

# MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASE

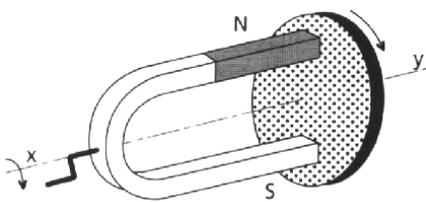
## I- PRESENTATION :

Ce type de moteur, le plus répandu dans les applications industrielles, doit son succès à ses qualités de robustesse, fiabilité, encombrement réduit et son faible coût d'achat et d'entretien.

L'alimentation de ce moteur est à courant alternatif triphasé facilement disponible sur les sites industriels mais aussi domestiques. On peut aussi le faire fonctionner en monophasé, pour des puissances limitées, ce qui est le cas pour la barrière SYMPACT du laboratoire de S.I.

## II- PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT :

Le principe du moteur asynchrone triphasé est basé sur l'expérience ci-dessous.

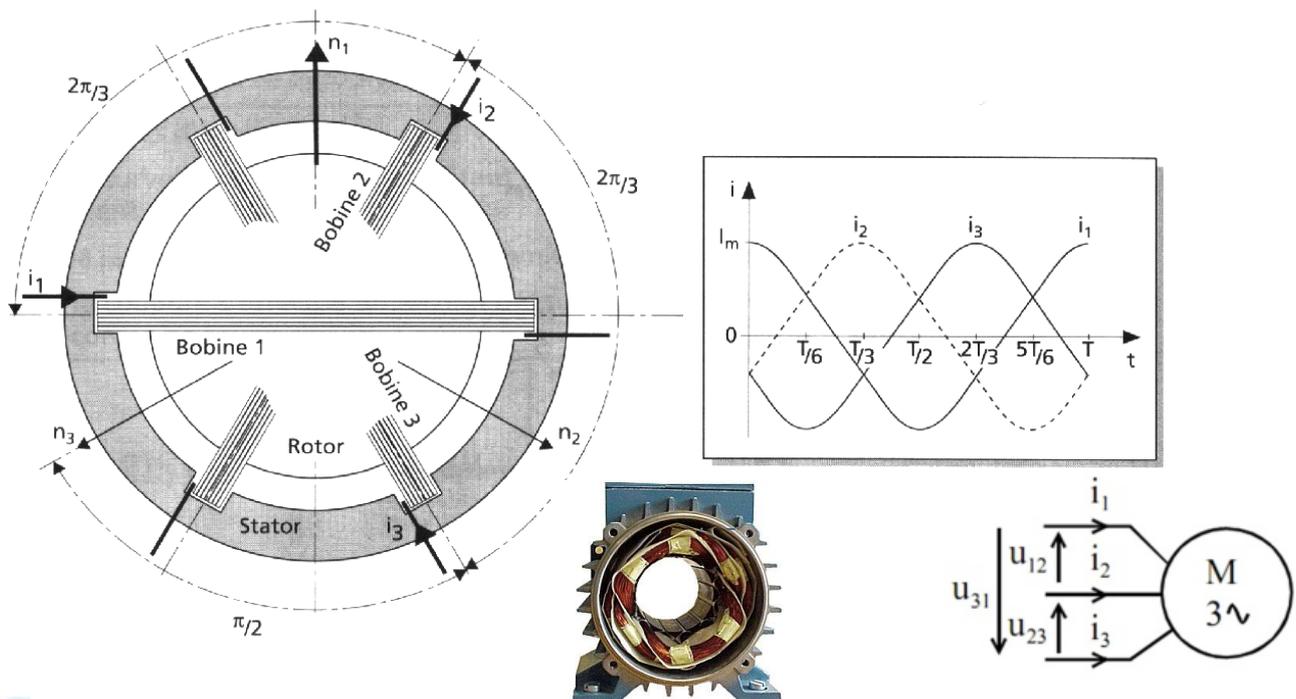


L'expérience montre que si l'on entraîne en rotation autour d'un axe xy un aimant permanent, un disque de cuivre libre en rotation sur cet axe est entraîné en rotation, mais il tourne moins vite que l'aimant. C'est la raison pour laquelle un moteur fonctionnant selon ce principe est appelé "moteur asynchrone" car la vitesse du disque (ou rotor) est inférieure à celle du champ magnétique tournant.

## III- CONSTITUTION DU MOTEUR :

Dans la réalité, l'aimant permanent tournant est remplacé par trois bobines fixes décalées de 120 degrés et alimentées par un système équilibré de trois tensions triphasées qui constituent le stator du moteur. La figure ci-dessous montre le stator et le rotor d'un moteur très simplifié.

