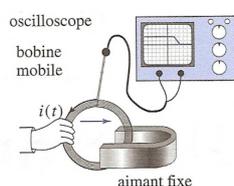


## Induction électromagnétique

### 2 - Circuit mobile B Stationnaire



		1
<b>1</b>	<b>Induction de Lorentz</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Conversion électromécanique de puissance : rails de Laplace - générateur</b>	<b>1</b>
2.1	Analyse qualitative . . . . .	1
2.2	Fem induite et circuit électrique . . . . .	2
2.3	Equation électrique . . . . .	3
2.4	Force de Laplace et équation mécanique . . . . .	4
2.5	Bilan de puissance . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Conversion électromécanique de puissance : rails de Laplace - moteur</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Freinage par induction</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Alternateur</b>	<b>9</b>
5.1	Analyse qualitative . . . . .	9
5.2	Force électromotrice induite et équation électrique . . . . .	9
5.3	Moment des forces de laplace et équation mécanique . . . . .	10
5.4	Cas du régime sinusoïdal . . . . .	10

## 1. Induction de Lorentz

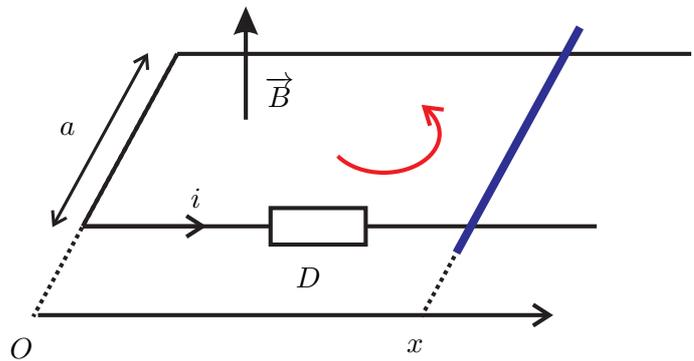
Lorsqu'un circuit est mobile dans un champ magnétique stationnaire, il est le siège d'un phénomène d'induction, appelé induction de Lorentz, régi par la loi de Faraday :

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

où  $\Phi$  désigne à chaque instant le flux de  $\vec{B}$  à travers le circuit.

## 2. Conversion électromécanique de puissance : rails de Laplace - générateur

Deux rails conducteurs parallèles sont placés dans une région de l'espace où règne un champ magnétique stationnaire orthogonal au plan des rails. Une tige conductrice dont la largeur correspond à l'écartement des rails glisse sans frottement. Cette tige reste orthogonale aux rails et au champ magnétique  $\vec{B}$ .



L'orientation du circuit fixe :

- le sens de l'intensité  $i$  du courant parcourant le circuit.
- l'orientation de la normale  $\vec{n}$  à la surface du circuit.

Le circuit considéré est rectangulaire.

### 2.1. Analyse qualitative

On considère qu'à l'instant initial, la tige est en mouvement.

- Au fur et à mesure du déplacement de la tige, l'aire du circuit varie ce qui entraîne une variation du flux à travers le circuit : **Phénomène d'induction de Lorentz.**
- Il apparaît alors une fem induite  $e$  dans le conducteur. (cette fem sera placée dans le schéma équivalent électrique).
- Le circuit constitué de la résistance, des rails, et de la tige est fermé et conducteur. Il apparaît alors un courant induit  $i$  dans le circuit.
- La présence de ce courant induit  $i$  dans une zone où règne le champ magnétique  $\vec{B}$  est à l'origine d'une force de Laplace  $\vec{F}_L$  qui s'applique sur la tige (les rails étant fixés).
- Règle de la main droite :  $\vec{F}_L$  s'oppose au mouvement de la tige : **loi de Lenz.**

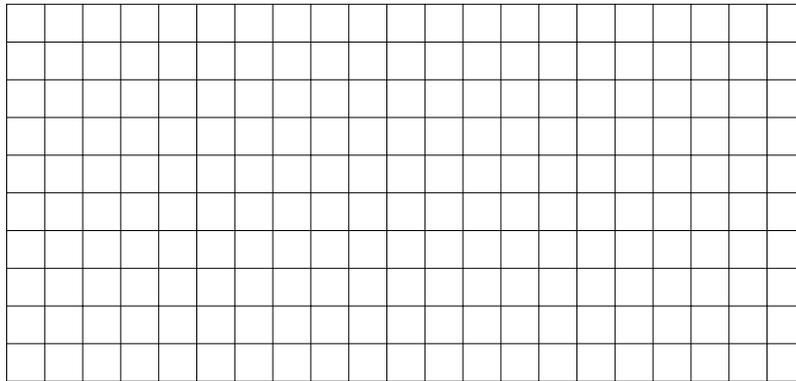






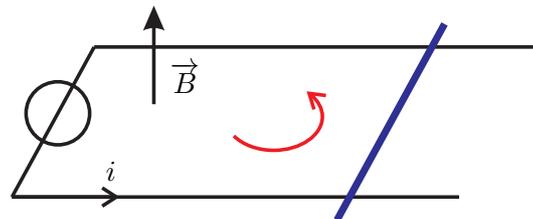
Lors d'un couplage électromécanique, il n'y a pas de modification de l'énergie totale, seulement conversion d'une forme à une autre :

