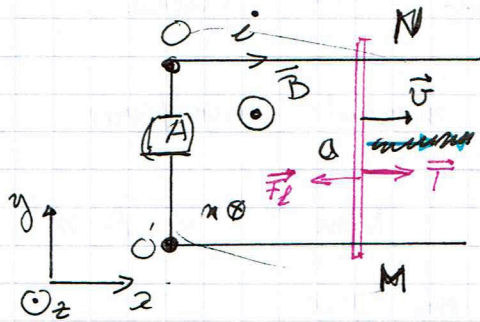


# 9 Conversion de puissance électromécanique

1

Illustration avec le rail de Laplace



rails de résistance négligeables

$\Rightarrow$  On mesure un courant en déplaçant la barre.

Le courant induit par  $\frac{d\Phi}{dt}$  est à l'origine d'une force de Laplace :

$$d\vec{F}_L = i d\vec{p} \wedge \vec{B}$$

ici  $\vec{F}_L = -i l \vec{N} \wedge \vec{B}$  ; opposé à  $\vec{T}$  (loi de Lenz)  
 $= -i a B \vec{e}_x$  la force de Traction

En faisant le PFD :  $m \frac{dv}{dt} = -i(t) \cdot a B + T$

Le schéma électrique équivalent est



La loi des mailles donne  $e(t) - R i(t) = 0$   $\phi = -bds$   
 et Faraday nous donne  $e(t) = - \frac{d\Phi}{dt} = B \cdot a v(t)$

$$\Rightarrow B \cdot a \cdot v(t) - R i(t) = 0$$

On exprime la puissance mécanique et électrique à partir de ces 2 équations

$$\Rightarrow \begin{cases} m \frac{dv}{dt} \cdot v = -i(t) a B \cdot v + T v \\ B a v \cdot i(t) - R i^2(t) = 0 \end{cases}$$

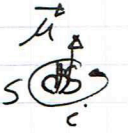
$$\Rightarrow T v(t) = m \frac{dv}{dt} \cdot v + R i^2$$

$$P_T = \frac{dE_m}{dt} + P_{Joul} = P_{électrique}$$

## Moteur à courant continu

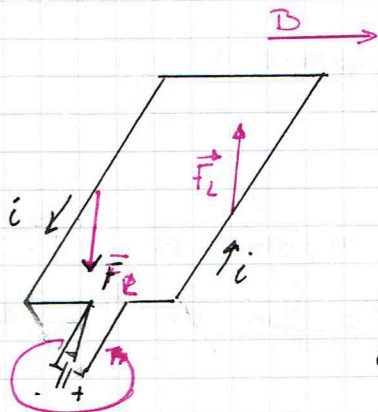
On cherche à appliquer un couple sur un moment magnétique pour le faire tourner :

Soit  $\vec{\mu}$  un moment magnétique



moment de force  $\vec{\tau} = \vec{\mu} \wedge \vec{B}$   $\text{Nm T}^{-1} = \text{A m}^2$

$\vec{\mu}$  va s'aligner avec  $\vec{B}$  puis ne bouge plus car  $\vec{\tau} = \vec{0}$  : cf boussole

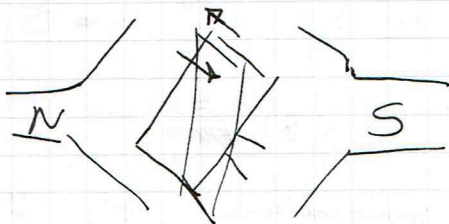


une boucle de courant dans

un champ  $\vec{B}$  subit un couple

Si on veut faire plus qu'un demi-tour, il faut inverser le courant  $\Rightarrow$  balais et collecteur  
voir slide

Le changement de sens du courant se fait quand la spire est verticale



$\Rightarrow$  inégalité du mouvement

$\Rightarrow$  Solution : 2 boucles au plus  
voir animation

⚠ On a négligé la force de retour produite par l'auto-induction dans la spire.

$\Rightarrow$  La spire en tournant induit un courant inverse voir animation



On peut faire un moteur universel avec du courant alternatif. Il faut que le champ permanent  $\vec{B}$  soit créé par le même courant alternatif que le rotor.

