

CHAPITRE 8 LE CHAMP MAGNETIQUE

I) Champ magnétique

1) Magnétisme

Phénomène connu depuis l'antiquité.

Les corps possédant des propriétés magnétiques sont appelés des aimants naturel (fer, oxyde magnétique de fer, cobalt, manganèse)

Certains corps peuvent être aimantés (par frottement à l'aide d'un aimant naturel, ou en utilisant un courant électrique). L'aimantation est temporaire ou permanente.

Certains corps peuvent être attirés par un aimant : fer, cobalt, nickel et certains alliages.

2) Mise en évidence

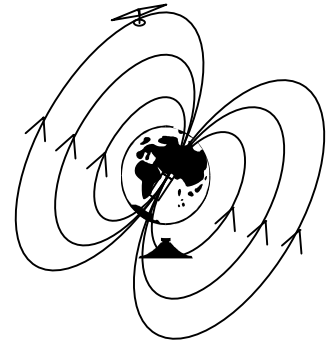
Dans certaines circonstances, une aiguille aimantée s'oriente comme soumise à un couple. On dit alors que dans cette région il règne un champ magnétique \vec{B} .

En particulier, au voisinage de la Terre, on nomme « pôle nord » l'extrémité de l'aiguille qui indique toujours le nord géographique.

Par convention, le sens de \vec{B} est celui qu'indique le pôle nord de l'aiguille aimantée.

Composante du champ magnétique terrestre $B_H = 2,0 \cdot 10^{-5} T$

Mise en évidence : aimant + aimant ; déviation faisceau électron

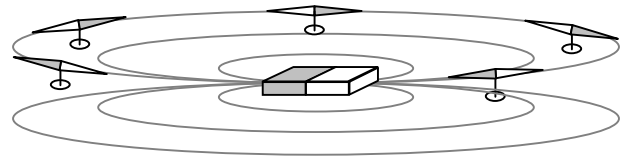


Conclusion : l'aimant modifie les propriétés de l'espace autour de lui, il crée un champ magnétique (noté \vec{B}).

II) Caractéristique.

1) Spectre

Observation : **les grains de limaille de fer s'orientent et dessinent des lignes appelées lignes de champ. L'ensemble des lignes de champ donne le spectre magnétique.**



Explication : sous l'influence de l'aimant chaque grain de limaille de fer devient lui-même un aimant (qui s'oriente dans l'espace) influençant le grain suivant, etc..

- . intérêt : + une petite aiguille aimantée montre que \vec{B} est tangent aux lignes de champ.
- + détermine la topographie d'un champ.

Le spectre magnétique de l'aimant est représenté ici par six lignes de champ. Chaque ligne est tangente en tout point au vecteur champ magnétique (comme le montrent les aiguilles aimantées) et se referme sur elle-même. L'intensité du champ magnétique diminue quand on s'en éloigne de l'aimant.

2) Vecteur champ magnétique

Le champ magnétique a les propriétés mathématiques d'un vecteur :

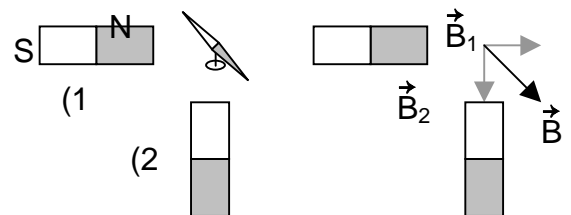
une direction : celle prise par l'aiguille aimantée

un sens : celui qu'indique le pôle nord de l'aiguille aimantée (sud-nord de l'aiguille aimantée).

une valeur (mesurée par une sonde spécifique : un teslamètre)

Le champ magnétique résultant en un point est égal à la somme vectorielle des champs en ce

point : $\vec{B}_T = \sum \vec{B}_i$

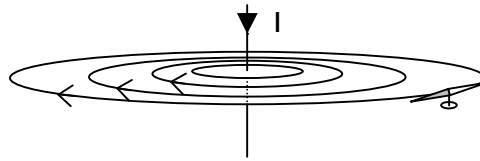


III) Champ magnétique créé par un courant

En l'absence de milieux magnétiques, la valeur B du champ magnétique est proportionnelle à l'intensité I du courant : $B = k \cdot I$ avec k une constante qui dépend de la géométrie du courant, de son intensité ainsi que du point de mesure.

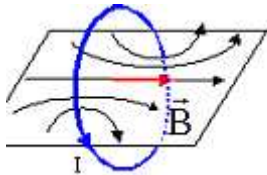
1) Topographie du champ créé par un courant rectiligne

Expérience d'Oersted (1820)

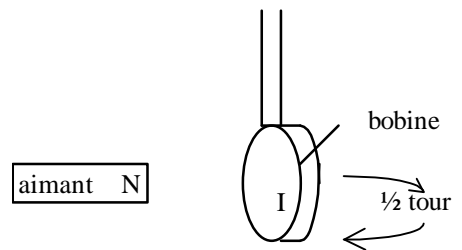


2) Topographie du champ créé par une bobine

Définition : une bobine est constituée d'un enroulement de fil conducteur sur un cylindre de rayon r . Si L est faible devant r , la bobine est dite plate.



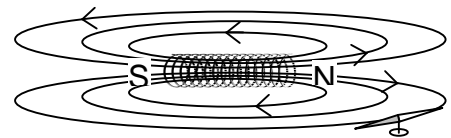
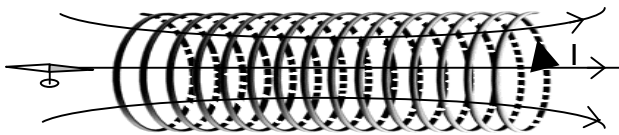
Quand on approche un aimant d'une bobine traversée par un courant, soit celle-ci est attirée, soit elle est repoussée, fait un 1/2 tour, puis est attirée.



3) Topographie du champ créé par un solénoïde

Définition : une bobine est constituée d'un enroulement de fil conducteur sur un cylindre de rayon r

Si L et r sont de même grandeur, on parle de solénoïde. Si $L \geq 10 \cdot r$, le solénoïde est dit infini ou long.



