

Cours sur les Moteurs Asynchrones Triphasés

Les moteurs asynchrones triphasés sont les plus utilisés dans l'industrie à cause de leurs simplicités de construction, leur robustesse ainsi que leur coût d'entretien qui est relativement faible par rapport aux autres types de moteurs.

I. SYMBOLE

Voici les deux symboles employés pour représenter la machine asynchrone

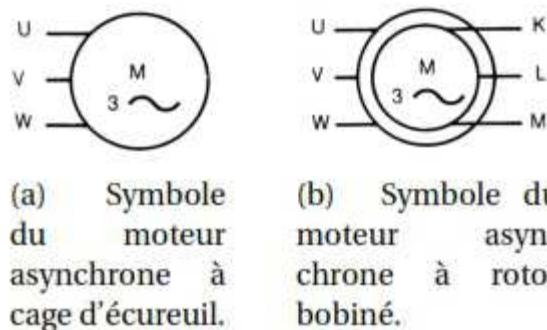


Figure 1 : Symboles des moteurs asynchrones

II. CONSTITUTION DE LA MACHINE ASYNCHRONE

Les machines asynchrones triphasées souvent appelées machines à induction peuvent se décomposer, du point de vue mécanique, en trois parties principales :

- le stator, partie fixe de la machine où est connectée l'alimentation électrique.
- le rotor, partie tournante qui permet de mettre en rotation la charge mécanique.
- les organes mécaniques permettant la rotation du rotor et le maintien des différents ensembles.

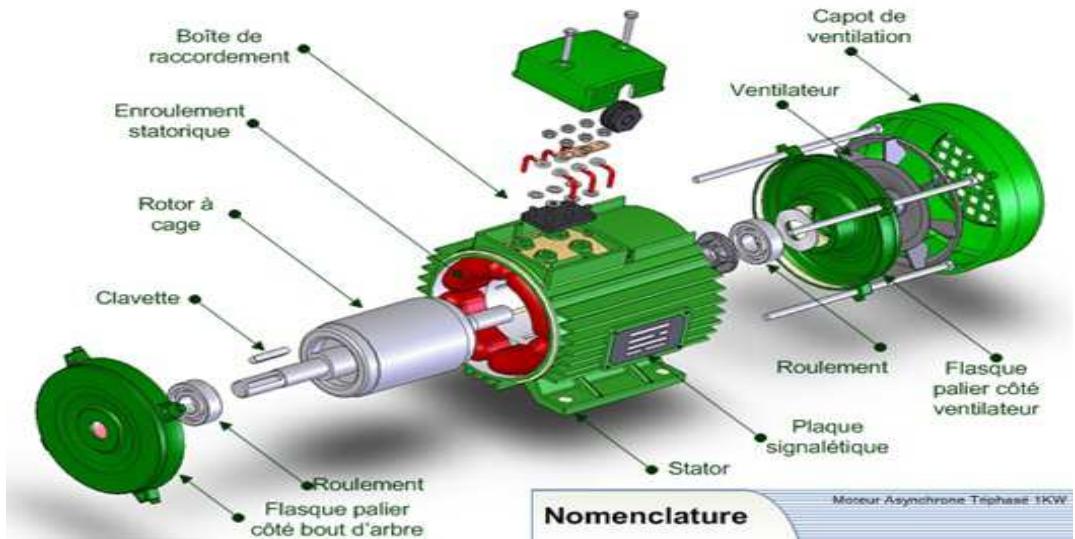


Figure 2 : Eléments de constitution d'une machine asynchrone à cage d'écureuil.

II.1. Stator

Le stator de la machine asynchrone est constitué de tôles d'acier dans lesquelles sont placés les bobinages statoriques. Elles sont habituellement recouvertes de vernis pour limiter l'effet des courants de Foucault. Au final, elles sont assemblées les unes aux autres à l'aide de boulons ou de soudures pour former le circuit magnétique statorique.

Une fois cette étape d'assemblage terminée, les enroulements statoriques sont placés dans les encoches prévues à cet effet. Ces enroulements peuvent être insérés de manière imbriqués, ondulés ou encore concentriques. Pour les grosses machines, les enroulements sont faits en cuivre de différentes sections insérés directement dans les encoches.

