
Electrotechnique

- 10 - Le moteur asynchrone triphasé

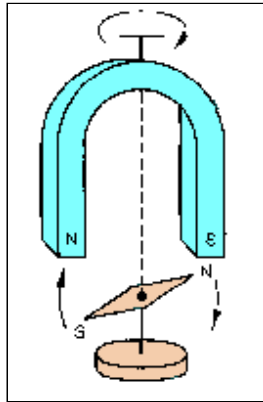


SOMMAIRE

1. CHAMPS TOURNANTS	3
1.1. CHAMP TOURNANT SUR UN AIMANT	3
1.2. CHAMP TOURNANT SUR UN DISQUE METALLIQUE	3
1.3. PRODUCTION D'UN CHAMP TOURNANT A L'AIDE DES TENSIONS TRIPHASEES	4
2. LE MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASE	5
2.1. FONCTION DU MOTEUR ASYNCHRONE	5
2.2. CONSTITUTION	5
2.2.1. LE STATOR	6
2.2.2. LE ROTOR	7
2.3. FONCTIONNEMENT DU MOTEUR TRIPHASE	8
3. LES COUPLAGES DU MOTEUR	10
3.1. GENERALITES	10
3.2. LES COUPLAGES DU STATOR	12
3.2.1. COUPLAGE EN ETOILE	12
3.2.2. COUPLAGE EN TRIANGLE	13
4. LA PLAQUE SIGNALETIQUE DU MOTEUR	14
4.1. TENSION	15
4.2. VITESSE	15
5. BILAN DE PUISSANCE	17
6. DESIGNATION D'UN MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASE	19
7. EXERCICE	20

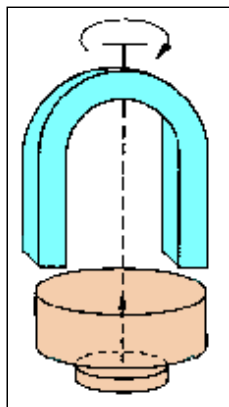
1. CHAMPS TOURNANTS

1.1. CHAMP TOURNANT SUR UN AIMANT



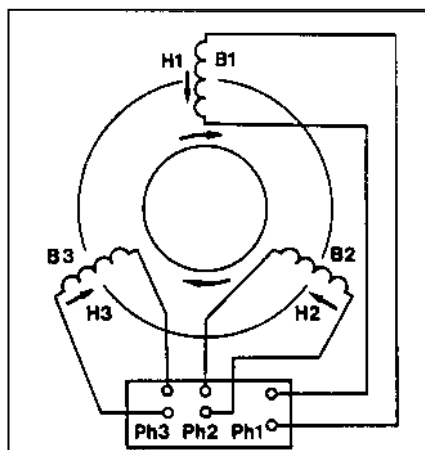
- Un aimant permanent tourne, selon un axe vertical, au-dessus d'une aiguille aimantée mobile sur un pivot.
- La rotation de l'aimant entraîne, à la même vitesse, celle de l'aiguille aimantée. On dit que les **deux rotations sont synchrones**.
- C'est le principe du **MOTEUR SYNCHROME**.

1.2. CHAMP TOURNANT SUR UN DISQUE METALLIQUE



- On remplace l'aiguille aimantée par un disque métallique pouvant tourner sur un pivot.
- On constate que la rotation de l'aimant entraîne celle du disque, mais à une vitesse inférieure. On dit que les **rotations sont asynchrones**.
- C'est le principe du **MOTEUR ASYNCHRONE**.

