

# LP8 Conversion de puissance électromécanique

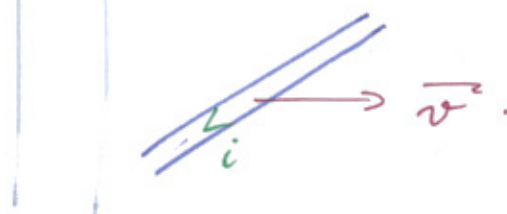
(1)

## Niveau

Prérequis : induction, force de Laplace, mécanique, élec

I - Principes généraux.1.1. Relation fondamentale.

"Considérons un fil conducteur"  
dans un champ  $\vec{B}$  constant ici



- Du fait de la vitesse, il suit le champ électromoteur

$$\vec{E}_m = -\cancel{\frac{\partial A}{\partial t}} + \vec{v} \wedge \vec{B}$$

$\searrow \neq 0$

donnant la f.e.m.

$$de = \vec{E}_m \cdot d\vec{l}$$

- Il suit aussi la force de Laplace, de puissance

$$\begin{aligned} d\mathcal{P}_L &= d\vec{f}_L \cdot \vec{v} \\ &= I(d\vec{l} \wedge \vec{B}) \cdot \vec{v} \\ &= \underbrace{-I(\vec{v} \wedge \vec{B})}_{\substack{\text{produit} \\ \text{mixte}}} \cdot d\vec{l} \\ &= -I \underbrace{(\vec{v} \wedge \vec{B})}_{\vec{E}_m} \cdot d\vec{l} \end{aligned}$$

$$d\mathcal{P}_L = -\underbrace{I de}_{d\mathcal{P}_e} \rightarrow \text{puissance électrique}$$

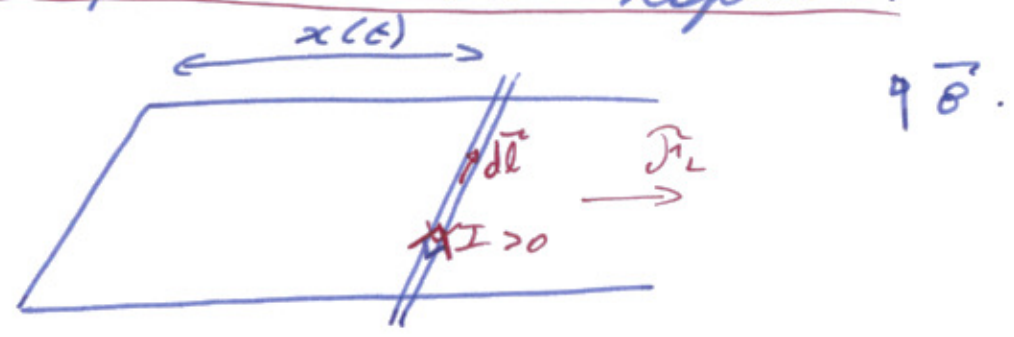
$$\Rightarrow \boxed{\mathcal{P}_L + \mathcal{P}_e = 0.}$$

relation fondamentale de la conversion.

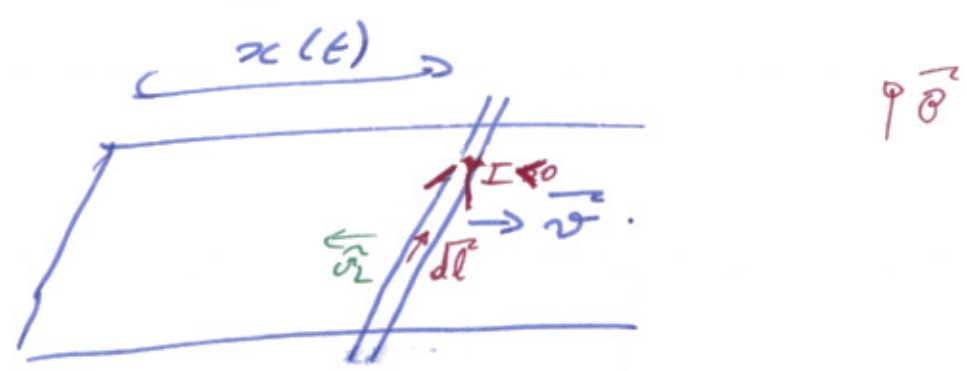
→ conversion de puissance élec en puissance mécanique et vice et versa. par des phénomènes inductif → champ  $\vec{B}$ !

