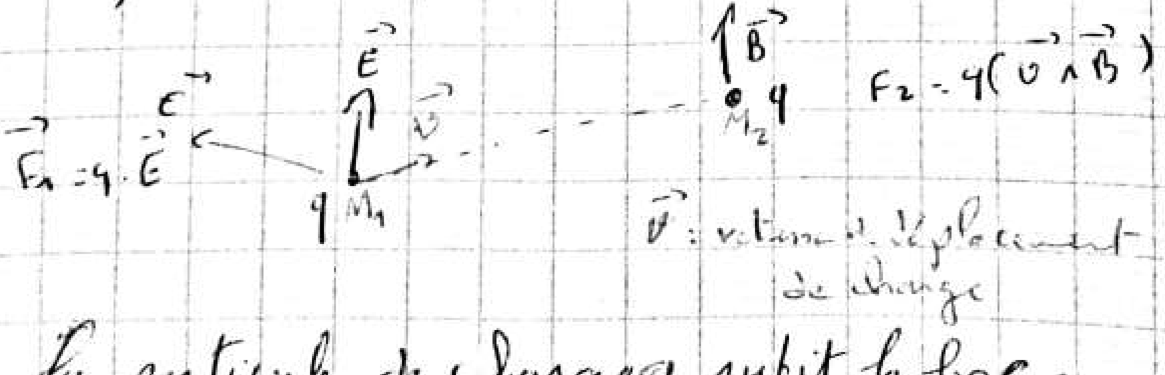
L'une des propriétés importante du champ magnétique est que le lignes du champ sont toujours fermées. cela implique que le flux **total** du champ sur toute surface est **nul**

Chapitre III

L'électromagnétisme

I.1. Champ électromagnétique :

L'existance d'un champ electromagnétique dans une région de l'espace caractérisé par le fait qu'une particule de charge q se déplace d'un pt M_1 vers pt M_2



La particule de charge q subit la force $F_1 = q\cdot\vec{E}$ (dûe au champ électrostatique)
et la force F_2 : $\boxed{F_2 = q(\vec{v}\wedge\vec{B})}$ (dûe au champ magnétique)

et la force totale que va subir la charge
q sera

$$\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2}$$

$$\vec{F} = q\left(\vec{E} + \left(\vec{v} \wedge \vec{B}\right)\right)$$

La force $\vec{F}$ est la force de Lorentz

III - 5 Les equation de Maxwell dans le régime variable

III - 5.1 équation de maxwell Faraday dans le regime variable

loi de Faraday (loi d'induction)

dans un circuit électrique qui est les siège de une variation de flux magnétique il se crée une force FEM induite (FEM) donné par la relation $e = -\frac{d\phi}{dt}$

$e = -\frac{d\phi}{dt}$

sachant que :

le flux magnétique

$\phi = \oiint \vec{B} \cdot \vec{ds}$: sur une surface fermé

$\frac{d\phi}{dt} = \frac{d}{dt} \oiint \vec{B} \cdot \vec{ds}$

$\frac{d\phi}{dt} = \oiint \frac{d\vec{B}}{dt} \cdot \vec{ds}$

$e = -\oiint \frac{d\vec{B}}{dt} \vec{ds}$ (*)

d'autre part

e : difference de Potentiel

$$e = \oint \vec{E} \cdot \vec{dl}$$

$$= \iint \vec{rot}\, \vec{E} \cdot \vec{ds}$$

Par identification avec (*)

$$\iint \frac{-\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot \vec{ds} = \iint \vec{rot}\, \vec{E} \cdot \vec{ds}$$

par identification :

$$\boxed{\vec{rot}\, \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}}$$ → l'équation Maxwell Faraday

cette équation décrit tous les phénomènes d'induction et montre qu'un champ magnétique variable peut creer un champ electrique

5.2 L'équation de Maxwell Ampère :

- dans le régime stationnaire :
nous avons :

$$\vec{rot}\,\vec{B} = \mu_0 \vec{J}$$

sachant que $\vec{J}$ la densité de courant de déplacement de charge

Sachant que

$$\boxed{I = \iint \vec{J}\cdot\vec{ds}}$$

le courant est du au fait qu'une charge se déplace d'un pt à un autre.

- dans le régime variable c'est à dire lorsque $\frac{dE}{dt} \neq 0$ nous allons avoir un autre courant que sera du à la variation de la charge

$$I_D = \frac{dq}{dt}$$

d'après le théorème de Gauss nous avons :

$$\oiint \vec{E}\,\vec{ds} = \frac{q}{\varepsilon_0} \quad (\text{voir chapitre } 2)$$

donc : $q = \iint \varepsilon_0 \vec{E} \cdot \vec{dS}$

$$I_D = \frac{dq}{dt} = \iint \varepsilon_0 \frac{d\vec{E}}{dt} \cdot \vec{dS}$$

Le courant I_D est appelé le courant de déplacement

donc : d'après le théorème de Stockes

$$\oint \vec{B} \cdot \vec{dl} = \iint \vec{rot}\, \vec{B} \cdot \vec{dS}$$

$$= \mu_0 \left[\underbrace{\iint \vec{J} \cdot \vec{dS}}_{J_c} + \underbrace{\iint \varepsilon_0 \frac{d\vec{E}}{dt} \vec{dS}}_{I_D} \right.$$

$$= \iint \mu_0 \left(\vec{J} + \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{dt} \right) \vec{dS}$$

$$\boxed{\text{donc : } \vec{rot}\, \vec{B} = \mu_0 \left(\vec{J} + \varepsilon_0 \frac{d\vec{E}}{dt} \right)}$$

eq de Maxwell Ampère dans le régime variable

Cette équation relie le champ magnétique à ses sources qui sont :

* le courant de conduction dont la densité est $\vec{J}$ et qui est dû au déplacement de charge électrique.

* Le courant de déplacement qui est du à la variation du champ électrique $\vec{E}$ dont la densité est $\varepsilon_0 \frac{d\vec{E}}{dt}$

On récapitule :

Les équations de Maxwell dans le régime variable sont :

$$\begin{cases} \operatorname{div} \vec{E} = \dfrac{\rho}{\varepsilon_0} & (1) \\ \operatorname{div} \vec{B} = 0 & (2) \\ \overrightarrow{\operatorname{rot}}\, \vec{E} = -\dfrac{d\vec{B}}{dt} & (3) \\ \overrightarrow{\operatorname{rot}}\, \vec{B} = \mu_0 \left(\vec{j} + \varepsilon_0 \dfrac{d\vec{E}}{dt} \right) & (4) \end{cases}$$