

5. COMPARAISON DES CHAMPS ÉLECTRIQUE ET MAGNÉTIQUE STATIONNAIRES

5.1 Sources du champ / action du champ sur une particule chargée

$\vec{E}$ est créé par les charges	$\vec{B}$ est créé par les courants
force $\vec{F}_e = q\vec{E}$	force $\vec{F}_m = q\vec{v} \wedge \vec{B}$

5.2 Équations locales

$\begin{cases} \text{rot } \vec{E} = \vec{0} & \text{M.F} \\ \text{div } \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} & \text{M.G} \end{cases}$	$\begin{cases} \text{div } \vec{B} = 0 & \text{M.T} \\ \text{rot } \vec{B} = \mu_0 \vec{J} & \text{M.A} \end{cases}$
--	--

5.3 Circulation

$\vec{E}$ à circulation conservative : $\oint_{\gamma} \vec{E} \cdot d\vec{OM} = 0 \Leftrightarrow \vec{E} = -\vec{\text{grad}} V$ Les lignes de champ ne peuvent pas être fermées.	Théorème d'Ampère : $\oint_{\gamma} \vec{B} \cdot d\vec{OM} = \mu_0 I_{\text{int}}$ Les lignes de champ peuvent être fermées
---	--

5.4 Flux

Théorème de Gauss : $\oiint_{\mathcal{S}} \vec{E} \cdot d^2\vec{\mathcal{S}} = \frac{q_{\text{int}}}{\epsilon_0}$	$\vec{B}$ champ à flux conservatif : $\oiint_{\mathcal{S}} \vec{B} \cdot d^2\vec{\mathcal{S}} = 0$
--	---

5.5 Continuité / discontinuité des champs

D volumique	$\vec{E}$ continu	$\vec{B}$ continu
D surfacique	$\vec{E}$ discontinu : $\vec{E}_2 - \vec{E}_1 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \vec{N}_{1 \rightarrow 2}$	$\vec{B}$ discontinu : $\vec{B}_2 - \vec{B}_1 = \mu_0 \vec{J}_{\mathcal{S}} \wedge \vec{N}_{1 \rightarrow 2}$
D linéique	$\propto 1/r$ au voisinage de D	$\propto 1/r$ au voisinage de D

5.6 Caractère polaire ou axial

$\vec{E}$ est un vecteur <i>polaire</i> : son sens est indépendant de la règle d'orientation de l'espace	$\vec{B}$ est un vecteur <i>axial</i> : son sens dépend de la règle d'orientation de l'espace
--	---

5.7 Symétrie / Antisymétrie plane

Si M appartient à π' plan de symétrie de la distribution de charges D , alors $\vec{E}(M)$ appartient à π'	Si M appartient à π' , plan de symétrie de la distribution de courants D , alors $\vec{B}(M)$ est orthogonal à π'
Si M appartient à π'' , plan d'antisymétrie de la distribution de charges D , alors $\vec{E}(M)$ est orthogonal à π''	Si M appartient à π'' , plan d'antisymétrie de la distribution de courants D , alors $\vec{B}(M)$ appartient à π''

5.8 Invariance des distributions

Si D est invariante par une isométrie I (translation, rotation, symétrie plane), et $M' = I(M)$, alors $\vec{E}(M') = I[\vec{E}(M)]$	Si D est invariante par une isométrie I positive (translation, rotation), et $M' = I(M)$, alors $\vec{B}(M') = I[\vec{B}(M)]$ Si D est invariante par une isométrie négative S' (symétrie plane), et $M' = S'(M)$, alors $\vec{B}(M') = -S'[\vec{B}(M)]$
Si π'' est un plan d'antisymétrie de la distribution de charges D , et $M'' = S''(M)$, où S'' est la symétrie plane par rapport à π'' , alors $\vec{E}(M'') = -S''[\vec{E}(M)]$	Si π'' est un plan d'antisymétrie de la distribution de courants D , et $M'' = S''(M)$, où S'' est la symétrie plane par rapport à π'' , alors : $\vec{B}(M'') = S''[\vec{B}(M)]$

5.9 Énergie de D

contenue dans le champ $\vec{E}$ créé par D : $U_e = \iiint_{\text{espace}} \frac{\epsilon_0 E^2}{2} d^3\mathcal{V}$	contenue dans le champ $\vec{B}$ créé par D : $U_m = \iiint_{\text{espace}} \frac{B^2}{2\mu_0} d^3\mathcal{V}$
---	---

5.10 Monopôles / dipôles

Si $Q = \sum q_i \neq 0$: monopôle. $\vec{E}$ en $1/r^2$	Pas de monopôle magnétique
Si $Q = 0$ et $\vec{p} \neq \vec{0}$: dipôle électrique. $\vec{E}$ en $1/r^3$	Si $\vec{m} \neq \vec{0}$: dipôle magnétique. $\vec{B}$ en $1/r^3$
Champ (coordonnées sphériques) : $E_r = \frac{2p \cos \theta}{4\pi\epsilon_0 r^3}$, $E_\theta = \frac{p \sin \theta}{4\pi\epsilon_0 r^3}$, $E_\phi = 0$	Champ (coordonnées sphériques) : $B_r = \frac{2\mu_0 m \cos \theta}{4\pi r^3}$, $B_\theta = \frac{\mu_0 m \sin \theta}{4\pi r^3}$, $B_\phi = 0$