1.3. PRODUCTION D'UN CHAMP TOURNANT A L'AIDE DES TENSIONS TRIPHASEES

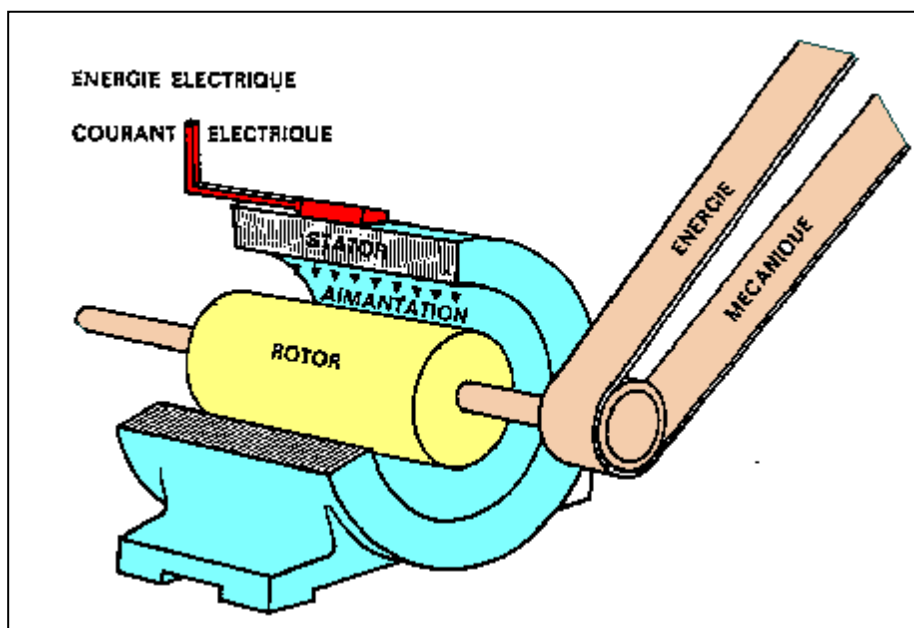


- Le champ tournant est produit par **TROIS BOBINAGES FIXES**, géométriquement **décalés de 120°** et parcourus par des courants alternatifs présentant le même décalage électrique.
- Les trois champs électriques qu'ils produisent se composent pour former un champ tournant **D'AMPLITUDE VARIABLE**.

2. LE MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASE

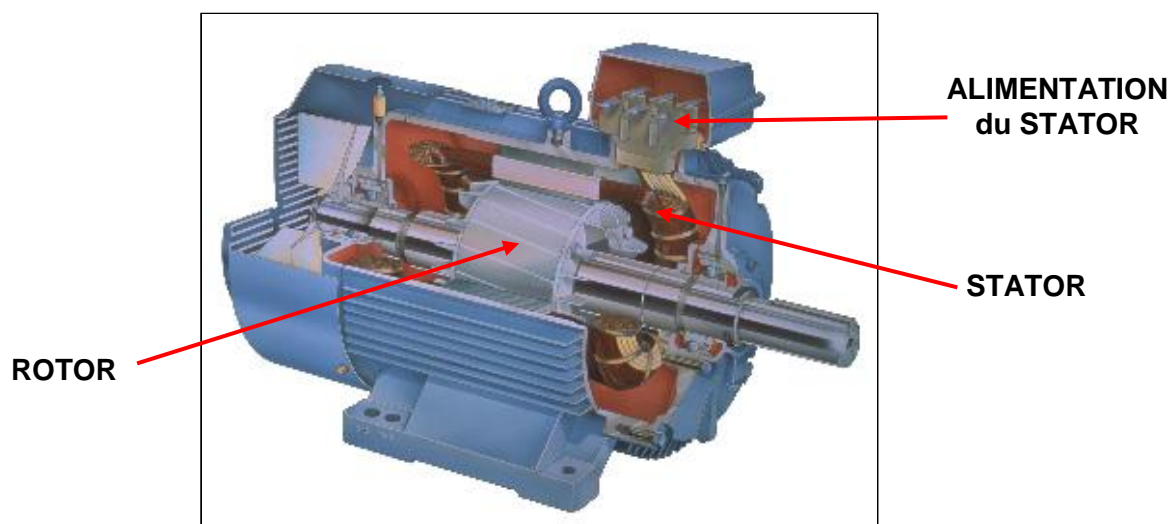
2.1. FONCTION DU MOTEUR ASYNCHRONE

- Un **MOTEUR INDUSTRIEL** permet la **TRANSFORMATION** de **L'ENERGIE ELECTRIQUE** en **ENERGIE MECANIQUE** par l'intermédiaire d'une **AIMANTATION**.