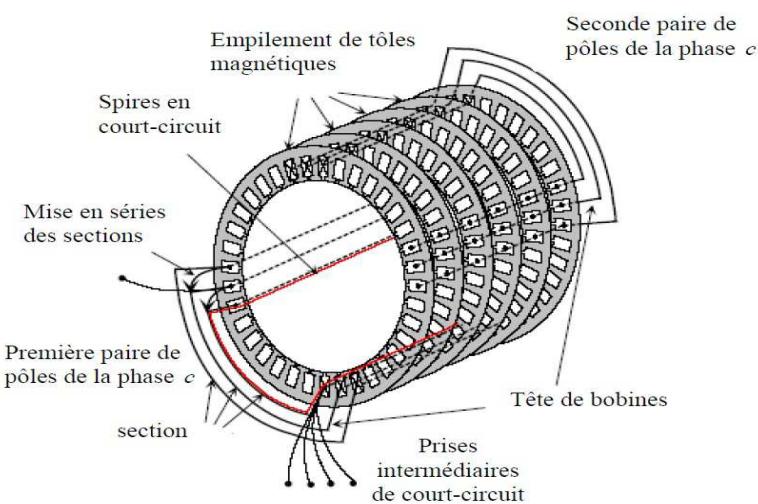


Figure 3 : Vue schématique du stator à 4 pôles (circuit magnétique, conducteurs actifs et têtes de bobines)

Le stator d'une machine asynchrone comporte une boîte à bornes à laquelle est reliée l'alimentation électrique avec les terminaux des bobinages statoriques. Ceci permet de choisir le type de couplage étoile ou triangle.

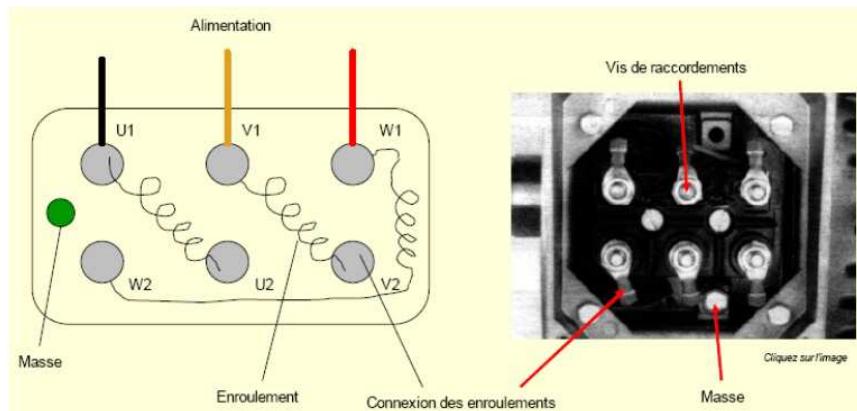


Figure 4 : La boîte à bornes d'une machine asynchrone triphasée

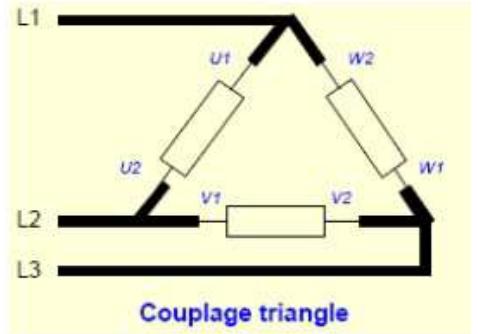
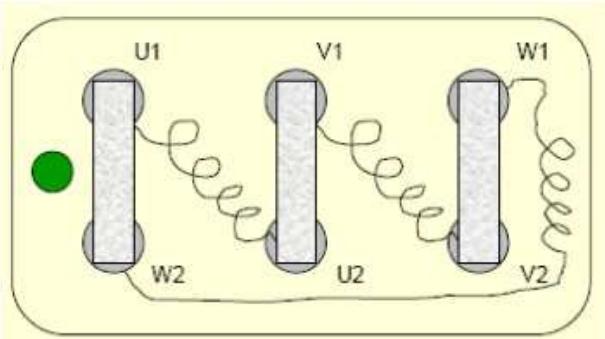
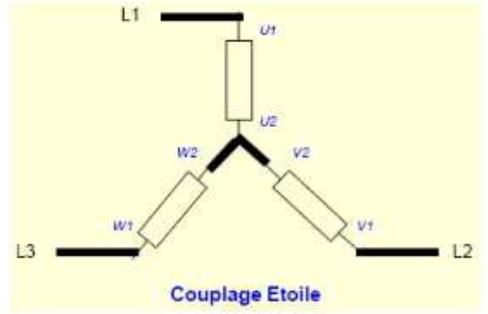
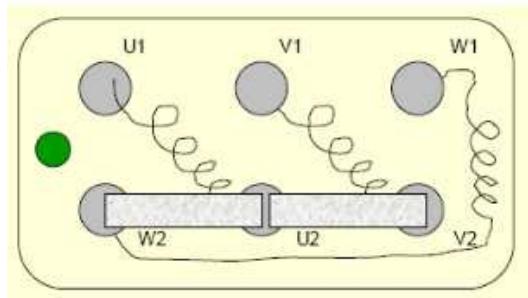


