

## Chapitre : Dipôle magnétique

## I- Moments magnétiques

## 1) Notion de moment magnétique

Pour un circuit filiforme plan parcouru par un courant d'intensité  $I$ , on définit le **moment magnétique**  $\vec{\mathcal{M}}$  d'une distribution de courant comme :  $\vec{\mathcal{M}} = IS\vec{n}$  avec  $\vec{n}$  le vecteur unitaire orthogonal au plan de la spire orienté d'après la règle de la main droite.

De plus,  $[\mathcal{M}] = A \cdot m^2$

Dans le cas d'un enroulement de  $N$  spires, le moment magnétique total est la somme des moments magnétiques :  $\vec{\mathcal{M}} = ISN\vec{n}$ .

## 2) Ordres de grandeur

L'ordre de grandeur du moment magnétique d'un atome est le **magnéton de Bohr**, notée  $\mu_B$ , tel que :  $\mu_B = \frac{eh}{4\pi m} \approx 10^{-23} A \cdot m^2$ .

Pour un aimant, le moment magnétique est dû à la présence de moments magnétiques atomiques, tous de l'ordre du magnéton de Bohr, ce moment sera maximal quand tous les petits moments atomiques seront parallèles. Ainsi s'il y a  $n$  atomes, le moment magnétique maximale, notée  $\mathcal{M}_{max}$ , est :  $\mathcal{M}_{max} = n\mu_B \approx 1 A \cdot m^2$ .

Le **moment magnétique** de la **Terre** vaut  $7,5 \times 10^{22} A \cdot m^2$

## II- Champ créé par un dipôle magnétique

## 1) Approximation dipolaire

On appelle **dipôle magnétique** une distribution de courants de moment magnétique  $\vec{\mathcal{M}}$  non nul dont la taille caractéristique  $a$  est infiniment petite devant les autres longueurs du problème.

Lorsqu'on veut modéliser le champ magnétique d'une distribution de courants réelle de taille caractéristique  $a$  à distance très grande devant  $a$ , on parle de **dipôle actif** ; alors que lorsque l'on souhaite calculer l'action d'un champ magnétique extérieur sur une distribution de courant réelle de taille  $a$  lorsque la distance caractéristique de variation du champ extérieur est très grande devant  $a$ , on parle de **dipôle passif**.

## 2) Champ magnétique créée par le dipôle

Le champ magnétique créé par le dipôle en  $M$  est :  $\vec{B}(M) = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{3(\vec{r} \cdot \vec{\mathcal{M}})\vec{r} - r^2 \vec{\mathcal{M}}}{r^5}$

## III- Action d'un champ magnétique extérieur sur un dipôle magnétique

## 1) Actions subies par un dipôle dans un champ magnétique uniforme

Le champ extérieur uniforme  $B$  exerce un couple de Laplace sur le dipôle tel que :  $\vec{\Gamma}_L = \vec{\mathcal{M}} \wedge \vec{B}$ , ce qui a pour effet d'aligner  $\vec{\mathcal{M}}$  sur le vecteur  $\vec{B}$  ;

Ce couple a une énergie potentielle associée  $\mathcal{E}_p$  :  $\mathcal{E}_p = -\vec{\mathcal{M}} \cdot \vec{B}$

## 2) Actions subies par un dipôle dans un champ magnétique non uniforme

Dans le cas où le champ magnétique n'est pas uniforme, l'effet dominant de l'action qu'il exerce sur le dipôle magnétique est le couple de Laplace  $\Gamma_L$  qui tend à aligner le dipôle sur le champ. Mais il apparaît en plus une force supplémentaire analogue à celle qui apparaît pour le dipôle électrostatique qui a pour effet d'attirer le dipôle préalablement aligner vers les zones où le champ extérieur est le plus intense.