Le rotor, qui remplace le disque, est constitué de barres d'aluminium (ou de cuivre).



Le moteur asynchrone



#### IV- PROPRIETES ET EQUATIONS PRINCIPALES D'UN MAS :

**Sens de rotation :** L'inversion du sens de rotation d'un moteur asynchrone se fait **en inversant deux phases de l'alimentation.**

**Vitesse de rotation :** La vitesse de rotation est définie par la fréquence de l'alimentation (50hz en France) et le nombre de paires de pôles du moteur.

$$N_s = f / p \text{ [tr/s]} \quad N_s = 60 * f / p \text{ [tr/mn]}$$

Exemples :

- Réseau 50 Hz : 2 pôles  $N_{S/0} = 3000$  tr/min; 4 pôles  $N_{S/0} = 1500$  tr/min... 12 pôles  $N_{S/0} = 500$  tr /min...
- Réseau 60 Hz : 2 pôles  $N_{S/0} = 3600$  tr/min; 4 pôles  $N_{S/0} = 1800$  tr/min... 12 pôles  $N_{S/0} = 600$  tr /min...

**Glissement :** le glissement représente l'écart en pour-cent entre la vitesse de synchronisme  $N_s$  (champ tournant ) et la vitesse de rotation du rotor  $N_R$ .

$$G = 100 * (N_s - N_R) / N_s$$

$$g = \frac{N_{S/0} - N_{R/0}}{N_{S/0}} = \frac{\Omega_{S/0} - \Omega_{R/0}}{\Omega_{S/0}}$$

$$n_{R/0} = n_{S/0} (1 - g)$$

Le glissement est fondamental dans le principe du moteur asynchrone, mais il est analogue au patinage d'un embrayage mécanique donc générateur de pertes élevées au rotor.  
C'est pourquoi un MAS doit avoir un glissement très faible lors de son régime établi.

**Puissance électrique absorbée :**  $P_a = \sqrt{3} . U . I . \cos\phi$

#### Rappel :

- U** : Tension composée entrée deux fils de phase.  
**I** : Courant de ligne qui circulent dans les fils de phase.  
**cosφ** : Déphasage entre la tension U et le courant I.

**Couple moteur T**  $T = K U^2$  si la fréquence f est constante.

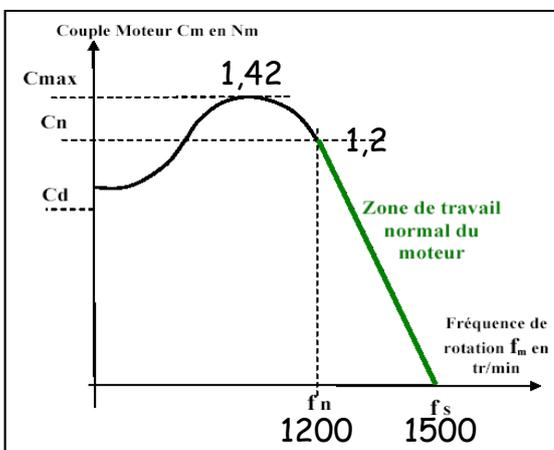
**Puissance mécanique utile :**  $P_u = C_M . \Omega_R$  Le couple généré par le moteur peut-être noté  $T_M$  ou  $C_M$  (N.m)

**Rendement :** Le rendement du moteur n'est pas constant, il est maximum pour un point proche du point de fonctionnement nominal.

$$\eta = P_u / P_a$$

#### V- CARACTERISTIQUES COUPLE - FREQUENCE :

La caractéristique COUPLE FREQUENCE d'un moteur asynchrone permet de visualiser la zone de fonctionnement classique de ce moteur :



**Cn** : couple nominal à la fréquence de charge nominale  $f_n$ .

**Cd** : couple de démarrage (à vitesse nulle).

**Cmax** : couple maximal au-delà duquel le moteur s'arrête (il cale)

**fn** : fréquence nominale, elle correspond à la vitesse de rotation lorsque le couple (charge) est nominal.

**fs** : fréquence de synchronisme, elle correspond à la vitesse de rotation à vide c'est-à-dire sous charge nulle.

**Cn, fn et fs** sont disponibles sur la plaque signalétique du moteur. Ce qui donne la courbe caractéristique suivante pour le moteur de la barrière.

Dans la zone de travail on considère la courbe linéaire. On peut donc déterminer le couple C en connaissant la fréquence de rotation f.



