

Calculs

D'après nos calculs précédents:

$$N_s = 1500 \text{ tr/min}$$

$$R = 3,1 \text{ ohms}$$

$$X = 12,2 \text{ ohms}$$

$$L = X/2\pi = 12,2/(2 \cdot 3,14 \cdot 50) = 0,0388 \text{ H}$$

Calcul de $tem(n)$

$$Tem = \frac{3 \cdot R}{\Omega_s} \cdot \frac{V^2 \cdot g}{R^2 + (gL\omega)^2}$$

$$Tem = \frac{3 \cdot R}{2\pi \cdot \left(\frac{f}{p}\right)} \cdot \frac{V^2 \cdot g}{R^2 + (gL \cdot 2\pi \cdot f)^2}$$

$$Tem(g) = \frac{3 \cdot R \cdot p}{2\pi \cdot f} \cdot \frac{V^2 \cdot g}{R^2 + (gL \cdot 2\pi \cdot f)^2}$$

On remplace $g = \left(\frac{ns-n}{ns}\right)$

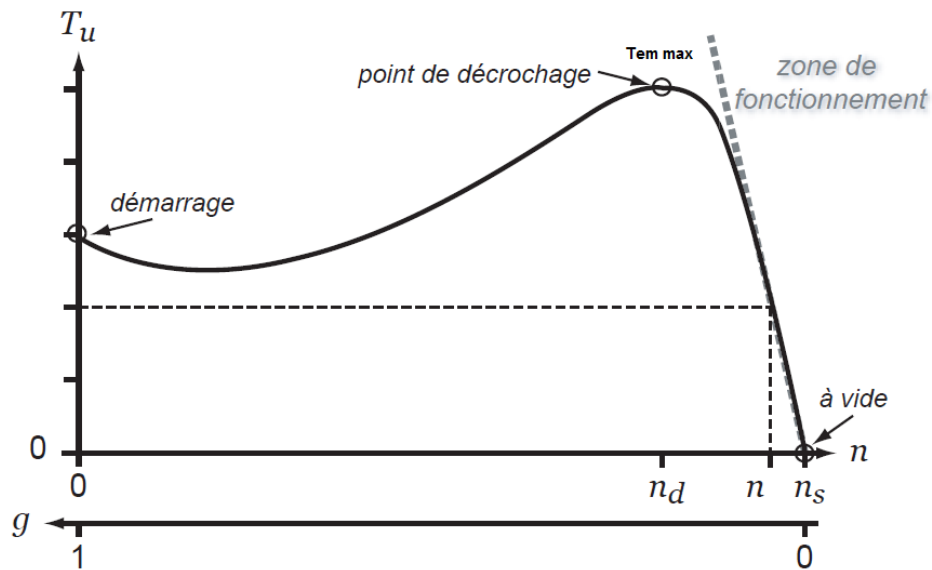
$$Tem(n) = \frac{3 \cdot R \cdot p}{2\pi \cdot f} \cdot \frac{V^2 \cdot \left(\frac{ns-n}{ns}\right)}{R^2 + (L \cdot 2\pi \cdot f)^2 \left(\frac{ns-n}{ns}\right)^2}$$

$$Tem(n) = \frac{3 \cdot R \cdot p}{2\pi \cdot f} \cdot \frac{V^2 \cdot \left(1 - \left(\frac{n}{ns}\right)\right)}{R^2 + (L \cdot 2\pi \cdot f)^2 \left(1 - \left(\frac{n}{ns}\right)\right)^2}$$

Si $f=50\text{Hz}$ et $V=230\text{V}$ et $ns=1500 \text{ tr/min}$ cela donne :

$$Tem(n) = 0,05920 \cdot \frac{52900 \cdot \left(1 - \left(\frac{1}{1500}\right)n\right)}{9,61 + 148,8 \cdot \left(1 - \left(\frac{1}{1500}\right)n\right)^2}$$

Courbe a)



L'allure du couple utile T_u d'un moteur asynchrone en fonction de la vitesse de rotation du rotor (n) et du glissement g . La valeur (T_n) est celle du couple nominal.