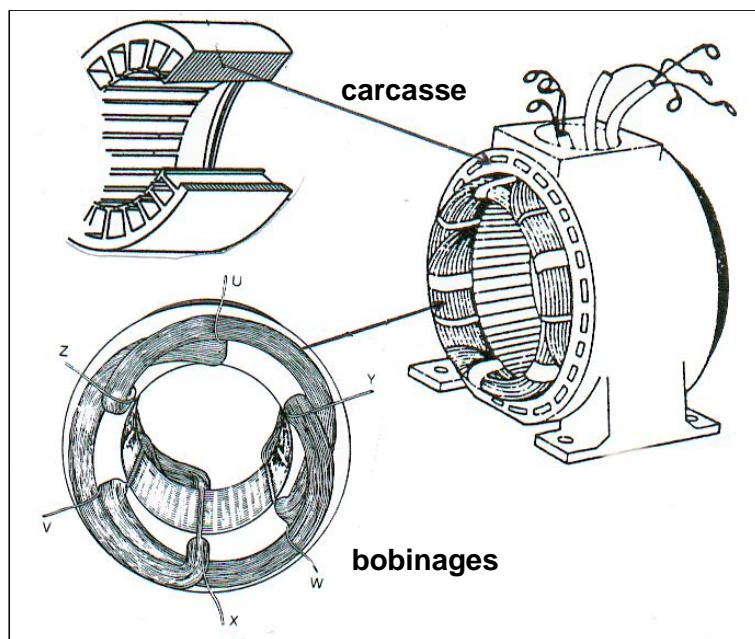


2.2. CONSTITUTION

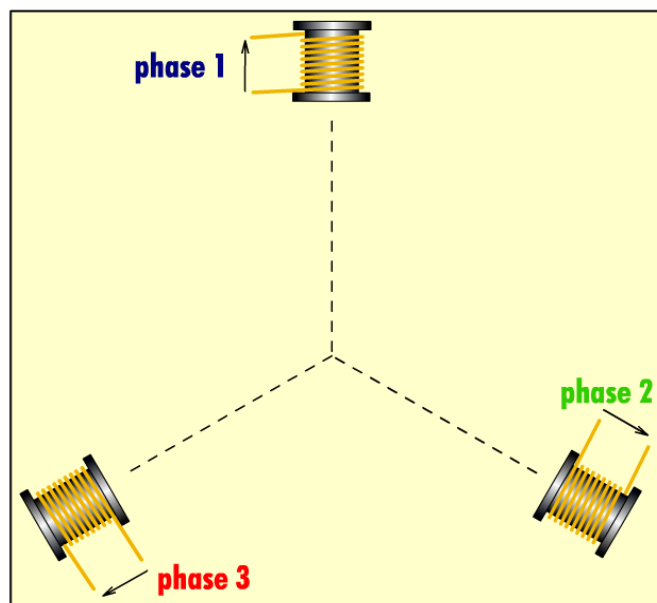
- Il est constitué d'une partie fixe (**STATOR**) et d'une partie mobile (**ROTOR**).



2.2.1. LE STATOR

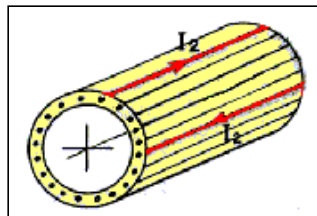
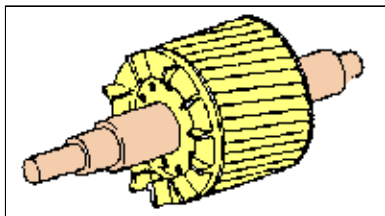


- Une couronne de tôles d'acier, de qualité spéciale, munie d'encoches est fixée sur la carcasse.
- Le stator du moteur triphasé comprend **trois enroulements (bobinages)** placés à 120° et qui sont alimentés par une source de courant triphasé.



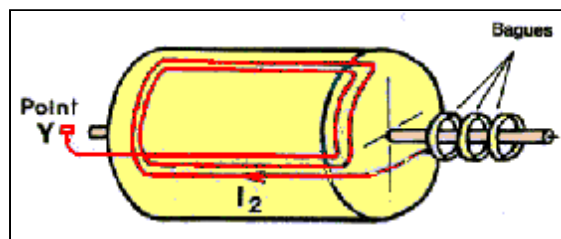
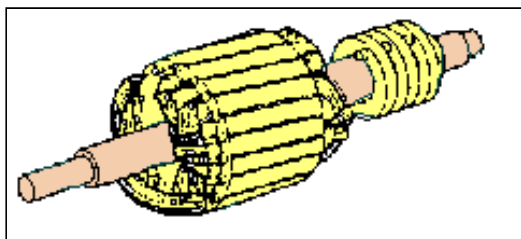
2.2.2. LE ROTOR

- Le rotor est la partie mobile du moteur. Il est placé à l'intérieur du stator et est constitué d'un empilage de tôles d'acier formant un cylindre claveté sur l'arbre du moteur.
- **Exemple:** Rotor à cage d'écureuil



- ✓ Des conducteurs sont placés dans des trous ou dans des encoches disposées vers l'extérieur du cylindre et parallèlement à son axe. Ces conducteurs sont raccordés à chaque extrémité sur une couronne métallique.

