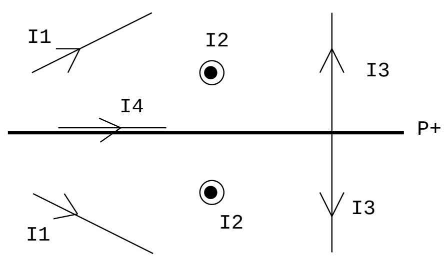
Essentiel de magnétostatique

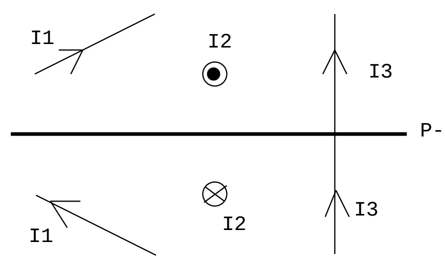
équation locale	équation intégrale	commentaires
$\overrightarrow{rot}\overrightarrow{B} = \mu_0 \overrightarrow{j}$	théorème d'Ampère : $\oint \overrightarrow{B}.d\overrightarrow{OM} = \mu_0 I_{enlaces}$	la circulation du champ magnétique à travers un contour fermé et orienté est égale à μ_0 fois la somme des courants enlacés par le contour
$div\overrightarrow{B} = 0$	$\iint \overrightarrow{B}.dS\overrightarrow{n} = 0$	le flux sortant du champ magnétique à travers toute surface fermée est nulle. Conséquence: les lignes de champ magnétique se resserrent en des points où l'intensité du champ magnétique augmente, elles s'écartent en des points où l'intensité du champ magnétique diminue.

Les courants et les plans de symétrie:

• Les plans de symétrie P^+ sont tels qu'en deux points symétriques par rapport au plan, les courants sont symétriques. Un plan P^+ peut contenir des courants.

• Les plans de symétrie P^- sont tels qu'en deux points symétriques par rapport au plan, les courants sont antisymétriques. Un plan P^- ne peut pas contenir de courants mais des courants peuvent le traverser.





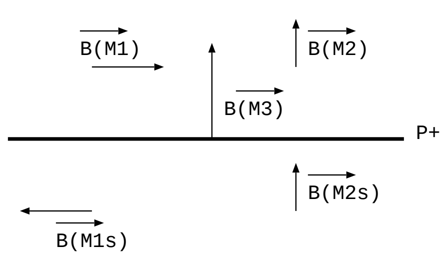
Le champ magnétique et les plans de symétrie:

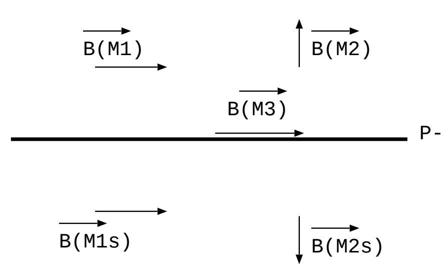
• En un point M d'un plan de symétrie $\mathcal{P}^+$, le champ magnétique est perpendiculaire à ce plan.

• En un point M d'un plan de symétrie $\mathcal{P}^-$, le champ magnétique est contenu dans ce plan.

• Soit deux points M et M_s symétriques par rapport à un plan de symétrie $\mathcal{P}^+$. Le champ magnétique en M_s est l'opposé du symétrique du champ magnétique en M par rapport au plan $\mathcal{P}^+$ (ou les champs magnétiques sont antisymétriques).

• Soit deux points M et M_s symétriques par rapport à un plan de symétrie $\mathcal{P}^-$. Les champs magnétiques en ces deux points sont symétriques par rapport au plan $\mathcal{P}^-$.





Propriétés des lignes de champ magnétique :

Le potentiel magnétique n'existe pas.

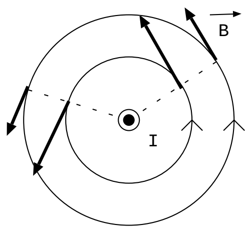
Les lignes de champ se coupent en des points de champ nul.

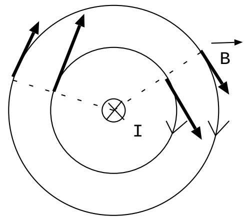
Les lignes de champ magnétiques peuvent se referment sur elles-mêmes, elles entourent les courants.

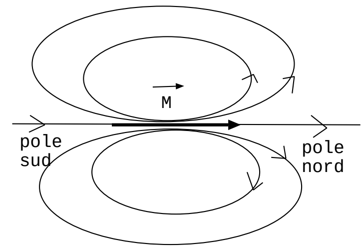
Lorsque les lignes de champ se resserrent, l'intensité du champ magnétique augmente.

Lorsque les lignes de champ s'éloignent les unes des autres, l'intensité du champ magnétique diminue.

Lignes de champ à connaître (lignes de champ créées par un fil infini à gauche et par un dipole à droite):







Théorème d'Ampère

La circulation du champ magnétique à travers un contour fermé et orienté est égale à μ_0 fois la somme des courants enlacés par le contour soit $\mathcal{C} = \oint \overrightarrow{B}.d\overrightarrow{OM} = \mu_0 I_{enlaces}$.

Les courants enlacés se calculent en fonction des données de l'énoncé:

- $I_{enlaces} = \pm I$ avec $+$ si le courant est dans le sens du vecteur normal $\overrightarrow{n}$ donné par le sens de circulation du contour et la règle de la main droite

- $I_{enlaces} = \iint \overrightarrow{j}(P) dS(P) \overrightarrow{n}(P)$ pour P appartenant à la surface délimitée par le contour.

Concrètement pour le contour d'Ampère:

Lorsque les lignes de champ magnétique sont des cercles on prend pour contour d'Ampère un cercle passant par M.

Lorsque les lignes de champ magnétique sont des droites, on prend pour contour d'Ampère un rectangle: sur deux côtés du rectangle $\overrightarrow{B}$ est perpendiculaire à $d\overrightarrow{OM}$ et sur les deux autres côtés $\overrightarrow{B}$ est colinéaire à $d\overrightarrow{OM}$

Le dipôle magnétique

Un dipôle magnétique possède un moment magnétique $\overrightarrow{\mathcal{M}}$ donné par $\overrightarrow{\mathcal{M}} = IS\overrightarrow{n}$ pour une boucle de courant avec $\overrightarrow{n}$, vecteur normal à la boucle orienté par I avec la règle de la main droite.

Exemple: un électron de charge $-e$ décrit un cercle de rayon R à la période T, le moment magnétique s'écrit $\overrightarrow{M} = \frac{e}{T}\pi R^2 \overrightarrow{e_z}$ (le courant est positif dans le sens contraire de rotation de l'électron).