

# Les Entraînements

# électromécaniques

**Objectif :** A l'issue de cette séance, vous saurez réunir des informations qui vous permettront de vérifier la conformité d'un convertisseur électromécanique

Technologie des systèmes		S2.1 - Conversion électromagnétique d'énergie	
S2 : Utilisation de l'énergie			
Lieu : Salle de Techno	T. ELEEC	Compétences : C2-2, C2-9	Page : 1 sur 17
Session : 2012-2013			

# 1 - Mise en situation

## 1.1 - Modernisation d'un ascenseur

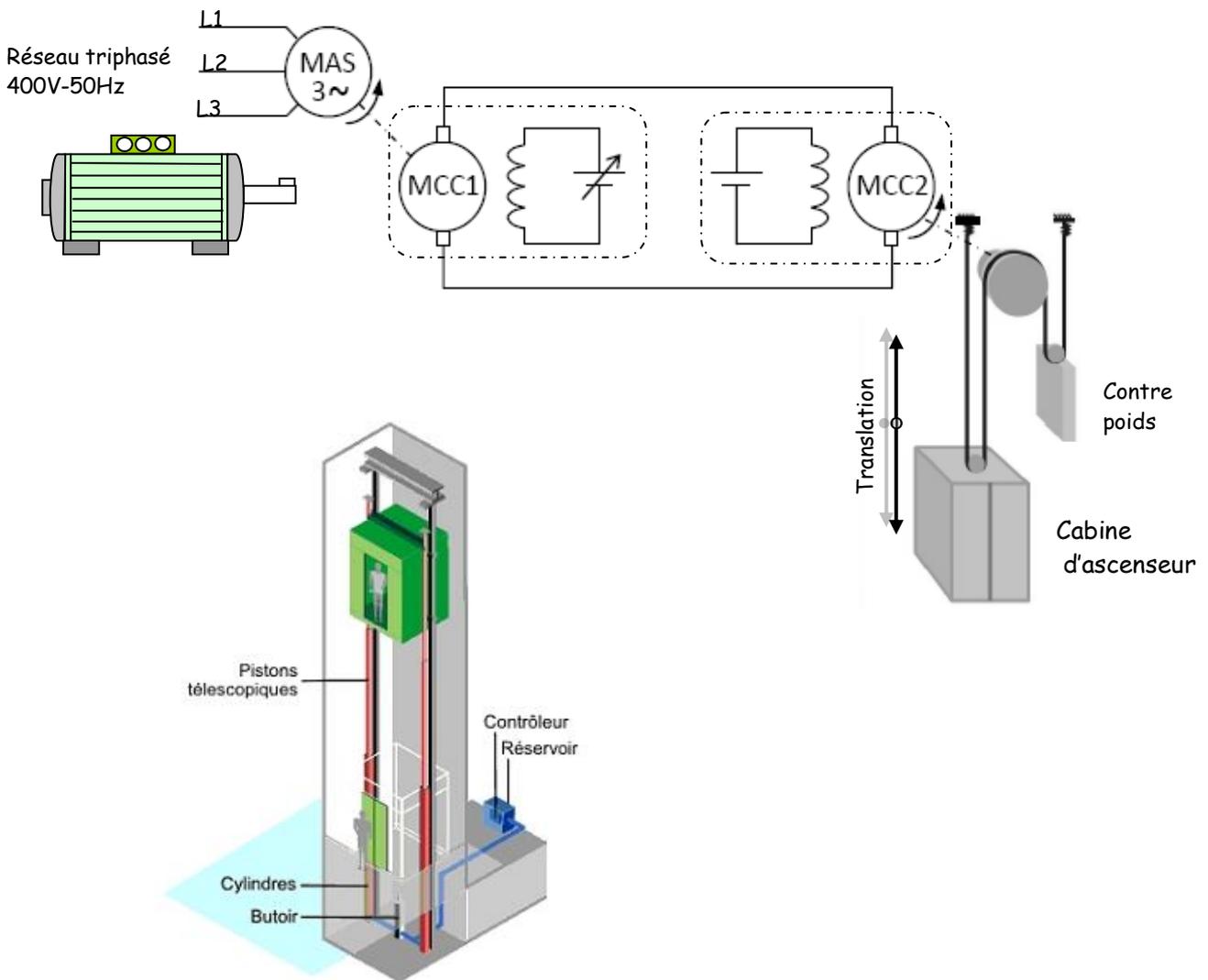
Le parc Français d'ascenseurs compte plus de 45000 appareils dont la majorité est vétuste. La moitié du parc a en effet plus de 25 ans, voir même, pour un quart d'entre eux, plus de 40. C'est pourquoi, une loi " sécurité des ascenseurs existants " prévoit sa modernisation progressive.

Ce cours concerne donc la modernisation d'un ascenseur de grande capacité ( jusqu'à 20 personnes à la vitesse de  $2,5 \text{ m.s}^{-1}$  ) équipant une tour de grande hauteur.