Interprétation: "ce qui est fourni en puissance élec à un système est converti via les forces de Laplace en puissance méca. <sup>ou prise de la f.e.m. qui s'oppose au courant</sup> & ce qui est fourni en puissance méca est transformé en puissance élec par induction".

### 4.7. Exemple du rail de Laplace.



moteur • si on fait circuler un courant  
→ force de Laplace déplace le barreau.  
ou prise de lutter contre la fem induit par l'induction car  $S$  varie.



générateur • si impose un mot (var  $S$ )  
→ courant induit ou circuit ou coût de devoir lutter contre la force de Laplace associée à la conutation du courant.

## II - Moteur synchrone.

### 2.1. Structure.

→ slides

→ slides image

com sur  
ferro pour  
analyser



Un moteur est composé d'une partie statique (stator) et d'une partie tournante (rotor).

Stator: ensemble de bobines créant un champ tournant  $\vec{B}_s$

Rotor: boucle de courant alimentée par un courant continu  $\rightarrow$  électroaimant

$\hookrightarrow$  "subit une force de Laplace de la part de  $\vec{B}_s$ "

OU de manière équivalente aimant permanent de moment  $\vec{M}_R$  car  $\vec{M}_R = I \vec{S}$ .

### 2.2. Stator



$\rightarrow$  cf slide.

"  $\frac{2\pi}{3}$  entre chaque bobine "

" Chaque bobine est déphasé de  $\frac{2\pi}{3}$  "

"  $\hat{m}$  amplitude



(5)

$$\begin{aligned}\vec{B}_S &= \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 \\ &= B_S \left[ \cos \omega t \vec{n}_1 + \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) \vec{n}_2 + \cos\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right) \vec{n}_3 \right]\end{aligned}$$

$$\xrightarrow{C} \vec{B}_S = \operatorname{Re}(\underline{B}_S) \vec{e}_x + \operatorname{Im}(\underline{B}_S) \vec{e}_y.$$

$$\text{avec } \vec{e}_x = \vec{n}_1$$

$$\underline{n}_2 = e^{i\frac{2\pi}{3}} = a$$

$$\underline{n}_3 = e^{i\frac{4\pi}{3}} = a^2$$

$$\begin{aligned}\rightarrow \underline{B}_S &= B_S \left( \frac{e^{j\omega t} - e^{-j\omega t}}{2} + \frac{e^{j\omega t - j\frac{2\pi}{3}} - e^{-j\omega t + j\frac{2\pi}{3}}}{2} a \right. \\ &\quad \left. + \frac{e^{j\omega t - j\frac{4\pi}{3}} - e^{-j\omega t + j\frac{4\pi}{3}}}{2} a^2 \right)\end{aligned}$$

$$= \frac{B_S}{2} \left( e^{j\omega t} - e^{-j\omega t} + e^{j\omega t} - e^{-j\omega t + j\frac{4\pi}{3}} + e^{j\omega t} - e^{-j\omega t + j\frac{2\pi}{3}} \right)$$

$$= \frac{B_S}{2} \left( 3e^{j\omega t} + e^{-j\omega t} \underbrace{(1 + a + a^2)}_{=0} \right)$$

$$\underline{B}_S = B_S \frac{3}{2} e^{j\omega t}$$

$$2^\circ \text{ on } \boxed{\vec{B}_S = B_S \frac{3}{2} (\cos \omega t \vec{e}_x + \sin \omega t \vec{e}_y)}$$

"Les trois bobines sont équivalentes à un champ tournant à  $\omega$ ".