Les conditions de vitesse, de glissement et du couple dans lesquelles le moteur va travailler après avoir démarré, celle-ci se trouve dans la zone des valeurs élevées de (n), c'est-à-dire pour les faibles valeurs du glissement (g).

Nous pouvons remarquer que dans ce régime, la vitesse varie peu en fonction de la charge, et que l'on peut approcher la caractéristique $T_u(n)$ par une droite, de sorte que :

$$T_u = an + b$$

Calcul de la droite affine :

D'après la plaque signalétique du moteur asynchrone

$N=1430\text{Tr}/\text{min}$

$P_u=1,5\text{KW}$

$I_n=1,6\text{A}$

$$T_u = \frac{P_u}{\Omega_u} = \frac{1500}{2 \cdot \pi \cdot \left(\frac{1430}{60}\right)} = 10 \text{ N.m}$$

Couple nominal du moteur $\Rightarrow T_u$ 10 N.m (couple nominal)

En ce qui concerne le couple électromagnétique pour une fréquence de 50Hz sous 230V :

$$T_{em}(n) = 0,05920 \cdot \frac{52900 \cdot \left(1 - \left(\frac{1}{1500}\right)n\right)}{9,61 + 148,8 \cdot \left(1 - \left(\frac{1}{1500}\right)n\right)^2}$$

Avec $n=1430$ tr/min $T_{em}(n)=14,71$ N.m

Et $n_s=1500$ $T_{em}(n)=0$ N.m

$$0 = 1500a + b \text{ 1er équation}$$

$$14,71 = 1430a + b \text{ 2ème équation}$$

1er équation :

$$b = -1500a$$

Donc :

$$14,71 = 1430a - 1500a = -70a \Rightarrow a = -\frac{14,71}{70} = -0,210$$

$$b = 315,214$$

$$T_{em} \approx -0,210n + 315,214$$

Le couple de pertes $T_p=T_{em}-T_u=14,71-10= 4,71$ N.m

En ce qui concerne le couple utile avec les pertes cela donne un T_u :

$T_u=T_{em}-T_p$

$$T_u(n) = 0,05920 \cdot \frac{52900 \cdot \left(1 - \left(\frac{1}{1500}\right)n\right)}{9,61 + 148,8 \cdot \left(1 - \left(\frac{1}{1500}\right)n\right)^2} - 4,71$$

Avec tous ces éléments nous pouvons calculer T_u

$T_u=0 \Rightarrow T_{em}=T_p=T_u 4,71= 4,71$ N.m N_s environ 1478 tr/min

$T_u=8 \Rightarrow T_{em}=T_u+T_p=8+4,71=12,71$ N.m N environ 1440 tr/min

D'après la courbe a), la droite tangente au couple utile correspond à T_u la fonction affine que nous avons calculée, c'est d'ailleurs cette fonction que nous garderons pour des moyens de simplification

$$N_s - n = 1478 - 1440 = 38 \text{ tr/min}$$

Étude du moteur alimenté à (V/f) est :

Pour fonctionner à basse vitesse, le moteur est alimenté par un variateur qui permet de régler la fréquence en maintenant le rapport v/f constant.

La vitesse de la cabine de l'ascenseur est proportionnelle à la fréquence de rotation n du moteur. Pour une fréquence de rotation $n = 225 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$,

la vitesse de la cabine de l'ascenseur est $V_{\text{cabine}} = 2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Le moment du couple résistant noté T_R est constant et égal à 8 N.m.