Le moteur asynchrone



## VI- COUPLAGE DES MAS :

Les moteurs asynchrones possèdent une plaque à bornes composée de trois enroulements que l'on peut coupler en étoile ou en triangle. Il y a deux possibilités de branchement du moteur au réseau électrique triphasé. Le montage en étoile et le montage en triangle. Avec un branchement en étoile, la tension aux bornes de chacune des bobines est d'environ 230V. Dans le montage en triangle, chacune des bobines est alimentée avec la tension nominale du réseau (400V). On utilise le montage étoile si un moteur de 230V doit être relié sur un réseau 400V ou pour démarrer un moteur à puissance réduite dans le cas d'une charge avec une forte inertie mécanique

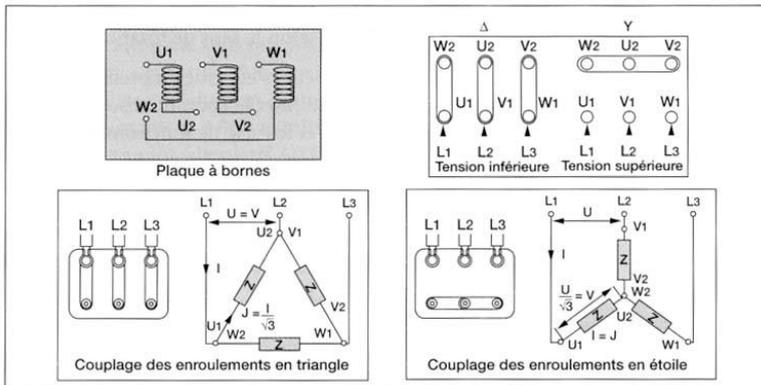


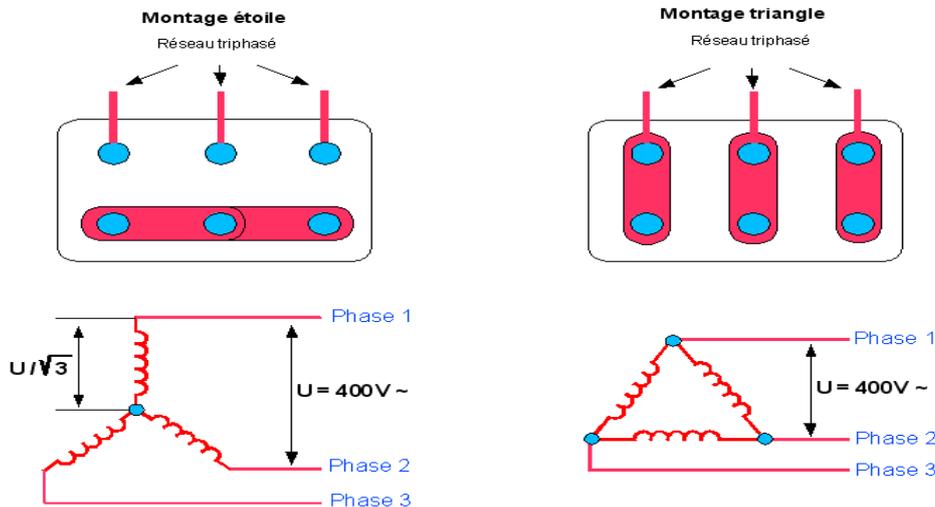
Figure 2.10 Plaque à bornes et couplage en étoile ou en triangle des enroulements

**Choix d'un couplage :** Grâce à la manière de coupler leurs enroulements, tous les moteurs triphasés sont bi tension ; cependant il convient de ne jamais appliquer sur ces enroulements une tension supérieure à leur valeur nominale.

**Sur la plaque signalétique d'un moteur la première tension représente la tension nominale aux bornes d'un enroulement.**

Exemple : Soit un moteur 230v / 400v. Quel est le couplage de ce moteur si le réseau est 230v / 400v.

**Etoile**



C'est un moteur robuste.

L'absence de rotor bobiné supprime les pertes liées aux frottements et la durée de vie du moteur. Il n'a pas besoin d'entretien.

Il a un bon couple de démarrage.

Il ne coûte pas cher (comparé au moteur à courant continu).

Les variateurs de vitesse sont simples d'utilisation, il est donc facile à commander.



