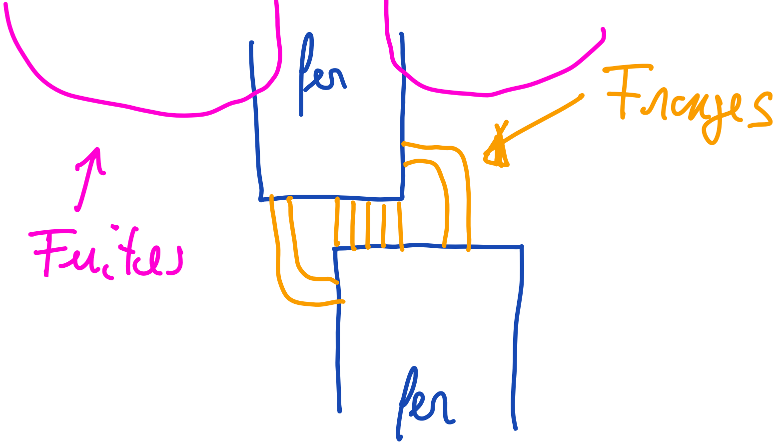
Franges, Fuite, Perte !

- Perte : puissance → W

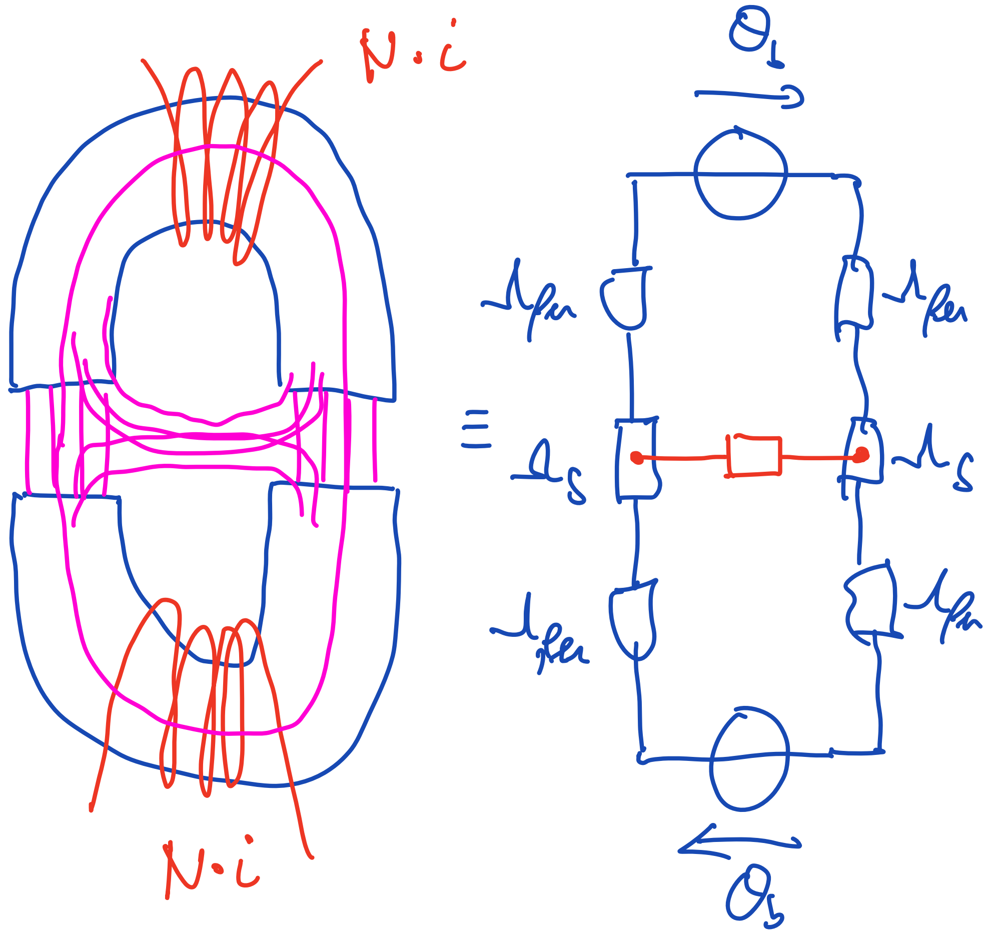
→ lié au champ magnétique :