Soit :

Pour un couple utile de 8 N.m la vitesse de rotation du moteur est d'environ de 1440tr/min vue précédemment

Vérification :

$$T_{em} = T_u + T_p = 8 + 4,71 = 12,71$$

$$T_{em} \approx -0,210n + 315,214$$

$$12,71 \approx -0,210n + 315,214$$

$$n \approx -\frac{12,71 - 319,32}{0,210} = 1440 \text{ tr/min}$$

Si la cabine monte ou descend à une vitesse de 225tr/min $N_s = 225 + 38 = 263 \text{ tr/min}$

Alors pour :

$$263\text{tr/min} \Rightarrow N_s = (f/p) \Rightarrow f = (263/60) \cdot 2 = 8,76\text{Hz}$$

Pour que la vitesse soit de 225tr/min il faut avoir une fréquence d'environ 8,76Hz.

Rappel :

$$T_{emmax} = k \cdot \left(\frac{V}{f}\right)^2 \quad \text{avec } k = \frac{3 \cdot p}{8 \cdot \pi^2 \cdot L} = \frac{3 \cdot 2}{8 \cdot \pi^2 \cdot 0,0388} = 1,958$$

Pour conserver le couple maximum, il faut garder (V/f) constant soit

T_{emmax} environ égale à 41,40N.m

$$T_{emmax} = 1,958 \cdot \left(\frac{V}{f}\right)^2 \Rightarrow V = \sqrt{\frac{T_{emmax} \times f^2}{1,958}} = \sqrt{\frac{41,40 \times 8,76^2}{1,958}} = 40,28\text{V}$$

En ce qui concerne le couple électromagnétique pour une fréquence de 8,76Hz sous 40,28V :

$$T_{em}(n) = \frac{3 \cdot R \cdot p}{2\pi \cdot f} \cdot \frac{V^2 \cdot \left(1 - \left(\frac{n}{n_s}\right)\right)}{R^2 + (L \cdot 2 \cdot \pi \cdot f)^2 \left(1 - \left(\frac{n}{n_s}\right)\right)^2}$$

Notre nouveau T_{emmax} pour $f=8,76\text{Hz}$ sous $V=40,28\text{V}$ et $n_s=263 \text{tr/min}$

$$T_{em}(n) = 0,337 \cdot \frac{1622,47 \cdot \left(1 - \left(\frac{1}{263}\right)n\right)}{9,61 + 4,56 \cdot \left(1 - \left(\frac{1}{263}\right)n\right)^2}$$

Ce qui nous donne :

$$T_{em} = T_u + T_p = 0 + 4,71 = 4,71 \text{ N.m} \Rightarrow N_s = 263 \text{ tr/min}$$

$$T_{em} = T_u + T_p = 8 + 4,71 = 12,71 \text{ N.m} \Rightarrow N = 225 \text{ tr/min}$$

$$4,71 = 263a + b \quad \text{1er équation}$$

$$12,71 = 225a + b \quad \text{2ème équation}$$

1er équation :

$$b = -263a + 4,71$$

Donc :

$$12,71 = 225a - 263a + 4,71 = -38a + 4,71 \Rightarrow a = -\frac{8}{38} = -0,210$$