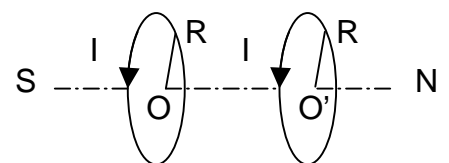
IV) Champ magnétique uniforme

Un champ est dit uniforme si en tout point le vecteur B est le même ; les lignes de champ sont alors parallèles et équidistantes (si elles se resserrent, B augmente)

1) Bobines d'Helmholtz

On nomme bobines d'Helmholtz, deux enroulements de plusieurs spires (deux bobines) coaxiales. Les spires ont le même rayon R et sont parcourues dans le même sens par un même courant I .

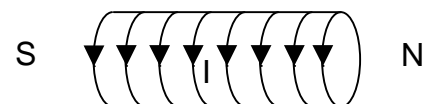
Si $OO' = R$ alors le champ sur l'axe est à peu près uniforme.



2) Solénoïde

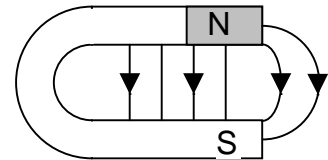
Le solénoïde est une bobine très serrée de grande longueur. Il y a n spires par mètre, parcourues par courant I (équivalent à une nappe de courant cylindrique).

Le champ magnétique dans un solénoïde est uniforme et de valeur $B = \mu_0 \cdot n \cdot I$



3) Aimant en U

Le champ magnétique dans l'entrefer d'un aimant en U est uniforme.



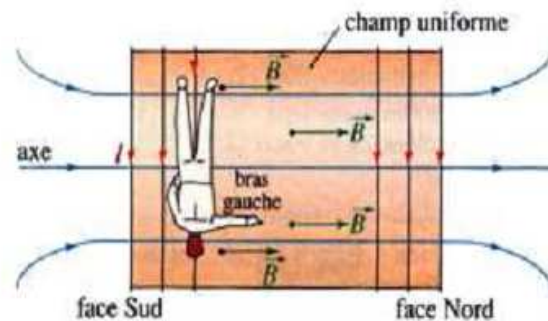
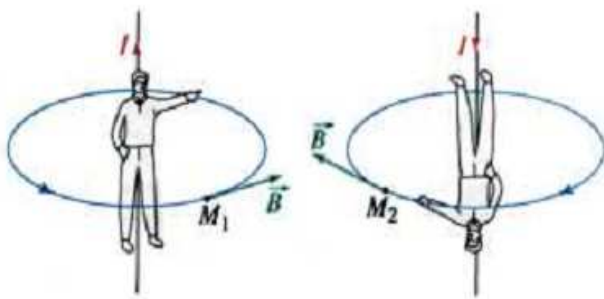
L'existence d'un champ magnétique implique celle d'aimants ou de courants électriques (et réciproquement).

V) Comment déterminer le sens du champ magnétique ?

1) règle du bonhomme d'Ampère.

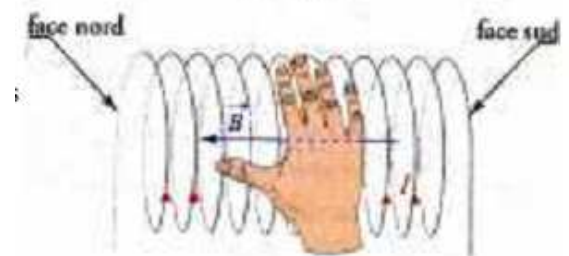
C'est une règle d'orientation dans l'espace qui s'applique au fil rectiligne et au solénoïde:

- L'observateur d'Ampère est placé le long du fil conducteur de telle sorte que le courant circule de ses pieds vers sa tête;
- Il regarde le point M de l'espace où doit être déterminé le sens du vecteur champ magnétique;
- Son bras gauche levé dans le plan contenant ses épaules indique alors le sens du champ magnétique au point M.



2) La règle de la main droite.

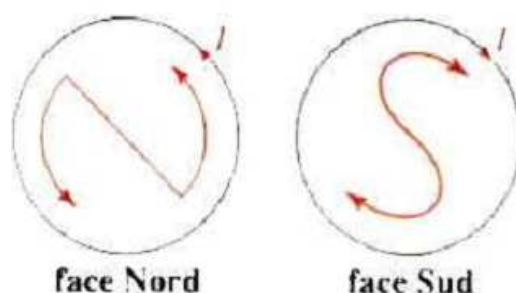
Si on plaque la main droite contre le fil, la paume face au centre de la bobine, les doigts orientés dans le sens du courant électrique, le pouce tendu indique la direction du champs magnétique à l'intérieur de la bobine.



3) Reconnaître les bobines d'une face

On se place devant la face à identifier et on inscrit un "N" ou un "S" avec des flèches en bout de lettre:

- La face considérée est une face nord si les flèches sur la lettre "N" sont dans le même sens que le courant;
- La face considérée est une face sud si les flèches sur la lettre "S" sont dans le même sens que le courant;



Classe de terminale STL : Fiche de PHYSIQUE N°8
PHYSIQUE ELECTRICITE Mise en évidence du champ magnétique

Vous devez être capable :

- De dessiner les lignes de champs
- D'identifier un pôle nord et sud d'une bobine, d'un aimant, d'un solénoïde.

1. Mise en évidence du champ magnétique

1) Magnétisme

Phénomène connu depuis l'antiquité.

Les corps possédant des propriétés magnétiques sont appelés des aimants naturel (fer, oxyde magnétique de fer, cobalt, manganèse)

Certains corps peuvent être aimantés (par frottement à l'aide d'un aimant naturel, ou en utilisant un courant électrique). L'aimantation est temporaire ou permanente.

Certains corps peuvent être attirés par un aimant : fer, cobalt, nickel et certains alliages.

2) Mise en évidence

Dans certaines circonstances, une aiguille aimantée s'oriente comme soumise à un couple. On dit alors que dans cette région il règne un champ magnétique \vec{B} .

