

Chpitre3 (5\*) : le champ magnétique (3h-4h\*).

**S.P:** les savants pensent que la migration collective des oiseaux se fait grâce au champ magnétique terrestre. **Qu'est-ce qu'un champ magnétique? Quelles sont ses caractéristiques et comment mesure son intensité?**

**I. mis en évidence du champ magnétique.**

**1. utilisation d'aiguille aimantée à la découverte du champ magnétique.**

Dans un endroit donnée au surface de la terre ; l'aiguille aimantée prend toujours une direction sud-nord. On en déduit l'existence d'un champ magnétique c'est le champ magnétique terrestre.

**Convention :** le pôle d'aiguille aimantée orienté vers le pôle nord de la terre est appelée le pôle nord ; tandis que l'autre pôle est appelée pôle sud.

**2. action d'un aimant sur un autre aimant et sur une aiguille aimantée.**

Un aimant agit à distance sur un autre aimant: il modifie les propriétés de l'espace qui l'entourne.

Nous dirons que l'espace environnant un aimant est le siège d'un champ magnétique.

L'expérience montre que les pôles d'aimant de même nom se repoussent et les pôles de noms différents s'attirent.



Si on approche un aimant d'une aiguille aimantée on remarque que l'aiguille tourner selon la face d'aimant qu'on a approchée.

**3. action d'un courant continu sur une aiguille aimantée.**

Lorsqu'on approche une aiguille aimantée d'un fil conducteur parcourue par un courant électrique l'aiguille aimantée se dévie ; on déduit que le passage du courant électrique continu crée un champ magnétique dans l'espace environnant.

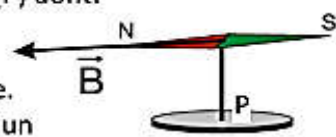


**II. Vecteur champ magnétique.**

**1. définition.**

Le champ magnétique en un point P est représenté par un vecteur noté  $\vec{B}(P)$  dont:

- Le point d'application est le point P
- La direction est celle de l'aiguille aimantée (boussole) placée en P
- Son sens est dirigé du pôle sud vers le pôle nord de l'aiguille aimantée.
- Sa norme peut être déterminée par le calcul ou par mesure à l'aide d'un teslamètre à sonde de Hall. l'unité du champ magnétique dans le SI est le tesla (symbole T)



**application:**

Lorsqu'on approche un aimant droit à un aiguille aimantée susceptible de tourner verticalement ; l'aiguille se dévie dans le plan  $(M, \vec{i}, \vec{j})$  d'un angle  $\alpha = 25^\circ$  par rapport à l'axe  $(M, \vec{i})$  que l'aiguille est confondu avec lui initialement. Le teslamètre donne une valeur  $B = 35.5mT$ .

- déterminer au point M les caractéristiques du vecteur champ magnétique  $\vec{B}(M)$ .
- déterminer les coordonnées de  $\vec{B}(M)$  dans le repère  $(M, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ .

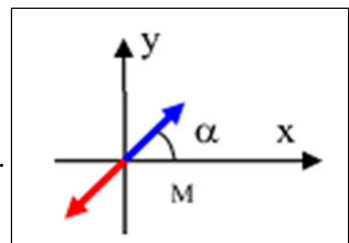
**réponse:**

- les caractéristiques de  $\vec{B}(M)$  sont :

L'origine	La direction	Le sens	L'intensité
Le point M	Droite inclinée d'angle $\alpha = 25^\circ$ par rapport au $(M, \vec{i})$	Vers le bas	$B(M)=35.5mT$

- les coordonnées de  $\vec{B}(M)$  dans le repère  $(M, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ :

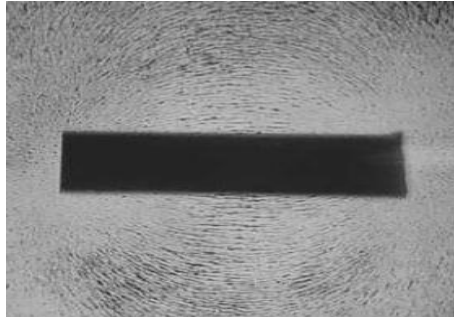
$$B_x = -B \cdot \cos \alpha = -32,1mT ; B_y = -B \cdot \sin \alpha = -15mT ; B_z = 0$$