$$b = 55,36$$

$$T_{em} \approx -0,210n + 55,36$$

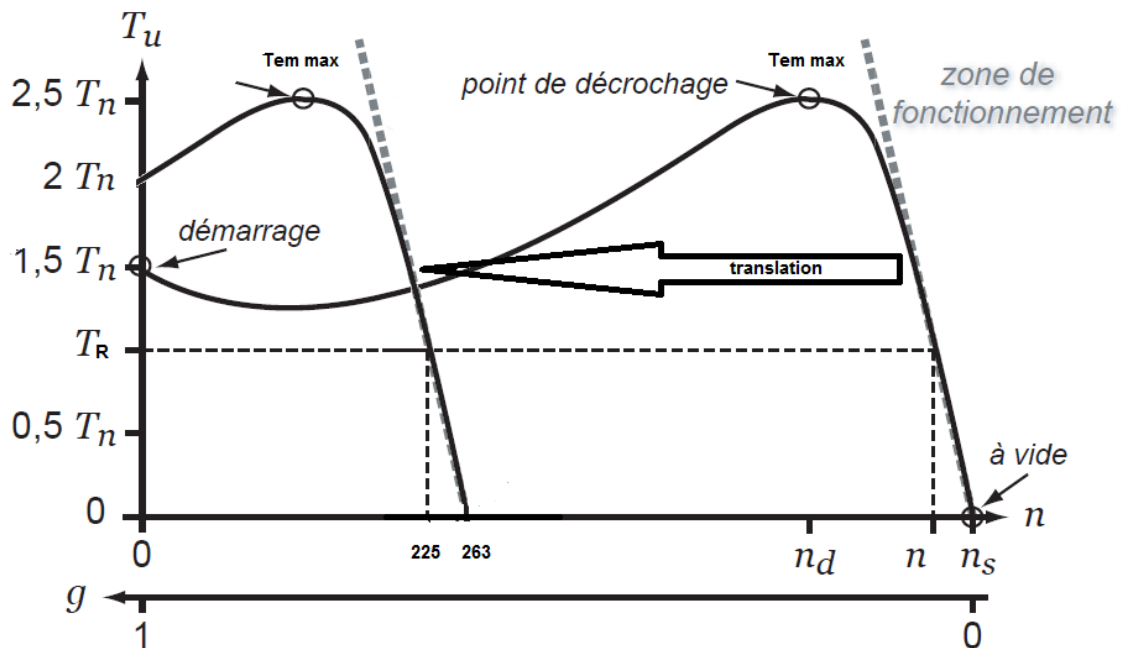
Le coefficient directeur identique car la nous travaillons en // (signal identique)

En ce qui concerne le couple utile avec les pertes cela donne un T_u :

$$T_u = T_{em} - T_p$$

$$T_u(n) = 0,337 \cdot \frac{1622,47 \cdot \left(1 - \left(\frac{1}{263}\right)n\right)}{9,61 + 4,56 \cdot \left(1 - \left(\frac{1}{263}\right)n\right)^2} - 4,71$$

Figure b)



Lorsque V et f cst, et que nous faisons varier un de ces 2 paramètre nous translatons la courbe vers la gauche.

Autre exemple mais cette fois-ci nous somme au dessus de 50Hz essayons avec 60Hz

$$T_{emmax} = 1,958. \left(\frac{V}{f}\right)^2 \Rightarrow \text{on veut toujours } T_{emmax} = 41,40 \text{ N.m}$$

$$V = \sqrt{\frac{41,40 \times 60^2}{1,958}} = 275V!!!! \text{ heu ... j'ai que } 230V \text{ donc } V = 230V$$

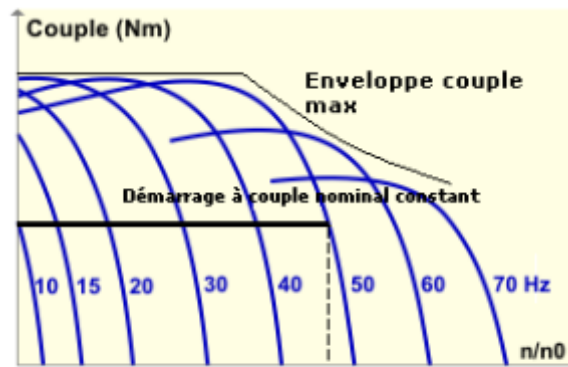
$$T_{em}(n) = \frac{3.R.p}{2\pi.f} \cdot \frac{V^2 \cdot \left(1 - \left(\frac{n}{ns}\right)\right)}{R^2 + (L.2.\pi.f)^2 \left(1 - \left(\frac{n}{ns}\right)\right)^2}$$

Et avec $ns=1500$ tr/min (remise à l'état initial sans la charge de 8 N.m)

$$T_{em}(n) = 0,0493. \frac{52900. \left(1 - \left(\frac{n}{1500}\right)\right)}{R^2 + 213 \left(1 - \left(\frac{n}{1500}\right)\right)^2}$$

Dans le calcul l'inconvénient est que pour avoir un couple constant il aurait fallu que la tension soit égale à 275V mais c'est impossible en raison de la tension délivrée par le réseau.

