

FICHE 16 : Association machine

– charge mécanique

Les machines électriques ou thermiques sont toujours associées à une charge mécanique. Cette charge est la partie mécanique (ensemble des composants réalisant les fonctions **ADAPTER**, **TRANSMETTRE** et **AGIR** de la chaîne d'énergie) qui doit être entraînée en rotation ou en translation par la machine.

I. Notion de couple et d'effort résistant

La mise en mouvement de cette charge mécanique s'oppose au mouvement souhaité de la machine. On parle de couple résistant, noté C_r , et d'effort résistant, noté F_r ; les grandeurs physiques s'opposant au mouvement d'entraînement de la machine, respectivement pour un mouvement de rotation et pour un mouvement de translation.

La caractéristique mécanique de la charge définit les besoins mécaniques de la machine entraînée :

$$C_r = g(\Omega) \quad \text{ou} \quad F_r = g(v)$$

C_r : couple résistant (N·m)
 F_r : effort résistant (N)
 Ω : vitesse angulaire de la machine (rad·s⁻¹)
 v : vitesse linéaire de la machine (m·s⁻¹)

Il existe essentiellement quatre types de caractéristique mécanique.

	Couple ou effort constant	Couple ou effort proportionnel à la vitesse (angulaire ou linéaire)	Couple ou effort parabolique	Couple ou effort hyperbolique
Couple ou effort résistant	$C_r = \text{constant}$ $F_r = \text{constant}$	$C_r = k \times \Omega$; $F_r = k \times v$	$C_r = k \times \Omega^2$; $F_r = k \times v^2$	$C_r = \frac{k}{\Omega}$; $F_r = \frac{k}{v}$
Exemple de charges mécaniques	Levage	Agitateurs, mélangeurs	Pompes, ventilateurs, compresseurs	Enrouleurs, dérouleurs

II. Notion de quadrant de fonctionnement

De nombreuses applications nécessitent des mouvements de sens opposés (levage, enrouleur-dérouleur...). Il est donc nécessaire d'inverser le sens de rotation ou de translation de la machine électrique. De plus, généralement pour augmenter la cadence de production, un temps d'arrêt du mouvement court est souhaité (plus court que celui obtenu naturellement). Il est donc nécessaire que la machine fournisse un couple ou un effort de freinage (couple ou effort fourni par la machine électrique négatif).

Ces divers fonctionnements sont caractérisés par la notion de **quadrant de fonctionnement**.

Elle caractérise les possibilités de l'association « modulateur + machine + charge mécanique » en termes de « réversibilité » du sens de transfert de l'énergie.



La puissance absorbée P par la machine s'écrit :

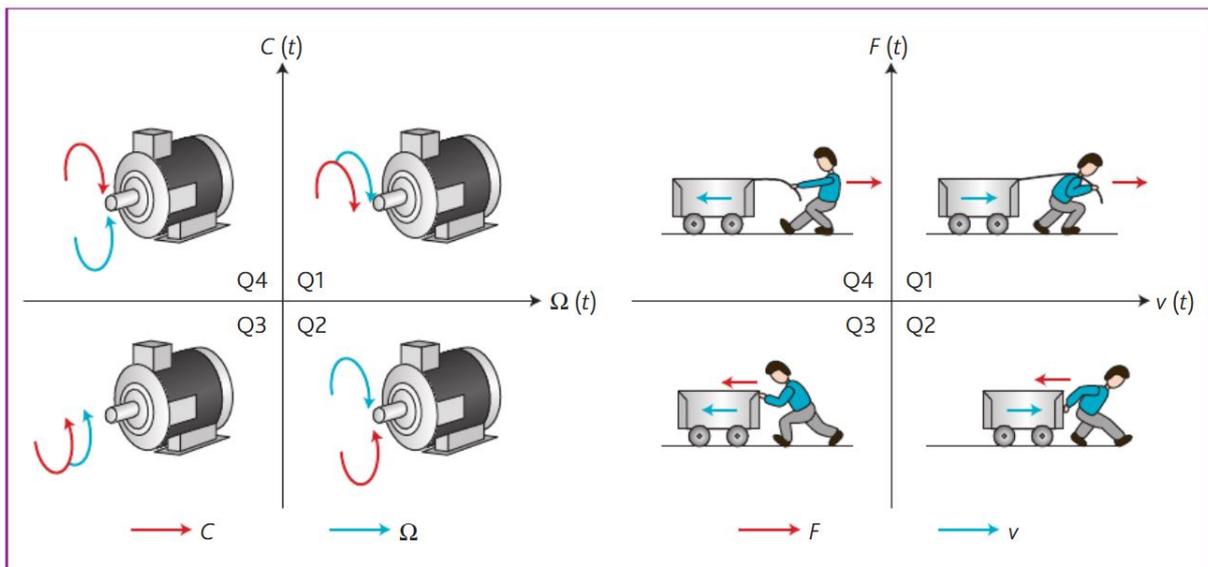
- pour un mouvement de rotation $P(t) = C(t) \times \Omega(t)$;
- pour un mouvement de translation $P(t) = F(t) \times v(t)$.

Les **quadrants 1 et 3** correspondent à un fonctionnement **moteur** de la machine car la puissance absorbée

P est positive. Le sens de transfert d'énergie est donc dirigé du réservoir d'énergie vers la charge mécanique [document 10].

Les **quadrants 2 et 4** correspondent à un fonctionnement **générateur** de la machine car la puissance absorbée P est négative. Le sens de transfert d'énergie est donc dirigé de la charge mécanique vers le réservoir d'énergie [document 10].

Les sens possibles de transfert de l'énergie sont bien évidemment conditionnés par l'ensemble des éléments entre le réservoir d'énergie et la charge mécanique (notion d'irréversibilité).



10 Quadrants de fonctionnement pour les mouvements de rotation et de translation.

III. Notion de réversibilité

Le transfert d'énergie dans un élément (composant ou constituant) est dit **réversible** si le sens de transfert de l'énergie est bidirectionnel, et irréversible si le sens de transfert est unidirectionnel.

Exemples d'éléments autorisant la réversibilité du sens de transfert de l'énergie :

- Machines électriques (MCC, MS, MAS) ;
- Réducteurs de vitesse à engrenages ou à train épicycloïdal ;
- Système bielle-manivelle ;
- Modulateur DC-DC 2 ou 4 quadrants ;
- Batterie d'accumulateurs, supercondensateur...

Exemples d'éléments n'autorisant pas la réversibilité du sens de transfert de l'énergie :

- Système vis-écrou, roue et vis sans fin (sous certaines conditions d'adhérence entre les matériaux) ;
- Modulateur DC-DC 1 quadrant, modulateur AC-DC à diodes.

