

# Principe de conversion électromécanique

## I. Introduction

L'énergie électrique est une forme secondaire d'énergie qui ne présente que fort peu d'utilisation directe. En revanche, elle est une forme intermédiaire très intéressante par sa facilité de transport, sa souplesse et ses possibilités de conversion. Il faut savoir que 95% de la production d'énergie électrique résulte d'une conversion mécanique – électrique.

La conversion électromécanique joue un rôle important dans les domaines aussi variés que la traction électrique (transports publics, voitures électriques et hybrides), les machines-outils, la production alimentaire, la microélectronique, ...

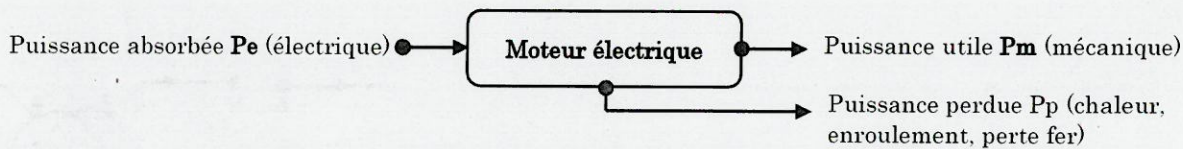


## II. Conversion d'énergie

Un convertisseur électromagnétique ou "machine tournante" effectue une transformation entre l'énergie électrique et l'énergie mécanique. Deux régimes de fonctionnement peuvent alors exister :

### 1. Fonctionnement MOTEUR

Lorsqu'une machine fonctionne en moteur, l'énergie entrée est une énergie électrique et elle est convertie à une énergie mécanique de rotation. Comme la montre dans la figure en bas.



**Le principe de conservation de l'énergie** peut s'énoncer de la manière suivante :

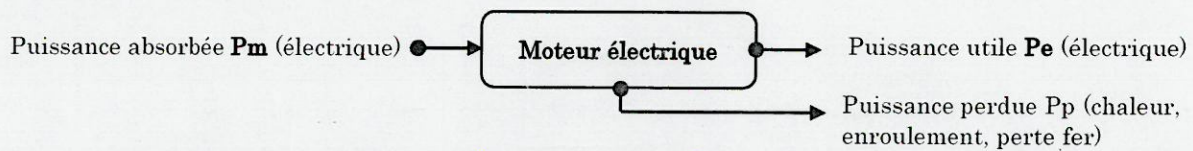
L'énergie totale reçue par un système est égale à la somme des énergies restituées par ce système : .....

$$P_e = P_m + P_p$$

On peut définir le rendement :  $\eta = \frac{\text{Puissance utile}}{\text{Puissance absorbée}} = \frac{P_u}{P_a} = \frac{P_m}{P_e}$

### 2. Fonctionnement GENERATEUR

Lorsqu'une machine fonctionne en générateur, l'énergie entrée est une énergie mécanique de rotation et elle est convertie en énergie électrique de rotation. Comme la montre dans la figure en bas.



Le rendement, s'exprime par :  $\eta = \frac{P_e}{P_m + P_p} = \frac{P_e}{P_m}$

### 3. Expression des puissances

- Puissance mécanique  $P_m$  :  $P_m = C_u \cdot \Omega$  ( $P_m [W]$ ,  $C_u (Nm)$ ,  $\Omega (rad/s)$ )
- Puissance électrique en régime continu :  $P_e = U \cdot I$
- Puissance électrique en régime alternatif :  $P_e = U \cdot I \cdot \cos \varphi$
- Puissance de perte dans les machines tournantes :

En réalité, les pertes dans les machines électriques sont généralement dues :

- Aux pertes ferromagnétiques  $P_{fer}$  (hystérésis  $P_H$  et courant de Foucault  $P_F$ ).
- Aux pertes mécaniques  $P_{mec}$  : frottement aux contacts, ventilation
- Aux pertes cuivre par effet joule  $P_j$  dans les bobinages de la machine

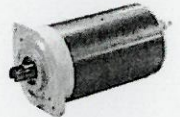
Puissance perdue  $P_p$  s'exprime par :  $P_p = P_{fer} + P_{mec} + P_j$

### III. Réversibilité des machines électriques tournantes

Les machines électriques tournantes sont réversibles, la même machine peut fonctionner en moteur ou en génératrice (exemples ci-dessous avec trois familles de moteurs).

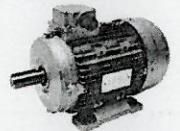
○ **Le moteur à courant continu**

Une action mécanique sur le rotor produit une tension continue au stator, c'est la **génératrice à courant continu** (dynamo).



○ **Le moteur à courant alternatif :**

- Le **moteur synchrone** utilisé en génératrice va produire une tension de fréquence directement proportionnelle à la vitesse de rotation c'est la génératrice synchrone (alternateurs des centrales électriques).
- Le **moteur asynchrone** utilisé en génératrice va produire une tension de fréquence légèrement inférieure au cas de la génératrice synchrone c'est la génératrice asynchrone (centrales éoliennes).



○ **Le moteur pas à pas :**

Une action mécanique sur un moteur pas à pas va produire une tension alternative à chaque enroulement du stator. Le moteur pas à pas est lui aussi réversible mais n'est, en principe, pas utilisé en génératrice.



### IV. Grandeurs et puissance mécanique

Les grandeurs mécaniques	
<p>Treuil de rayon R (m)</p> <p>Couple résistant C(N.m)</p> <p>Masse m (Kg)</p> <p>Effort résistant F (N)</p>	<p>Treuil de rayon R (m)</p> <p>Vitesse angulaire <math>\Omega</math> (rad/s)</p> <p>Ou</p> <p>Vitesse de rotation N (tr/min)</p> <p>Vitesse linéaire V (m/s)</p>
$F = m \cdot g$ et $C = F \cdot R$	$V = R \cdot \Omega$ et $\Omega = \pi \cdot \frac{N}{30}$
Les puissances mécaniques en W	
Mouvement de translation	Mouvement de rotation
<p>Effort F (N)</p> <p>Vitesse linéaire V (m/s)</p>	<p>Vitesse angulaire <math>\Omega</math> (rad/s)</p> <p>Couple C (N.m)</p>
$P = F \cdot V$	$P = C \cdot \Omega$