Chapitre 4: **Induction Electromagnétique.**

Loi de Faraday sur l'induction:

Mouvement d'un aimant dans un solénoïde

$\Rightarrow$ Force électromotrice induite :

Signe dépend du sens de déplacement

S'annule quand la vitesse, $v = 0$

. On appelle la source magnétique (aimant) l'inducteur.

. On appelle la bobine ou le conducteur l'induit.

> Une f.e.m est induite dans une spire (ou bobine) lorsque nous aurons une variation du nombre de lignes de champ magnétique qui la traversent.

C'est la variation du flux magnétique. $\Phi(\vec{B})$

Loi de Faraday:

$$\boxed{e = -\frac{d\Phi(\vec{B})}{dt}}$$

e : la f.e.m induite

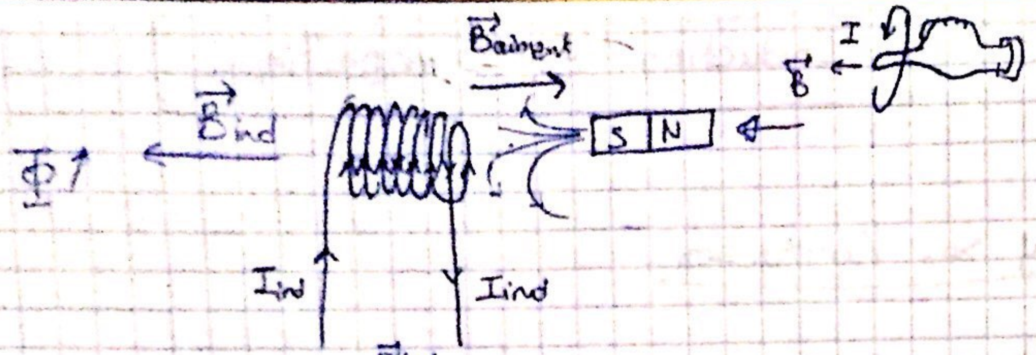
Dans le cas de N spires:

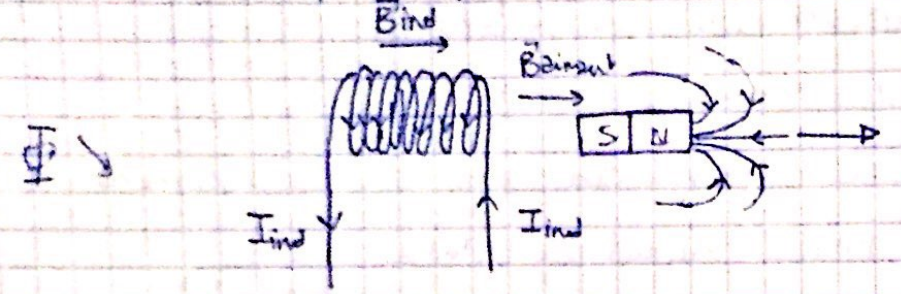
$$\boxed{e = -N\frac{d\Phi(\vec{B})}{dt}}$$

Φ (Wb) ou ($T.m^2$)

Loi de Lenz:

La f.e.m induite produit un courant qui s'oppose à ce qui l'a produit.





$$e = \int \vec{E}_i \cdot \vec{dl} = -\frac{d\Phi}{dt} \quad , \quad \Phi = \iint \vec{B} \cdot \vec{dS}$$

