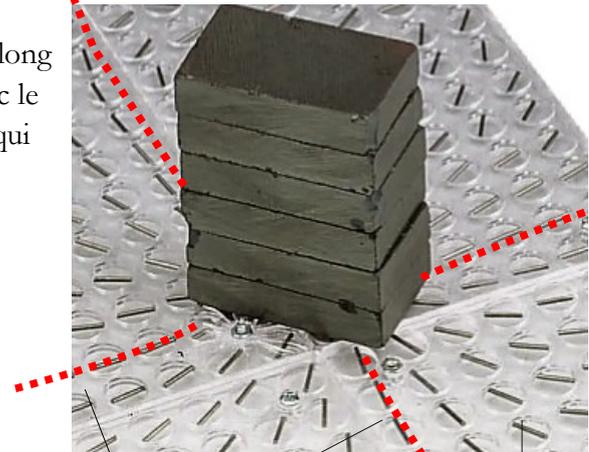
Les lignes de champ magnétique sont des courbes telles qu'en tout point de ces courbes, le champ magnétique est tangent à ses courbes :

Si on place des aiguilles aimantées (supposées ponctuelles) le long d'une ligne de champ de \vec{B} , elle seront donc alignées avec le champ $\vec{B}(M)$ local et elle traceront une ligne imaginaire qui correspond à la ligne de champ

Travail à effectuer :

Q1 Placer l'aimant en U sur la plaque à aiguille, Représenter l'allure des lignes de champ sur un schéma

Q2 Faire de même avec l'aimant droit



Lignes de champ magnétique

Une aiguille aimantée localement tangente à la ligne de champ et donc au champ magnétique en ce point

Propriétés des lignes de champ magnétique

- Pour les aimants, les lignes de champ entrent par le pôle **Sud** et sortent par le pôle **Nord**
- Plus les lignes de champ sont resserrées plus le champ B est **intense**.
- Dans un champ uniforme (même valeur en tout point et même direction partout), les lignes de champ sont **des droites parallèles** .

Q3 Rajouter l'orientation sur les lignes de champ tracés de l'aimant droit si le Nord et le sud sont indiquées

Q4 Dans quel zone de l'espace l'aimant en U crée-t-il le champ le plus intense ?

Q5 Quel aimant, entre l'aimant en U et l'aimant droit crée un champ magnétique uniforme (au moins dans une certaine région de l'espace) ?. indiquer où se trouve cette zone

II Mise en mouvement d'une aiguille aimantée à l'aide du champ créé par un courant électrique

Travail à effectuer :

-Brancher l'alimentation orange en série avec un ampèremètre et avec le fil de cuivre épais monté sur un support.

-**Ne pas alimenter en courant le montage**

-Placer l'aiguille aimantée sous le fil et **parallèle au fil** (on peut tourner le fil)

Appeler le professeur

Interprétation :

Une aiguille aimantée est un petit aimant permanent libre d'effectuer une rotation (pratiquement sans frottements) autour d'un axe Oz qui passe par son centre d'inertie.

Naturellement elle s'oriente selon la direction local du champ magnétique Terrestre B_{Terre}

Expérience à réaliser : générer un courant de 5 A et observer le mouvement de l'aiguille

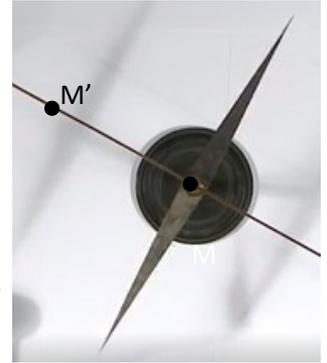
Le courant électrique est à l'origine d'un champ magnétique B_{fil}

On peut supposer que l'aiguille aimanté s'oriente dans la direction de la superposition vectoriel des champs magnétiques créés par le fil et du champ magnétique Terrestre :

$$\vec{B}_{tot} = \vec{B}_{fil} + \vec{B}_{Terre}$$

Comme le champ magnétique Terrestre possède une norme bien plus faible que le champ crée par le fil on fait l'approximation que $\vec{B}_{tot} \approx \vec{B}_{fil}$

La boussole s'aligne donc avec le champ magnétique du fil B_{fil} , elle donne donc la direction du champ magnétique du fil (mais pas le sens!)