## 2. lignes du champ magnétique.

### a. Expérience et observations:

Sur une plaque de verre ou de plexiglas, située dans la zone utile du champ magnétique, on saupoudre de la limaille de fer. Les grains de limaille (de forme allongée) sous l'action du champ magnétique se transforment en petits aimants (ou petites boussoles) qui s'orientent alors parallèlement à ce champ magnétique.



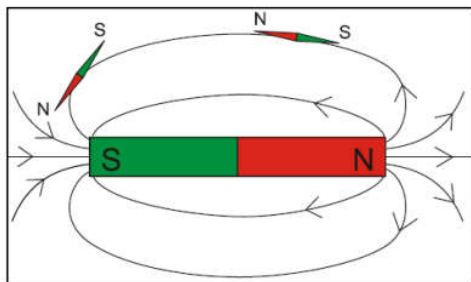
### b. définition d'une ligne de champ magnétique et spectre du champ magnétique.

- Une ligne de champ est une courbe tangente en chacun de ses points avec le vecteur champ magnétique  $\vec{B}$ . Elle est orientée dans le sens de  $\vec{B}$ .
- Deux lignes de champ ne se coupent jamais parce qu'il n'existe qu'un seul vecteur champ magnétique en un point.
- L'ensemble des lignes de champ magnétique constitue le spectre du champ magnétique.

### c. exemples:

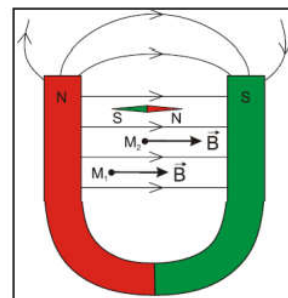
#### Spectre d'un champ magnétique créée par un aimant droit

- Près des pôles les lignes de champ sont resserrées: le champ y est plus intense.
- Les lignes de champ quittent le pôle nord pour converger vers le pôle sud.



#### Spectre d'un champ magnétique créée par un aimant en U

Entre les deux branches de l'aimant en U, les lignes de champ sont parallèles et de même sens. Dans cette région le champ magnétique est uniforme.



## 3. superposition des champs magnétiques.

Le champ magnétique  $\vec{B}(\vec{M})$  créée en  $M$  par plusieurs sources est égale à la somme vectorielle des champs magnétiques créés de la part de chaque source ; et on a :  $\vec{B}(\vec{M}) = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n$

### application:

Considérons deux aimants droits orientés (voir figure). on donne les intensités des champs magnétiques en  $M$  créés par les deux aimants :

$B_1 = 20mT$  et  $B_2 = 10mT$ . trouver les caractéristiques du champ magnétique

total  $\vec{B}(\vec{M})$  on néglige le champ magnétique terrestre.

### réponse:

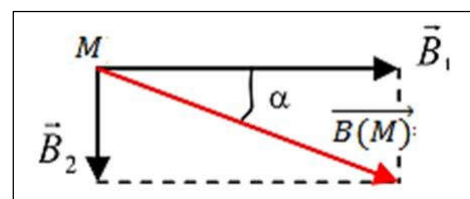
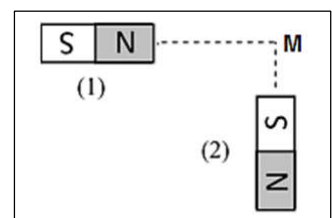
Le champ magnétique total est :  $\vec{B}(\vec{M}) = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$

Selon le théorème de Pythagore:  $B_M^2 = B_1^2 + B_2^2 = 22.3mT$ .

