

$$P_{jso} = 3R'I_o^2$$

$R'$  La résistance d'un enroulement en ohms  $[\Omega]$

$I_o^2$  L'intensité du courant de ligne à vide en ampères<sup>2</sup>  $[A^2]$

➤ Si la résistance  $R$  est la résistance d'un enroulement avec un couplage en triangle

$$P_{jso} = 3R'J_o^2$$

$P_{jso}$  Les pertes par effet Joule à vide dans le stator en watts  $[W]$

$R'$  La résistance d'un enroulement en ohms  $[\Omega]$

$J_o^2$  L'intensité du courant dans un enroulement à vide en ampères<sup>2</sup>  $[A^2]$

### Pertes magnétiques dans le stator à vide

$$P_{fs}$$

$P_{fs}$  Les pertes dans le fer à vide dans le stator en watts  $[W]$

Elles sont constantes donc identiques à vide et en charge

### Puissance transmise au rotor à vide

$$P_{tro} = P_o - P_{jso} - P_{fs}$$

$P_{tro}$  La puissance transmise à vide au rotor en watts  $[W]$

$P_o$  La puissance électrique absorbée à vide en watts  $[W]$

$P_{jso}$  Les pertes par effet Joule à vide dans le stator en watts  $[W]$

$P_{fs}$  Les pertes dans le fer du stator en watts  $[W]$

### Les pertes par effet joule à vide dans le rotor

$$n_o = n_s$$

$n_s$  La fréquence de rotation du champ  $\vec{B}$  en tours par seconde  $[tr.s^{-1}]$

$n_o$  La fréquence de rotation à vide du rotor en tours par seconde  $[tr.s^{-1}]$

On rappelle que le glissement à vide d'un moteur asynchrone est donné par la relation :

$$g_o = \frac{n_s - n_o}{n_s}$$

$g_o$  Le glissement du moteur à vide en pourcentage [sans unités]

Les deux relations précédentes donnent :



$$g_o = 0 \%$$

Le glissement du moteur à vide est nul

Sachant que :

$$P_{jro} = g_o \cdot P_{tro}$$

$P_{jro}$  Les pertes par effet Joule à vide dans le rotor en watts  $[W]$

$g_o$  Le glissement à vide du moteur asynchrone [sans unités]

$P_{tro}$  La puissance transmise à vide au rotor en watts  $[W]$



$$P_{jro} = 0 W$$

Les pertes par effet joule à vide dans le rotor sont nulles

### Les pertes mécaniques dans le stator à vide

$$P_{méca}$$

Les pertes mécaniques à vide dans le stator en watts  $[W]$

Elles sont constantes donc identiques à vide et en charge

$P_{\text{méca}}$ 

## La puissance utile à vide

$$P_u = T_{uo} \cdot \Omega_o$$

$P_{uo}$	La puissance utile à vide en watts [W]
$T_{uo}$	Le moment du couple utile à vide en Newton-mètres [Nm]
$\Omega_o$	La vitesse angulaire du rotor à vide en radians par seconde [rad.s <sup>-1</sup> ]

Sachant, que :

 $g_o = 0 \%$  Le glissement du moteur à vide est nul $P_{uo} = 0 \text{ W}$  La puissance utile à vide est nulle

Le bilan des puissances complet donne :

$$P_o = P_{jso} - P_{fs} - P_{\text{méca}}$$

$P_o$	La puissance absorbée à vide en watts [W]
$P_{jso}$	Les pertes par effet Joule à vide dans le stator en watts [W]
$P_{fs}$	Les pertes dans le fer du stator en watts [W]
$P_{\text{méca}}$	Les pertes mécaniques dans le rotor en watts [W]

La puissance absorbée à vide se mesure aisément avec la méthode des deux wattmètres, Connaissant la résistance des enroulements du stator, les pertes par effet Joule à vide sont facilement calculables. La différence entre la puissance absorbée et la puissance perdue par effet Joule, donne les deux puissances restantes, c'est-à-dire les pertes magnétiques au niveau du stator et les pertes mécaniques.

Plusieurs études sont possibles :

- Soient les pertes magnétiques dans le stator sont données, nous calculons alors la puissance absorbée, les pertes par effet joule dans le stator et nous en déduisons les pertes mécaniques.
- Soient les pertes mécaniques sont données, nous calculons la puissance absorbée, les pertes par effet joule dans le stator et nous en déduisons les pertes magnétiques dans le stator.
- Soit, le cas le plus fréquent, il est précisé que les pertes mécaniques et les pertes magnétiques dans le stator sont égales, nous calculons alors la puissance absorbée, les pertes par effet joule dans le stator et nous en déduisons les pertes mécaniques ainsi que les pertes magnétiques dans le stator.

## . VI L'essai en charge

### . a Le point de fonctionnement

Le moteur est maintenant chargé, c'est-à-dire que l'arbre de ce dernier entraîne une charge résistante qui s'oppose au mouvement du rotor.

