



THEME: ELECTRCITE

TITRE DE LA LEÇON : CHAMP MAGNETIQUE

I. SITUATION D'APPRENTISSAGE

Un élève de la classe de Tle d'un Lycée Moderne assiste à des travaux de réparation d'une télévision dans l'atelier de son ami. Le réparateur dispose entre autres matériels, d'une aiguille aimantée, d'un aimant et d'une bobine. L'élève constate que lorsque l'aiguille aimantée est proche de l'aimant ou de la bobine parcourue par un courant électrique, celle-ci dévie.

Pour comprendre ces observations, l'élève et ses camarades de classe décident, avec l'aide de leur professeur, de faire des recherches en vue de définir l'espace champ magnétique, de représenter le vecteur-champ magnétique et de déterminer ses caractéristiques.

II. CONTENU DE LA LECON

I. MISE EN EVIDENCE EXPERIMENTLALE: interactions magnétiques

I.1 Expérience

- Les pôles de même noms de deux aimants se repoussent
- Les pôles de noms différents de deux aimants s'attirent.
- Les faces de même nom de deux bobines se repoussent
- Les faces de noms différents de deux bobines s'attirent.

I.2 Conclusion

La présence d'un aimant ou d'une bobine parcouru par un courant électrique en un lieu modifie les propriétés de ce lieu. On dit qu'il y règne un champ magnétique

Exercice d'application:

Indique les pôles de l'aimant B, en tenant compte des sens de déplacement des deux aimants A et B,



II. LE CHAMP MAGNETIQUE

II.1 Définitions

- Espace champ magnétique

Un espace champ magnétique est une région de l'espace dont les propriétés sont modifiées par la présence d'un aimant ou d'un conducteur parcouru par un courant électrique.

- Vecteur champ magnétique

En tout point de l'espace champ magnétique, le champ magnétique est caractérisé par un vecteur appelé vecteur champ magnétique. Il est noté \vec{B}

- **Sources de champ magnétique :**
 - Les aimants
 - Les courants
 - La terre

II.2 Caractéristiques du vecteur champ magnétique

Point d'application : tout point M de l'espace où règne le champ ;

Direction : celle de l'axe-d'une aiguille aimantée placée au point M considéré ;

Sens : du pôle sud vers le pôle nord de l'aiguille aimantée ;

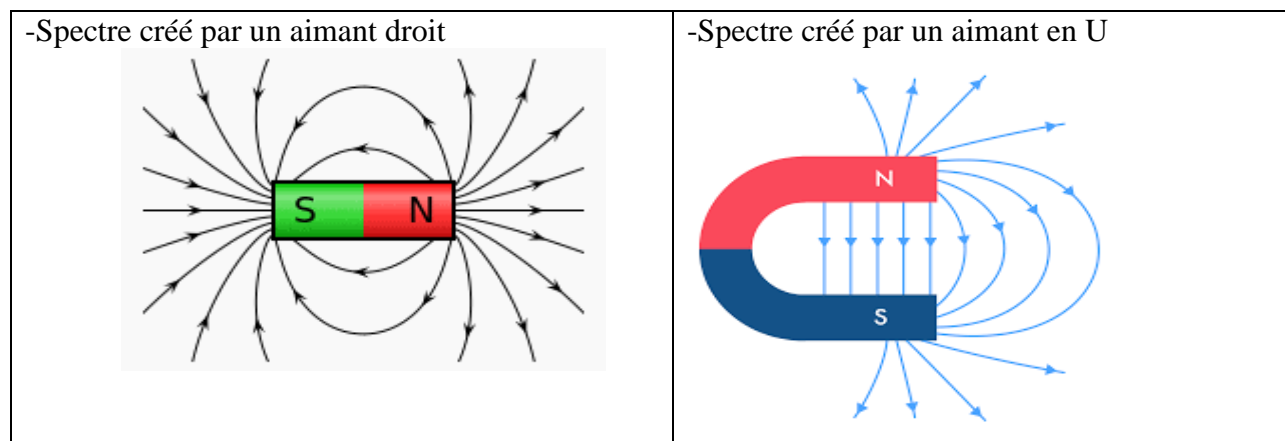
Valeur: mesurée en **Tesla (T)** à l'aide d'un **Teslamètre**.

II.3 SPECTRES MAGNETIQUES

Une ligne de champ est une courbe tangente, en chacun de ses points, au vecteur champ magnétique \vec{B} et orientée dans le même sens que \vec{B} .