- fuite : lignes de champ qui ne participe pas à la force

- frange : lignes de champ latérales qui participent à la force



Expérience :



Force avec un aimant :

$$W_{mag} = \int i \, d\psi$$

$$\longrightarrow \quad F_x = \frac{1}{2} \frac{dL}{dx} \cdot i^2 \qquad (1 \text{ bob}).$$

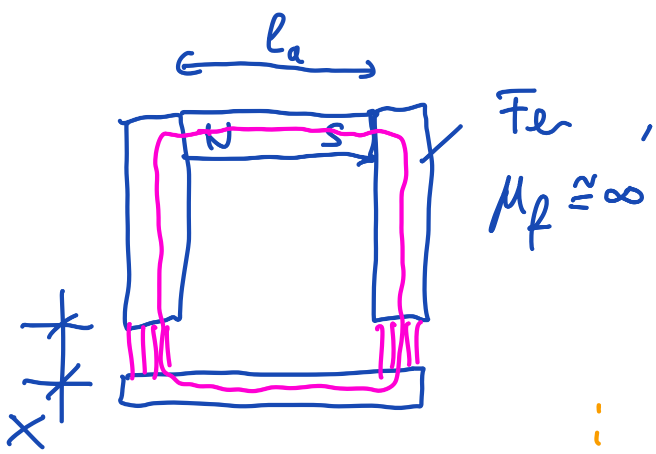
$$= \frac{1}{2} \frac{d\Lambda_b}{dx} \cdot \Theta_b^2$$

Par analogie → aimant :

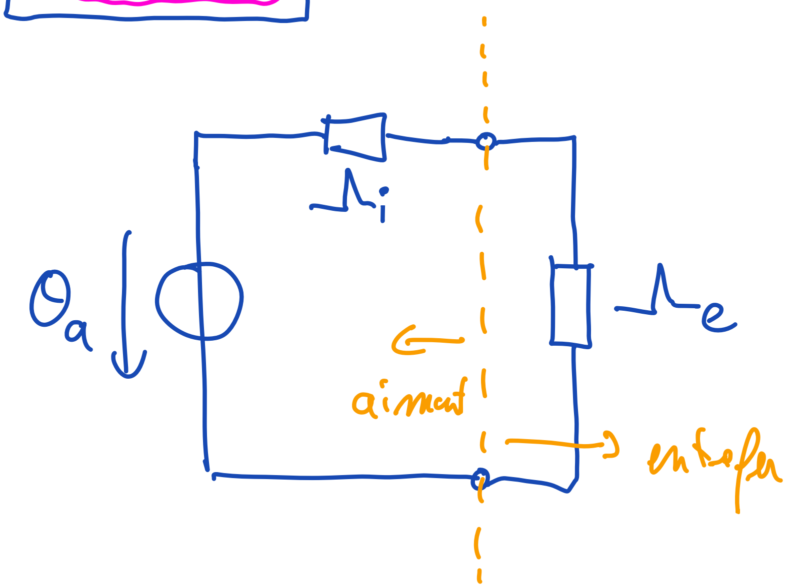
$$F_x = \frac{1}{2} \frac{d\Lambda_{tot}}{dx} \cdot \Theta_a^2$$

$$\Theta_a = H_0 \cdot l_a$$

Exemple :



