

Cours de Physique appliquée

Chapitre 1

Rappels et compléments d'Electromagnétisme

Terminale STI Génie Electrotechnique

© Fabrice Sincère ; Version 1.1.0

Sommaire

- 1- Force de Laplace
- 2- Flux d'un champ magnétique à travers une surface
- 3- Phénomène d'induction électromagnétique
- 4- Courbe d'aimantation

1- Force de Laplace

Un fil électrique parcouru par un courant, placé dans un champ magnétique est soumis à une force électromagnétique (dite force de Laplace) :

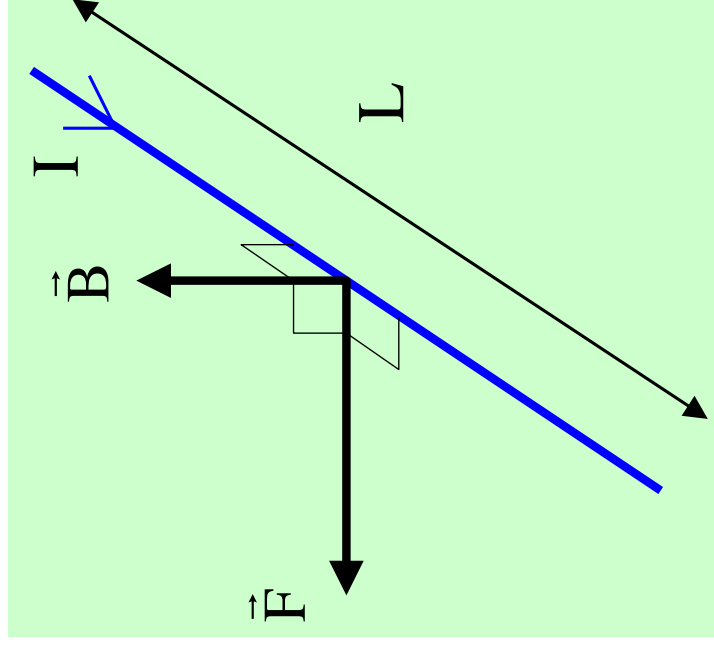


Fig. 1

Loi de Laplace :

$$\vec{F} = I \cdot \vec{L} \cdot \vec{B}$$

F : intensité de la force en newton (N)

B : intensité du champ magnétique en tesla (T)

I : intensité du courant en ampère (A)

L : longueur du fil en mètre (m)

Le sens de la force est donné par la règle des 3 doigts de la main droite.

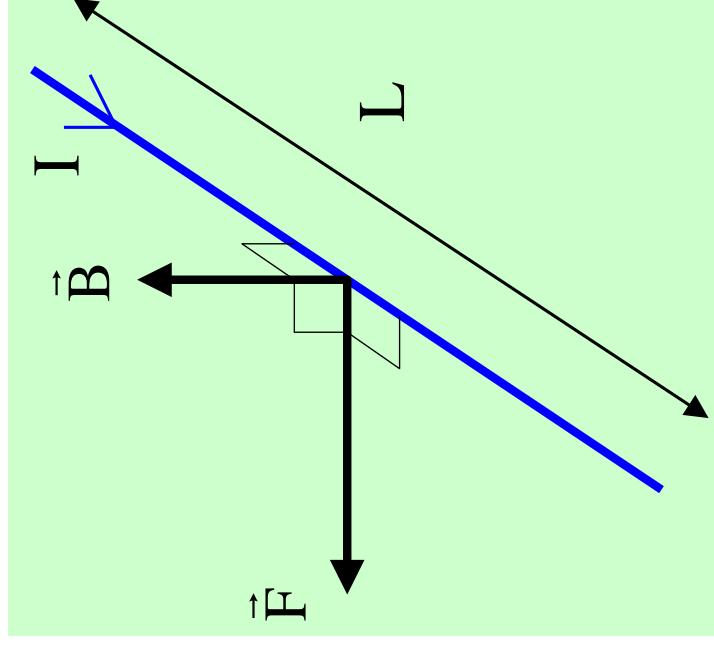
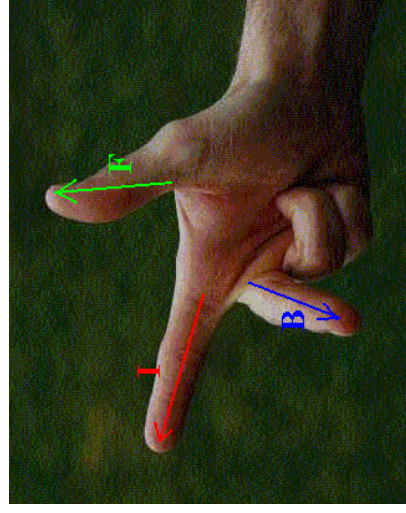


