

Comparatif des propriétés des champs électrostatique et magnétostatique

$$\vec{E}(\vec{x})$$

$$\vec{B}(\vec{x})$$

source scalaire : élément de charge dq

source vectorielle : élément de courant

dq $\rho d\tau$ σds λdl
 (Soit D une distribution de charges)

$d\vec{C}$ $\vec{j} d\tau$ $\sigma \vec{j} ds$ $\lambda \vec{j} dl$
 $\vec{j} d\tau$ $\vec{j} ds$ $I d\vec{l}$
 (Soit D une distribution de courants)

Champ de vecteur polaire

Champ de pseudo vecteur

$$\vec{E}(\vec{r}) = \int_D \frac{dq_p}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{r} - \vec{r}_p}{|\vec{r} - \vec{r}_p|^3}$$

$$\vec{B}(\vec{r}) = \int_D \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{d\vec{C} \wedge \vec{r} - \vec{r}_p}{|\vec{r} - \vec{r}_p|^3}$$

Interaction élémentaire en $\frac{1}{r^2}$ dans la direction de la charge en P

Interaction élémentaire en $\frac{1}{r^2}$ définie par la règle du bonhomme d'Ampère.

Potentiel scalaire

Potentiel vecteur

$$V(\vec{r}) = \int_D \frac{dq_p}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{|\vec{r} - \vec{r}_p|}$$

$$\vec{A}(\vec{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_D \frac{\vec{j}(\vec{r}_p)}{|\vec{r} - \vec{r}_p|} d\tau_p$$

$$\vec{E} = -\text{grad}(V)$$

$$\vec{B} = \text{Rot}(\vec{A})$$

vecteur polaire

Symétries

Pseudo vecteur

$\Pi_S \quad \epsilon = 1$
 $\Pi_{AS} \quad \epsilon = -1$

$$\vec{E}(\Sigma_\Pi[n]) = \epsilon \Sigma_\Pi[\vec{E}(\vec{r})]$$

$\Pi_S \quad \epsilon = 1$
 $\Pi_{AS} \quad \epsilon = -1$

$$\vec{B}(\Sigma_\Pi[n]) = -\epsilon \Sigma_\Pi[\vec{B}(\vec{r})]$$

$M \in (\Pi_S) \Rightarrow \vec{E}(\vec{r}) \in (\Pi_S)$
 $n \in (\Pi_{AS}) \Rightarrow \vec{E}(\vec{r}) \perp (\Pi_{AS})$

$n \in (\Pi_S) \Rightarrow \vec{B}(\vec{r}) \perp (\Pi_S)$
 $n \in (\Pi_{AS}) \Rightarrow \vec{B}(\vec{r}) \in (\Pi_{AS})$

Th de Gauss
 flux

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{int}}{\epsilon_0}$$

Th d'Ampère
 circulat°

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \int_S \vec{j} \cdot d\vec{S}$$

circulat°

$$\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0 \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Div}(\vec{E}) = \frac{\rho}{\epsilon_0} \\ \text{Rot}(\vec{E}) = \vec{0} \end{array} \right.$$

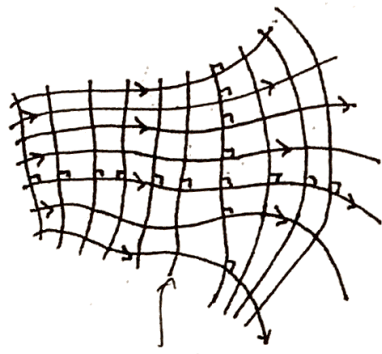
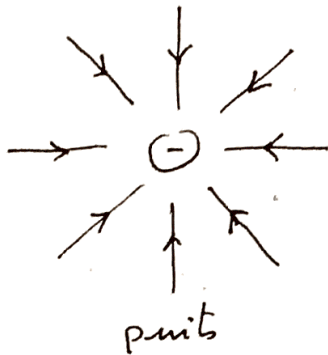
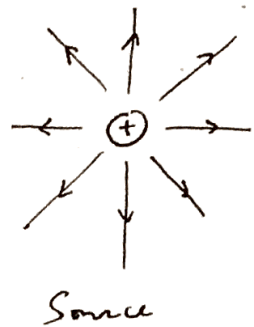
\vec{E} conservatif