Q6 Représenter sur le schéma les deux possibilité pour $\vec{B}_{fil}(M)$ directement à la vertical du fil (La direction étant donné par la direction de la Boussole, **mais le sens est inconnu**)

Q7 déplacer la Boussole en M', représenter de même les deux possibilités pour $\vec{B}_{fil}(M')$

Q8 On se place en coordonnées cylindrique avec l'axe OZ l'axe du fil.

Quelle est la direction du champ magnétique crée par le fil ? (soit \vec{e}_θ soit \vec{e}_r) on pourra faire un schéma

III Vérification du lien entre l'amplitude du champ magnétique et l'intensité du courant

1) Étude qualitative

Travail à effectuer :

- Prendre le téléphone Lancer l'application Phyphox, aller dans magnétomètre et lancer l'acquisition.
- le placer a proximité du fil (on pourra mettre une cale), choisir la composante qui est la plus importante pour les mesures
- Ne plus déplacer le téléphone, ni le fil, supprimer les anciennes données et lancer l'acquisition.
- Faire varier l'intensité du courant en restant plusieurs secondes aux valeurs suivantes :
0A 1 A 2 A 3 A 4 A et 5 A
- Arrêter l'acquisition Appeler le professeur pour lui montrer les valeurs.

Q9 Estimer grossièrement l'amplitude du champ magnétique pour chaque valeur de I et remplir le tableau ci-dessous. (vous pouvez cliquer sur « détail d'une mesure »)

I (A)	0A	1 A	2A	3 A	4 A	5 A
B (μT)						

On voit qu'il y a beaucoup de bruit, on va estimer l'incertitude de mesure par une approche statistique

Travail à effectuer :

- Exporter les données au format Excel et envoyez-vous par mail les données.
- Ouvrir les données avec Excel
- Pour chaque mesure de I: Calculer la moyenne (formule = MOYENNE(.. ...)) de l'amplitude du champ magnétique sur une ou plusieurs centaines de valeurs mesurées (on pourra utiliser les résultats approximatifs de la question précédente pour savoir à quelle intensité le champ magnétique correspond)

-Pour estimer l'incertitude sur la mesure , calculer aussi l'écart-type **dans le cas $I = 0 \text{ A}$**
(formule = ECARTYPE(..)) **On supposera qu'il reste le même pour les autres valeurs.**

Q10 Écrire dans le tableau ci-dessous vos résultats avec incertitude

I (A)	0A	0,5 A	1 A	1,5 A	2 A	2,5A
B_{moy} (μT)						

Q11 en déduire la valeur de B_{fil} seulement dû au fil (en retranchant à chaque valeur la valeur de B_{moy} obtenue pour $I=0\text{A}$, c'est à dire en présence seulement du champ magnétique terrestre)
et remplir le tableau

I (A)	0A	0,5A	1A	1,5A	2A	2,5A
B_{fil} (μT)						

Vérifier que l'amplitude du champ magnétique est bien proportionnelle à l'intensité du courant avec Regressi
(imprimer la courbe)

IV Mise en rotation d'une aiguille.

Brancher le GBF à une bobine de $N=1000$ spires. Choisir une tension sinusoïdale d'amplitude 10 V et de fréquence 2Hz

- Vérifier à l'aide du téléphone qu'un champ magnétique est bien produit.

-Ajouter un noyau en fer à l'intérieur, mesurer de nouveau le champ magnétique que remarque-t-on ?



-Placer deux bobines de $N=1000$ spires faces à faces en plaçant un noyau à l'intérieur de chaque :
-Comme sur la vidéo disponible sur cahier de prépa dans l'énoncé du TP dans le dossier TP21)
<https://www.youtube.com/watch?v=dX5MYndBd0A>

-Placer l'aiguille aimantée entre les deux bobines

-Alimenter le GBF à 2Hz faire varier la fréquence et vérifier que l'aiguille tourne plus vite quand on augmente la fréquence de rotation. **Faire un schéma du dispositif**

V générer une tension avec une bobine et un aimant

Q12 Montrer que l'on peut générer une tension à l'aide d'une bobine et d'un aimant : faire un schéma de l'expérience réalisé et de l'allure de la tension mesurée