Fig. 1

Application 01

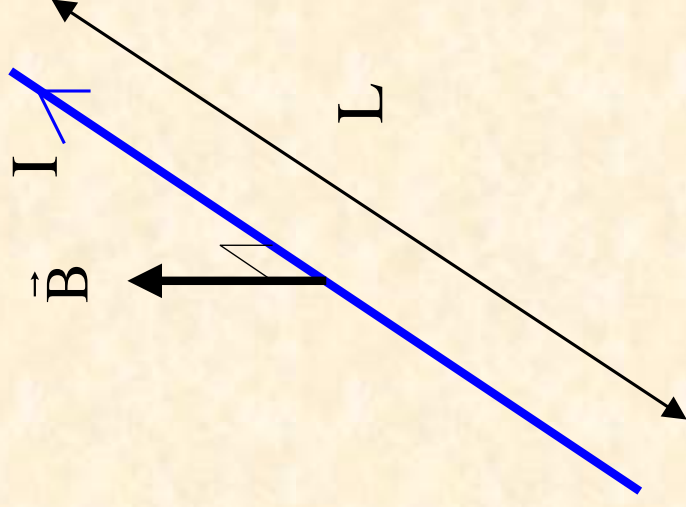
On donne :

$$I = 6 \text{ A}$$

$$L = 20 \text{ cm}$$

$$B = 1,2 \text{ T}$$

Déterminer les caractéristiques de la force de Laplace.

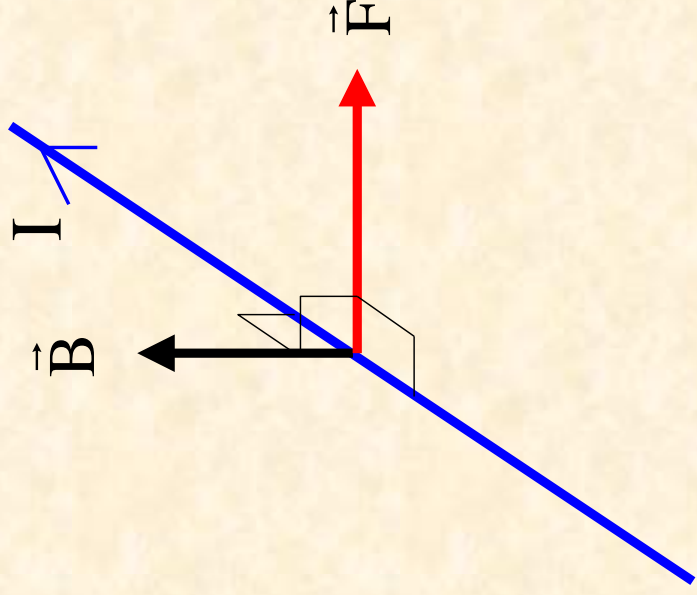


Correction

Loi de Laplace :

$$F = 6 \times 0,20 \times 1,2 = 1,44 \text{ N}$$

Sens de la force :



2- Flux d'un champ magnétique à travers une surface

Le sens du vecteur surface est donné par la règle de la main droite.

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = BS \cos \theta$$

Φ : flux magnétique en weber (Wb)

S : section en m^2

Le flux est maximal quand le champ est \perp à la surface.

Le flux est nul quand le champ est $//$ à la surface.

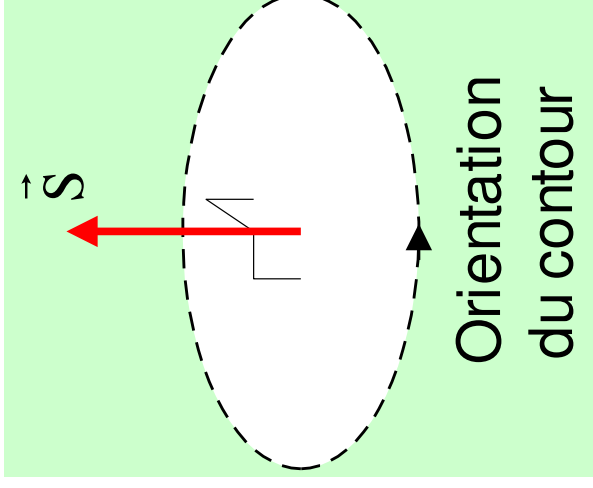
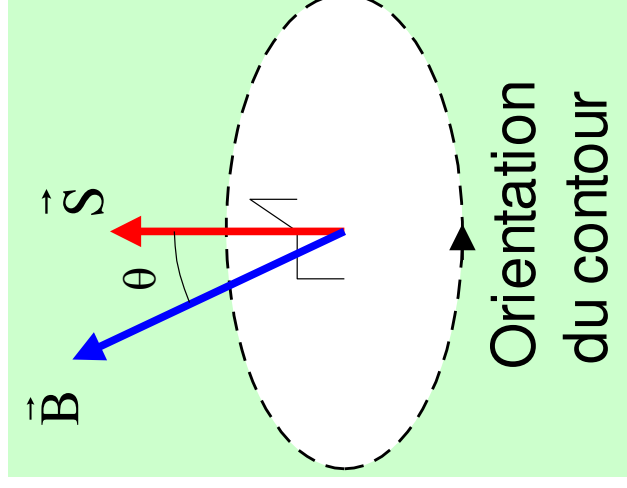