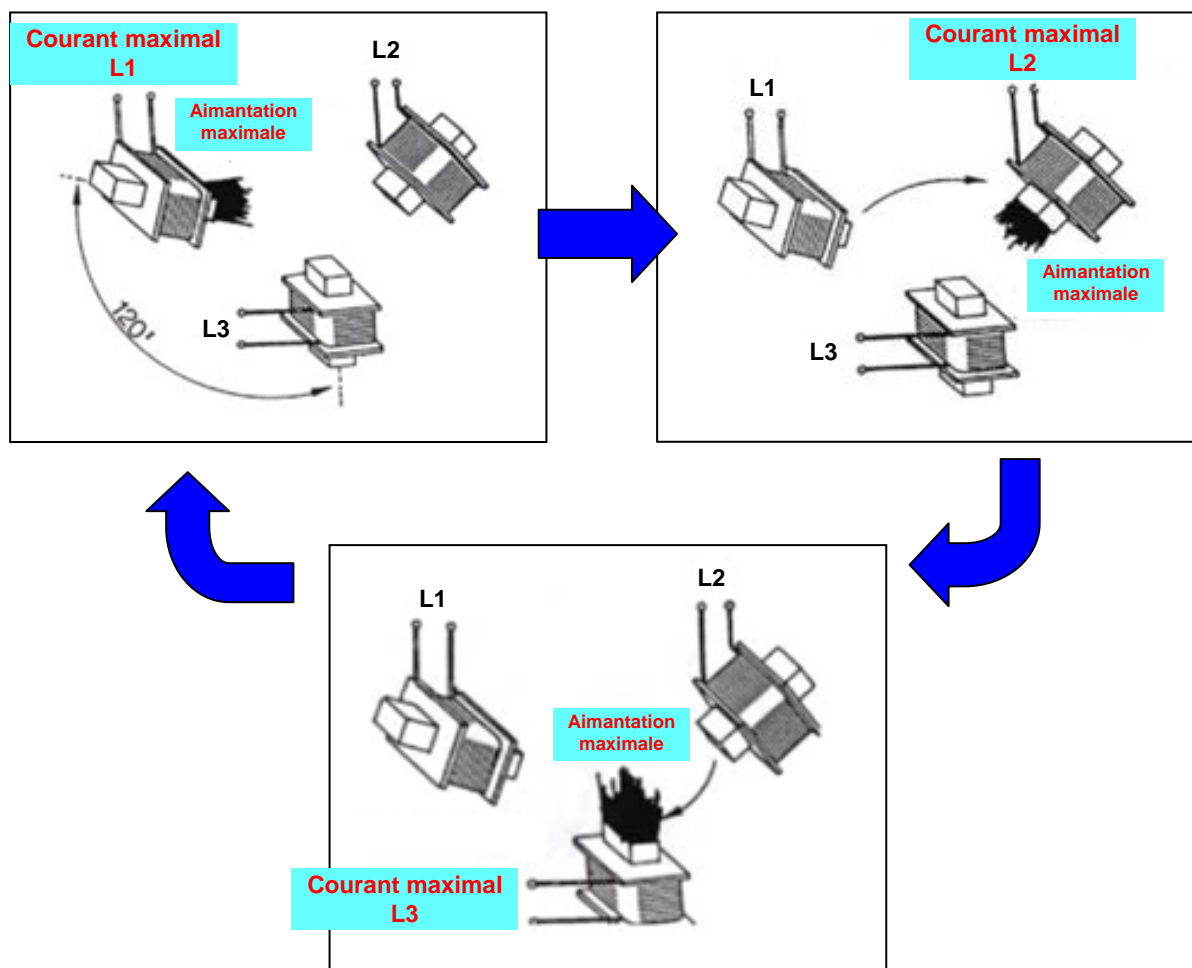
2.2.2.1. Rotor bobiné à bagues



- Dans des encoches pratiquées sur les tôles constituant le rotor, sont logés des enroulements identiques à ceux du stator.
- Généralement, le rotor est triphasé.
- Une extrémité de chacun des enroulements est reliée à un point commun (couplage étoile). Les extrémités libres sont raccordées sur trois bagues de cuivre isolées et solidaires du rotor.
- Sur les bagues viennent frotter des balais en graphite raccordés au dispositif de démarrage.
- En fonction de la valeur des résistances insérées dans le circuit rotorique, ce type de moteur peut développer un **couple de démarrage** s'élevant jusqu'à **2,5 fois le couple nominal**.
- Au démarrage, on peut régler la résistance du rotor à une valeur importante, ce qui permet d'augmenter le couple de démarrage et de réduire l'appel de courant.
- en fonctionnement normal, les résistances sont éliminées, laissant le rotor avec une très faible résistance, conférant au moteur des performances optimales de rendement.