En particulier, au voisinage de la Terre, on nomme « pôle nord » l'extrémité de l'aiguille qui indique toujours le nord géographique.

Par convention, le sens de B est celui qu'indique le pôle nord de l'aiguille aimantée.



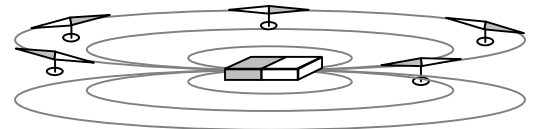
2. Caractéristique.

1) Spectre

Observation :



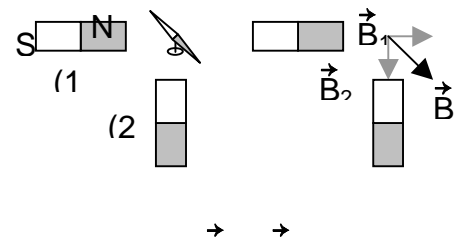
Explication : sous l'influence de l'aimant chaque grain de limaille de fer devient lui-même un aimant (qui s'oriente dans l'espace) influençant le grain suivant, etc..



Le spectre magnétique de l'aimant est représenté ici par six lignes de champ. Chaque ligne est tangente en tout point au vecteur champ magnétique (comme le montrent les aiguilles aimantées) et se referme sur elle-même. L'intensité du champ magnétique diminue quand on s'en éloigne de l'aimant.

2) Vecteur champ magnétique

Le champ magnétique a les propriétés mathématiques d'un vecteur :

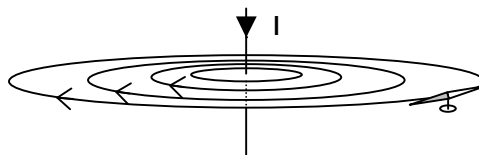


3. Champ magnétique créé par un courant

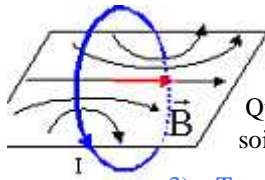
En l'absence de milieux magnétiques, la valeur B du champ magnétique est proportionnelle à l'intensité I du courant : $B = k \cdot I$
 avec k une constante qui dépend de la géométrie du courant, de son intensité ainsi que du point de mesure.

1) Topographie du champ créé par un courant rectiligne

Expérience d'Oersted (1820)

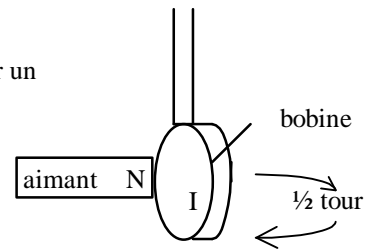


2) Topographie du champ crée par une bobine



Définition : une bobine est constituée d'un enroulement de fil conducteur sur un cylindre de rayon r . Si L est faible devant r , la bobine est dite plate.

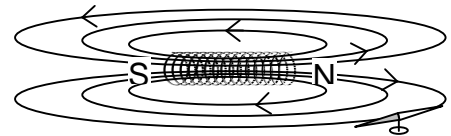
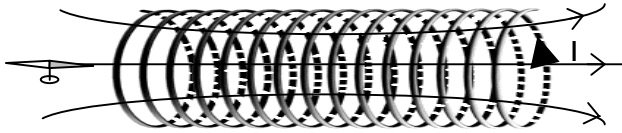
Quand on approche un aimant d'une bobine traversée par un courant, soit celle-ci est attirée, soit elle est repoussée, fait un $1/2$ tour, puis est attirée.



3) Topographie du champ crée par un solénoïde

Définition : une bobine est constituée d'un enroulement de fil conducteur sur un cylindre de rayon r

Si L et r sont de même grandeur, on parle de solénoïde. Si $L \geq 10.r$, le solénoïde est dit infini ou long.

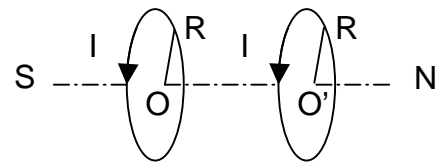


4. Champ magnétique uniforme

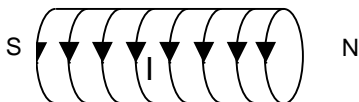
4) Bobines d'Helmholtz

On nomme bobines d'Helmholtz, deux enroulements de plusieurs spires (deux bobines) coaxiales. Les spires ont le même rayon R et sont parcourus dans le même sens par un même courant I .

Si $OO' = R$ alors le champ sur l'axe est à peu près uniforme.



5) Solénoïde

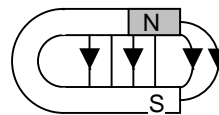


Le solénoïde est une bobine très serrée de grande longueur. Il y a n spires par mètre, parcourues par courant I (équivalent à une nappe de courant cylindrique).

Le champ magnétique dans un solénoïde est uniforme et de valeur $B = \mu_0 \cdot n \cdot I$

6) Aimant en U

Le champ magnétique dans l'entrefer d'un aimant en U est uniforme.



L'existence d'un champ magnétique implique celle d'aimants ou de courants électriques (et réciproquement).

5. Comment déterminer le sens du champ magnétique ?

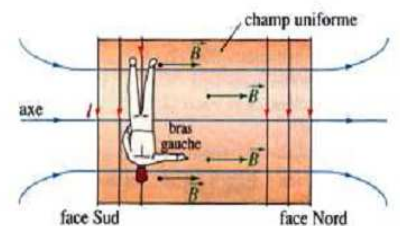
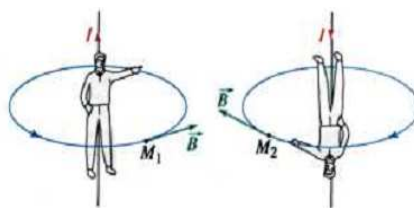
1) règle du bonhomme d'Ampère.