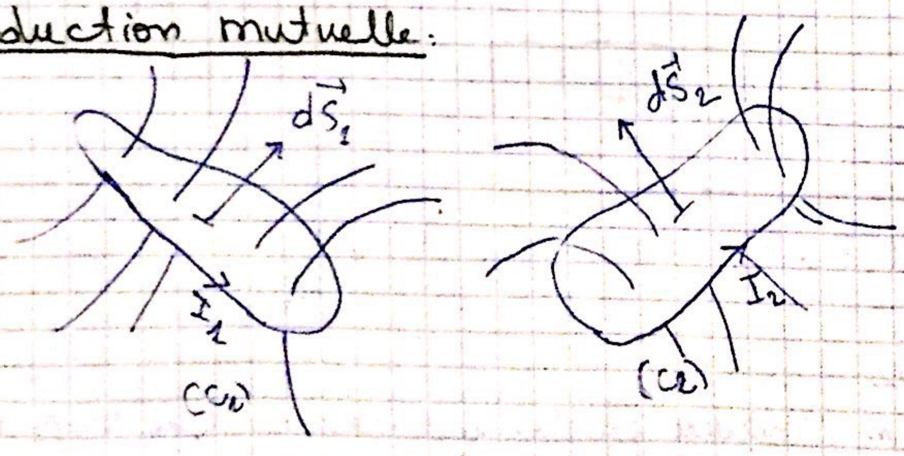
Th de Stokes : $\oint \vec{E}_i \cdot \vec{dl} = \iint \vec{rot}\, \vec{E}_i \cdot \vec{dS}$

$$\Rightarrow \iint \vec{rot}\, \vec{E}_i \cdot \vec{dS} = -\frac{d}{dt} \iint \vec{B} \cdot \vec{dS}$$

$$\Rightarrow \boxed{\vec{rot}\, \vec{E}_i = -\frac{d\vec{B}}{dt}}$$ 3^e^ équation de Maxwell.

$\vec{E}_i$: champs électrostatique induit.

<u>Induction mutuelle</u> :



$$\Phi_{21} = \iint_{S_1} \vec{B}_2 \cdot d\vec{S}_1 = \oint_{C_1} \vec{A}_2 \cdot d\vec{l}_1 = \oint_{C_1} d\vec{l}_1 \cdot \frac{\mu_0}{4\pi} \oint_{C_2} I_2 \frac{d\vec{l}_2}{r}$$

$(\vec{B}_2 = \vec{rot}\,\vec{A}_2)$

$$\Phi_{21} = \frac{\mu_0}{4\pi} \oint_{C_1}\oint_{C_2} \frac{d\vec{l}_1 d\vec{l}_2}{r} I_2$$

$$\Rightarrow \quad M_{21} = \frac{\mu_0}{4\pi} \oint\oint \frac{d\vec{l}_1 \cdot d\vec{l}_2}{r}$$

$$\Phi_{21} = M_{21} I_2$$

Φ_{21} : Flux de $\vec{B}_2$ à travers (C_1).

Φ_{12} : Flux de $\vec{B}_1$ à travers (C_2).

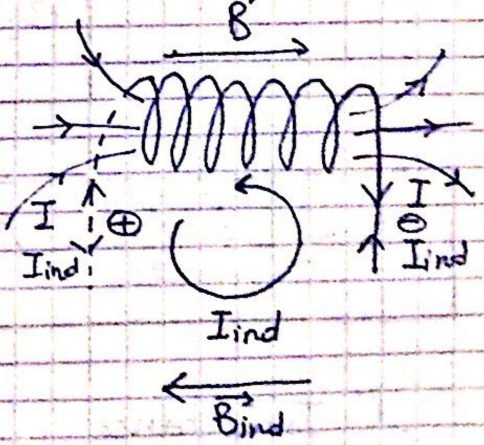
$\Rightarrow M_{21} = M_{12} = M$

$$\Phi_{12} = M_{12} I_1$$

M : Inductance mutuelle (unité : Henry (H)).