Modèle magnétique :



$$\Lambda_i = \frac{\mu_d \cdot S_a}{l_a}$$

$$\Lambda_e = \frac{\mu_0 \cdot S_e}{2x}$$

Λ_{tot} = Λ_i en série avec Λ_e

$$= \frac{\Lambda_i \cdot \Lambda_e}{\Lambda_i + \Lambda_e}$$

$$F_x = \frac{1}{2} \frac{d\Lambda_{tot}}{dx} \cdot \Theta_a^2$$

$$\frac{d\Lambda_{tot}}{dx} = \frac{d\Lambda_{tot}}{d\Lambda_e} \cdot \frac{d\Lambda_e}{dx}$$

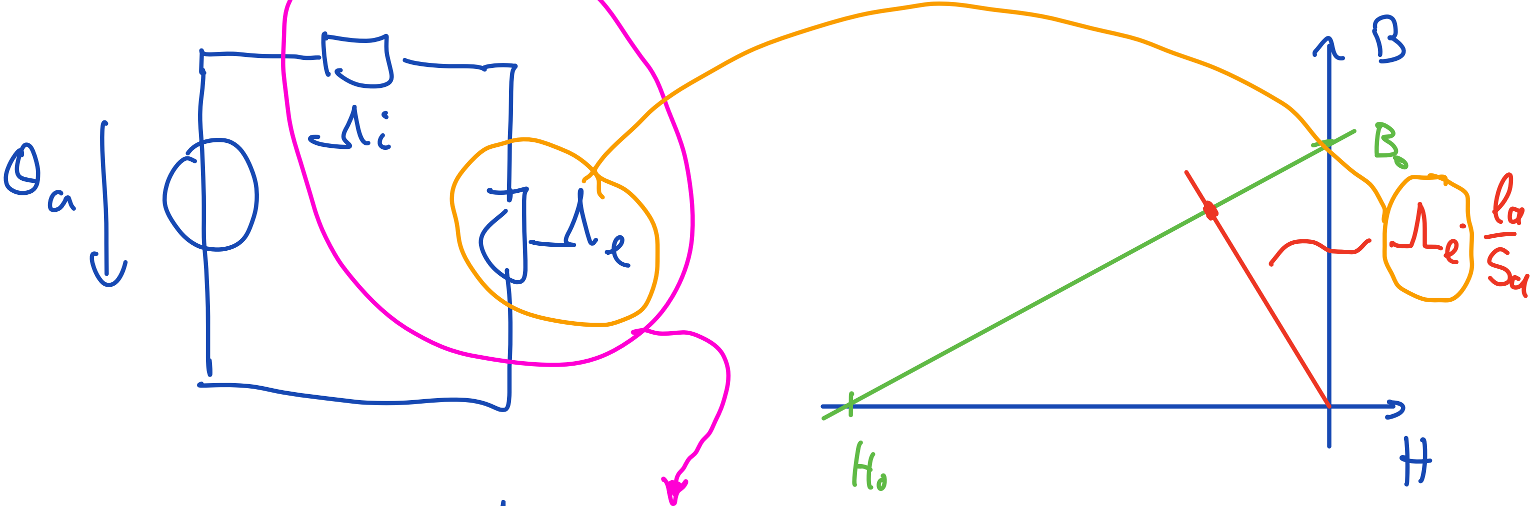
$$= \frac{d\left(\frac{\Lambda_i \cdot \Lambda_e}{\Lambda_i + \Lambda_e}\right)}{d\Lambda_e} \cdot \frac{d\Lambda_e}{dx}$$

$$= \Lambda_i \frac{d\left(\frac{\Lambda_e}{\Lambda_i + \Lambda_e}\right)}{d\Lambda_e} \cdot \frac{d\Lambda_e}{dx}$$

$$= \frac{\Lambda_i^2}{(\Lambda_e + \Lambda_i)^2} \cdot \frac{d\Lambda_e}{dx}$$

$$F_x = \frac{1}{2} \frac{\Lambda_i^2}{(\Lambda_i + \Lambda_e)^2} \cdot \frac{d\Lambda_e}{dx} \Theta_a^2$$