C'est une règle d'orientation dans l'espace qui s'applique au fil rectiligne et au solénoïde:

- L'observateur d'Ampère est placé le long du fil conducteur de telle sorte que le courant circule de ses pieds vers sa tête;

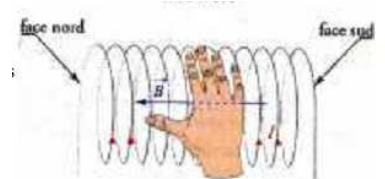
- Il regarde le point M de l'espace où doit être déterminé le sens du vecteur champ magnétique;

- Son bras gauche levé dans le plan contenant ses épaules indique alors le sens du champ magnétique au point M .



2) La règle de la main droite.

Si on plaque la main droite contre le fil, la paume face au centre de la bobine, les doigts orientés dans le sens du courant électrique, le pouce tendu indique la direction du champs magnétique à l'intérieur de la bobine.

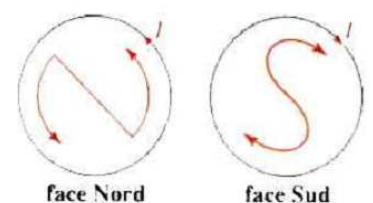


3) Reconnaître les bobines d'une face

On se place devant la face à identifier et on inscrit un "N" ou un "S" avec des flèches en bout de lettre:

- La face considérée est une face nord si les flèches sur la lettre "N" sont dans le même sens que le courant;

- La face considérée est une face sud si les flèches sur la lettre "S" sont dans le même sens que le courant;



Exercice 1

Une sonde à effet Hall est placée au centre O d'un solénoïde de longueur L. On réalise le montage ci-dessous, puis on note la valeur du champ magnétique en O en fonction de l'intensité du courant qui circule dans le solénoïde.

Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

I (en A)	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
B ₀ (en mT)	0,12	0,25	0,37	0,50	0,60	0,75	0,85	0,95

1- Représenter graphiquement la fonction $B_0 = f(I)$.

Echelle : 0,1 A \equiv 1 cm

0,1 mT \equiv 1 cm

En déduire une relation entre B_0 et I.

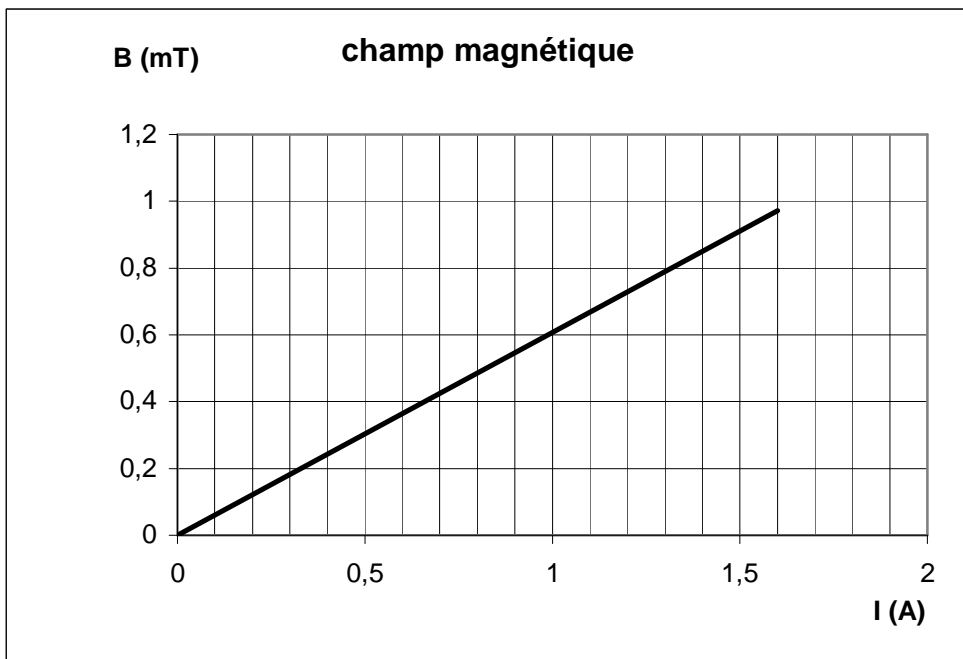
2- Sachant que B_0 et I sont liés par la relation $B_0 = \mu_0 n I$

avec n : nombre de spires par mètre

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ (SI)}$$

déduire la valeur de n. La comparer à celle que l'on obtient à partir des données du constructeur :

N = 200 spires et L = 41,2 cm



Exercice 2

Soit un solénoïde de longueur L = 50 cm, comportant 350 spires de 4 cm de diamètre. Ce solénoïde est traversé par un courant continu d'intensité I.

1- Ce solénoïde peut-il être considéré comme long ?

2- Faire un schéma en représentant le champ magnétique créé en son centre.

3- On veut étudier l'influence de l'intensité du courant électrique qui le traverse sur la valeur du champ magnétique créé en son centre.

a- Faire le schéma du montage utilisé.

b- Le tableau ci-dessous rassemble les résultats obtenus. Tracer le graphe $B = f(I)$.

I (en A)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
B (en mT)	0	0,18	0,35	0,51	0,70	0,89	1,06	1,24	1,4