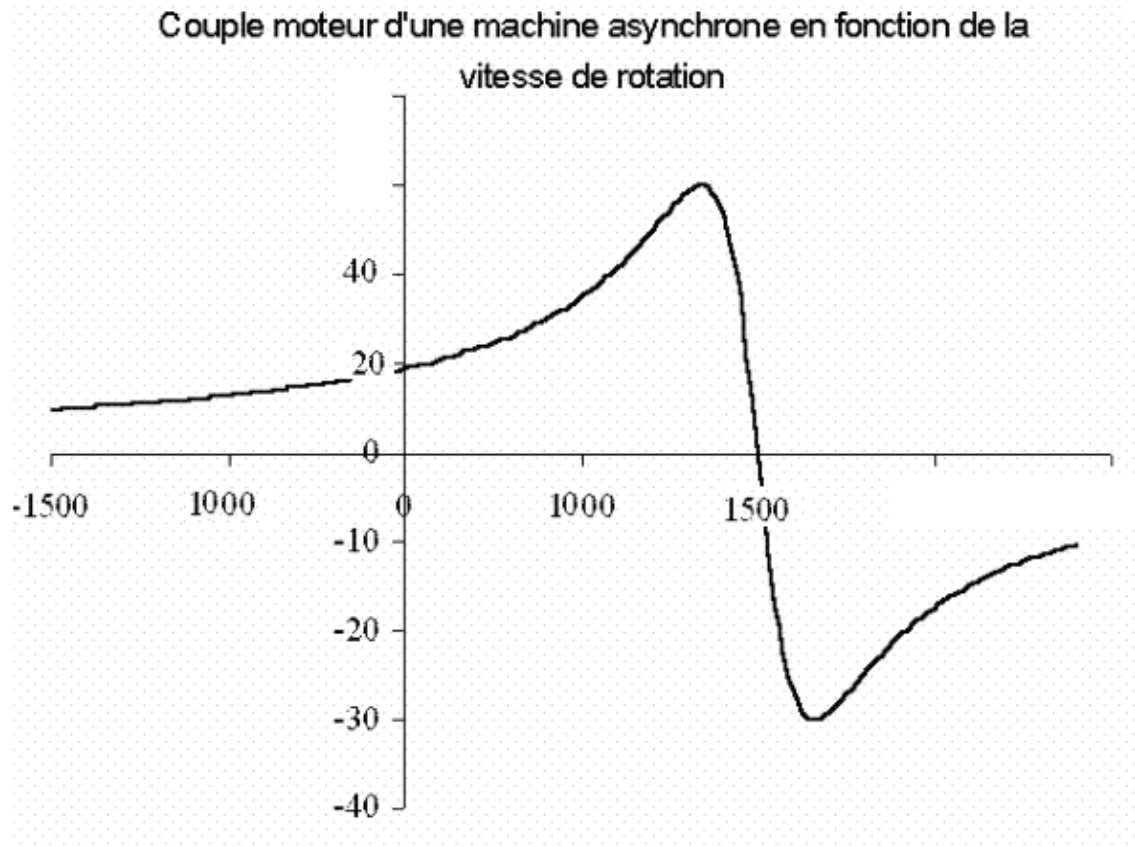
En conclusion, si la fréquence est au dessus de 50Hz pour ce moteur le couple T_{em} ce dégrade.