Par difinition : $\Lambda_{tot} = \Lambda_a$

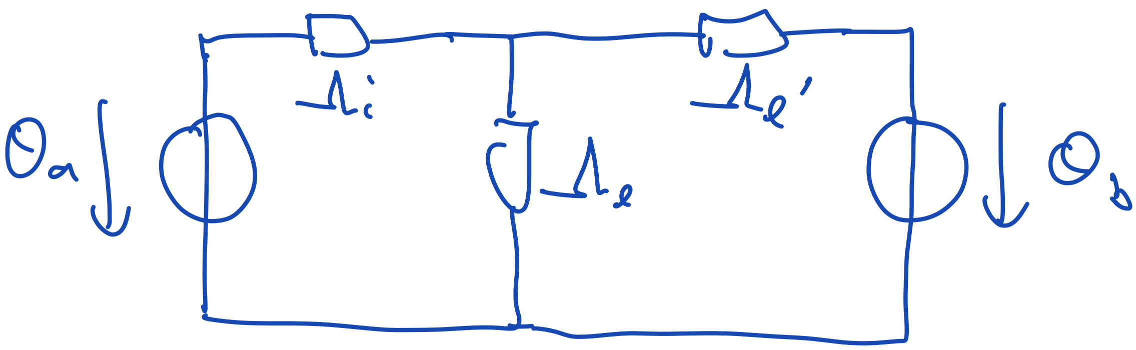


$\Lambda_{tot} =$

Force avec un aimant et une bobine :

a = aimant

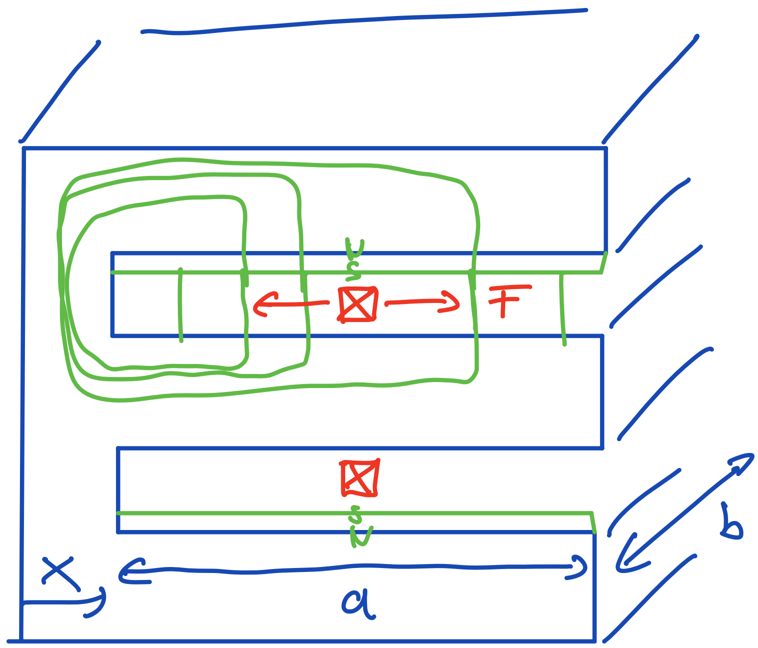
b = bobine



Définition : $\Lambda_{ab} = \frac{\Phi_{ab}}{\Theta_a}$ | Flux de l'aimant qui passe dans la bobine

$$F_x = \frac{1}{2}\frac{d\Lambda_a}{dx}\Theta_a^2 + \frac{1}{2}\frac{d\Lambda_b}{dx}\Theta_b^2 + \frac{d\Lambda_{ab}}{dx}\Theta_a\Theta_b$$

