

# Conversion de puissance électromécanique

## Plan du cours

### I Principe de la conversion de puissance

- I.1 Les rails de Laplace vus comme un moteur
- I.2 Les rails de Laplace vus comme un générateur
- I.3 Caractéristiques générales de la conversion électromécanique

### II Modélisation d'un haut-parleur ... ou d'un micro

- II.1 Modélisation
- II.2 Mise en équation
- II.3 Bilan de puissance

### III Convertisseurs en rotation dans un champ fixe

- III.1 Exemple de principe : modèle d'alternateur
- III.2 Machine à courant continu à entrefer plan (à rayons)
- III.3 Machine à courant continu à entrefer cylindrique (à spires)

### IV Convertisseurs en rotation dans un champ tournant

- IV.1 Production d'un champ magnétique tournant
- IV.2 Machine synchrone
- IV.3 Machine asynchrone

## Ce que vous devez savoir et savoir faire

Seuls deux exemples doivent pouvoir être traités de manière autonome : les rails de Laplace (modèle de système en translation) et la spire rectangulaire soumise à un champ magnétique extérieur uniforme et en rotation à vitesse angulaire constante autour d'un axe fixe orthogonal au champ magnétique (modèle de système en rotation). Le principe de fonctionnement d'un haut-parleur doit être connu qualitativement. Tous les autres systèmes doivent être décrits avec une précision suffisante.

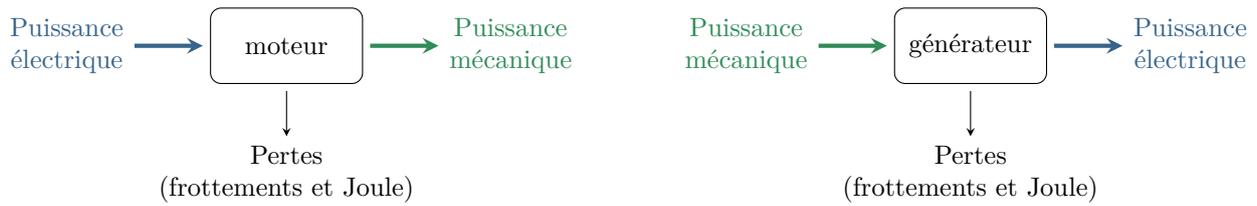
- ▷ Analyser le fonctionnement d'une machine électromécanique réelle ou simplifiée à partir de sa description.
- ▷ Interpréter qualitativement les phénomènes observés, notamment en termes de f.é.m. induite, d'actions de Laplace et à partir de la loi de Lenz.
- ▷ Établir les équations électrique et mécanique en précisant les conventions de signe.
- ▷ Établir et interpréter un bilan de puissance ou d'énergie.
- ▷ Utiliser la relation entre la puissance des actions de Laplace et la puissance électrique induite.
- ▷ Décrire un dispositif permettant de produire un champ magnétique tournant.
- ▷ Connaître l'effet moteur d'un champ tournant.
- ▷ Expliquer l'origine des courants de Foucault et en connaître des exemples d'utilisation.
- ▷ Connaître des applications de la conversion électromécanique dans le domaine de l'industrie ou de la vie courante.

## Questions de cours pour les colles

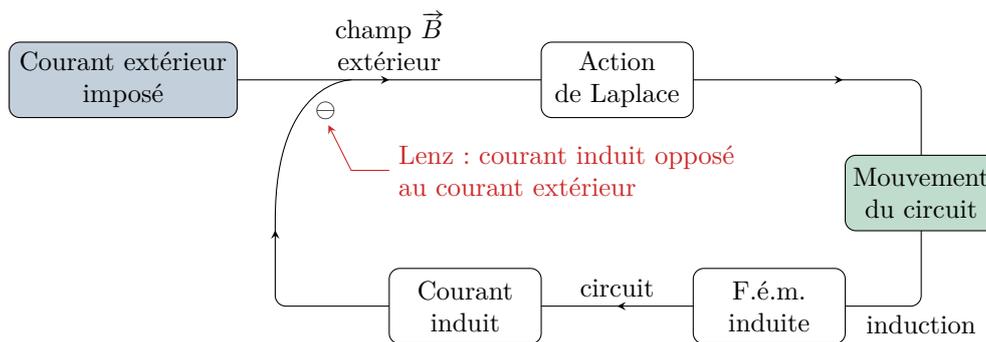
- ▷ Établir les équations électrique et mécanique des rails de Laplace utilisés comme un générateur ou comme un moteur. En déduire un bilan de puissance.
- ▷ Établir les équations électrique et mécanique de l'alternateur utilisé comme un générateur. En déduire un bilan de puissance.
- ▷ Expliquer qualitativement le fonctionnement d'une machine à courant continu à entrefer plan utilisée en moteur ou en générateur. La structure du moteur doit être rappelée par l'interrogateur.
- ▷ Présenter un dispositif permettant de produire un champ magnétique tournant.