\vec{B} non conservatif

flux

$$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0 \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Rot}(\vec{B}) = \mu_0 \vec{j} \\ \text{Div}(\vec{B}) = 0 \end{array} \right.$$

Topographie du champ



Champ \vec{E} conservatif
 $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$ en R.P

Lignes de champ et équipotentielle sont \perp en tt point.



$$\phi_1 = \iint_{\Sigma_1} \vec{E} \cdot d\vec{S}_1 \quad \phi_2 = \iint_{\Sigma_2} \vec{E} \cdot d\vec{S}_2$$

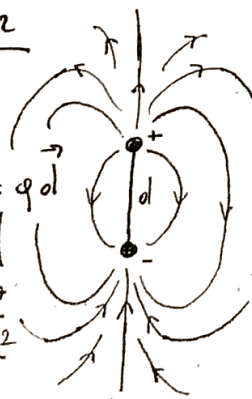
Vide de charge $\Rightarrow \text{Div}(\vec{E}) = 0$

$\phi_{\text{ext}} = 0$ et $\phi_1 = \phi_2$
flux conservatif.

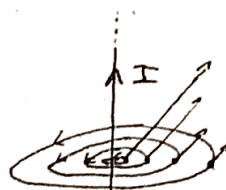
Dipôle électrostatique: $\vec{P} = qd$

$$\vec{E} = \begin{pmatrix} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2P \cos\theta}{r^3} \\ \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{P \sin\theta}{r^3} \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$V = \frac{P \cos\theta}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

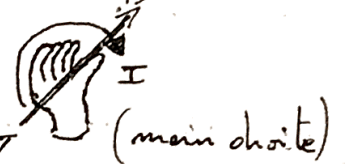
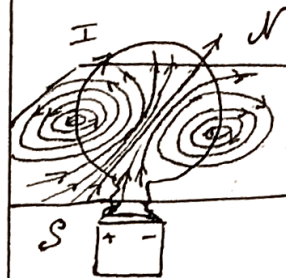


Approx. dipolaire $r \gg d$

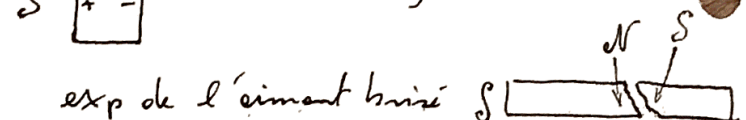


$$\vec{B}(r) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \vec{e}_\theta$$

Lignes de champ fermées



Champ \vec{B} non conservatif:
 $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} \neq 0$



\Rightarrow Il n'existe pas de monopôle magnétique



$$\phi_1 = \iint_{\Sigma_1} \vec{B} \cdot d\vec{S}_1 \quad \phi_2 = \iint_{\Sigma_2} \vec{B} \cdot d\vec{S}_2$$

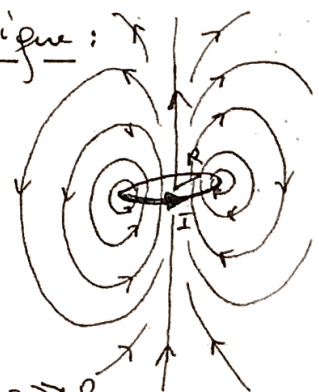
$\text{Div}(\vec{B}) = 0 \Rightarrow \phi_1 = \phi_2 \quad \phi_{\text{ext}} = 0$
flux conservatif.

Dipôle magnétostatique:

$$\vec{M} = I \vec{S}$$

$$\vec{B} = \begin{pmatrix} \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2M \cos\theta}{r^3} \\ \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{M \sin\theta}{r^3} \\ 0 \end{pmatrix}$$

Approx dipolaire $r \gg R$



$$\vec{A} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{M \wedge \vec{r}}{r^3}$$