Fig. 2



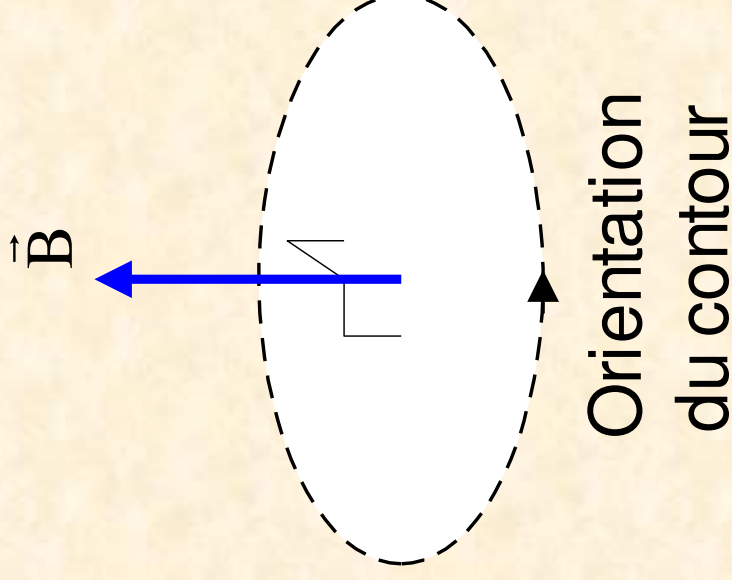
Application 02

On donne :

$$S = 100 \text{ cm}^2$$

$$B = 1,2 \text{ T}$$

Calculer le flux magnétique à travers la surface.



