

Chapitre 4 : Dipôle magnétostatique

I. Champ créé par un dipôle magnétostatique

1. Moment magnétique

Moment magnétique :

Le moment magnétique d'un circuit fermé plan parcouru par un courant I s'écrit : où

\vec{S} est le vecteur surface associé à la boucle de courant plane et orienté positivement par rapport à I .

Cette grandeur est l'analogue du moment dipolaire du dipôle électrostatique.

L'unité dans le S.I. du moment magnétique est le

Les lignes de champ magnétique d'un aimant et d'une boucle de courant à grande distance étant identiques, on peut associer un moment magnétique aux aimants.



2. Approximation dipolaire

Definition

Un dipôle magnétostatique est une distribution de courants de moment magnétique \vec{M} , dont on étudie les effets à grande distance devant la taille caractéristique du dipôle.

Généralement, la distribution de courant est une boucle circulaire de rayon a . On regardera ses effets à grande distance :

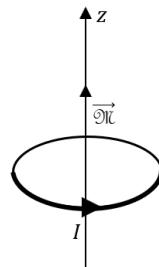
Selon le point de vue adopté, le dipôle sera considéré comme actif ou passif :

- Lorsqu'on regarde le champ magnétique créé par le dipôle, celui-ci est considéré comme un dipôle actif.
- Lorsqu'on regarde l'action d'un champ magnétique extérieur sur le dipôle, celui-ci est considéré comme un dipôle passif.

3. Champ créé par le dipôle

On utilise les coordonnées sphériques.

Étude des symétries et des invariances :



Expression du champ magnétique :

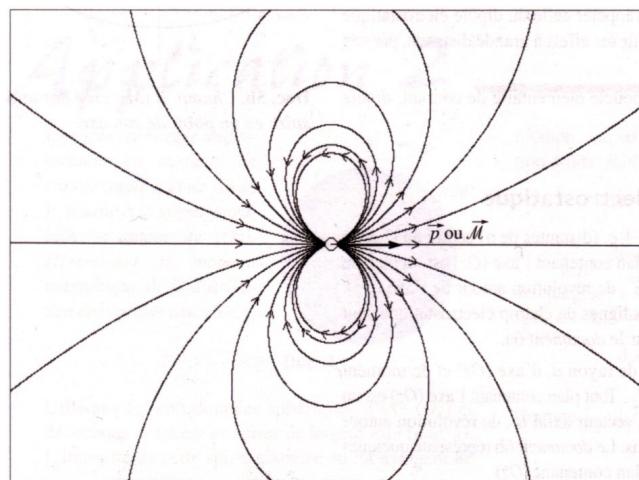


FIGURE 1 – Lignes de champ d'un dipôle qu'il soit électrique ou magnétique

L'expression du champ magnétique est identique à celle du champ électrostatique créé par un dipôle électrostatique. Il suffit de remplacer p par \mathfrak{M} et $\frac{1}{\epsilon_0}$ par μ_0 .

II. Action d'un champ magnétique extérieur sur un dipôle

1. Action d'un champ magnétique uniforme

Dans le cours de MPSI, on a vu l'expression de la force de Laplace subie par un élément de courant :

En intégrant cette expression sur toute la spire, on obtient que la résultante des forces est nulle :

On a également vu que le dipôle subissait un couple :

Conclusion :

Les dipôles magnétiques ont tendance à s'orienter en direction et en sens avec le champ extérieur.

Énergie potentielle (admis) :

On peut remarquer l'analogie entre ces expressions et les formules correspondantes pour le dipôle électrostatique qui sont identiques en remplaçant \vec{M} par \vec{p} et \vec{B} par \vec{E} .

2) Action d'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 $\vec{\Gamma}$. Le dipôle s'oriente en sens et en direction avec le champ magnétique local. Il apparaît également une force dont l'expression n'est pas à connaître. Elle est analogue à celle obtenue pour le dipôle électrostatique en remplaçant \vec{p} par \vec{M} et \vec{E} par \vec{B} :

$$\vec{F} = (\vec{M} \cdot \vec{\nabla}) \vec{B}$$