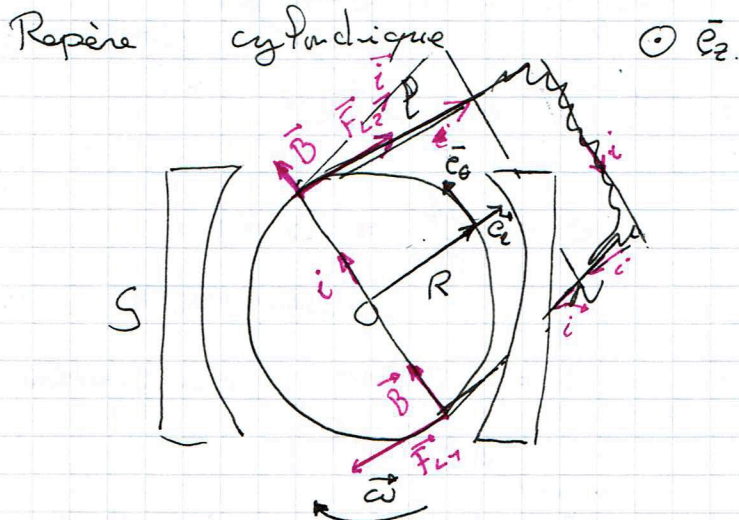
Caractéristiques PCC

Couple

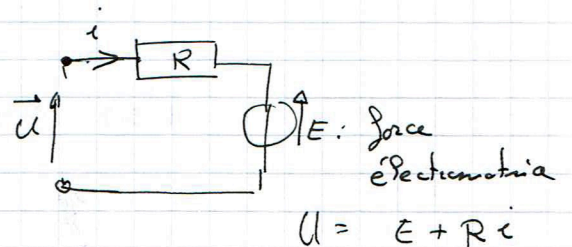
et

force électromotrice d'induction

1)



$$\vec{B} = \pm B \vec{e}_z$$



Le couple sur le rotor est

$$\begin{aligned} \vec{C}_{EM} &= -R \vec{e}_z \wedge \vec{F}_{L1} + R \vec{e}_z \wedge \vec{F}_{L2} \\ &= -R \vec{e}_z \wedge (I \rho \vec{e}_z \wedge \vec{B}) + R \vec{e}_z \wedge (-I \rho \vec{e}_z \wedge \vec{B}) \\ &= -R \vec{e}_z \wedge (I \rho \vec{e}_z \wedge B (-\vec{e}_z)) + R \vec{e}_z \wedge (I \rho \vec{e}_z \wedge B \vec{e}_z) \\ &= I R \rho B \vec{e}_z \wedge \vec{e}_\theta + I R \rho B \vec{e}_z \wedge (-\vec{e}_\theta) \\ &= -2 I R \rho B \vec{e}_z = C_{EM} \vec{e}_z \end{aligned}$$

$$\Rightarrow C_{EM} = - \underbrace{2 R \rho B}_{m^2 T : \text{flux}} I = -\phi I \quad N \cdot m$$

$$\Rightarrow \phi = \text{cst} \Rightarrow \underline{C_{EM} \propto I}$$

Si on considère des frottements au brossage  $+ \vec{e}_\theta$

$$C = -C_{EM} + C_R = -\phi I + C_R$$

2)

# Force électromotrice d'induction

On a  $P_m + P_e = 0$

avec  $P_m = \vec{E} \cdot \vec{\omega} = \phi I \omega + C_{En} \omega$   
 $= \phi I \omega - RI^2$

La puissance électrique est  $P_e = U \cdot i = \cancel{E} + Ri$  avec  $U = E + Ri$   
 $\Rightarrow P_e = Ei + Ri^2$

On a vu que

$$e = -\frac{d\phi}{dt} = B \rho v$$

$$= B \rho \omega r$$

dans notre cas  $e = 2 B \rho v$  car rotation

2 barres  
sur barre

$$= 2 B \rho \omega r$$

$$= 2 B \rho r \omega = \phi \omega$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{e = \phi \omega}}$$