Le moteur asynchrone

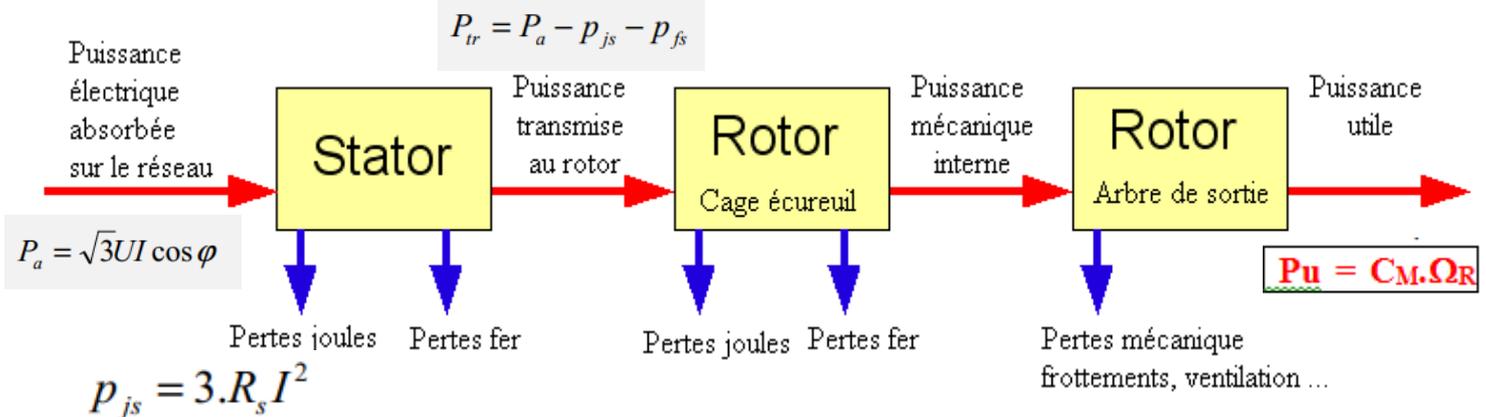


## VII- LECTURE DE LA PLAQUE A BORNES :

Exemple de plaque descriptive correspondant au point de fonctionnement nominal du moteur.

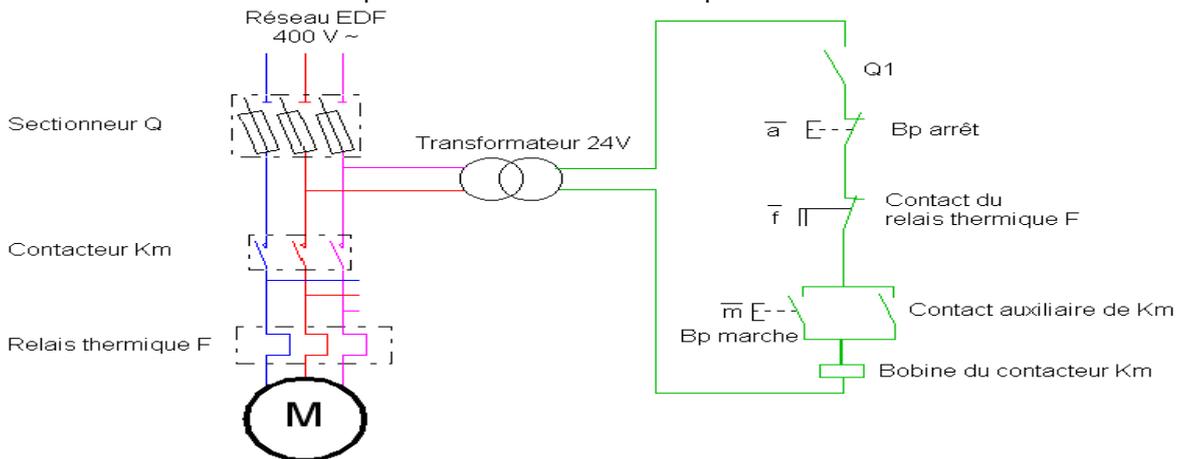
LEROY MOT. 3 ~ LS 80 L T					
SOMER N° 734570 BJ 002 kg 9					
IP 55 1 cl.F 40°C S1					
V	Hz	min <sup>-1</sup>	kW	cos	A
Δ 220	50	2780	0,75	0,86	3,3
Y 380					1,9
Δ 230	50	2800	0,75	0,83	3,3
Y 400					1,9
Δ 240	50	2825	0,75	0,80	3,3
Y 415					1,9

## VIII- Bilan des puissances



## IX- Liaison avec le réseau EDF :

Le moteur est relié au réseau par un certain nombre de dispositifs de sécurité et de commande.



- Le sectionneur d'isolement avec fusibles permet de déconnecter le moteur du réseau pour des opérations de maintenance par exemple. Il protège également le dispositif en aval contre les risques de court circuit grâce aux fusibles.
- Le contacteur permet l'alimenter le moteur avec une commande manuelle ou automatique avec un automate programmable.
- Le relais thermique protège le moteur contre les surcharges de courant, l'intensité maximale admissible est réglable. Son action différentielle permet de détecter une différence de courants entre les phases en cas de coupure d'une liaison par exemple.
- Le transformateur abaisse la tension secteur à une valeur de 24V pour garantir la sécurité des utilisateurs sur la partie commande.