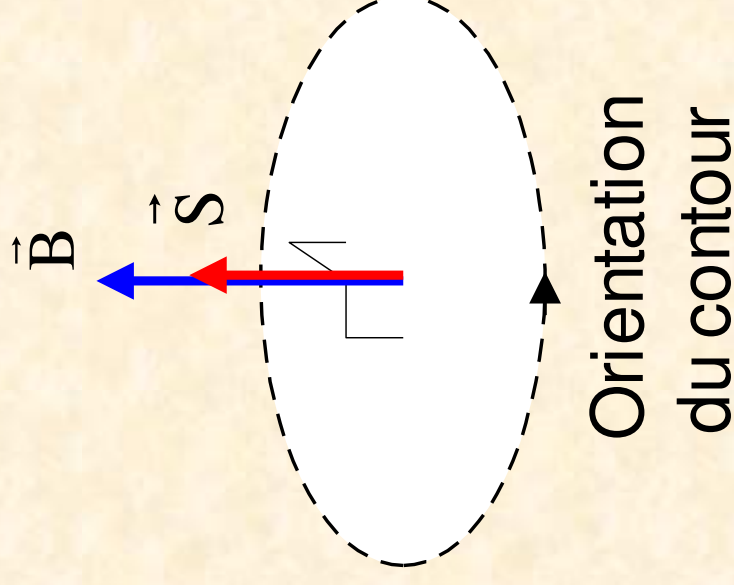
Correction

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = BS \cos(0^\circ)$$

$$\Phi = BS$$

$$= 1,2 \times 100 \times 10^{-4}$$

$$= 0,012 \text{ Wb}$$



- Flux embrassé par une bobine

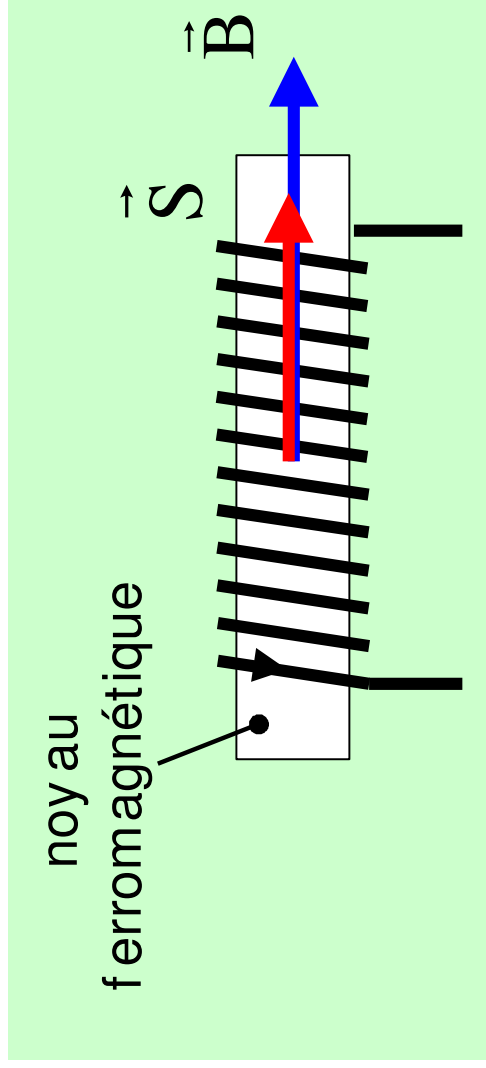


Fig. 3

$$\Phi = N \vec{B} \cdot \vec{S}$$

N : nombre de spires de la bobine

S : section d'une spire

- **Conservation du flux**

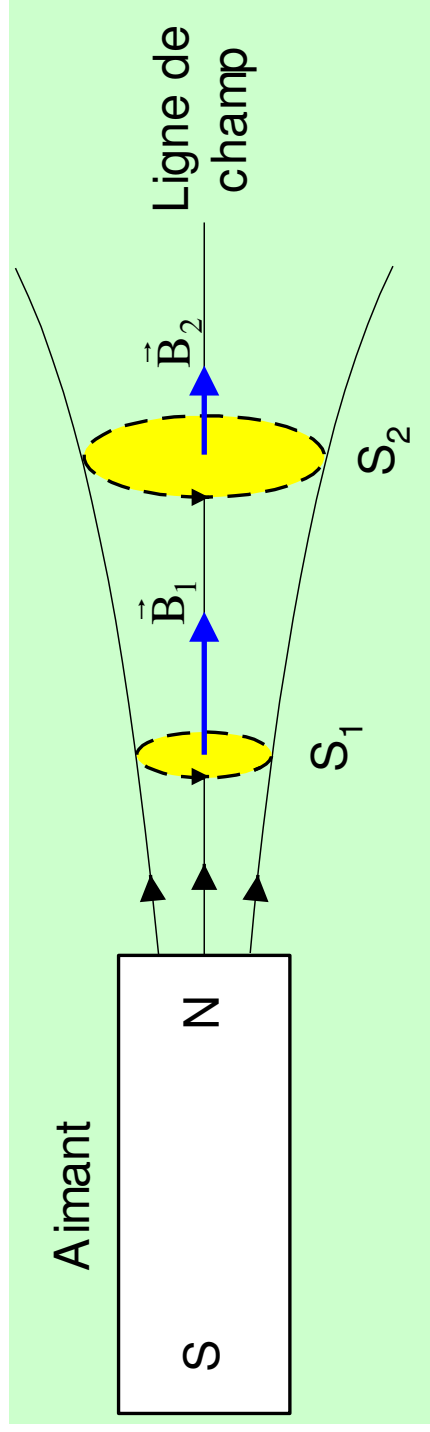


Fig. 4

$$\Phi_1 = B_1 S_1$$

$$\Phi_2 = B_2 S_2$$

Dans un tube de champ, le flux se conserve :

$$\Phi_1 = \Phi_2$$

$$S_2 > S_1 \Rightarrow B_2 < B_1$$

3- Phénomène d'induction électromagnétique

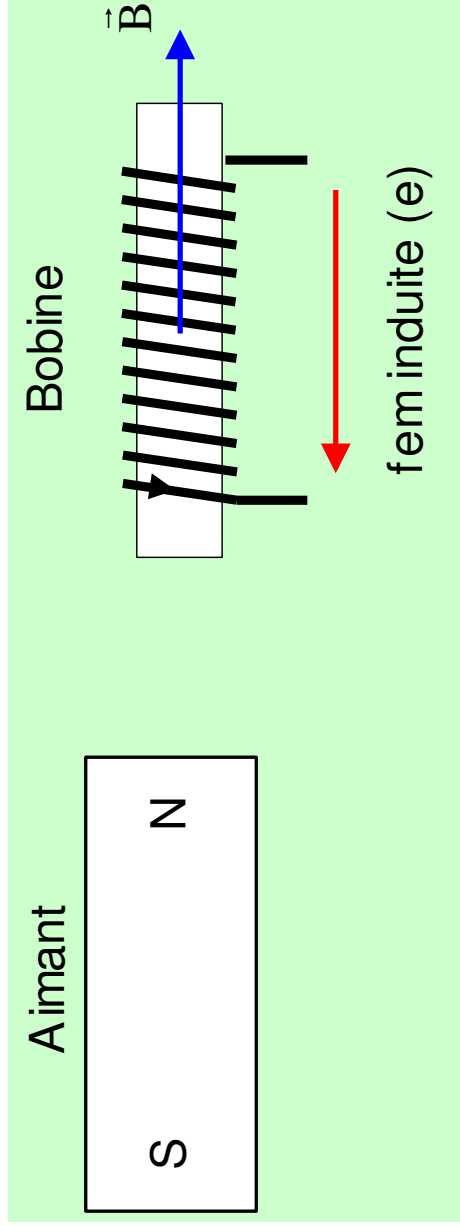


Fig. 5

Quand on déplace l'aimant, il apparaît une tension aux bornes de la bobine : c'est une **fem induite**.

Si on ferme la bobine, la fem induite engendre un courant.
On parle de ***courant induit*** :

