



# Electrotechnique

## Chapitre 7 Machine asynchrone triphasée

© Fabrice Sincère ; version 3.0.3

<http://pagesperso-orange.fr/fabrice.sincere/>

# Sommaire

1- Introduction

2- Glissement

3- Plaque signalétique

4- Fonctionnement à vide

5- Fonctionnement en charge

6- Bilan de puissance du moteur asynchrone

# Chapitre 7

## Machine asynchrone triphasée

### 1- Introduction

- L'inducteur est situé au stator, l'induit au rotor.
- Le stator est identique à celui de la machine synchrone (bobinage triphasé qui crée un champ tournant).



**Nikola TESLA (1856-1943)**

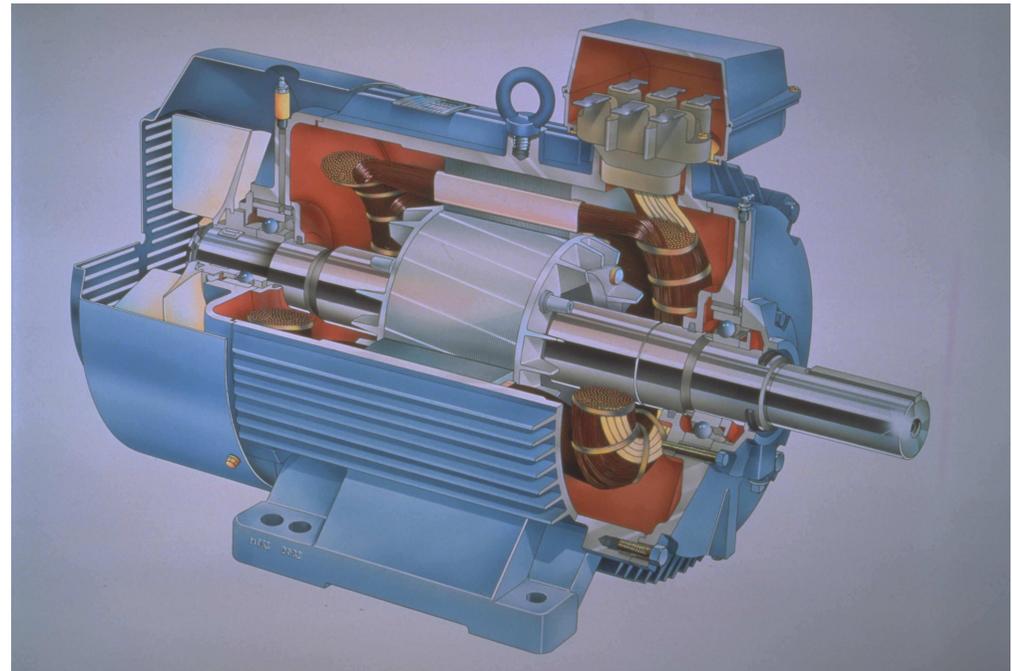
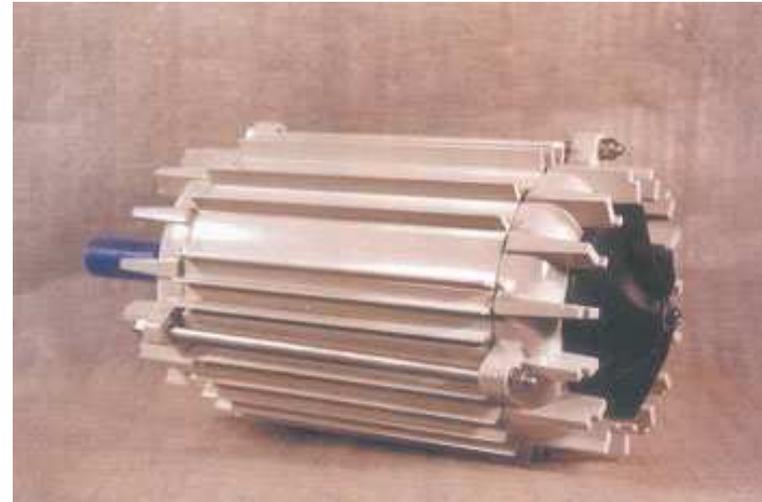


Fig. 1 moteur asynchrone à cage d'écureuil (coupe partielle)

