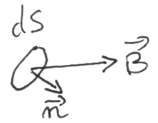
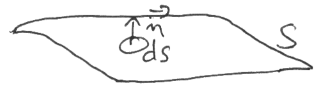
Flux du champ magnétique

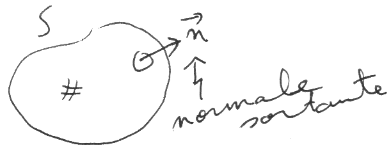
Définition du flux magnétique :

flux élémentaire : $d\phi = \vec{B} . d\vec{S}$ flux : $\phi = \iint_S \vec{B} d\vec{S}$





surface fermée :

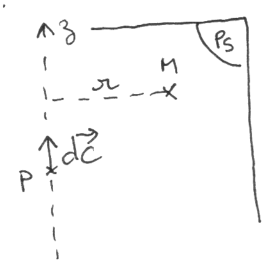


$\phi = \oiint_S \vec{B} . d\vec{S}$

Propriété fondamentale du flux magnétique :

Nous cherchons le flux du champ magnétique créé par une distribution de courant à travers une surface fermée.

Prenons tout d'abord une distribution de courant constituée d'un seul élément de courant $d\vec{C}$. Celui-ci crée un champ magnétique $d\vec{B}$:

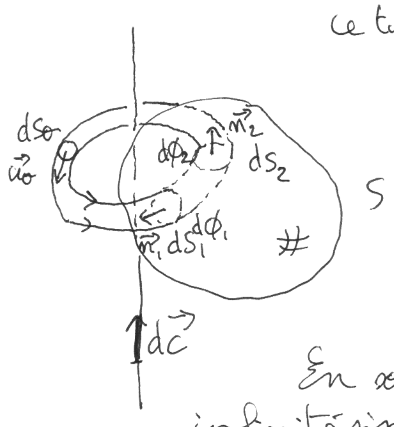


$d\vec{C}$ possède la symétrie axiale, invariance par rotation selon θ : $d\vec{B}(r, z)$

Ps, d'où : $d\vec{B} = dB(r,z)\vec{u_\theta}$

Les lignes de champ sont donc des cercles d'axe (Pz)

Constituons un tube de champ élémentaire, et déterminons son flux à travers une surface fermée :



ce tube, est un tore infinitésimal de section droite $dS_\theta = cste$.

or : $d\vec{S} = dS_r \vec{u_r} + dS_\theta \vec{u_\theta} + dS_z \vec{u_z}$

$\Rightarrow d\phi_1 = \vec{B_1} . d\vec{S_1} = - B_1 dS_{\theta_1}$

et $d\phi_2 = \vec{B_2} . d\vec{S_2} = + B_2 dS_2$ et $\begin{cases} B_1 = B_2 \\ dS_{\theta_1} = dS_{\theta_2} \end{cases}$

$\Rightarrow d\phi = d\phi_1 + d\phi_2 = 0$

En sommant sur tous les tubes de champs infinitésimaux qui traverse S : $\phi = \oiint_S d\phi = 0$

Une distribution quelconque est la somme d'élément de courants, donc d'après le principe de superposition, pour toute distribution le champ magnétique engendré a un flux nul à travers toute surface fermé :

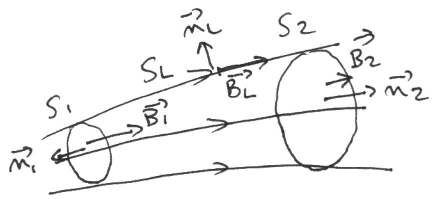
$$\boxed{\begin{array}{l} \phi = \oiint_S \vec{B}.\vec{dS} = 0 \quad , \forall S \\ \text{LE FLUX DE } \vec{B} \text{ EST CONSERVATIF.} \end{array}}$$

Propriété tjrs vraie, m̂ en régime variable.

Conséquences :

① Plus les lignes de champ se resserent, plus le champ magnétique est intense.

En effet :



$S = S_1 \cup S_L \cup S_2$

S : surface fermée

$\phi_S = \phi_{S_1} + \phi_{S_L} + \phi_{S_2} = 0$

$\phi_{S_L} = \iint_{S_L} \vec{B_L}.\vec{dS_L}$, $\vec{dS_L} = dS_L \vec{n_L}$ $\Rightarrow d\phi_{S_L} = 0 \Rightarrow \phi_{S_L} = 0$

$\phi_{S_1} = \iint_{S_1} \vec{B_1}.dS_1\vec{n_1} = -B_1S_1$ ($\vec{B_1}$ considéré $\simeq$ constant sur S_1)

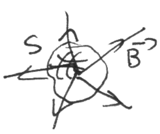
$\phi_{S_2} = +B_2S_2 \Rightarrow B_2S_2 = B_1S_1$, si $S_2 > S_1 \Rightarrow \underline{B_2 < B_1}$ CQFD.

② Il n'existe pas de monopôles magnétiques.

Car il existerait alors des charges magnétiques, tout comme il existe des charges électriques, et le flux pourrait être non nul.

En analogie avec l'électrostatique : $\oiint \vec{B}.\vec{dS} = \mu_0 Q^{int}_{magn} \neq 0$

$\left(\oiint \vec{E}.\vec{dS} = \frac{1}{\varepsilon_0} Q^{int}_{élec}\right)$



$\phi_S > 0$) IMPOSSIBLE