(Pour un flux de $\vec{B}$ sur lui même) $M \equiv L$

$$\boxed{\Phi = LI}$$



Force d'induction et autoinduction :

Si $I = cste \rightarrow I_{ind} = 0$

$\Phi \nearrow$

Il en résulte une f.e.m induite :

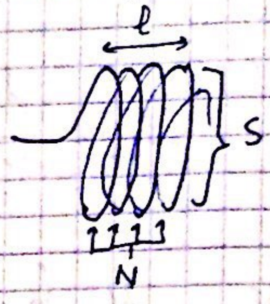
$$\boxed{e = -\frac{d\Phi}{dt}}$$

Pour une bobine :

$$e = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d}{dt}(NBS) = -\frac{d}{dt}\left(N\mu_0 \frac{N}{l} I S\right)$$

$$\Rightarrow \quad e = -\left(\frac{\mu_0 N^2 S}{\ell}\right)\frac{di}{dt} = -L\frac{di}{dt}$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{L = \mu_0 \frac{N^2 S}{\ell}}$$



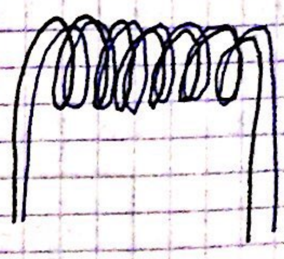
$$\boxed{e = -L\frac{di}{dt}}$$

Pour deux bobines :

Si la bobine induite est à l'intérieur de la bobine inductrice :

$$e_2 = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d}{dt}(N_2 B S_1) = -\frac{d}{dt}\left(N_2 \mu_0 \frac{N_1}{\ell} i_1 S_1\right)$$

$$\Rightarrow \quad e_2 = -\left(\frac{\mu_0 N_2 N_1 S_1}{\ell}\right)\frac{di_1}{dt}$$

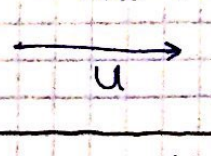


$$M_{12} = \frac{\mu_0 N_1 N_2 S_1}{\ell}$$

$$\boxed{e_2 = -M_{12}\frac{di_1}{dt}}$$

$$\boxed{e = -L\frac{di_1}{dt} - M\frac{di_2}{dt}}$$

l' Inductance.



$$\boxed{u = ri + L\frac{di}{dt}}$$

Energie Emmagasinée par une bobine :

$$P = \frac{dW}{dt}$$

$$P = u\,i(t) = ri^2 + Li\frac{di}{dt}$$

$$\Rightarrow dW = \underbrace{ri^2 dt}_{\text{effet de Joule}} + Li\,di$$

$$\Rightarrow \boxed{W = \frac{1}{2} L i^2}$$

$$W = \frac{1}{2} L i^2 = \frac{1}{2} (\mu_0 n^2 S \ell) i^2 = \frac{1}{2\mu_0} (\mu_0 n i)^2 S \ell$$

$$\Rightarrow W = \frac{\vec{B}^2}{2\mu_0} V$$

$$\boxed{W = \frac{1}{2\mu_0} \iiint_{(V)} \vec{B}^2 dV} \qquad (\vec{B}^2 = \vec{B}.\vec{B})$$

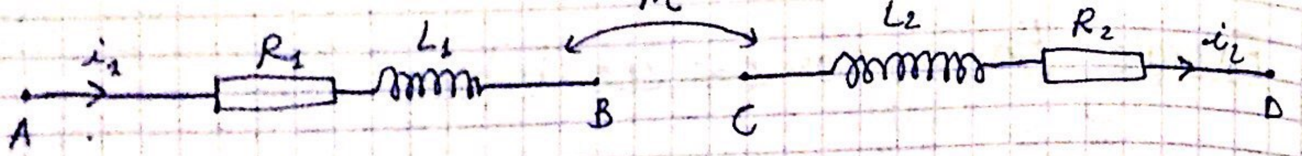
Couplage magnétique :

$$\boxed{\begin{aligned} \Phi_1 &= \Phi_{11} + \Phi_{21} = L_1 i_1 + M_{21} i_2 \\ \Phi_2 &= \Phi_{22} + \Phi_{12} = L_2 i_2 + M_{12} i_1 \end{aligned}}$$

$$M_{12} = M_{21} = M$$

$$e_1 = -\frac{d\Phi_1}{dt}$$

$$e_2 = -\frac{d\Phi_2}{dt}$$



$$\boxed{\begin{aligned} u_{AB} &= R_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt} \\ u_{CD} &= R_2 i_2 + L_2 \frac{di_2}{dt} + M \frac{di_1}{dt} \end{aligned}}$$

$$\begin{pmatrix} \Phi_1 \\ \Phi_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L_1 & M \\ M & L_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} i_1 \\ i_2 \end{pmatrix}$$