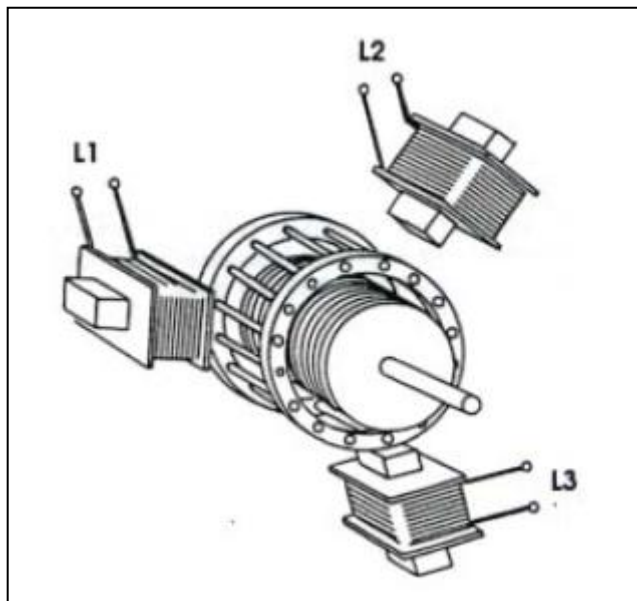
2.3. FONCTIONNEMENT DU MOTEUR TRIPHASE

- Chaque bobinage du stator, alimenté par une phase du courant triphasé, crée un champ magnétique.
- Le champ magnétique produit par un bobinage est maximal lorsque l'intensité du courant est maximale.

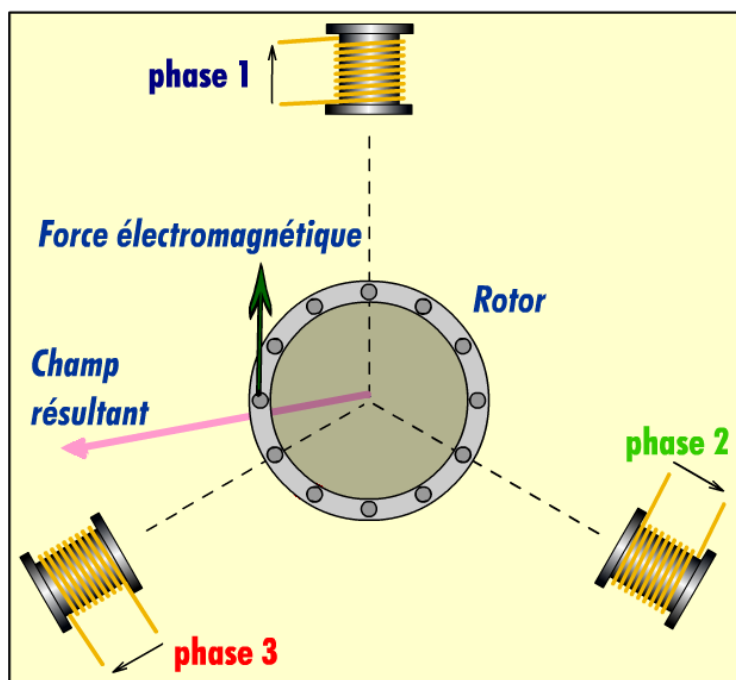


Le moteur asynchrone triphasé

- Le rotor est placé au centre des bobinages du stator.