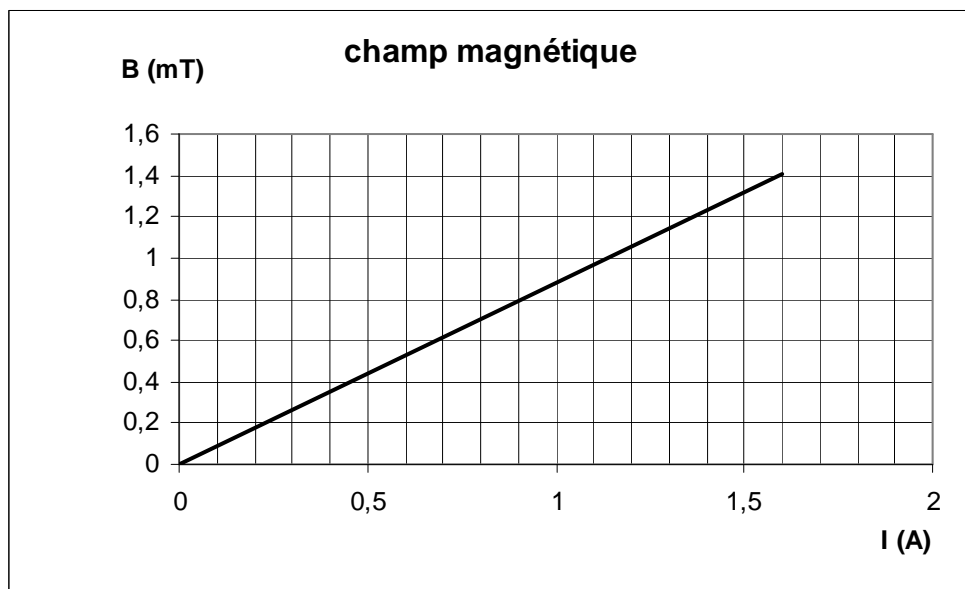
4- Donner l'expression du champ magnétique créé au centre de ce solénoïde.

5- Utiliser le graphe précédemment tracé pour en déduire la valeur de μ_0 .

6- On impose une intensité I = 0,9 A.

a- Déterminer graphiquement la valeur du champ magnétique créé au centre du solénoïde.

b- On juxtapose un solénoïde identique au précédent de façon à constituer un solénoïde de longueur double. On alimente les deux solénoïdes en série et de façon à ce que le courant les parcourt dans le même sens. Que vaut la valeur du champ magnétique à l'intérieur de cette association ?



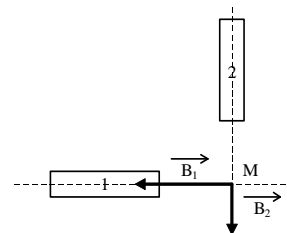
Exercice 3 :

Une aiguille aimantée, mobile autour d'un pivot vertical passant par son centre d'inertie, est placée dans un champ magnétique uniforme horizontal \vec{B}_1 d'intensité 0,8 T. Elle tourne de 20° quand on crée un second champ magnétique horizontal \vec{B}_2 orthogonal à \vec{B}_1 . Calculer l'intensité de \vec{B}_2 .

Exercice 4

En un point M de l'espace, se superposent deux champs magnétiques \vec{B}_1 et \vec{B}_2 créés par deux aimants dont les directions sont orthogonales. Leurs intensités sont respectivement $B_1 = 3 \times 10^{-3}$ T et $B_2 = 4 \times 10^{-3}$ T.

- 1- Déterminer le pôle Nord de chaque aimant.
- 2- Représenter graphiquement le champ résultant \vec{B} .
- 3- Calculer l'intensité de \vec{B} et $\alpha = (\vec{B}_1, \vec{B})$



Exercice 5

Une bobine de longueur 50 cm, comprenant 1 000 spires de diamètre 4 cm, est parcourue par un courant d'intensité 300 mA.

- 1- Cette bobine se comporte-t-elle comme un solénoïde long ? Justifier.
- 2- Représenter une vue de dessus de cette bobine. Y préciser (en fonction du sens du courant choisi) la face sud et la face nord (Expliquer). Représenter le champ magnétique en trois points à l'intérieur de la bobine. Justifier.
- 3- Calculer l'intensité du champ magnétique à l'intérieur du solénoïde.
- 4- On juxtapose un solénoïde identique au précédent de façon à constituer un solénoïde de longueur double. Quel est le champ à l'intérieur de cette association ?

Exercice 6

Un solénoïde long de 40 cm comporte 1 000 spires. Son axe horizontal est perpendiculaire au méridien magnétique.

- 1- Représenter en vue de dessus ce solénoïde. Y schématiser le méridien magnétique.
- 2- En l'absence de courant quel sens prend une petite aiguille aimantée mobile autour d'un axe vertical placée dans la région centrale du solénoïde. La représenter sur la vue.
- 3- On fait circuler à présent un courant dans le solénoïde. L'aiguille aimantée fait alors un angle $\alpha = 30^\circ$ avec l'axe du solénoïde.
- 3-a- Dessiner sur le schéma la nouvelle position de l'aiguille. De votre représentation en déduire et représenter le sens de circulation du courant.
- 3-b- Calculer l'intensité du courant (on rappelle la valeur de la composante horizontale du champ magnétique terrestre : $B_h = 2 \times 10^{-5}$ T).
- 4- On permute les connexions aux bornes du générateur alimentant la bobine.
- 4-a- Quelle grandeur est alors modifiée ? De quelle façon ?
- 4-b- Déterminer l'angle que fait alors l'aiguille avec l'axe de la bobine (faire un nouveau schéma en indiquant le sens du courant).

Exercice 7

Un solénoïde, de longueur 1 mm, long est constitué de cinq couches de fil à spires jointives. Son axe, horizontal, est perpendiculaire au méridien magnétique. Une boussole est placée en son centre.

- 1- Faire un schéma en vue de dessus.
- 2- On fait passer un courant d'intensité 4 mA dans le solénoïde.
- 2-a- Indiquer, sur le schéma, le sens du courant et le sens de rotation de l'aiguille. Expliquer.
- 2-b- De quel angle l'aiguille aimantée tourne-t-elle ? On rappelle la composante horizontale du champ magnétique terrestre : $B_h = 20 \mu\text{T}$.

Exercice 8

Un solénoïde d'axe horizontal est suspendu à un fil sans torsion. Ce solénoïde de longueur 0,5 m, comporte 1000 spires de 2 cm de diamètre ; il est parcouru par un courant de 10 A.

- 1- Placer sur un schéma le sens du courant, puis la direction et l'orientation des lignes de champ.
- 2- Quelle est la valeur du champ magnétique au centre du solénoïde ?
- 3- Comment s'oriente le solénoïde dans le champ magnétique terrestre ?
- 4- On approche de sa face nord le pôle nord d'un aimant droit. Faire un schéma. Que ce passe-t-il ?