- **Un spectre magnétique** est un ensemble de lignes de champ.
- **Exemples de spectres magnétiques**



II.4 LE SOLENOÏDE

II.4.1 Définition

Un solénoïde est une bobine dont la longueur L est au moins 10 fois supérieure à son rayon ($L = 10 \times R$)

- A l'intérieur d'un solénoïde infiniment long, le champ magnétique \vec{B} est uniforme et a pour caractéristiques :

Direction : celle de l'axe du solénoïde ;

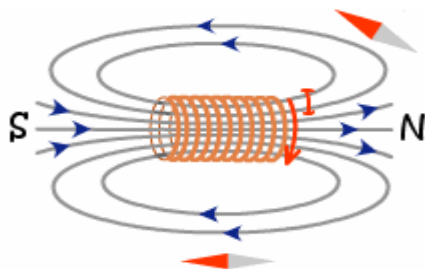
Sens : donné par la règle du bonhomme d'Ampère ou toute autre règle d'orientation de l'espace (main droite, doigts de la main droite)

$$\text{Valeur: } B = \mu_0 \frac{N}{L} I = \mu_0 n I$$

avec N : nombre de spires ; n : nombre de spires par mètre ; μ_0 : perméabilité du vide.

$$\mu_0 = 4\pi 10^{-7} \text{ S.I}$$

II.2.2 Spectre d'un solénoïde



N.B.règle du bonhomme d'Ampère

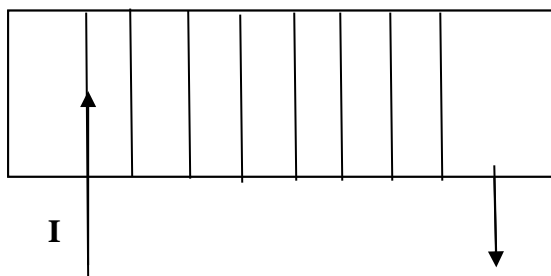
Le bonhomme d'Ampère, regardant l'axe du solénoïde, a son bras gauche tendu qui indique le sens du vecteur champ lorsqu'il est placé sur le fil de telle sorte que le courant entre par ses pieds et sort par sa tête.

Exercice d'application:

Un solénoïde comporte $n= 1000$ spires par mètre. Elle est parcourue par un courant d'intensité $I=2.0A$.

1. Représente les lignes de champ à l'intérieur du solénoïde ci-dessous.
2. Détermine les caractéristiques du champ magnétique \vec{B} à l'intérieur du solénoïde.

Donnée: $\mu_0=4\pi.10^{-7}SI$



SITUATION D'ÉVALUATION

Au cours d'une séance de TP en classe de Terminale dans un Lycée, un groupe d'élèves doit utiliser un solénoïde de longueur L , dont le nombre de spires N , réparti sur quatre (4) couches, n'est malheureusement pas indiqué. Ces élèves mesurent alors la valeur du champ magnétique \vec{B} à l'intérieur du solénoïde en faisant varier l'intensité I du courant qui le traverse. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

I (A)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3
B(mT)	0	1,00	2,00	2,95	4,10	5	5,95

Le Professeur leur demande de tracer la courbe $B = f(I)$ afin de déterminer le nombre de spires N du solénoïde. Il leur donne : $\mu_0 = 4.\pi.10^{-7}$ S.I. ; $L = 40$ cm ; échelle : 1 cm pour 1 mT et 2,5 cm pour 1 A Etant membre du groupe, tu es désigné(e) pour présenter votre production.

1- Donne :

1.1- la définition d'un solénoïde ;

1.2- l'expression du champ magnétique créé à l'intérieur d'un solénoïde en fonction de la longueur L du solénoïde, du nombre de spires N , de l'intensité I du courant et de la perméabilité du vide μ_0 .

2- Trace la courbe $B = f(I)$.

3- Montre que B est proportionnel à I à partir de la courbe $B = f(I)$.