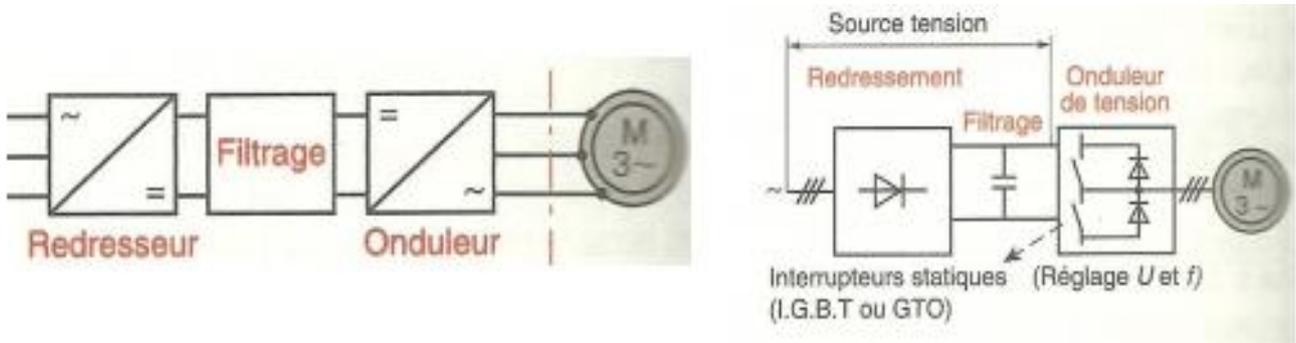
Le moteur asynchrone



# Variation de vitesse d'un moteur asynchrone triphasé

## Organisation interne d'un variateur :

Comme  $n_s = f / P$ , pour régler la vitesse, il faut changer le nombre de paires de pôles ou faire varier la fréquence de la tension d'alimentation du moteur. Nous allons étudier le cas où l'on fait varier la fréquence grâce à un variateur de vitesse nommé convertisseur de fréquence :



- ✚ Le redresseur permet de redresser la tension sinusoïdale fournie par le réseau.
- ✚ Le filtre permet de transformer la tension redressée en tension continue.
- ✚ L'onduleur permet de transformer la tension continue en signal carré.

### ✓ Fonctionnement et définition :

Les modulateurs

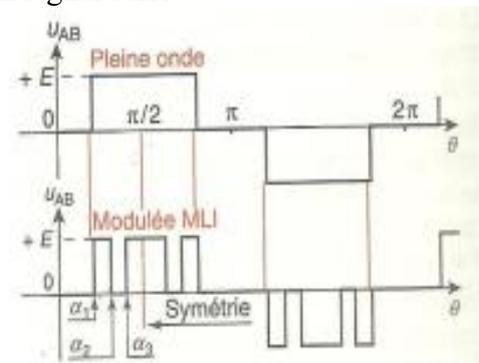
MLI « Modulation de Largeur d'Impulsion »

Ou

PWM « Pulse Width Modulation » vont découper le signal.

Le nombre d'harmoniques diminue lorsque l'on augmente la fréquence de découpage.

Ainsi, pour la majorité des variateurs, on effectuera une surmodulation.



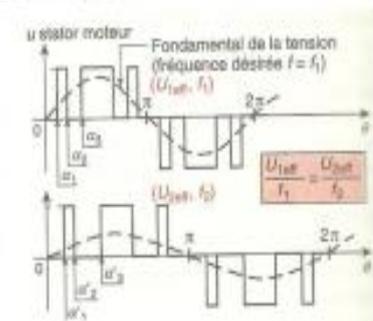
### ✓ Avantages de la MLI :

Cette technique va répondre aux deux problèmes posés précédemment :

- Conservation du rapport  $U/f$  constant :

On ajustera le découpage  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3...$

Cet ajustement fera varier la valeur de  $U_{eff}$ .



Pour  $f_2 < f_1$ , il faut  $U_{2eff} < U_{1eff} \Rightarrow$  réduire les largeurs des impulsions  $\Rightarrow \alpha'_1, \alpha'_2, \alpha'_3, \alpha'_4$ .

- La tension étant très hachée se rapproche du signal sinusoïdal. Le stator étant formé d'inductances, la forme du courant est quasiment sinusoïdale.



Découpage de la tension continue

Forme du courant de sortie



Le moteur asynchrone