Exercice 9

On étudie à l'aide d'un teslamètre l'intensité B du champ magnétique créé par un courant passant dans un solénoïde en fonction de divers paramètres. On se place au centre du solénoïde.

1- Dans une première expérience, on utilise un solénoïde de longueur $L_1 = 0,5$ m et comportant $N_1 = 240$ spires. On fait varier l'intensité qui traverse le solénoïde et on note la valeur de B .

Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

I (en A)	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
B (en mT)	60	85	120	150	190	215	245	275	310

Représenter graphiquement la fonction $B = f(I)$. En déduire une relation entre B_0 et I .

2- On refait la même expérience avec un solénoïde de longueur $L_2 = 0,8$ m et comportant $N_2 = 768$ spires.

Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

I (en A)	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
B (en mT)	120	240	380	480	310

2-a- Calculer les nombres n_1 et n_2 de spires par unité de longueur pour ces deux solénoïdes.

2-b- Déduire des deux expériences une relation entre B et n .

2-c- Déduire des deux expériences une relation entre B , I et n .

2-d- Dans la formule théorique liant B , n et I intervient un coefficient $\mu_0 = 4 \times \pi \times 10^{-7}$ SI. Comparer cette valeur à celle que l'on peut déterminer à partir du graphique tracé à la question 1.

Exercice 10

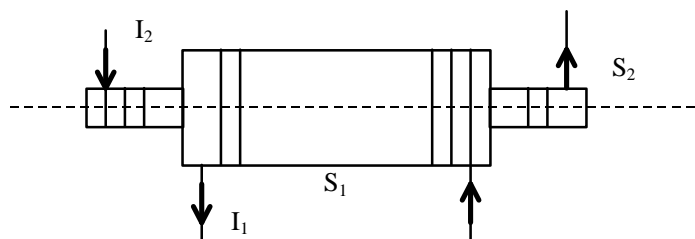
On considère deux solénoïdes infiniment longs :

$$S_1 : n_1 = 1\,000 \text{ spires.m}^{-1}.$$

$$S_2 : n_2 = 2\,000 \text{ spires.m}^{-1}.$$

Déterminer les caractéristiques du champ magnétique \vec{B} créé au centre du dispositif dans les quatre cas possibles suivants :

$I_1 = 0$ ou $I_1 = 100$ mA ; $I_2 = 0$ ou $I_2 = 100$ mA.



CORRECTION

Exercice 1

1-

Le graphe est une droite qui passe par l'origine : B_0 et I sont proportionnelles, soit $B_0 = k \cdot I$
 k : coefficient directeur de la droite : $k = 6,25 \cdot 10^{-4}$ SI

2- D'après le 1- : $k = \mu_0 \times n$, d'où $n = \frac{k}{\mu_0}$ AN : $n = 497$ spires. m^{-1}

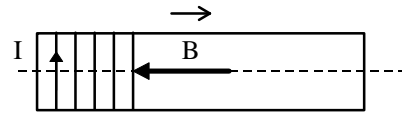
D'après les données du constructeur : $n' = \frac{N}{L}$ AN : $n' = 485$ spires. m^{-1}

Comparaison : l'écart est de 12 spires. m^{-1} , soit moins de 2,5%. C'est très valable.

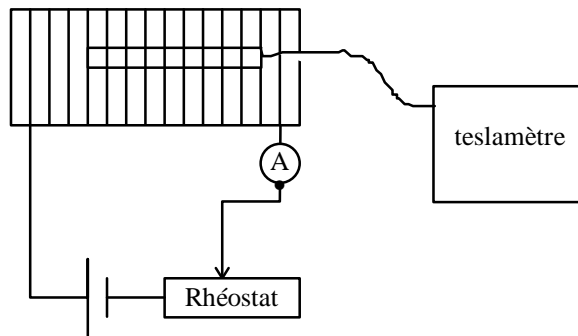
Exercice 2

1- La longueur du solénoïde est supérieure à 10 fois le rayon ($L = 50 \text{ cm} > 10 \times r = \frac{10 \times d}{2} = 20 \text{ cm}$), le solénoïde est considéré comme infiniment long ;

2- Le champ magnétique créé au centre d'un solénoïde a pour :
 direction : parallèle à l'axe du solénoïde
 sens : donné par la règle du bonhomme d'Ampère.



3-a-



3-b-

4- L'intensité du champ magnétique créé en son centre est donnée par : $B = \mu_0 \times n \times I = \frac{\mu_0 \times N \times I}{L}$.

5- Le graphe est une droite qui passe par l'origine : B_0 et I sont proportionnelles, soit $B_0 = k \times I$

D'après l'expression écrite au 4., $\frac{\mu_0 \times N}{L}$ correspond à la pente de la droite $B = f(I)$, soit $k = \frac{\mu_0 \times N}{L}$, alors $\mu_0 = \frac{k \times L}{N}$

Calcul de la pente : $k = \frac{1,23 \times 10^{-3} - 0}{1,4 - 0} = 8,78 \times 10^{-4}$ SI, alors $\mu_0 = 1,26 \times 10^{-6}$ SI

6-a- Graphiquement pour $I = 0,9 \text{ A}$, on lit $B = 0,8 \text{ mT}$.

6-b- L'ensemble constitue toujours un solénoïde long. Le nombre de spires par unité de longueur (n) n'a pas changé, donc le champ non plus. La valeur du champ au centre de l'association sera donc $B = 0,8 \text{ mT}$.

Exercice 3

Le champ résultant \vec{B} correspond à la somme vectorielle des deux autres, soit : $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ voir schéma

$\tan \alpha = \frac{B_2}{B_1}$ AN : $B_2 = B_1 \times \tan \alpha = 0,8 \times \tan 20 = 0,3 \text{ T}$

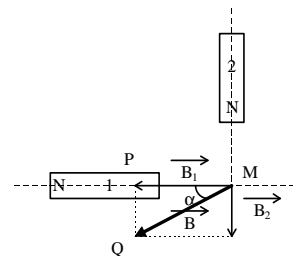
Exercice 4

1- Le champ magnétique est orienté dans le sens sud-nord. Le champ magnétique va du pôle nord vers le pôle sud à l'extérieur de l'aimant (ou du pôle sud vers le pôle nord à l'intérieur), d'où les pôles indiqués.