4- Détermine :

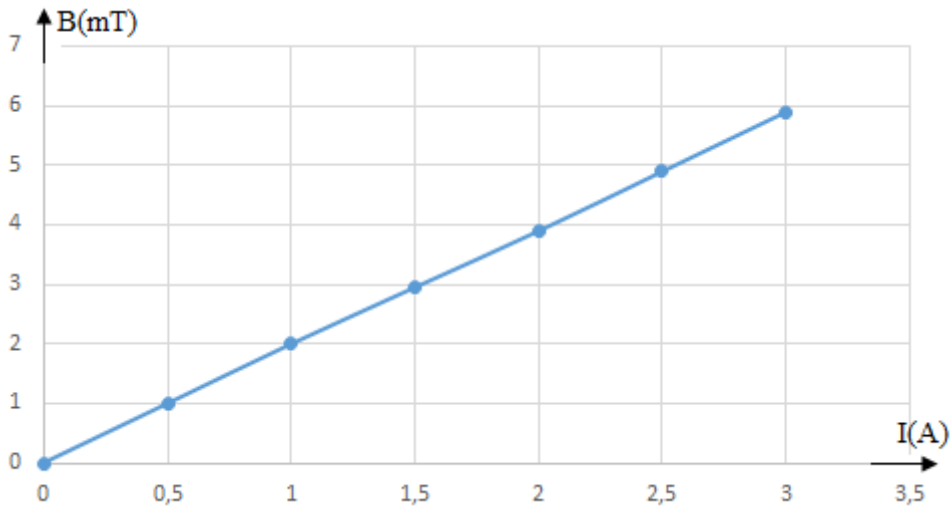
- 4.1- le coefficient de proportionnalité k (exprimé en S.I.) ;
- 4.2- le nombre de spires par unité de longueur n ;
- 4.3- le nombre de spires N ;
- 4.4- le nombre de spires par couche.

Solution

1. 1.1 Un solénoïde est une bobine dont la longueur L est au moins 10 fois supérieure à son rayon (L = 10×R)

1.2 $B = \mu_0 \frac{N}{L} . I$

2. Tracé de la courbe B=f(I)



3. la courbe est une droite passant par l'origine du repère donc le champ magnétique B est proportionnel à l'intensité du courant I

- 4.1-Le coefficient de proportionnalité k : $B = k . I \Rightarrow k = \frac{\Delta B}{\Delta I} = 2.10^{-3} \text{mT}$
- 4.2- Le nombre de spires par unité de longueur n : $B = \mu_0 . n . I = kI \Rightarrow n = \frac{k}{\mu_0} = \frac{2.10^{-3}}{4\pi.10^{-7}} \Rightarrow n = 1592 \text{ spires/m}$
- 4.3- Le nombre de spires N : $n = \frac{N}{L} \Rightarrow N = n.L = 1592 * 0.4 \Rightarrow N = 637 \text{ spires}$
- 4.4- Le nombre de spire par couche est : $\frac{N}{4} = 160 \text{ spires}$

III. EXERCICES

Exercice 1

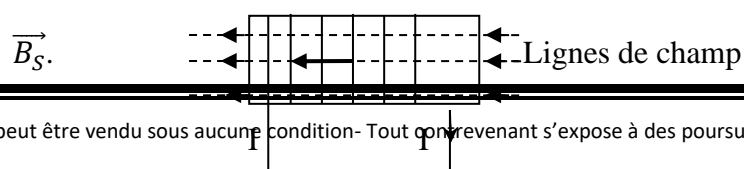
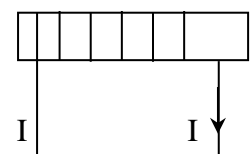
Un solénoïde parcouru par un courant d'intensité I crée un champ magnétique \vec{B}_S .

1- Reproduis le schéma du solénoïde ci-contre et représente

1.1- les lignes de champ magnétique ;

1.2- le champ magnétique \vec{B}_S créé au centre de la bobine.

2- Indique le nom des faces du solénoïde sur le schéma.



Exercice 2

Un solénoïde de longueur $L = 40$ cm comportant $N = 1000$ spires est traversé par un courant d'intensité $I = 2$ A.

Calcule la valeur du champ magnétique \vec{B} créé au centre du solénoïde.

Solution $B = \mu_0 \frac{N}{L} \cdot I$ A.N : $B = 4\pi \cdot 10^{-7} \times \frac{1000}{0,4} \times 2 \Rightarrow B = 1,57 \cdot 10^{-2} \text{ T}$

Exercice 3:

Un solénoïde de longueur $l=80$ cm, parcouru par un courant électrique d'intensité $I=2,5$ A génère un champ magnétique de valeur $B=12.0$ mT.

1. Détermine le nombre n de spires qu'il comporte
2. Déduis le nombre N de spires de ce solénoïde
3. Déterminer l'intensité I' du courant électrique dans les spires de ce solénoïde pour que la valeur de B soit de 24mT.