Figure 5 : Façon de couplage étoile et triangle dans la boîte à borne d'une machine asynchrone triphasée

II.2. Rotor

Le rotor, monté sur l'arbre, se compose d'un cylindre fait de tôles empilées. Des encoches sont percées à la périphérie extérieure destinées à recevoir des conducteurs ou de bobinages. Il est séparé du stator par un entrefer très court de l'ordre de 0,4 à 2 mm seulement. Il existe deux types de rotor :

- Rotor à cage d'écureuil.
- Rotor bobiné (à bagues).

II.2.1. Rotor à cage d'écureuil

Il est constitué de barres conductrices régulièrement réparties dans les encoches du circuit magnétique rotorique. Ces barres sont court-circuitées aux extrémités par des anneaux pour former un circuit fermé permettant la circulation des courants rotoriques induits.

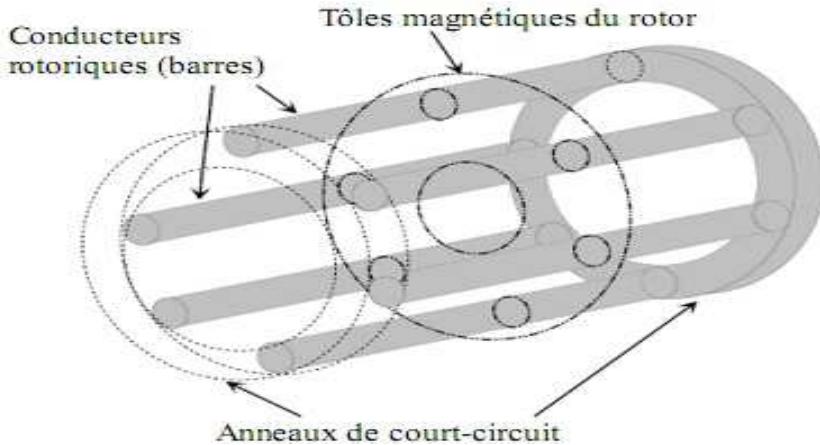


Figure 6 : Vue schématique en perspective du rotor (tôles magnétiques, conductrices d'encoches (barres) et anneaux de court-circuit.

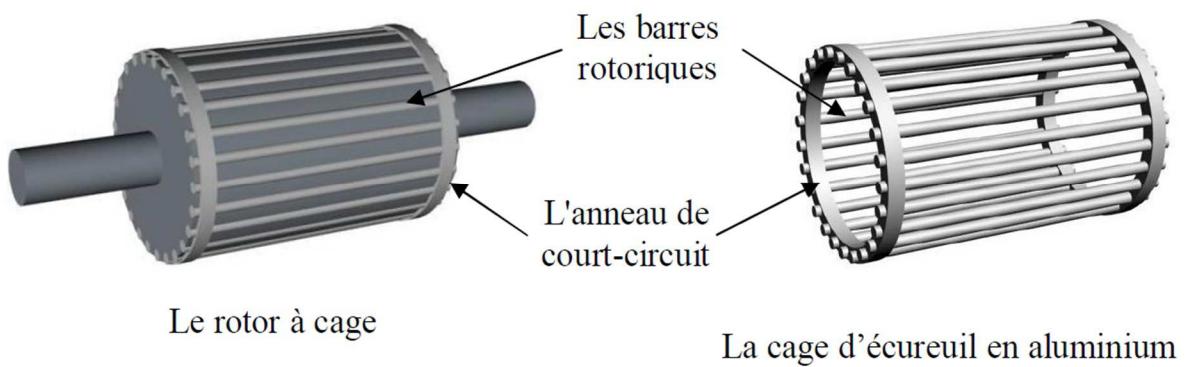


Figure 7 : Rotor à cage d'une machine asynchrone.

Les barres ou bien les conducteurs de la cage d'éecureuil sont réalisés par coulage d'un alliage d'aluminium, ou par des barres massives de cuivre préfabriquées et insérées dans les tôles du rotor.

Le moteur à cage d'éecureuil est beaucoup plus simple à construire que le moteur à rotor bobiné et, de ce fait, son prix de revient est inférieur. De plus, il dispose d'une plus grande robustesse. Il constitue la plus grande partie du parc de moteurs asynchrones actuellement en service.