2- Le champ résultant \vec{B} correspond à la somme vectorielle des deux autres, soit : $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$

3- Dans le triangle rectangle MPQ, appliquons le théorème de Pythagore : $B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$
AN : $B = 5 \times 10^{-3} \text{ T}$.

Dans le triangle rectangle MPQ, exprimons $\tan \alpha$: $\tan \alpha = \frac{B_2}{B_1}$ AN : $\tan \alpha = 1,33$ et $\alpha = 53^\circ$.



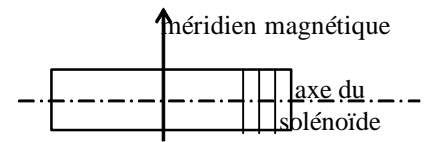
Exercice 5

- 1- $l = 50 \text{ cm}$; $r = 2 \text{ cm}$ $l > 10 \times r$
- 2- Faces avec lettre N ou S et champ du sud au nord à l'intérieur ; ou bien bonhomme d'Ampère. A l'intérieur : champ uniforme.
- 3- Solénoïde long : $B = \mu_0 \times n \times I = \mu_0 \times \frac{N}{L} \times I$ AN : $B = 2,51 \times 10^{-2} \text{ T}$
- 4- $n = \frac{N}{L}$ reste identique, alors B a même expression : B reste le même.

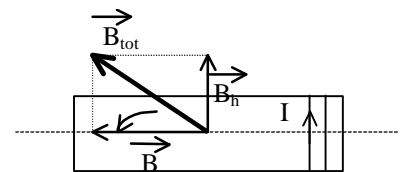
Exercice 6

1- L'axe du solénoïde est perpendiculaire au méridien terrestre.

2- En absence de courant dans le solénoïde, l'aiguille de la boussole n'est soumise qu'au champ magnétique terrestre, elle se place donc parallèlement au méridien magnétique, c'est à dire ici perpendiculairement à l'axe du solénoïde.



3-a- Lorsque le solénoïde est traversé par un courant, l'aiguille est alors soumise au champ magnétique résultant, somme vectorielle de la composante horizontale du champ magnétique terrestre et du champ créé par le solénoïde, $\vec{B}_{\text{tot}} = \vec{B}_h + \vec{B}$. L'aiguille va tourner depuis sa position perpendiculairement à l'axe du solénoïde jusqu'à sa position sur ce champ résultant d'un angle α .



Un solénoïde long traversé par un courant électrique crée un champ magnétique, dont les caractéristiques en son centre sont :

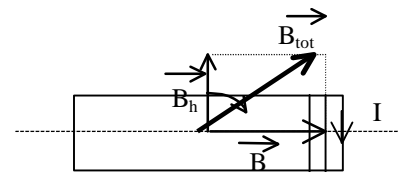
direction : parallèle à l'axe du solénoïde

sens : donné par la règle de la main droite; ceci permet de trouver le sens de I.

intensité : $\|\vec{B}\| = 4 \times \pi \times 10^{-7} \times n \times I$

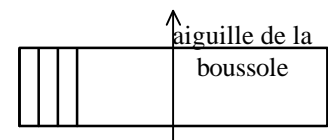
3-b- D'après le schéma : $\tan \alpha = \frac{B_h}{B} = \frac{B_h}{4 \times \pi \times 10^{-7} \times n \times I} = \frac{L \times B_h}{4 \times \pi \times 10^{-7} \times N \times I}$ alors : $I = \frac{L \times B_h}{4 \times \pi \times 10^{-7} \times N \times \tan \alpha}$ AN : $I = 11 \times 10^{-3} \text{ A}$

4- La permutation des bornes inverse le sens du courant, donc celui du champ magnétique, donc celui de la rotation de l'aiguille. Les valeurs restent les mêmes par ailleurs, la valeur de l'angle de rotation est la même (seul le sens change).



Exercice 7

1- En absence de courant dans le solénoïde, l'aiguille de la boussole n'est soumise qu'au champ magnétique terrestre, elle se place donc parallèlement au méridien magnétique, c'est à dire ici perpendiculairement à l'axe du solénoïde.

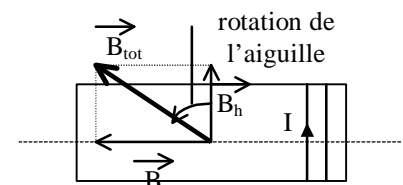


2-a- Un solénoïde long traversé par un courant électrique crée un champ magnétique, dont les caractéristiques en son centre sont :

direction : parallèle à l'axe du solénoïde

sens : donné par la règle de la main droite

intensité : $\|\vec{B}\| = 4 \times \pi \times 10^{-7} \times n \times I$



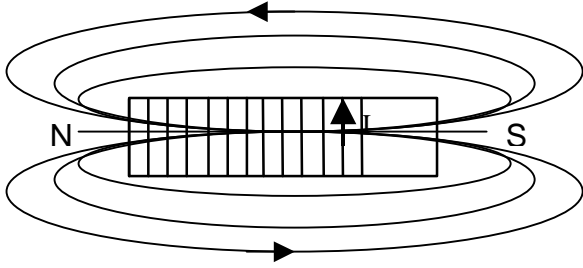
Lorsque le solénoïde est traversé par un courant, l'aiguille est alors soumise au champ magnétique résultant, somme vectorielle de la composante horizontale du champ magnétique terrestre et du champ créé par le solénoïde, $\vec{B}_{\text{tot}} = \vec{B}_h + \vec{B}$. L'aiguille va tourner depuis sa position perpendiculairement à l'axe du solénoïde jusqu'à sa position sur ce champ résultant d'un angle α .