Exemple : Haut parleur / système Electrodynamique
(Aimant est fixe)
(la bobine est mobile)



$$F = \frac{d\Lambda_{ab}}{dX}\,\Theta_a \cdot \Theta_b$$

$$\Lambda_{ab} = \frac{\Phi_{ab}}{\Theta_a} \qquad \Phi_{ab} = \Phi_a \left(\frac{X}{a}\right)$$

$$\Lambda_{ab} = \frac{\Phi \cdot \left(\frac{X}{a}\right)}{\Theta_a} = \frac{\Phi_a \cdot X}{a \cdot \Theta_a}$$

$$\frac{d\Lambda_{ab}}{dx} = \frac{\Phi_a}{a \cdot \Theta_a}$$

$$F = \frac{d\Lambda_{ab}}{dx}\,\Theta_a \cdot \Theta_b = \frac{\Phi_a}{a \cdot \cancel{\Theta_a}} \cdot \cancel{\Theta_a} \cdot \Theta_b$$

$$F = \frac{\Phi_a}{a} \cdot N \cdot I$$

$$\Phi_a = B_a \cdot S_a = B_\delta \cdot S_\delta = B_\delta \cdot a \cdot b$$

$$F = B_\delta \cdot b \cdot N \cdot I \qquad (\text{aller})$$

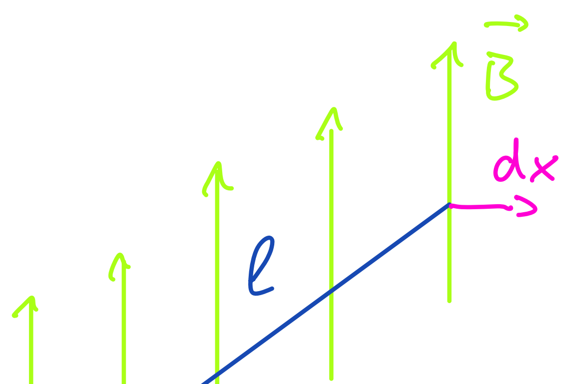
aller et retour : $F = 2 B_\delta \cdot b \cdot N \cdot I$

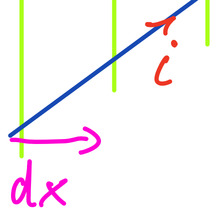
$$\vec{F} = i \, d\vec{l} \wedge \vec{B}$$

$$F = i B \cdot N \, 2 \cdot b$$

Force Laplace :

Interaction entre un champ magnétique externe B et un courant dans un conducteur de longueur l :





$$\vec{F} = i\,\vec{dl} \wedge \vec{B}$$

$$F = i\,l\,B$$

$$dW_{mag} = i\,d\psi = i\,N \cdot d\Phi$$
$$= i\,d\Phi$$

$$d\Phi = B \cdot l\,dx$$

$$dW_{mag} = i\,B\,l\,dx$$

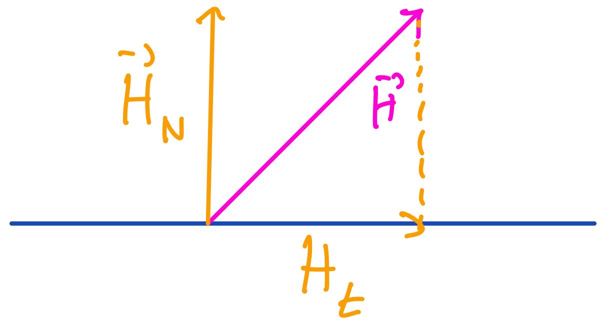
$$F = -\left.\frac{dW_{mag}}{dx}\right|_{\psi\ cste} = -\,i\,l\,B$$

⚠ Signe différent avec dérivée de l'énergie et Laplace

Tenseur de Maxwell simplifié :