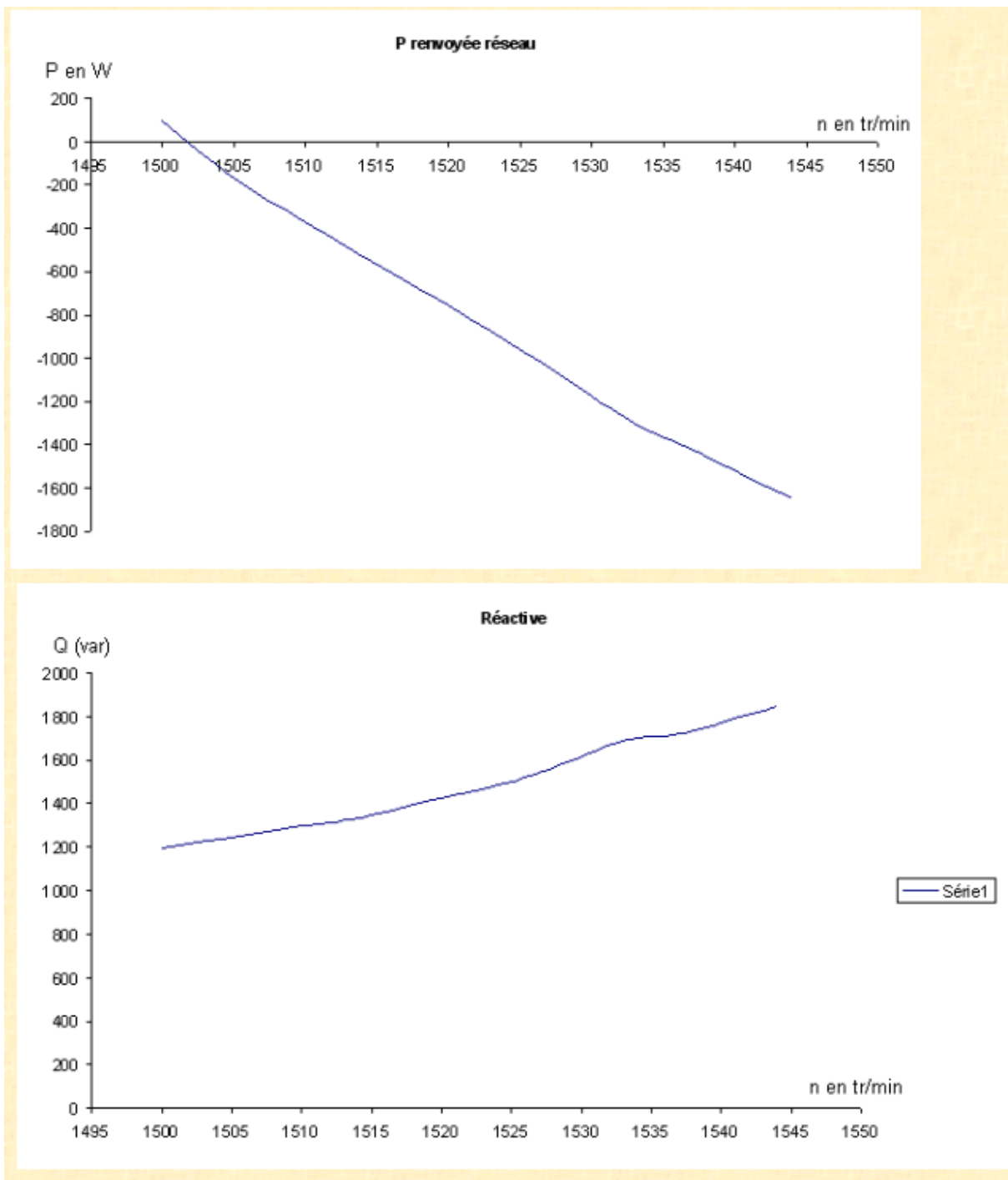
Fonctionnement à couple constant.

Fonctionnement en hypersynchrone

Toujours avec le même moteur celui-ci n'a pas changé depuis tout à l'heure...