Rq: Sur manière autre de faire ça  $\rightarrow$  en slide



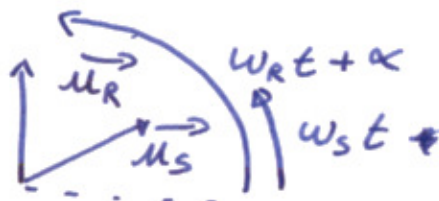
### 2.3. Action sur le rotor

(6)

→  $\vec{I} \rightarrow \vec{S} \rightarrow \vec{M}$  moment magnétique permanent.

Version ancien prog: RP  $\rightarrow$  tourne à  $\omega_R$  et  $\omega_S$ .

$$\begin{aligned}\vec{I} &= \vec{M} \wedge \vec{B} \\ &= \frac{3}{2} M B_S \vec{u}_{\theta_S} \wedge \vec{u}_{\theta_R}\end{aligned}$$



$$\vec{I} = \frac{3}{2} M B_S \sin[(\omega_R - \omega_S)t + \alpha] \cdot \vec{u}_h$$

→ La moyenne temporelle du moment est non nulle ssi  $\boxed{\omega_R = \omega_S}$  condition de synchronisme.

$$\rightarrow \boxed{|\vec{I}| = \frac{3}{2} M B_S \sin \alpha}$$

### 2.4. Mise en pratique

exp: verif que  $\omega_R = \omega_S$

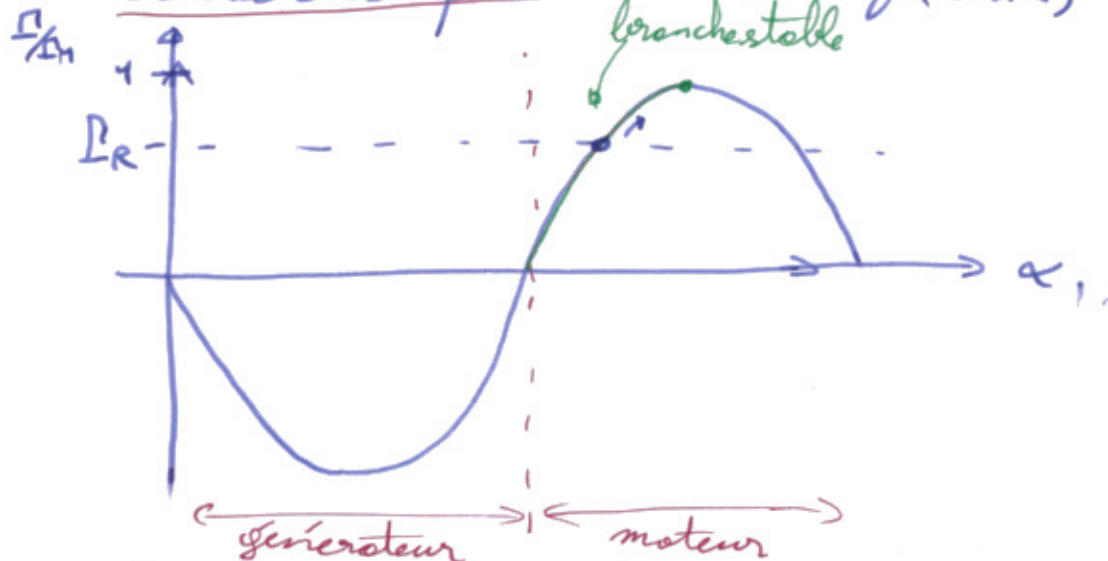
Herion mousea prog- → sur slide.

(6b)

### III - Propriétés de la machine synchrone.

(7)

#### 3.1. Caractéristique $\rightarrow \Gamma = f(\sin \alpha)$



$\alpha$  est définie par la charge que l'on met au moteur, si  $\Gamma_R = 0 \rightarrow \alpha = 0$  (pas de couple nécessaire à maintenir le mot).

Plus  $\Gamma_R \uparrow$ , plus couple nécessaire  $\rightarrow \alpha$  grand  
"plus grand déphasage entre rotor et stator".

Stabilité: on perturbe  $\alpha$ , e.g.  $\alpha \uparrow$ ,  $\Gamma \uparrow$  et permet de retrouver le retard.  $\hat{\alpha}$  retard

#### 3.2. Bilan de puissance