$$\tan \alpha = \frac{B_2}{B_1} = 0.5 \Rightarrow \alpha = 26.6^\circ$$

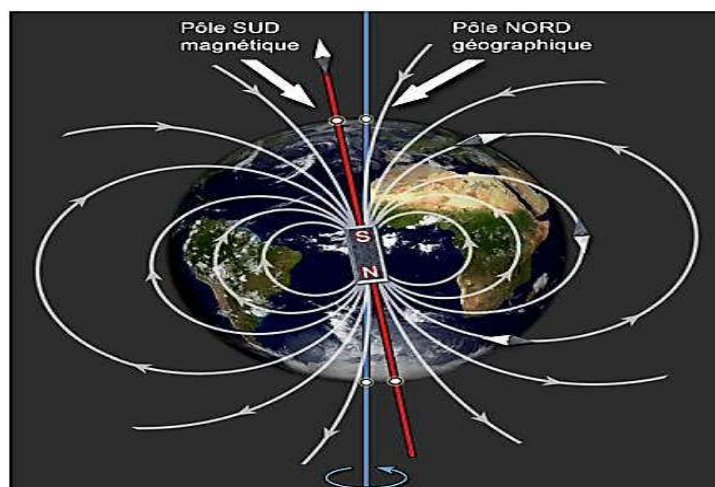
## III. champ magnétique terrestre.

Plaçons plusieurs boussoles (ou aiguilles aimantées) dans une région de l'espace loin de toute source apparente de champ magnétique. Nous constatons qu'elles s'orientent toutes suivant la même



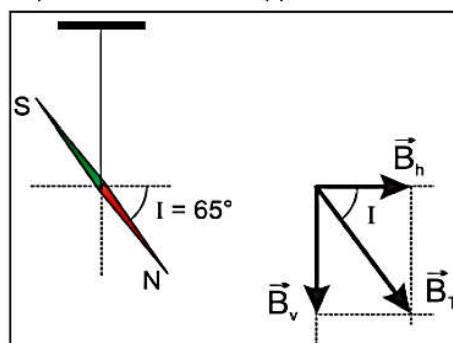
direction. Cette direction particulière est due à la présence dans l'espace d'un champ magnétique: c'est le champ magnétique terrestre  $\vec{B}_T$ .

Le champ magnétique terrestre peut-être considéré comme le champ créé par un aimant droit placé au centre de la Terre (en réalité, la magnétosphère est déformée par le vent solaire).



Pôles géographiques et magnétiques de la Terre, ainsi que les lignes de champ du champ magnétique terrestre

- Le méridien géographique est le plan vertical qui contient le point considéré et l'axe nord sud des pôles.
- Le plan du méridien magnétique est le plan vertical contenant la direction du champ magnétique du point considéré.
- L'angle formé par les deux plans s'appelle la déclinaison (D).
- L'angle que fait  $\vec{B}_T$  et l'horizontal du point considéré est appelé inclinaison (i).



Le champ magnétique terrestre est la résultante de deux composantes:

- $\vec{B}_H$ : composante horizontale du champ magnétique terrestre au point M.
- $\vec{B}_V$ : composante verticale du champ magnétique terrestre au point M.

$$\vec{B} = \vec{B}_H + \vec{B}_V$$

Exemple: à Paris  $i = 65^\circ$  et  $B = 4,7 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ .

$$B_H = B \cdot \cos(i) \Rightarrow B_H = 4,7 \cdot 10^{-5} \cdot \cos(65) \Rightarrow B_H = 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

Remarque:

le champ magnétique terrestre se superpose toujours aux champs créés par les autres sources (aimants, courant) devant lesquels il est d'ailleurs souvent négligeable.

### Exercice:

La figure ci-dessous montre deux aimants droits  $A_1$  et  $A_2$  sont placés sur l'axe  $x'x$ . Chacun d'eux crée au point M situé à égale distance des deux sources, un champ magnétique de 20 mT.

- 1) Représenter comment s'oriente une aiguille placée en M.
  - 2) Représenter le vecteur champ magnétique en M, lorsque les deux pôles en regard sont de même nom.
  - 3) Même question lorsque les deux pôles sont de noms différents.
- On désire qu'au point M le champ résultant ait une norme égale à 60 mT.
- 4) Quelle doit être la norme du champ magnétique créé par un 3<sup>ème</sup> aimant ? (discuter).