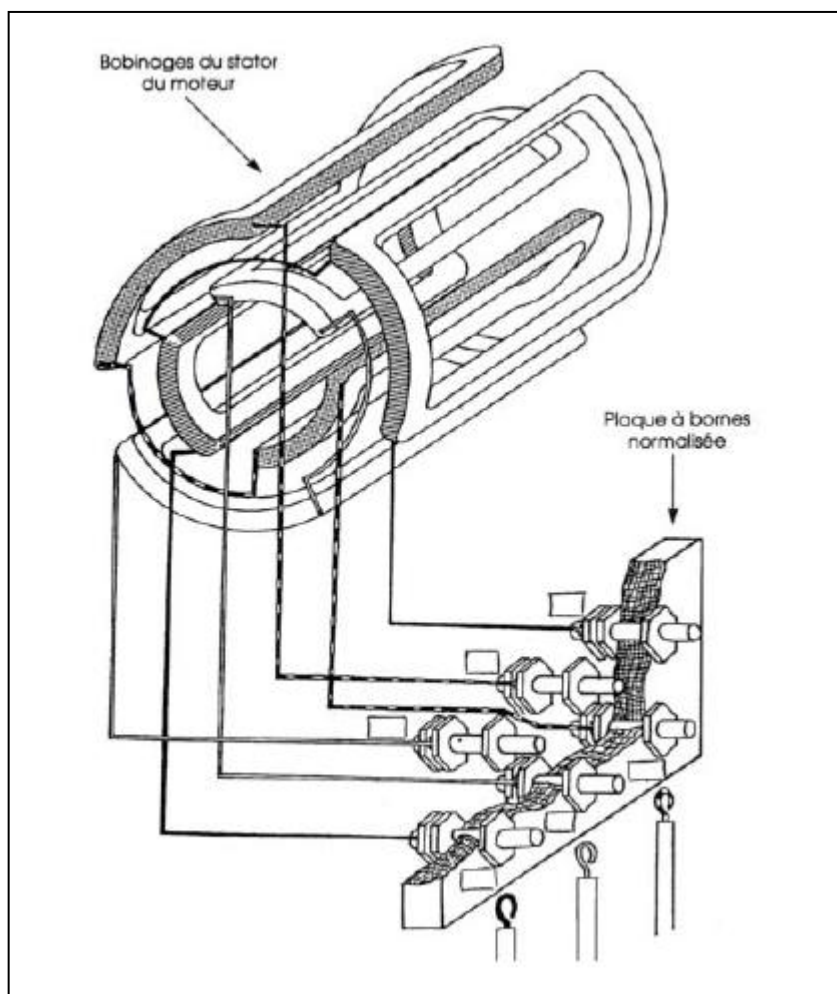
- La combinaison des 3 champs des bobinages crée un **champ magnétique tournant**.
- Des courants électriques apparaissent dans les parties conductrices du rotor qui est alors soumis à des forces électromagnétiques qui provoquent sa rotation.

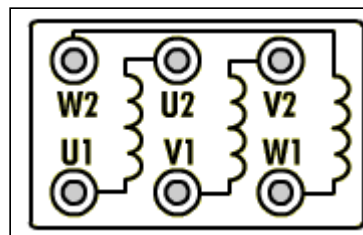


3. LES COUPLAGES DU MOTEUR

3.1. GENERALITES

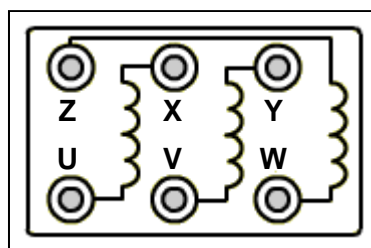
- Les conducteurs des trois bobinages sont connectés à six bornes repérées pour leur raccordement au réseau.





- ✓ **1^{er} enroulement** (bobinage) : bornes **U1 - U2**.
- ✓ **2^{ème} enroulement** : bornes **V1 - V2**.
- ✓ **3^{ème} enroulement** : bornes **W1 - W2**.

- **Ancienne représentation** :

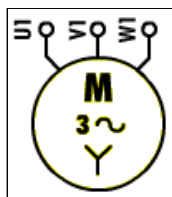


- ✓ **1^{er} enroulement** : bornes **U - X**.
- ✓ **2^{ème} enroulement** : bornes **V - Y**.
- ✓ **3^{ème} enroulement** : bornes **W - Z**.

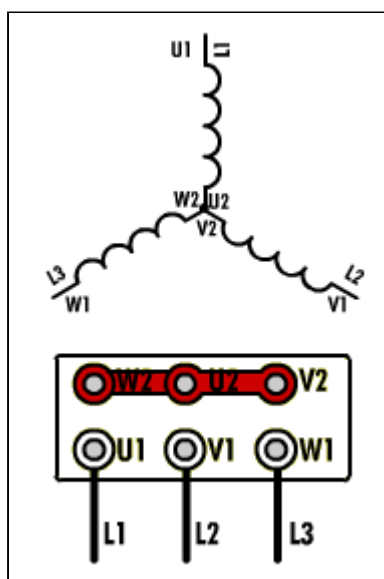
3.2. LES COUPLAGES DU STATOR

- Les trois enroulements du moteur asynchrone doivent être alimentés par des tensions identiques.
- Il existe deux possibilités de raccorder les enroulements au réseau triphasé :
 - ↳ Le **couplage** en **étoile**.
 - ↳ Le **couplage** en **triangle**.