L'inductance mutuelle est maximale quand det = 0

$$M_{max} = \sqrt{L_1 L_2}$$

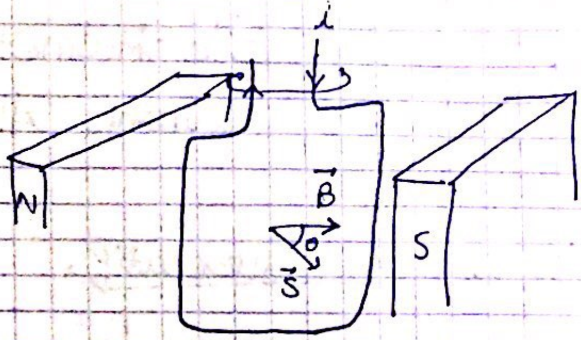
Le coefficient de couplage magnétique de deux circuits:

$$k = \frac{|M|}{\sqrt{L_1 L_2}} \qquad (0 \leq k \leq 1)$$

L'Energie Magnétique:

$$\boxed{W = \frac{1}{2}\left(i_1 \Phi_1 + i_2 \Phi_2\right)}$$

Le Générateur Alternatif :



$$\Phi_{\vec{B}} = \vec{B} \cdot \vec{S}$$

$$= BS\cos(\theta)$$

$$\Rightarrow \Phi_{\vec{B}} = BS\cos(\omega t)$$

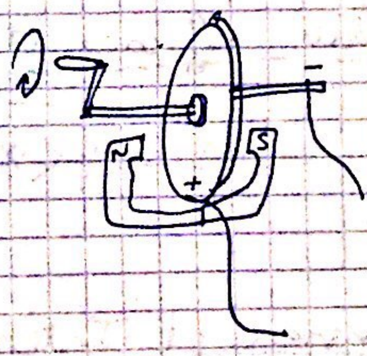
$$\Rightarrow e_i = -N\frac{d\Phi}{dt} = NBS\omega\sin(\omega t)$$

$$e_{max} = NBS\omega \quad \Rightarrow \boxed{e_i = e_{max}\sin(\omega t)}$$

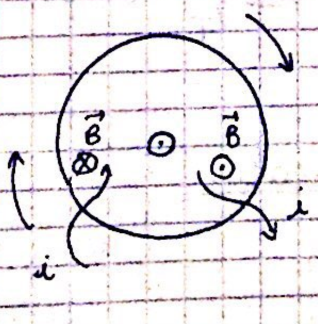
$$I = \frac{e}{R} = \frac{e_{max}\sin(\omega t)}{R}$$

$$\Rightarrow \boxed{I = I_{max}\sin(\omega t)}$$

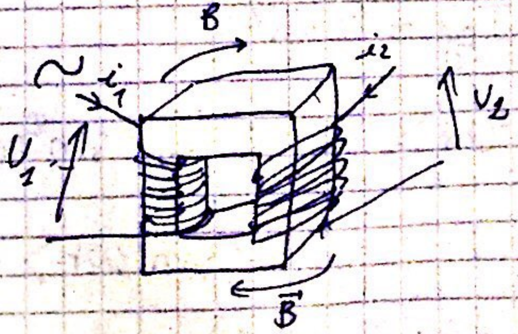
$$\boxed{f = \frac{\omega}{2\pi}}$$



La dynamo :



Le Transformateur :



$$\boxed{\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{i_2}{i_1}}$$

(disque d'Arago)