$$\mathcal{P}_{\text{Lap}} + \mathcal{P}_{\text{Far}} = 0$$

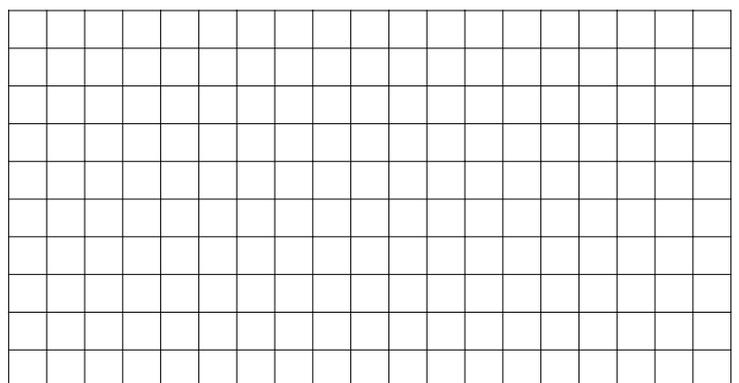


### 3. Conversion électromécanique de puissance : rails de Laplace - moteur

Un générateur fait circuler un courant dans le circuit. Une force de Laplace apparaît et peut mettre en mouvement la tige. Cette tige peut entraîner une charge mécanique.



.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....



La puissance cédée sous forme électrique par le générateur va être convertie en puissance perdue par effet Joule et en puissance mécanique. Cette puissance mécanique pourra

- accroître l'énergie cinétique du système (phase de démarrage, d'accélération).
- être dissipée sous forme de chaleur dans les frottements mécaniques.
- être cédée à la charge mécanique (puissance acoustique d'un haut-parleur).

.....  
 .....  
 .....





#### 4. Freinage par induction

Dans le cas des rails de Laplace, la force de Laplace peut se mettre sous la forme :

$$\vec{F}_L = -\frac{(Ba)^2}{R} \vec{v}.$$

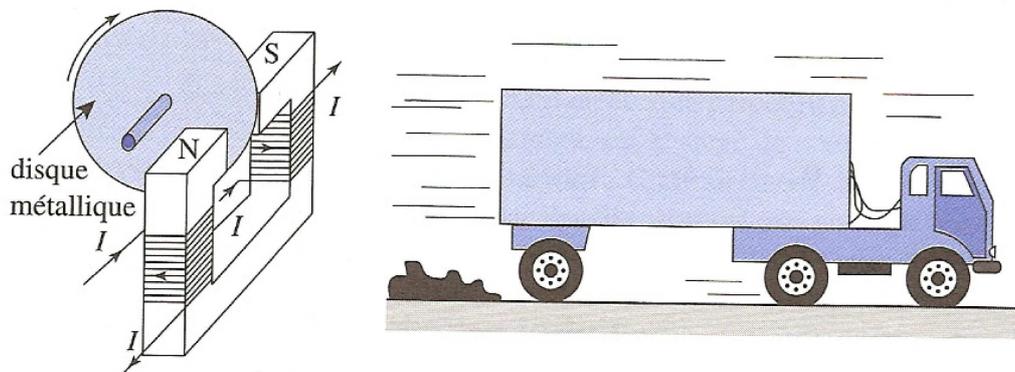
La force de Laplace est de direction opposée à celle de la vitesse : c'est une force de freinage.

Dans tous les dispositifs où il y a conversion de puissance mécanique en puissance électrique, l'action mécanique des forces de Laplace est une action de freinage.

##### ▪ Courants de Foucault

Lorsque le conducteur en mouvement n'est plus filiforme, mais en formé d'un bloc métallique, si la modélisation des phénomènes d'induction développée dans ce cours n'est plus valable en détail, les phénomènes physiques restent les mêmes. Par exemple lorsqu'on applique un champ magnétique  $B$  à une roue de voiture constituée d'un bloc métallique massif :

- ◇ la roue devient un circuit mobile dans un champ magnétique stationnaire, de fém sont induites.
- ◇ la roue étant conductrice, des courants sont induits. Ces courants répartis dans tout le volume du conducteur sont nommés courants de Foucault.
- ◇ les courants de Foucault créent avec le champ magnétique des efforts de Laplace qui s'opposent au mouvement de la roue : la roue est freinée.



Lorsqu'aucun courant ne circule dans l'électro-aimant, le disque tourne librement. Par contre dès que l'électro-aimant est excité le disque est freiné. En effet, le champ magnétique permanent ainsi créé est à l'origine d'une force de Laplace qui s'oppose au mouvement qui lui donne naissance. Ce type de freinage est utilisé pour les TGV et certains poids lourds.