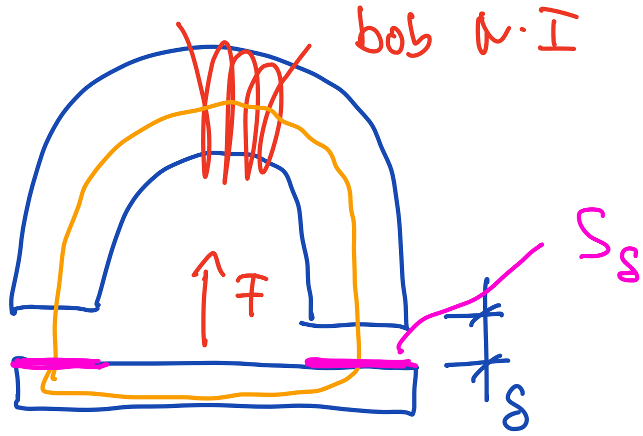
Si on connait $\vec{H} \longrightarrow \vec{F}$

Définition



$$\boxed{\begin{aligned} dF_N &= \frac{1}{2}\mu\left(H_N^2 - H_t^2\right) dS \\ dF_t &= \mu \cdot H_t \cdot H_N \cdot dS \end{aligned}}$$

Exemple :



Hyp : H est $\perp$ à la surface $\rightarrow H_t = 0$

$\mu_{fer} = \infty$

$$\oint H \, dl = N \cdot I$$

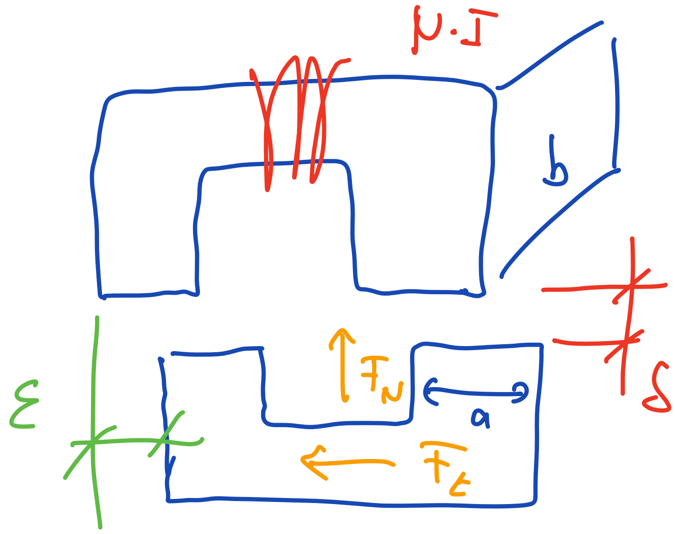
$$H_N \cdot S \cdot 2 = N \cdot I$$

$$H_N = \frac{N \cdot I}{2\delta}$$

$$F_N = \int \frac{1}{2} \mu_0 \cdot H_N^2 \cdot ds$$

$$= \frac{\mu_0 \cdot N^2 \cdot I^2}{4\,\delta^2} \cdot S_\delta$$

Exemple :



F_N : dériv. de l'énergie ou

Maxwell : $(-)\ \frac{1}{4} \frac{\mu_0 \cdot b\,(a-\varepsilon)}{\delta^2} (N \cdot i)^2$

avec d.E.

F_ε : dérivée de l'E. : $F_\varepsilon = \frac{-\mu_0 b}{4\delta} (N \cdot i)^2$

avec Maxwell : $\underline{\underline{F_\varepsilon = 0}}$

à cause des hypothèses !

Méthodologie :

1) Laplace $d\vec{F} = i\,d\vec{l} \wedge \vec{B}$

→ Métallique.

→ bobine dans un champ magnétique.

2) Tenseur de Maxwell

→ connaissance H

→ saturation OK.

→ Seul $F_{normale}$ peut être calculée

3) Dérivée de l'énergie :

$$F_x = \frac{1}{2} \frac{d\Lambda_b}{dx} \cdot \Theta_b^2$$