## Synthèse : analyses qualitatives

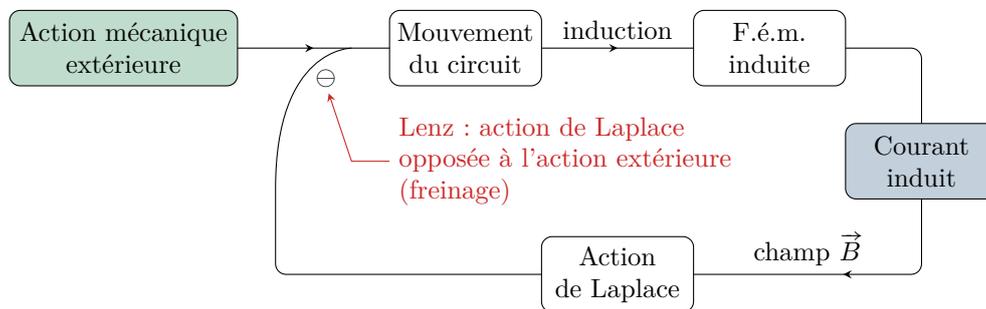
Les schémas présentés ci-dessous se veulent très généraux ... mais demandent donc d'être adaptés au cas par cas. Ils ont l'intérêt de mettre en évidence la réversibilité de la conversion électromécanique.



**Figure 1 – Deux types de conversion.** Un convertisseur électromécanique peut être utilisé comme un moteur ou comme un générateur. Seul change le sens de conversion d'énergie.



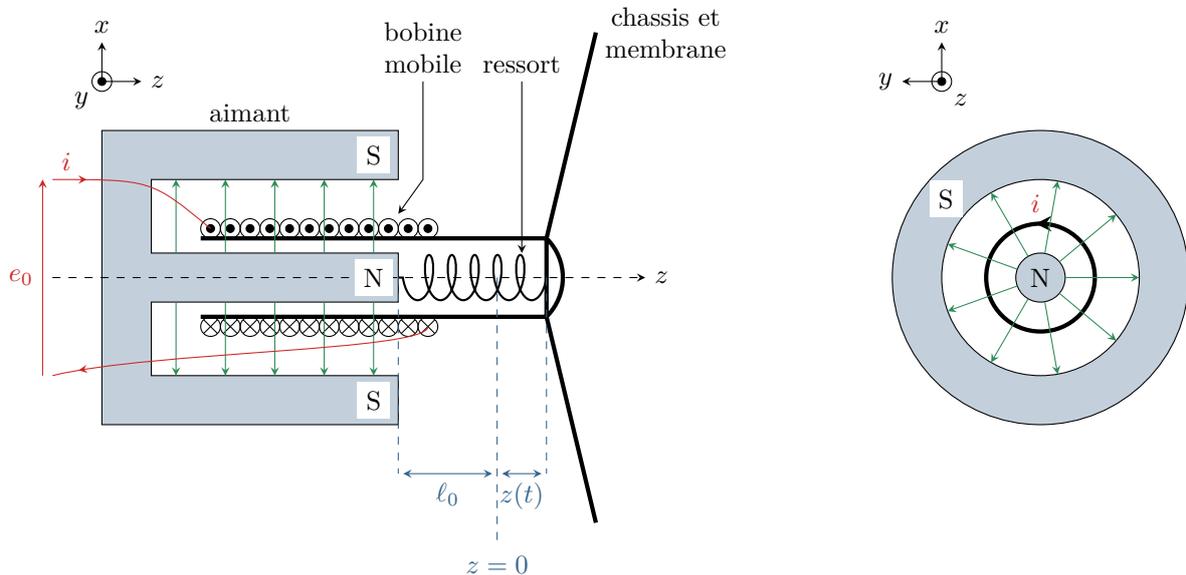
**Figure 2 – Schéma de rétroaction d'un moteur.** La grandeur fournie au convertisseur est un courant électrique, la grandeur récupérée est l'action mécanique permettant la mise en mouvement du circuit.



**Figure 3 – Schéma de rétroaction d'un générateur.** La grandeur fournie au convertisseur est l'action mécanique permettant la mise en mouvement du circuit, la grandeur récupérée est le courant électrique induit dans le circuit.

## Document : Structure d'un haut-parleur électrodynamique

Un haut-parleur est composé d'un aimant permanent fixe, dont la géométrie permet de produire un champ magnétique radial de norme constante,  $\vec{B} = B\vec{e}_r$ , représenté par les flèches vertes en traits fins sur la figure 4. Une membrane est reliée mécaniquement à cet aimant par une suspension appelée le « spider », modélisée par un ressort de longueur à vide  $\ell_0$  et de raideur  $k$ . Un châssis mobile cylindrique portant un bobinage de longueur totale  $\ell_{\text{bob}}$  ( $\ell_{\text{bob}}$  tient compte à la fois du rayon du bobinage et du nombre de spires bobinées) peut se déplacer dans l'entrefer de l'aimant. Un générateur extérieur impose une tension de commande  $e_0$ , et donc un courant  $i$  circule dans la bobine. La membrane est alors mise en mouvement sous l'effet des forces de Laplace, et crée une onde de pression : le son.



**Figure 4 – Schéma de principe d'un haut-parleur électrodynamique.** Vue en coupe et vue de face d'un haut-parleur simplifié.