En régime permanent, ou régime établi, le couple utile  $T_u$  délivré par le moteur est égal au couple résistant  $T_R$  que lui oppose la charge mécanique :

En régime permanent :

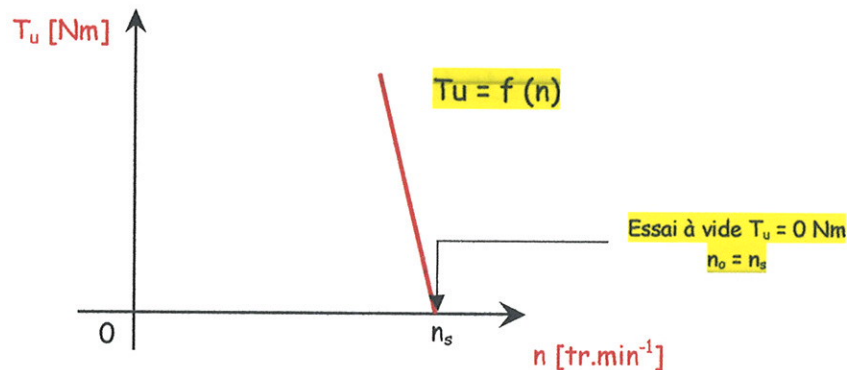
$$T_u = T_R$$

$T_u$  Le couple utile délivré par le moteur en newtons mètres [Nm]

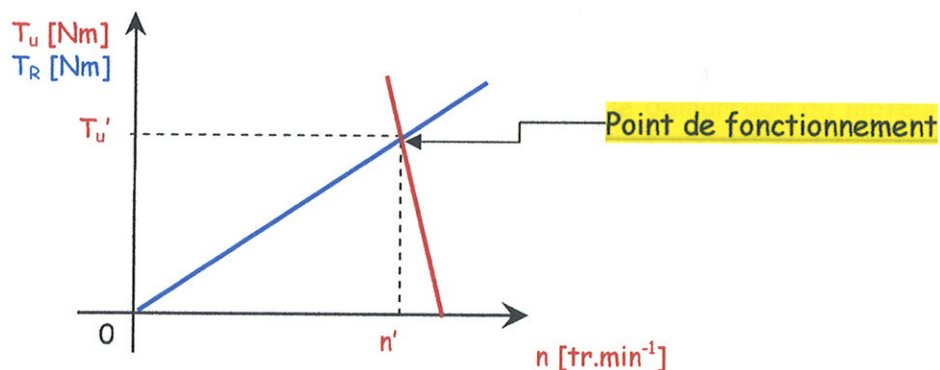
$T_R$  Le couple résistant de la charge mécanique en newtons mètres [Nm]

Sur sa partie utile, la caractéristique mécanique est un segment de droite. Pour la tracer, il suffit de deux points. Le premier est généralement donné par l'étude d'un cas précis, le second se déduit de l'essai à vide. Dans cet essai, le couple utile est nul, il est associé à une fréquence de rotation considérée comme égale celle du synchronisme,  $n_0 = n_s$ .

Le moment du couple utile  $T_u$  en fonction de la fréquence de rotation en tours par minute est la suivante



Le point de fonctionnement se trouve sur l'intersection de la caractéristique mécanique du moteur et de la courbe qui caractérise le couple résistant de la charge.



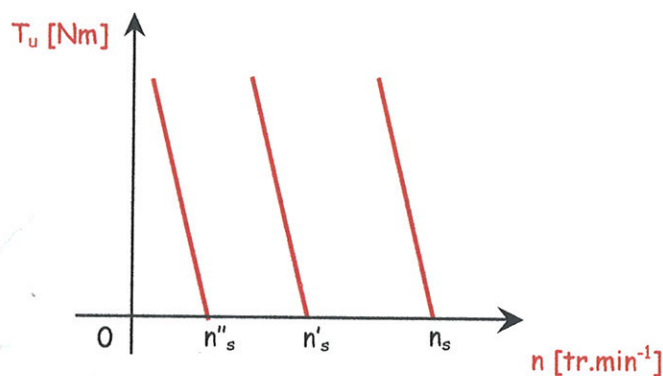
Evaluation graphique du point de fonctionnement



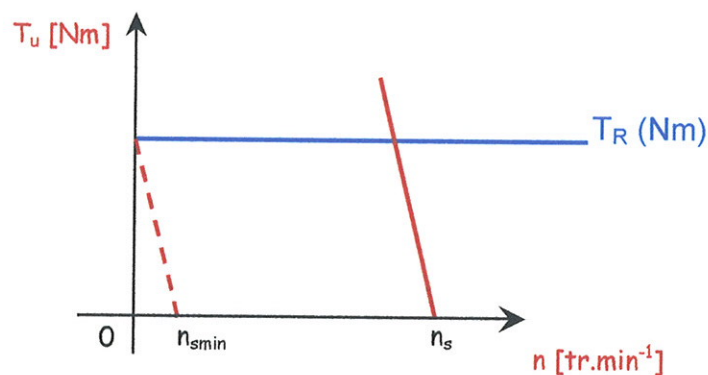
Le point de fonctionnement ( $T_u$ ;  $n'$ ) permet de calculer très facilement le glissement et la puissance utile dans ce cas bien précis.

### b Le fonctionnement à V/f constant

Si les propriétés électriques de l'alimentation du moteur sont telles que le rapport entre la valeur efficace et la fréquence  $f$  de la tension  $v(t)$  reste constant  $\frac{V}{f} = \text{Constante}$ , le moment du couple magnétique  $T_{em}$  ne dépend que de la différence entre les fréquences de rotation  $n_s$  et  $n$ . Dans ce cas, toutes les caractéristiques mécaniques sont parallèles les unes avec les autres.



### c Le fonctionnement à V/f constant et à couple résistant constant



En traçant successivement les différentes caractéristiques toutes parallèles entre elles, il est possible de trouver la fréquence minimale qui permet le démarrage du moteur lorsque le couple résistant qui s'oppose au couple utile du moteur est fixé, en utilisant la relation :

$$f_{\min} = n_{\min} \cdot p$$