Actions subies par un dipôle :

$$\vec{F} = \vec{0}, \quad \vec{\Gamma} = \vec{p} \wedge \vec{E}$$

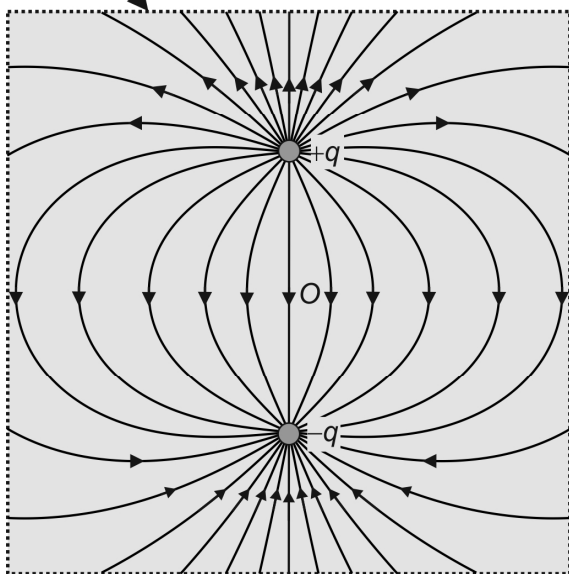
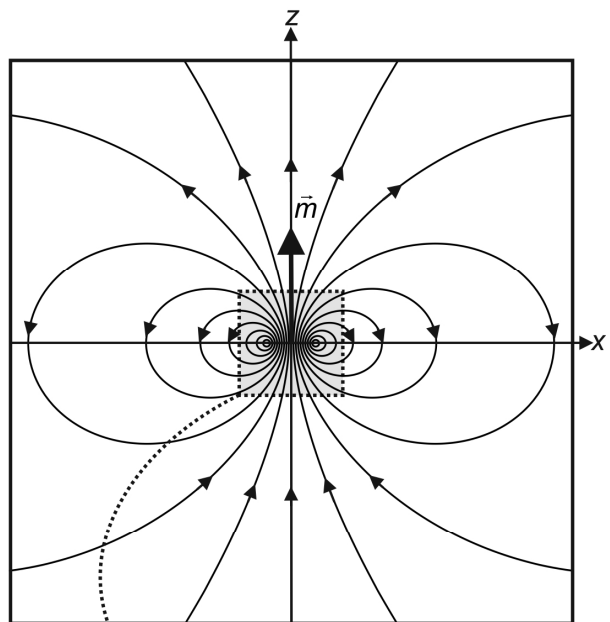
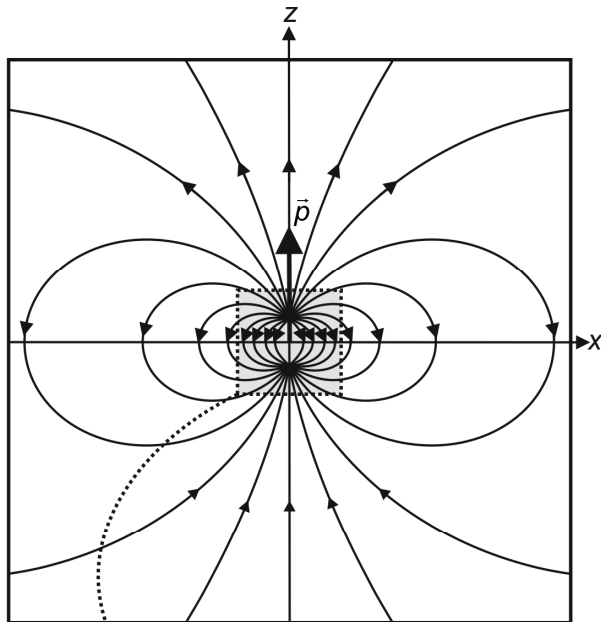
$$E_p = -\vec{p} \cdot \vec{E} \text{ pour un dipôle rigide}$$

Actions subies par un dipôle :

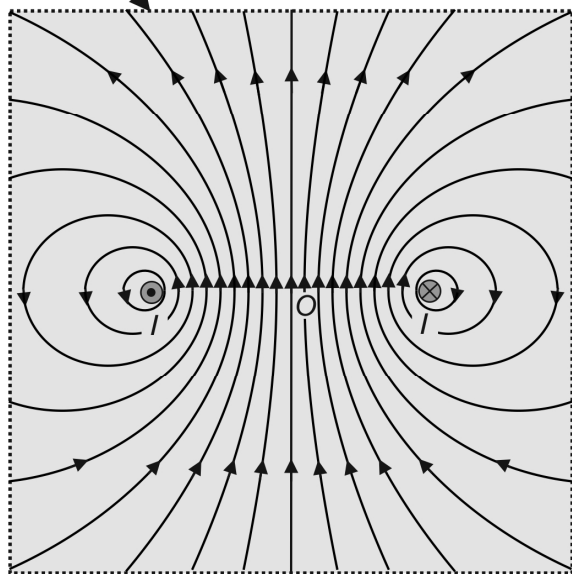
$$\vec{F} = \vec{0}, \quad \vec{\Gamma} = \vec{m} \wedge \vec{B}$$

$$E_p = -\vec{m} \cdot \vec{B} \text{ pour un dipôle rigide}$$

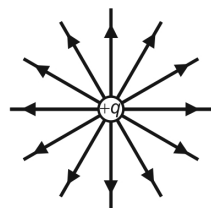
Lignes de champ des dipôles :



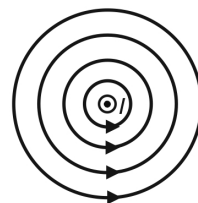
champ électrique créé par un doublet de charges



champ magnétique créé par une spire circulaire



lignes de champ électrique
créé par une charge ponctuelle



lignes de champ magnétique
créé par un fil rectiligne infini