Donnée: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ SI}$

Solution:

1. $B = \mu_0 n I$ donc $n = B / \mu_0 I$ A.N. $n = 3819$ spires/m
2. $N = n l$ A.N. $N = 3055$ spires
3. $B' = \mu_0 n I'$ donc $I' = B' / \mu_0 n$ A.N. $I' = 5$ A

Exercice 4

Au cours d'une expérience votre professeur de Physique- Chimie dispose une aiguille aimantée au centre O d'un solénoïde. Vous constatez qu'à l'absence d'un courant électrique dans les spires du solénoïde, la direction de l'aiguille est perpendiculaire à l'axe du solénoïde. Mais quand le professeur fait passer un courant dans les spires l'aiguille dévie d'un angle $\alpha = 30^\circ$.

Le professeur vous demande d'exploiter les données.

Donnée: $B_h =$ Valeur du champ magnétique terrestre $= 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$

1. Nomme le champ magnétique au centre du solénoïde à l'absence du courant électrique
2. Justifie la déviation de l'aiguille aimantée lorsque le solénoïde est parcouru par un courant.
3. Représente qualitativement au centre O du solénoïde, les champs magnétiques existants lorsqu'il est parcouru par un courant électrique.
4. Détermine les valeurs du champ magnétique \vec{B}_0 créé par le solénoïde et du champ magnétique résultant \vec{B} .

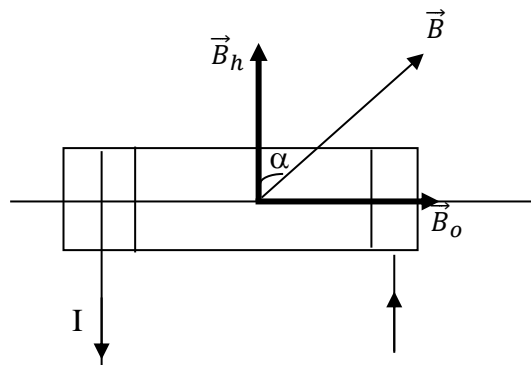
Solution:

1. Il s'agit du champ magnétique terrestre
2. La déviation de l'aiguille est le résultat de la combinaison du champ terrestre (perpendiculaire à l'axe du solénoïde) et celui créé à l'intérieur du solénoïde (axe du solénoïde)
3. Représentation des champs

\vec{B}_o : vecteur champ créé par le solénoïde

\vec{B}_h : vecteur champ terrestre

On a: $\vec{B} = \vec{B}_o + \vec{B}_h$



4. Détermination des valeurs des champs

Les trois vecteurs forment un triangle rectangle

$\tan\alpha = B_o/B_h$ donc $B_o = B_h \tan\alpha$ A.N. $B_o = 1,15 \cdot 10^{-5} \text{T}$

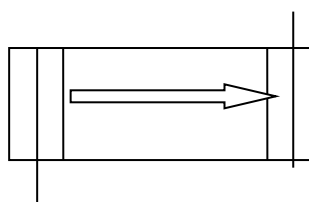
D'autre part, $B = \sqrt{B_o^2 + B_h^2}$ A.N. $B = 2,3 \cdot 10^{-5} \text{T}$

Exercice 5

Partie A

Un solénoïde long parcouru par un courant I crée un champ magnétique \vec{B} .

1. Reproduire le schéma du solénoïde représenté
 - 1.1. Le champ magnétique à l'intérieur du solénoïde
 - 1.2. Le sens du courant dans le solénoïde
 - 1.3. Les lignes de champ dans le solénoïde
2. Compléter le schéma en y indiquant les faces du solénoïde



Partie B

A l'aide d'un teslamètre, on mesure le champ magnétique à l'intérieur d'un solénoïde en fonction de l'intensité de courant qui le parcourt. On obtient les mesures suivantes :