Son inconvénient majeur est qu'il a, au démarrage, de mauvaises performances (courant élevé et faible couple). C'est pour remédier à cette situation qu'ont été développés deux autres types de cages (rotor à double cage et rotor à encoches profondes).

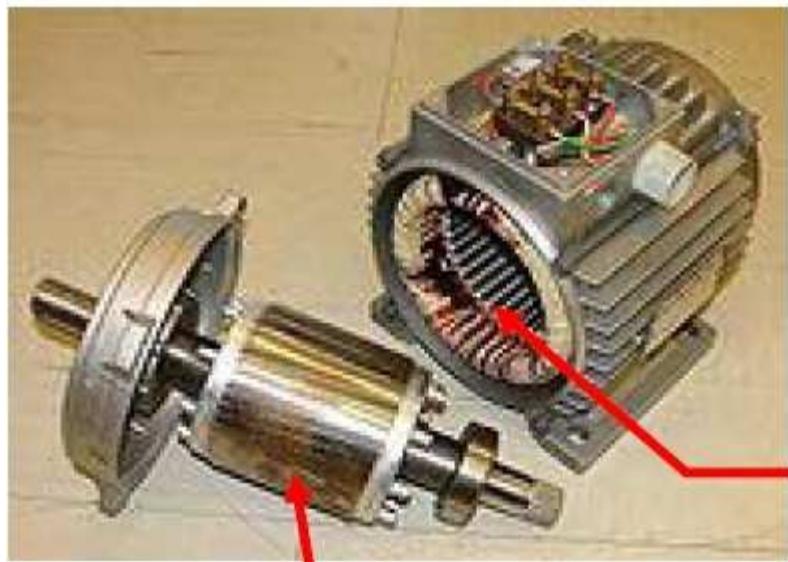


Figure 8 : Photo réelle d'un moteur asynchrone.

II.2.1. Rotor bobiné (à bagues)

Les rotors bobinés sont construits de même manière que le bobinage statorique (insertion des enroulements dans les encoches rotoriques). Les phases rotoriques sont alors disponibles grâce à un système de bagues-balais positionné sur l'arbre de la machine.



Figure 9 : Rotor bobiné d'une machine asynchrone.

III. LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU MOTEUR ASYNCHRONE

Dans une machine asynchrone triphasée, Il y a trois bobines identiques placées à 120° (décalage spatial de 120° entre eux) sur le stator et alimentées par trois tensions alternatives. On obtient un champ tournant à la vitesse angulaire de synchronisme Ω_s avec :

$$\Omega_s [rd/s] = \frac{\omega}{p} \quad (1)$$

où : ω la pulsation des courants d'alimentation.

p le nombre de paires de pôles.

Les conducteurs du rotor, balayés par le champ tournant d'entrefer, sont le siège de f.e.m. induites. Le rotor étant en court-circuit, ces f.e.m. produisent des courants induits. Ces courants placés dans le champ tournant sont soumis à des forces électromagnétiques. Ces forces produisent un couple qui fait tourner le rotor d'une vitesse angulaire Ω_r dans le même sens que le champ. Dans les machines asynchrones, on a toujours : $\Omega_r < \Omega_s$

Si le rotor tourne à la vitesse de synchronisme, le flux à travers le rotor ne varia pas, donc il n'y aura plus de courants ni de couple.

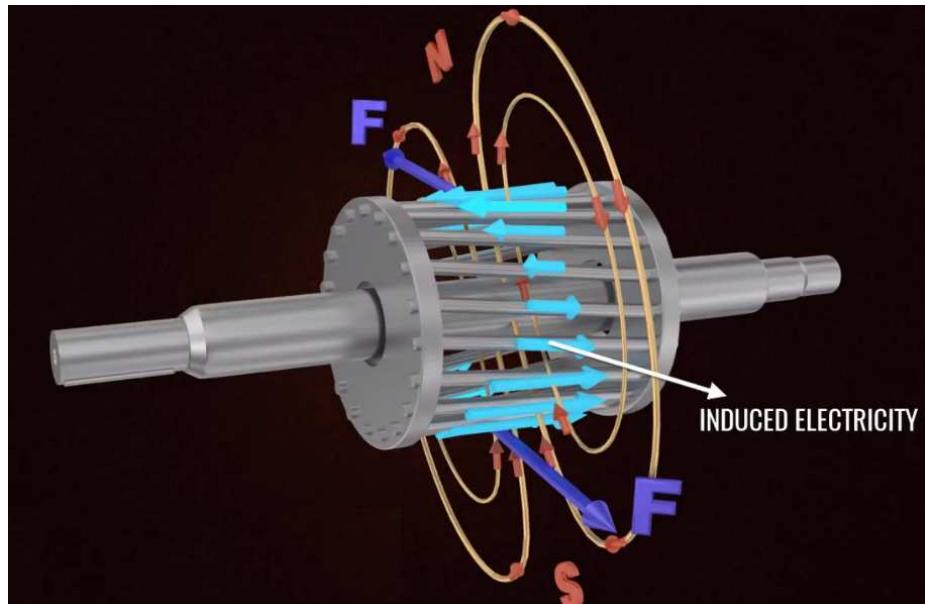


Figure 10 : Principe de fonctionnement du moteur asynchrone

IV. Glissement

Par définition, le glissement d'un moteur asynchrone est donné :