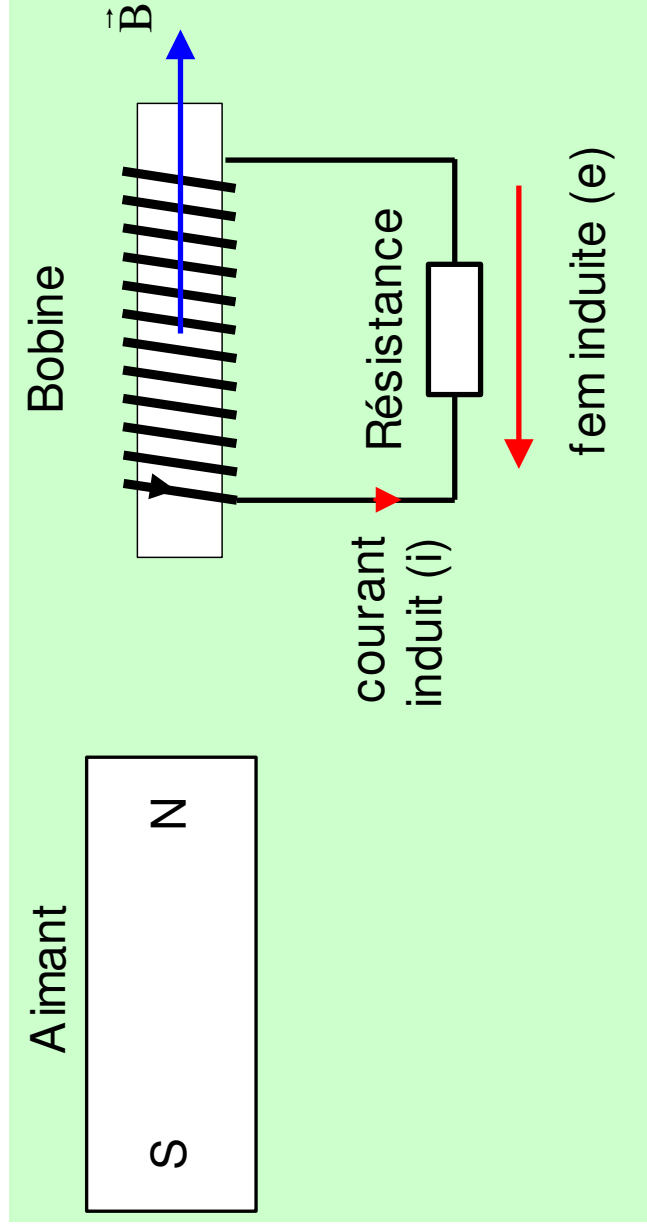


Fig. 6

• Loi de Faraday

Dans un circuit électrique qui est le siège d'une variation de flux magnétique, il se crée une fem induite e :

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

$$\Phi \nearrow \quad e < 0 \text{ V}$$

$$\Phi \searrow \quad e > 0 \text{ V}$$

N.B. Le sens de la flèche de e correspond au sens d'orientation du contour choisi pour le flux.

$$\text{Fem induite moyenne : } E_{\text{moy}} = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Application 03

- 1) On approche l'aimant.
Quel est le signe de la fem induite dans la bobine ?
- 2) On éloigne l'aimant.
Quel est le signe de la fem induite dans la bobine ?

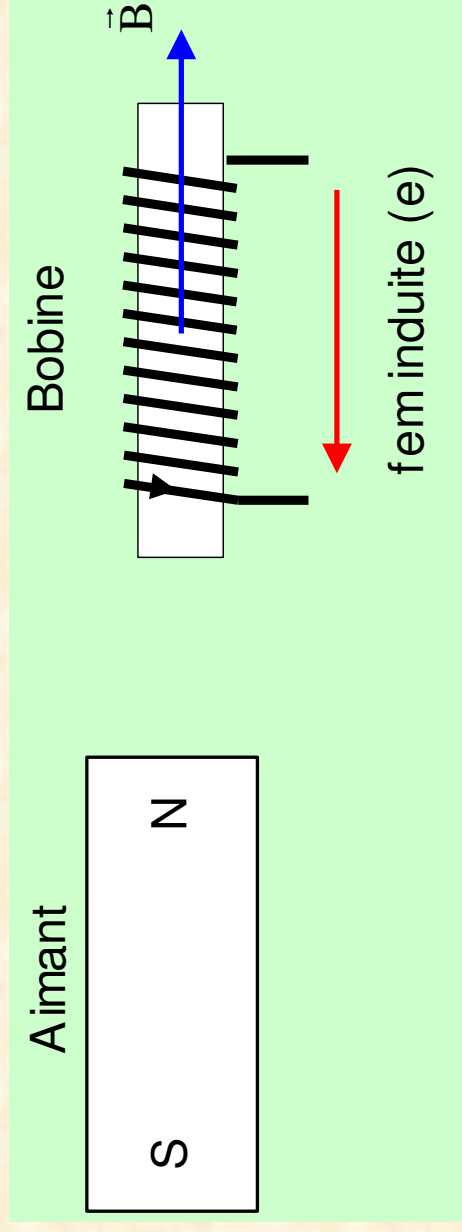


Fig. 5

Correction

1) On approche l'aimant.

$$\Phi = N \vec{B} \cdot \vec{S}$$

$$\Phi = NBS$$

$$B \nearrow \quad \Phi \nearrow \quad e < 0 \text{ V}$$

2) On éloigne l'aimant.