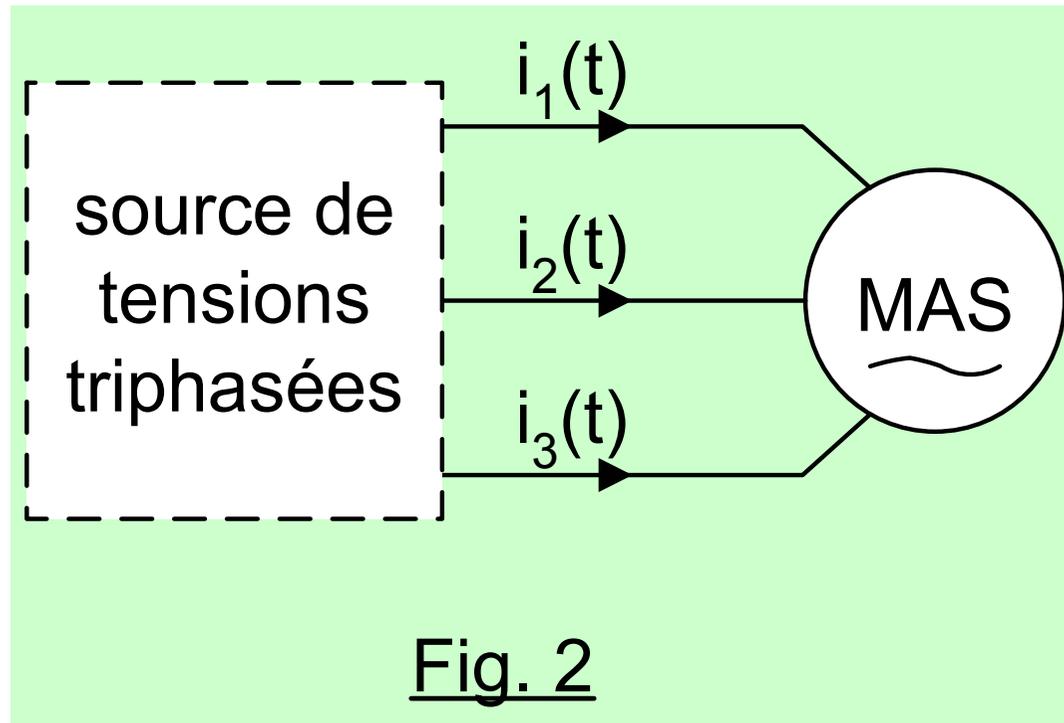
- deux sortes de rotors :
  - Rotor à “cage d'écureuil”  
(robuste et bon marché)
  - Rotor bobiné



- trois types de fonctionnement :
  - en moteur : utilisation la plus courante (machines outils ...)
  - en génératrice : éolienne
  - en frein : moteur frein



Dans la suite, on s'intéressera au moteur asynchrone triphasé à cage d'écureuil :



## 2- Glissement

- La vitesse de synchronisme est la vitesse de rotation du champ tournant :

$$n_s (\text{tr / s}) = \frac{f (\text{Hz})}{p}$$

$$\Omega_s (\text{rad / s}) = \frac{\omega}{p} = \frac{2\pi f}{p}$$

- Le glissement mesure l'écart relatif entre la vitesse de rotation de la machine et la vitesse de synchronisme :

$$g = \frac{n_s - n}{n_s} = \frac{\Omega_s - \Omega}{\Omega_s}$$

$$n = n_s(1 - g)$$

- Exemple : Soit un réseau triphasé ( $f = 50$  Hz) alimentant un moteur à trois paires de pôles ( $p = 3$ ) :

$$n_s = 50/3 = 16,7 \text{ tr/s} = \mathbf{1000 \text{ tr/min}}$$

A la charge nominale, ce moteur tourne à 950 tr/min :

$$g_N = (1000 - 950)/1000 = 0,05 = \mathbf{5 \%}$$

A vide (pas de charge),  $n \approx 1000$  tr/min :

$$g_{\text{vide}} \approx \mathbf{0 \%}$$

Au démarrage ( $n = 0$ ) :

$$g = 1 \text{ (100 \%)}$$

- Remarques

En fonctionnement normal, le glissement n'excède pas quelques pour cent.

A vide, un moteur asynchrone tourne pratiquement à la vitesse de synchronisme.

### 3- Plaque signalétique

Exemple :

3 ~	Y
400 V	50 Hz
3,3 A	1,5 kW
1430 tr/min	$\cos \varphi = 0,85$
17 kg	

$U_N = 400 \text{ V}$  : tension d'alimentation nominale entre phases

$I_N = 3,3 \text{ A}$  : courant de ligne consommé à charge nom.

$P_u = 1,5 \text{ kW}$  : puissance utile nom. (puissance mécanique fournie à la charge)

$n_N = 1430 \text{ tr/min}$  : vitesse de rotation nom.