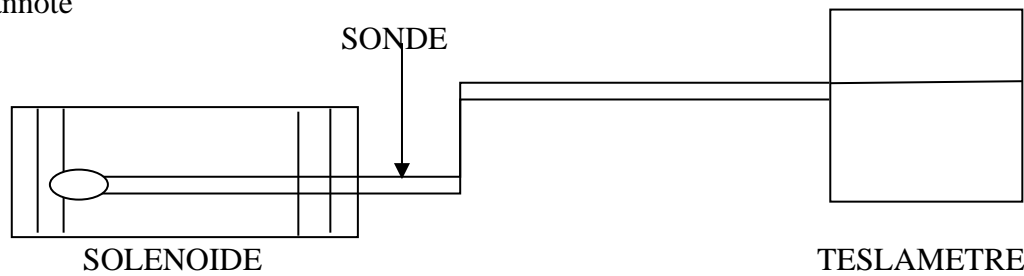
I (A)	0	1,0	2,0	3,0
B(mT)	0	2,0	4,01	6

1. Faire un schéma annoté du dispositif expérimental
2.
 - 2.1. Trace la courbe $B=f(I)$. Echelles : $1 \text{ cm} \leftrightarrow 1 \text{ mT}$
 $2,5 \text{ cm} \leftrightarrow 1 \text{ A}$
 - 2.2. Déduis de la courbe que B est proportionnel à I et détermine le coefficient k (en unités S.I.)

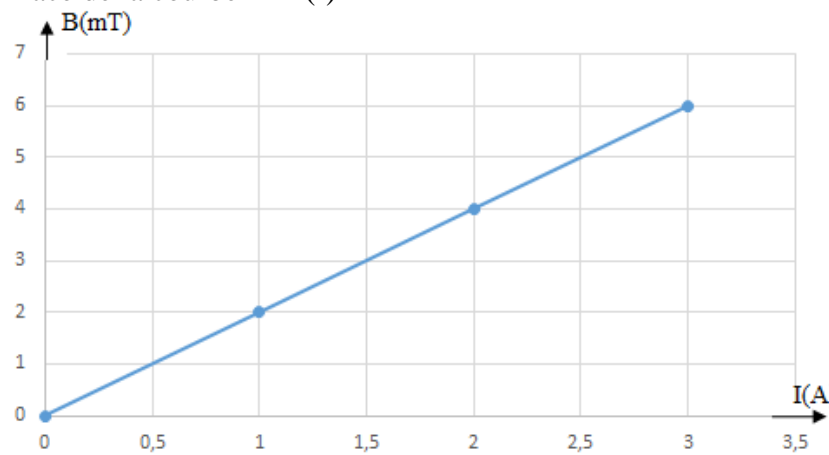
3. Donne l'expression de B en fonction de la longueur L, du nombre de spires du solénoïde et de l'intensité I du courant.
4. Détermine, à partir du graphique, la perméabilité du vide μ_0 .

Solution :

1. Schéma annoté



2.
 - 2.1. Tracé de la courbe $B=f(I)$



- 2.2. La courbe est une droite passant par l'origine du repère. B est donc proportionnel à I ; d'où $B=kI$, k étant le coefficient de proportionnalité que l'on peut déterminer.

On trouve $k= 2.10^{-3} \text{ T/A}$

3. Expression de B

$$B=\mu_0NI/L$$

4. $B=kI= \mu_0NI/L$ Par identification on a : $\mu_0N/L= k$

$$\mu_0 = kL/N \quad \text{A.N.} \quad \mu_0 = 1,25.10^{-6} \text{ S.I.}$$

IV. DOCUMENTATION

CHAMP MAGNÉTIQUE

En physique, dans le domaine de l'électromagnétisme, le champ magnétique est une grandeur ayant le caractère d'un champ vectoriel, c'est-à-dire caractérisée par la donnée d'une norme, d'une direction et d'un sens, définie en tout point de l'espace et permettant de modéliser et quantifier les effets magnétiques du courant électrique ou des matériaux magnétiques comme les aimants permanents. La présence du champ magnétique se traduit par l'existence d'une force agissant sur les charges électriques en mouvement (dite force de Lorentz) et par divers effets affectant certains matériaux (diamagnétisme, paramagnétisme, ferromagnétisme, etc.). La grandeur qui détermine l'interaction entre un matériau et un champ magnétique est la susceptibilité magnétique. Les différentes sources de champ magnétique sont les aimants

permanents, le courant électrique (c'est-à-dire le déplacement d'ensemble de charges électriques), ainsi que la variation temporelle d'un champ électrique (par induction électromagnétique). Sauf exception, cet article traite du cas du régime statique ou indépendant du temps, pour lequel le champ magnétique existe indépendamment de tout champ électrique, soit en pratique celui créé par les aimants ou les courants électriques permanents. Toutefois, en régime variable, c'est-à-dire pour des courants électriques non permanents, ou des champs électriques variables, le champ magnétique créé, lui-même variable, est la source d'un champ électrique, et donc ne peut être considéré de façon indépendante (cf. champ électromagnétique).

Source: Wikipédia