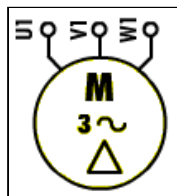
3.2.1. COUPLAGE EN ETOILE



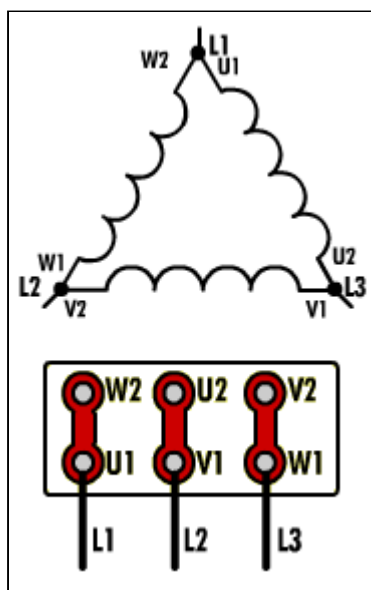
- Les trois enroulements ont une borne en commun. L'autre borne de chaque enroulement est reliée à une des phases du réseau d'alimentation.



3.2.2. COUPLAGE EN TRIANGLE



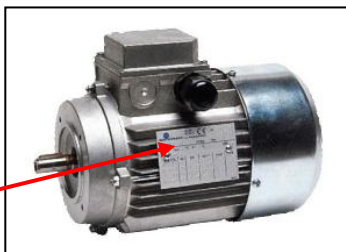
- Chaque enroulement est alimenté entre deux phases.



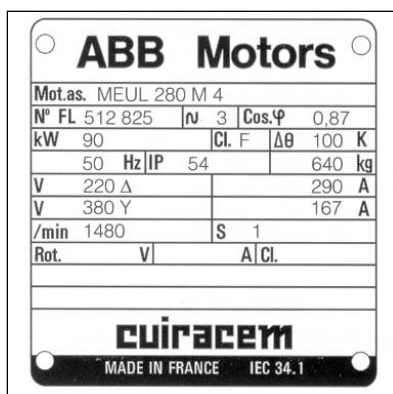
4. LA PLAQUE SIGNALÉTIQUE DU MOTEUR

- Elle nous renseigne sur les différentes caractéristiques du moteur.

Plaque signalétique



- Exemple:**



MEUL 280 M4	Type du moteur parmi l'offre constructeur
N° FL 512 825	Numéro de fabrication du moteur
~ 3	Moteur triphasé
cosφ 0,87	Facteur de puissance du moteur
KW 90	Puissance utile (puissance mécanique) du moteur en kilowatts
CL F	Classe d'isolation du moteur
Δθ 100 K	Température ambiante de fonctionnement
50 Hz	Fréquence nominale de fonctionnement
IP54	Degrés de protection du moteur
640 kg	Poids du moteur
V 220 Δ	Couplage triangle pour une tension de 220V
290 A	Intensité nominale de fonctionnement sous 220V
V 380 Y	Couplage étoile pour une tension de 380 V
167 A	Intensité nominale de fonctionnement sous 380V
Tr/mn 1480	Vitesse de rotation du moteur

4.1. TENSION

- La plaque signalétique indique deux valeurs de tension « 220/380V »
- La **plus petite valeur** est toujours la **tension maximale supportée** par chaque enroulement.

4.2. VITESSE

- vitesse de **synchronisme** :
 - ✓ Les bobines du stator, alimentées en triphasé, créent un champ magnétique tournant dont la vitesse de rotation **Ns** (vitesse de synchronisme) est égale à :

$$N_s = \frac{f}{p}$$

Diagram illustrating the formula for synchronous speed N_s (tr/s):

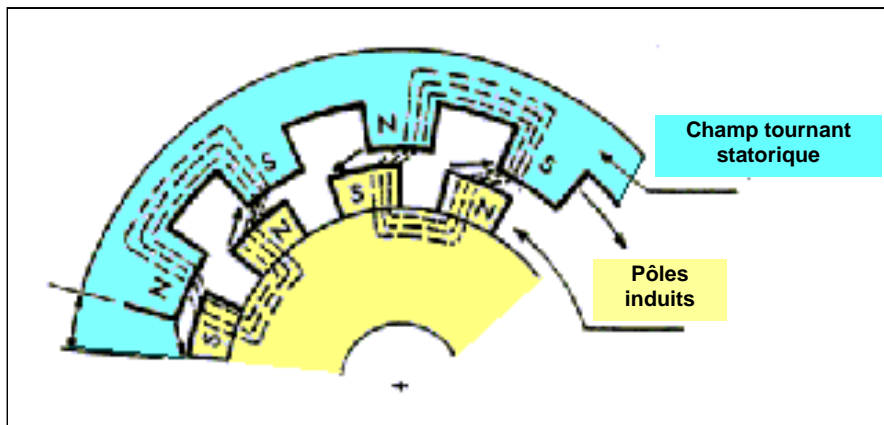
- f : fréquence du réseau (Hz)
- p : nombre de paires de pôles par phase ou nombre de bobines par phase
- N_s : vitesse (tr/s)