$$B \searrow \quad \Phi \searrow \quad e > 0 \text{ V}$$

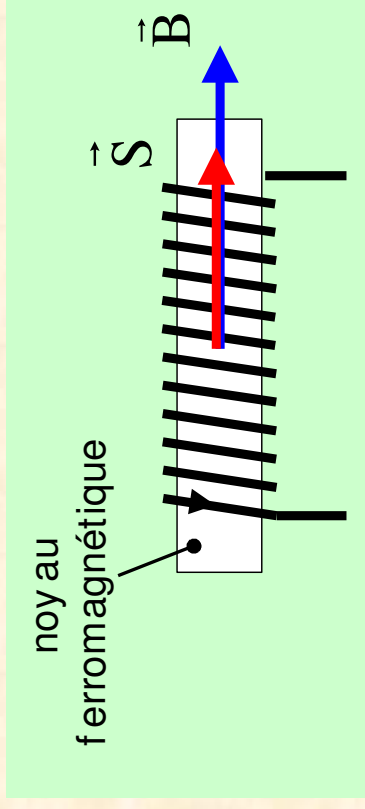
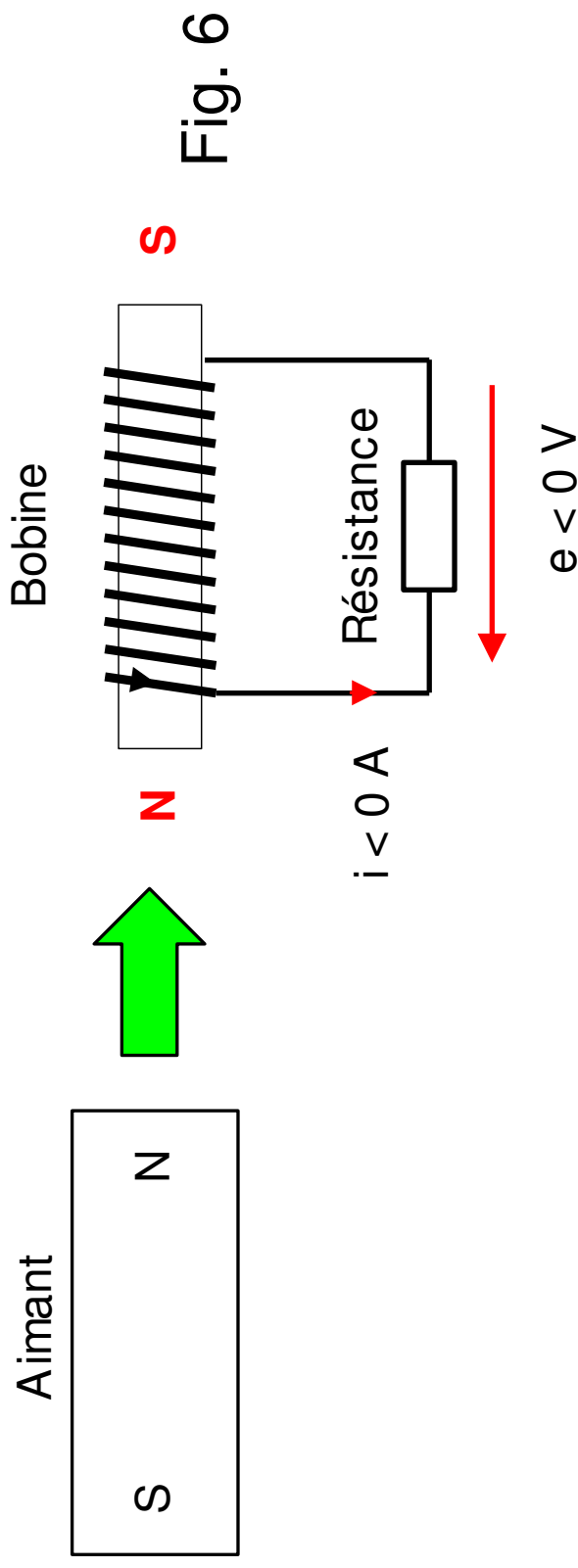


Fig. 3

- **Loi de Lenz**

Le courant induit, par ses effets, s'oppose aux causes qui lui ont donné naissance.

Exemple : on approche l'aimant

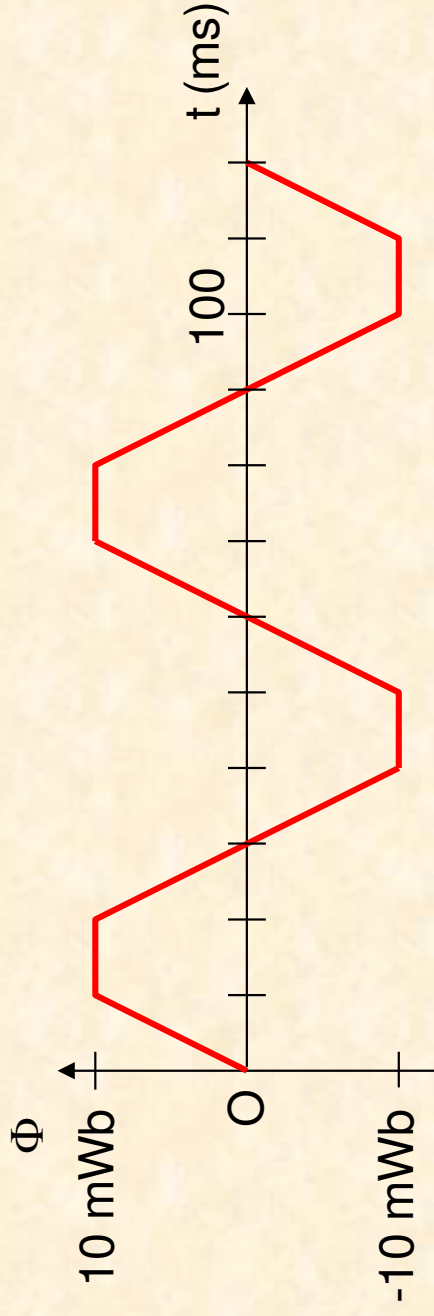


Le courant induit est tel que la polarité magnétique de la bobine s'oppose au rapprochement de l'aimant.