$$g = \frac{\Omega_s - \Omega_r}{\Omega_s} = \frac{N_s - N_r}{N_s} = 1 - \frac{\Omega_r}{\Omega_s} = 1 - \frac{N_r}{N_s} \quad (2)$$

D'où :

$$\Omega_r = (1-g)\Omega_s \quad (3)$$

Exemple : un moteur de 4 pôles tourne à une vitesse de 1440 tr/min $\Rightarrow g = 0.04$, on peut écrire aussi : $g = 4\%$

La fréquence et la pulsation des courants rotoriques sont données par :

$$f_R = g \cdot f_s \quad (4)$$

$$\omega_R = g \cdot \omega_s \quad (5)$$

Cas particuliers :

- Lorsque le moteur est à l'arrêt ou juste à l'instant de démarrage, on a : $N_r = 0 \Rightarrow g = 1$
- Lorsque le moteur fonctionne à vide (pas de charge mécanique), on a : $N_r \approx N_s \Rightarrow g = 0$

IV.1. La plaque signalétique

LS		LEROY SOMER	MOT. 3~	LS80 L T
			N° 734570	BJ 002 kg 9
IP 55	I cl.F	40°C	S1	
Δ 220	50	2780	0,75	0,86
Y 380				3,3
Δ 230	50	2800	0,75	0,83
Y 400				1,9
Δ 240	50	2825	0,75	0,80
Y 415				3,3

Mot. 3~ : moteur triphasé alternatif

LS : série

80 : hauteur d'axe

L : symbole de carter

T : indice d'imprégnation

N° : numéro de série moteur

B : année de production

J : mois de production

002 : n° d'ordre dans la série

kg : masse

IP55 : indice de protection

Icl.F : classe d'isolation F

40°C : T. maxi de fonctionnement

V : tension d'alimentation

Hz : fréquence d'alimentation

min⁻¹ : nbr de tours par minute

kW : puissance nominale

cos φ : facteur de puissance

A : intensité nominale

Δ : branchement triangle

Y : branchement étoile

Figure 11: Plaque signalétique d'un moteur asynchrone triphasé

- Ces indications correspondent au fonctionnement nominal du moteur. En fait, la puissance indiquée représente la puissance mécanique utile (0.75 kW).
- Le nombre de paires de pôles ou la vitesse de synchronisme peuvent être déterminés à partir de la vitesse de rotation nominale indiquée sur la plaque signalétique. Pour cet exemple, la vitesse de synchronisme est 3000 tr/min qui correspond à $p = 1$.
- Sur la plaque signalétique, la tension la plus faible représente la tension nominale aux bornes d'un enroulement statorique.
- Le type de couplage (étoile ou triangle) dépend de la tension du réseau triphasé disponible.
- Les tensions affichées sur la plaque signalétique sont des tensions entre lignes.
- Dans l'exemple de la Figure 9, si le réseau est de 230 V entre phases, le couplage doit être en triangle. Mais si le réseau est de 400 V entre phase le couplage doit être en étoile.
- Les intensités des courants affichés sur la plaque signalétique correspondent aux courants de ligne suivant le couplage choisi.

Exemple :

Indiquer dans le tableau ci-dessous le couplage des enroulements du moteur si cela est possible

Tensions du moteur affichées sur la plaque signalétique (toujours entre lignes)		Tensions du réseau d'alimentation (toujours entre lignes)		
Triangle	Etoile	220	380	660
127	220			
220	380			
380	660			

Conclusion :

- Si la tension composée du réseau = tension triangle du moteur \Rightarrow le moteur doit être couplé en triangle.
- Si la tension composée du réseau = tension étoile du moteur \Rightarrow le moteur doit être couplé en étoile.
- Si la tension composée du réseau > tension étoile du moteur \Rightarrow aucun couplage n'est possible car le moteur risquera une surtension.
- Si la tension composée du réseau < tension triangle du moteur \Rightarrow aucun couplage n'est possible car le moteur risquera une sous-tension.

FIN