- ✓ La fréquence du réseau dépend du lieu d'utilisation (50 Hz en France, 60 Hz aux Etats Unis).
- ✓ Le nombre de paires de pôles par phase est fixé par le fabricant en fonction de la vitesse souhaitée.
- ✓ **Exemple :**

p	f=50Hz	f=60Hz
1	50 tr/s = 3000 tr/min	60 tr/s = 3600 tr/min
2	25 tr/s = 1500 tr/min	30 tr/s = 1800 tr/min
3	16.6 tr/s = 1000 tr/min	20 tr/s = 1200 tr/min

- **glissement :**

- ✓ Le rotor tourne à une vitesse légèrement inférieure au champ tournant (asynchrone).
- ✓ On définit le glissement par la relation :



$$g = \frac{N_s - N_n}{N_s}$$

glissement (%) →

N_s : vitesse de synchronisme

N_n : vitesse nominale du rotor par rapport au stator

g : glissement

5. BILAN DE PUISSANCE



- **S : Puissance absorbée :** puissance électrique fournie par le réseau pour que le moteur fonctionne (elle est aussi appelée **PUISSANCE APPARENTE**).

$$S = \sqrt{3} \times U \times I \text{ (VA)}$$

(Volt x Ampère)

U : tension

I : intensité

- **COSφ : Facteur de puissance:** aptitude d'un récepteur à tirer profit de l'énergie électrique mise à sa disposition.
- **Q : Puissance réactive :** puissance électrique fournie par le réseau pour magnétiser le circuit magnétique.

$$Q = \sqrt{3} \times U \times I \times \sin \varphi \text{ (VAR)}$$

(Volt x Ampère Réactif)

- **Pa** : Puissance active : Puissance utile + puissance dissipée par effet Joule

$$P_a = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos \varphi \text{ (W)}$$

- ✓ **Puissance dissipée par effet Joule** : puissance absorbée par les bobinages et dissipée en chaleur
- ✓ **Puissance utile**: puissance mécanique disponible sur l'arbre de sortie

$$P_u = C \times \omega$$

C: couple

ω: vitesse de rotation

- **η** : Rendement : Rapport entre la puissance utile et la puissance active

$$\eta = \frac{P_u}{P_a}$$

6. DESIGNATION D'UN MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASÉ

- **CARCASSE ET FIXATION**

- ✓ **V** : moteur vertical
- ✓ **H** : moteur horizontal
- ✓ **les hauteurs d'axes** sont **normalisées**

- **INDICES DE PROTECTION**

- ✓ **IP 23** : moteur protégé
- ✓ **IP 44** : moteur fermé
- ✓ **IP 55** : moteur étanche

- **CLASSES D'ISOLATION**

classes d'isolation	E	B	F	H
échauffement maxi (°C)	75	80	100	125
température limite du bobinage (°C) échauffement et ambiance	115	120	140	165

- **FORME DE CONSTRUCTION**

- ✓ à pattes
- ✓ flasques-bridés

- **CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES**

- ✓ tension
- ✓ fréquence
- ✓

- **CARACTERISTIQUES MECANQUES**

- ✓ puissance
- ✓ vitesse

- **SPECIFICATIONS PARTICULIERES**

- ✓ fixation spéciale
- ✓ ambiance
- ✓ ventilation

7. EXERCICE

- Déterminer le type de couplage à réaliser (ETOILE, TRIANGLE ou IMPOSSIBLE).
- Représenter la position des barrettes sur la plaque à bornes

PLAQUE SIGNALITIQUE	TENSIONS DU RESEAU	COUPLAGE A REALISER	POSITION DES BARRETTES
130V / 230V	230V		● ● ● ● ● ●
130V / 230V	400V		● ● ● ● ● ●
130V / 230V	690V		● ● ● ● ● ●
230V / 400V	230V		● ● ● ● ● ●
230V / 400V	400V		● ● ● ● ● ●
230V / 400V	690V		● ● ● ● ● ●
400V / 690V	230V		● ● ● ● ● ●
400V / 690V	400V		● ● ● ● ● ●
400V / 690V	690V		● ● ● ● ● ●