$\cos \varphi_N = 0,85$  : facteur de puissance nom.

## 4- Fonctionnement à vide

Les caractéristiques à vide ne figurent pas sur la plaque signalétique.  
Pour le moteur précédent :

$$I_{\text{vide}} = 1,3 \text{ A}$$

$$P_{\text{absorbée}} = 190 \text{ W}$$

$$n_{\text{vide}} = 1500 \text{ tr/min}$$

d'où :

$$p = \frac{f}{n_s} = \frac{50}{1500/60} = 2 \quad (2 \text{ paires de pôles})$$

$$\cos \varphi_{\text{vide}} = \frac{P_a}{\sqrt{3}UI} = \frac{190}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1,3} = 0,21 \quad (\text{fortement inductif})$$

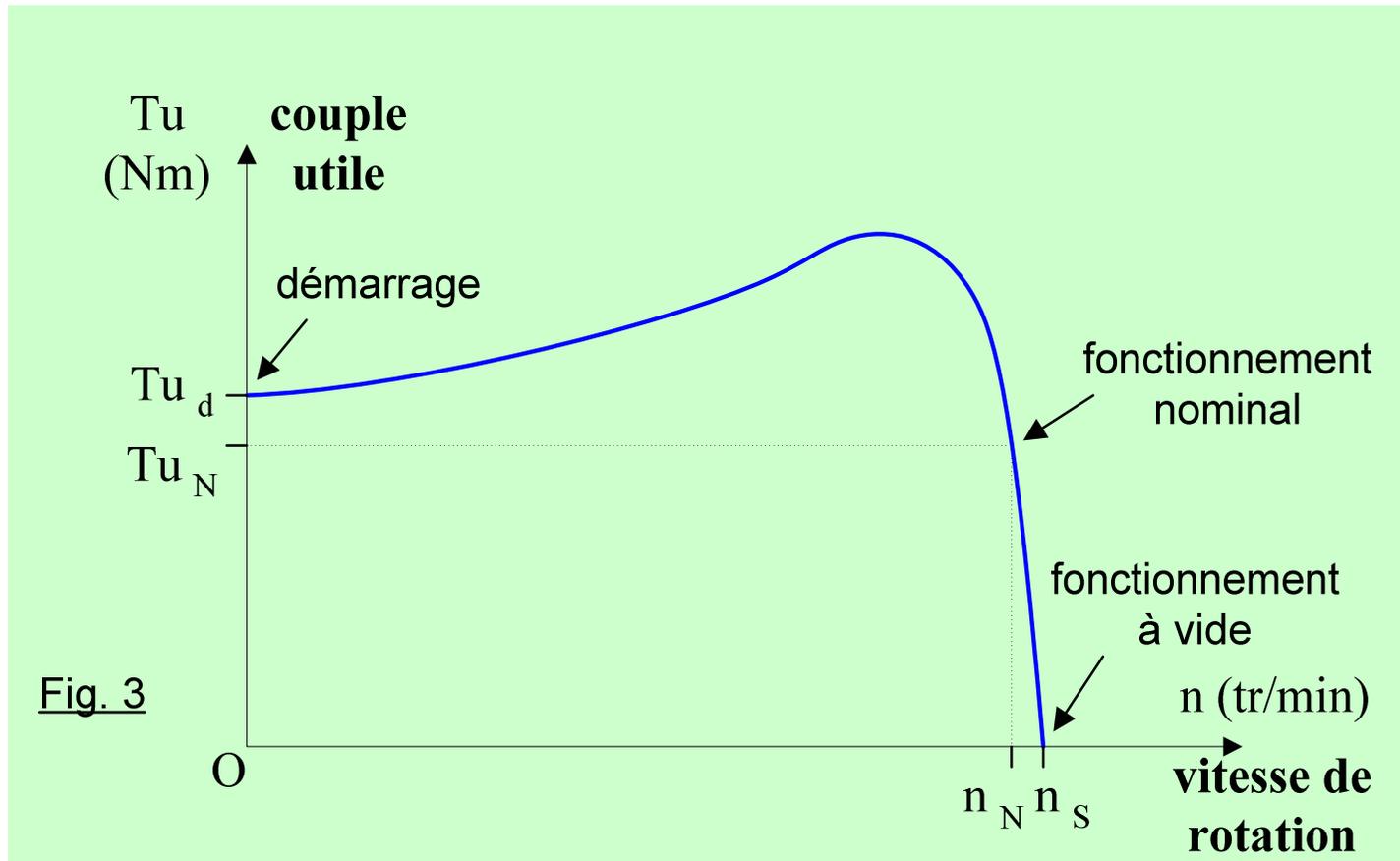
## 5- Fonctionnement en charge

	I (A)	cos $\varphi$	n (tr/min)	g (%)
A vide	1,3	0,21	1500	0
Charge nominale	3,3	0,85	1430	4,7

Commentaires :

- le courant consommé à vide est important
- la vitesse de rotation varie peu avec la charge

- Caractéristique mécanique  $T_u(n)$



Dans la zone utile, le couple utile est proportionnel au glissement :

$$T_u \propto g$$

A.N.