2-b- D'après le schéma : $\tan \alpha = \frac{B}{B_h} = \frac{4 \times \pi \times 10^{-7} \times n \times I}{B_h}$

Déterminons n : d'après l'énoncé le solénoïde comporte 5 couches de fil superposées, soit 5 spires sur une longueur de 1 mm. Le nombre de spires par unité de longueur est alors : $n = \frac{N_{\text{tot}}}{L}$ avec $N_{\text{tot}} = 5$ et $L = d = 1 \text{ mm}$ AN = $n = 5 \text{ 000 spires.m}^{-1}$.

Alors : $\tan \alpha = 1,26$ et $\alpha = 51,5^\circ$.

Exercice 8

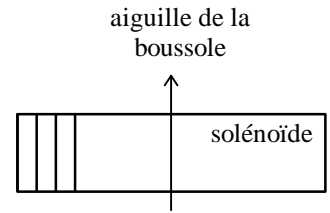


- 1-
- 2- $\circ \vec{B}_I \circ = 4 \times \pi \times 10^{-7} \times n \times I = 4 \times \pi \times 10^{-7} \times \frac{1000}{0,5} \times 10 = 25 \text{ mT}$
- 3- Il s'oriente dans le sens du méridien magnétique.
- 4- Le solénoïde fait demi-tour.

Exercice 9

1- En absence de courant dans le solénoïde, l'aiguille de la boussole n'est soumise qu'au champ magnétique terrestre, elle se place donc parallèlement au méridien magnétique, c'est à dire ici perpendiculairement à l'axe du solénoïde.

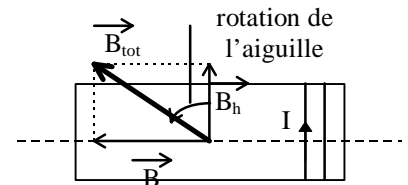
2- D'après l'énoncé le solénoïde comporte 5 couches de fil superposées, soit 5 spires sur une longueur de 1 mm. Le nombre de spires par unité de longueur est alors : $n = \frac{N_{\text{tot}}}{L}$ avec $N_{\text{tot}} = 5$ et $L = d = 1 \text{ mm}$ AN : $n = 5 \text{ 000 spires.m}^{-1}$.



3- Un solénoïde long traversé par un courant électrique crée un champ magnétique, dont les caractéristiques en son centre sont :
 direction : parallèle à l'axe du solénoïde
 sens : donné par la règle du tire-bouchon de Maxwell
 intensité : $\circ \vec{B} \circ = 4 \times \pi \times 10^{-7} \times n \times I$,

On en tire l'expression de I : $I = \frac{\circ \vec{B} \circ}{4 \times \pi \times 10^{-7} \times n}$ AN : $I = 4 \times 10^{-3} \text{ A}$

4- D'après le 3-, on connaît la direction et le sens du champ magnétique créé au centre du solénoïde lorsque celui-ci est traversé par un courant. L'aiguille est alors soumise au champ magnétique résultant, somme vectorielle de la composante horizontale du champ magnétique terrestre et du champ créé par le solénoïde, $\vec{B}_{\text{tot}} = \vec{B}_h + \vec{B}$. L'aiguille va tourner depuis sa position perpendiculairement à l'axe du solénoïde jusqu'à sa position sur ce champ résultant.

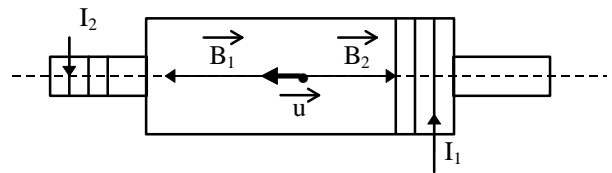


5- On peut déterminer l'angle de rotation de l'aiguille par la tangente de cet angle : $\tan \alpha = \frac{\circ \vec{B} \circ}{\circ \vec{B}_h \circ}$

AN : $\tan \alpha = 1,25$ et $\alpha = 51^\circ$

Exercice 10

Un solénoïde long traversé par un courant électrique crée un champ magnétique, dont les caractéristiques en son centre sont :
 direction : parallèle à l'axe du solénoïde
 sens : donné par la règle du tire-bouchon de Maxwell
 intensité : $\circ \vec{B} \circ = 4 \pi 10^{-7} \times n \times I$,



Choisissons un vecteur unitaire dirigé selon l'axe commun des solénoïdes (voir schéma) ; nous pouvons écrire :

et donc $\vec{B}_1 = 4 \pi 10^{-7} \times n_1 \times I_1 \times \vec{u}$, $\vec{B}_2 = - 4 \pi 10^{-7} \times n_2 \times I_2 \times \vec{u}$
 $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = 4 \pi 10^{-7} \times n_1 \times I_1 \times \vec{u} - 4 \pi 10^{-7} \times n_2 \times I_2 \times \vec{u} = 4 \pi 10^{-7} \times (n_1 \times I_1 - n_2 \times I_2) \times \vec{u}$

Cas où $I_1 = 0$ et $I_2 = 0$ alors $\vec{B} = \vec{0}$ aucun champ magnétique n'est créé.

Cas où $I_1 = 100 \text{ mA}$ et $I_2 = 0$ alors $\vec{B} = 1,26 \times 10^{-4} \vec{u}$ les caractéristiques du champ sont :

direction : axe du solénoïde
 sens : celui de \vec{u}
 intensité : $B = 1,26 \times 10^{-4} \text{ T}$

Cas où $I_1 = 0 \text{ mA}$ et $I_2 = 100 \text{ mA}$ alors $\vec{B} = - 2,51 \times 10^{-4} \vec{u}$ les caractéristiques du champ sont :

direction : axe du solénoïde
 sens : opposé à celui de \vec{u}
 intensité : $B = 2,51 \times 10^{-4} \text{ T}$

Cas où $I_1 = 100 \text{ mA}$ et $I_2 = 100 \text{ mA}$ alors $\vec{B} = - 1,26 \times 10^{-4} \vec{u}$ les caractéristiques du champ sont :

direction : axe du solénoïde
 sens : opposé à celui de \vec{u}
 intensité : $B = 1,26 \times 10^{-4} \text{ T}$