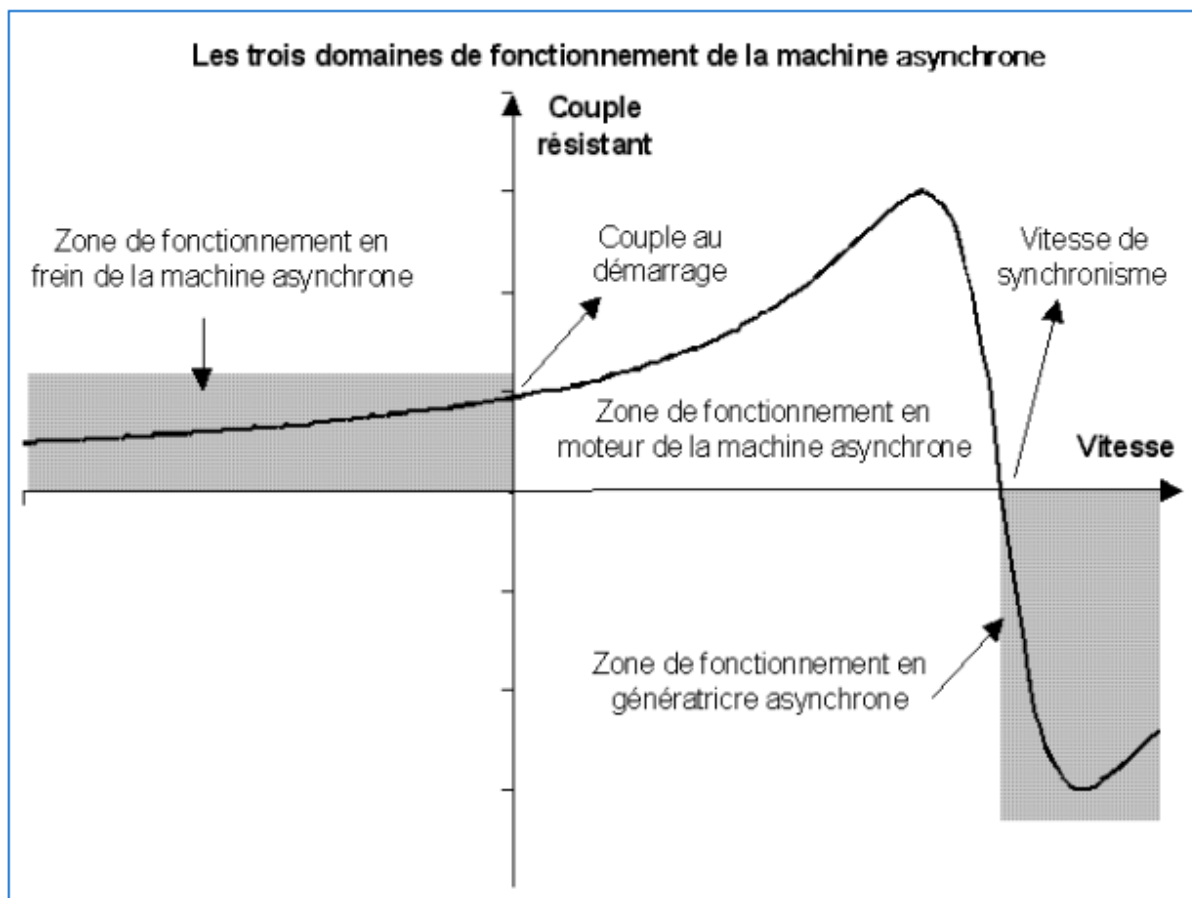


Lorsque par exemple le moteur asynchrone entraîne une charge, mais maintenant c'est plus le moteur qui entraîne la charge mais l'inverse, (la charge entraîne le moteur dans le même sens mais encore plus vite...) voici ce qu'il se passe.



La puissance active (négative) le moteur renvoie de la puissance active sur le réseau, et absorbe de la puissance réactive.

Les domaines de fonctionnement de la Machine asynchrone



En ce qui concerne la zone de freinage c'est la charge qui entraîne le moteur mais dans le sens opposé.