Application 04

Une spire d'un moteur électrique est en rotation dans un champ magnétique.

On donne le flux magnétique à travers la spire :



- 1) Dessiner la fem induite.
- 2) Calculer la vitesse de rotation (en tr/min)

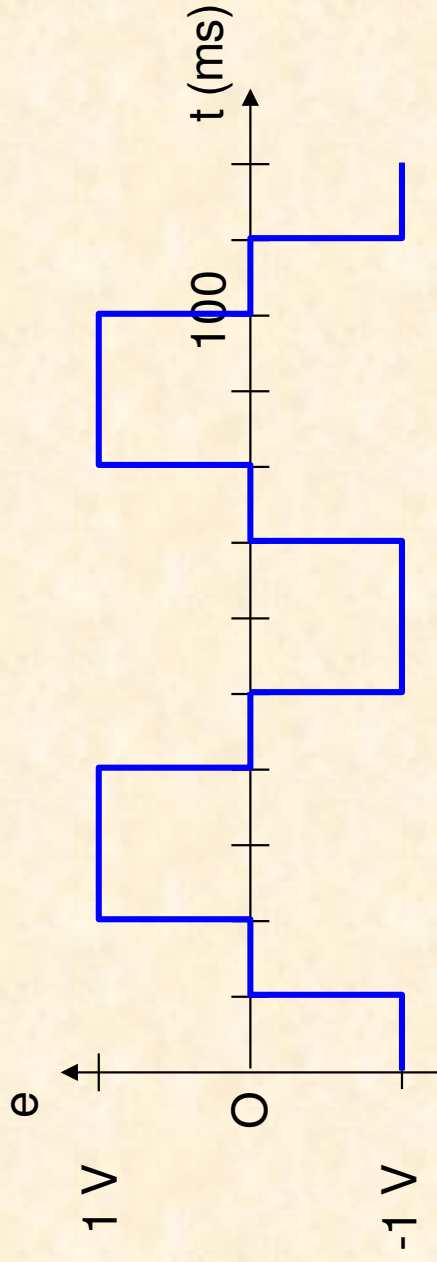
Correction

1)

$$\text{De } 0 \text{ à } 10 \text{ ms : } e = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{10 \text{ mWb} - 0 \text{ mWb}}{10 \text{ ms} - 0 \text{ ms}} = -1 \text{ V}$$

$$\text{De } 10 \text{ à } 20 \text{ ms : } e = -\frac{d\Phi}{dt} = 0 \text{ V}$$

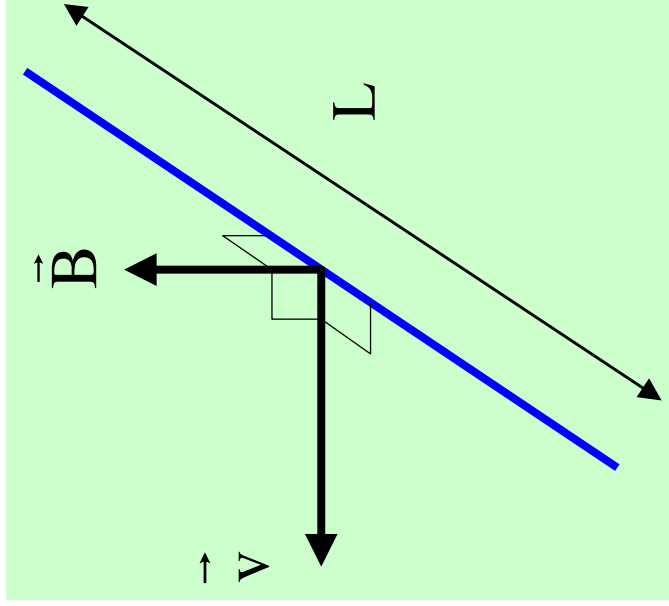
$$\text{De } 20 \text{ à } 40 \text{ ms : } e = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{-10 \text{ mWb} - 10 \text{ mWb}}{40 \text{ ms} - 20 \text{ ms}} = +1 \text{ V}$$



- 2) 1 tour en 60 ms
60 s / 60 ms = 1000 tr/min

- **Fem aux bornes d'un conducteur rectiligne**

Soit un conducteur rectiligne dans un champ magnétique et entraîné à la vitesse v :



Une fem induite apparaît entre les deux extrémités du conducteur.

On admet que :

$$|e| = BLv$$

Fig. 7

Application 05

Calculer la fem induite qui peut apparaître entre les ailes d'un avion de chasse.

On donne :

Envergure des ailes : 10 m

Vitesse : 1400 km/h

Champ magnétique terrestre : 20 μT

Correction

$$v = 1400 \text{ km/h} = (1400 / 3,6) \text{ m/s} = 389 \text{ m/s}$$

$$e = 20 \times 10^{-6} \times 10 \times 389 = 78 \text{ mV}$$

4- Courbe d'aimantation $\Phi(i)$ ou $B(H)$

- Bobine dans l'air

Une bobine parcourue par un courant crée son propre champ magnétique.