- couple utile nominal

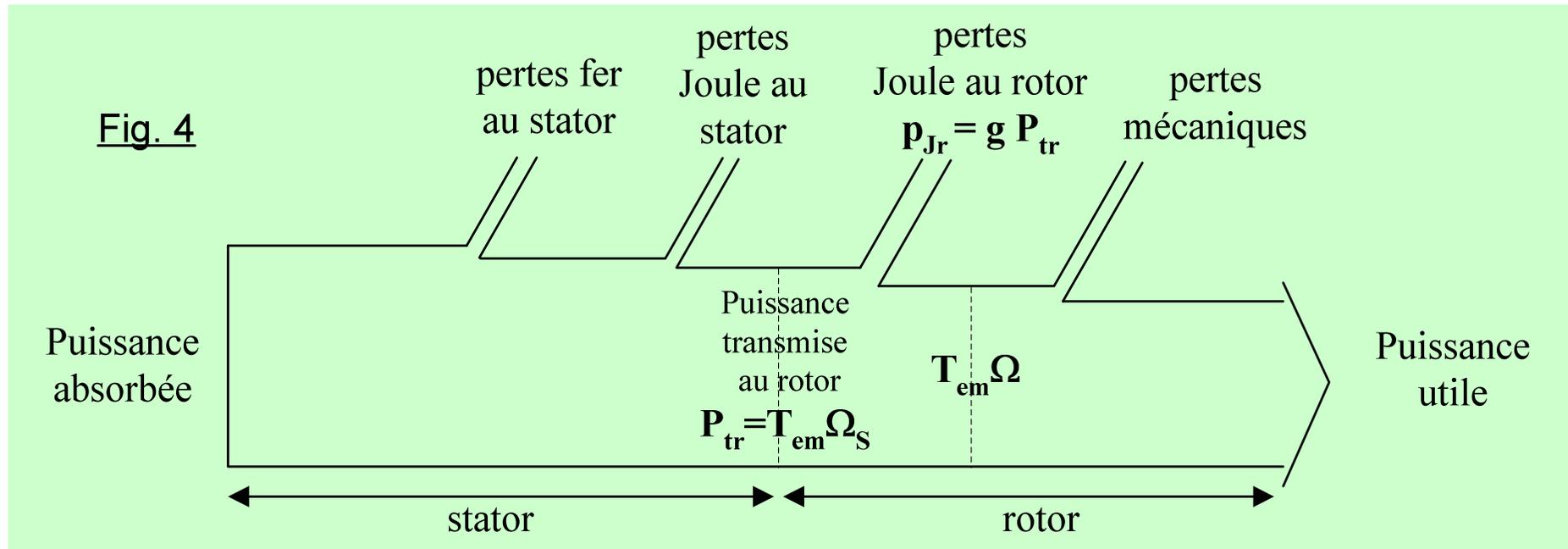
$$T_{u_N} = \frac{P_{u_N}}{\Omega_N} = \frac{1500}{1430 \cdot \frac{2\pi}{60}} = 10,0 \text{ Nm}$$

- couple utile à 1450 tr/min ?

glissement :  $(1500 - 1450)/1500 = 3,3 \%$

$$T_u = T_{u_N} \frac{g}{g_N} = 10,0 \cdot \frac{3,3}{4,7} = 7,1 \text{ Nm}$$

## 6- Bilan de puissance du moteur asynchrone



- pertes Joule au rotor

$$p_{Jr} = P_{tr} - T_{em} \Omega = T_{em} (\Omega_S - \Omega) = g T_{em} \Omega_S$$

$$p_{Jr} = g P_{tr}$$

- les pertes fer sont essentiellement localisées au stator (elles sont négligeables dans le rotor).

- Rendement

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{\sqrt{3}UI \cos \varphi - \sum \text{pertes}}{\sqrt{3}UI \cos \varphi}$$

A.N.

- rendement nominal

$$\eta_N = \frac{P_{u_N}}{P_{a_N}} = \frac{1500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 3,3 \cdot 0,85} = 77 \%$$