En l'absence de milieu ferromagnétique, le flux Φ à travers la bobine est proportionnel à l'intensité i du courant qui parcourt ce dernier.

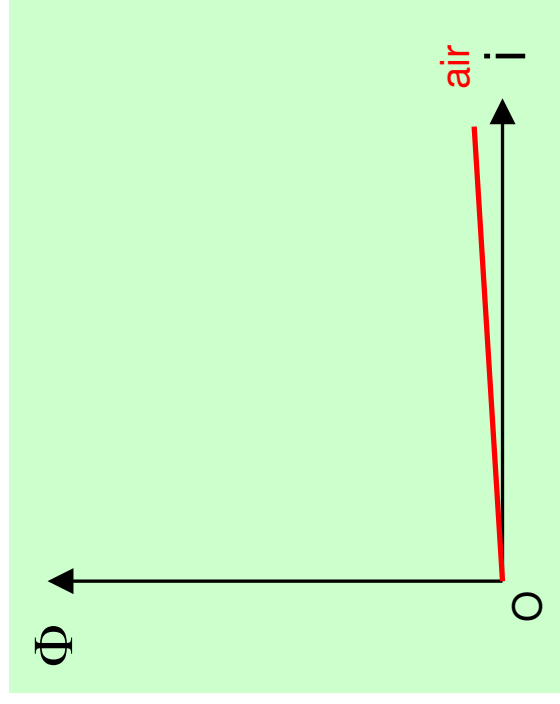


Fig. 8

- Bobine à noyau ferromagnétique

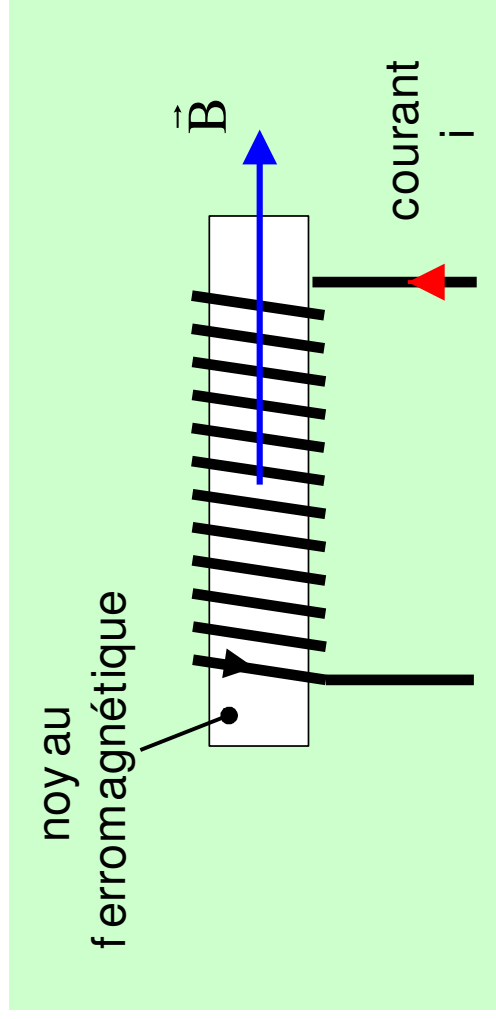


Fig. 9

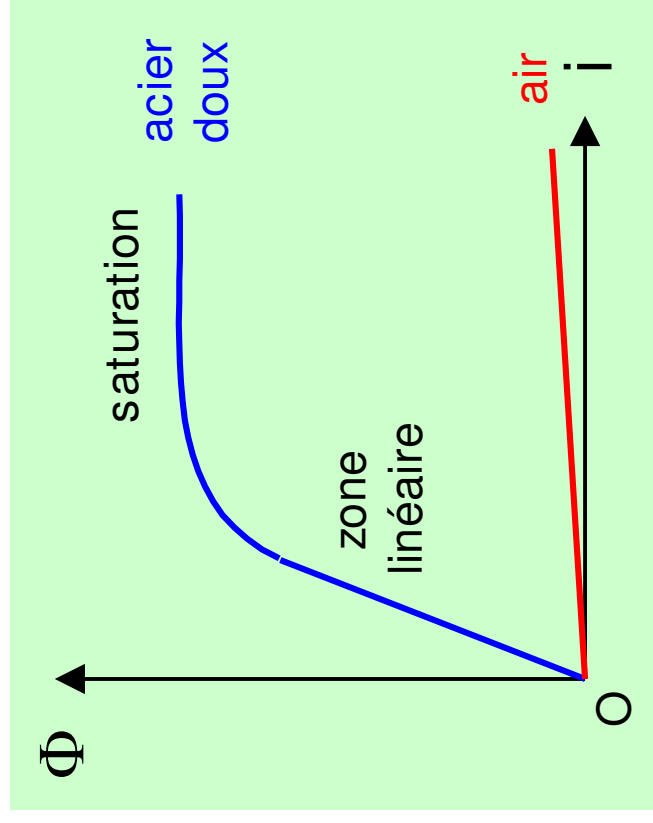


Fig. 8

Dans la zone linéaire, le flux Φ est proportionnel au courant.

N.B. Ce résultat se généralise à tous les circuits magnétiques.