On rencontre parfois des moteurs à courant continu à excitation indépendante dans les salle de machines des immeubles d'un certain âge. En général, ils font partie d'un groupe Ward-Léonard ( W-L) qui permet de faire varier la vitesse du moteur à courant continu en l'alimentant par une génératrice à courant continu, couplée mécaniquement à un moteur asynchrone.

Le groupe Ward-Léonard représente l'ancienne génération des treuils d'ascenseurs à traction à câbles. Il est nécessaire de le remplacer puisqu'il demande beaucoup d'entretien et présente un mauvais rendement.

Schéma de principe de l'installation existante ( Groupe Ward-Léonard )



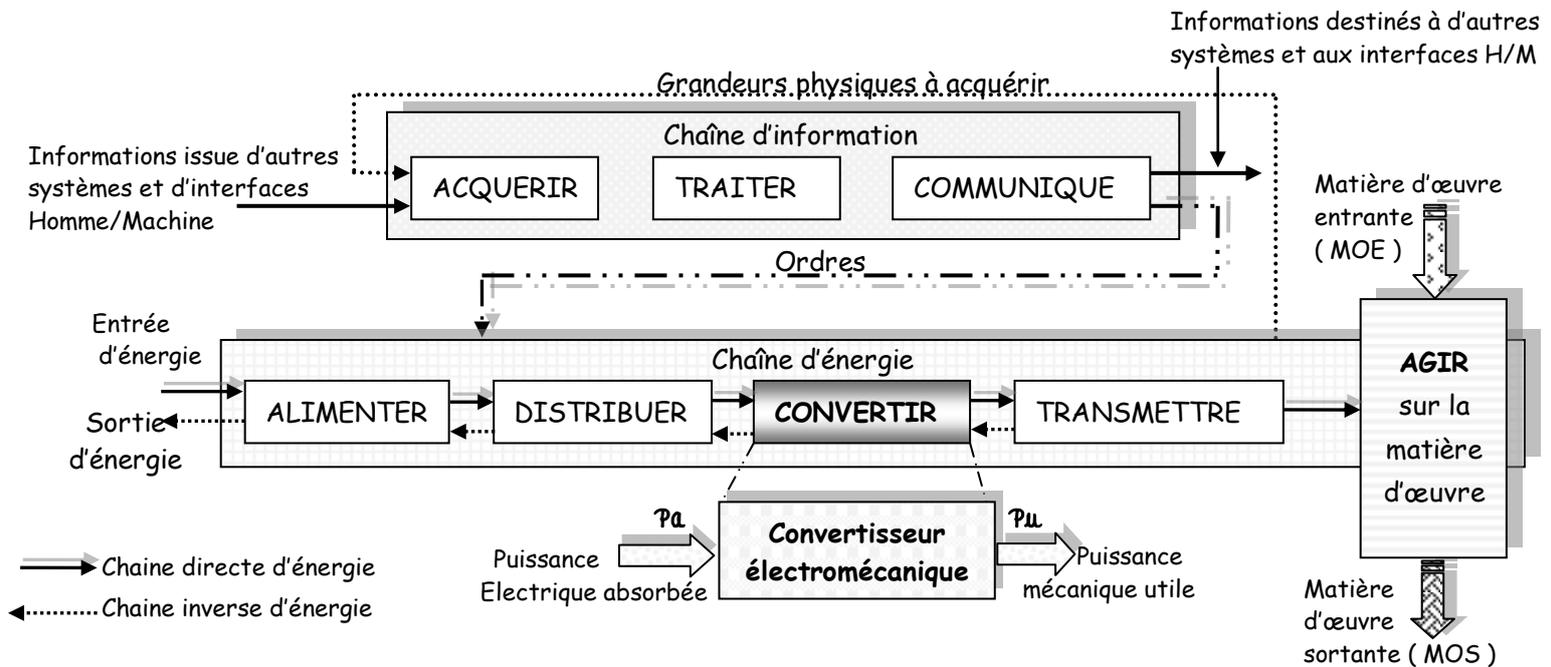
Technologie des systèmes		S2.1 - Conversion électromagnétique d'énergie	
S2 : Utilisation de l'énergie			
Lieu : Salle de Techno	T. ELEEC	Compétences : C2-2, C2-9	Page : 2 sur 17
Session : 2012-2013			

## 2 - Introduction

Les actionneurs (moteur, vérin) d'un système technique fournissent aux effecteurs (pompe, ....) l'énergie utile pour modifier les caractéristiques de la matière d'œuvre entrante (on parle de valeur ajoutée). Dans ce cours on ne s'intéresse qu'aux actionneurs électriques à sortie mécanique, qui transforment l'énergie électrique en énergie mécanique.

### 2.1-Identification de la place et de la fonction réalisée dans un système pluritechnique par un moteur

Les procédés industriels nécessitent un grand nombre et une grande variété d'actionneur parmi lesquelles figurent les pompes, les ventilateurs, les bandes transporteuses, les engins de levage, les machines outils ... Dans l'architecture fonctionnelle d'un système pluri technologique (procédé industriel), les convertisseurs électromécaniques ou moteurs assurent la fonction technique "CONVERTIR" de la chaîne d'énergie.



- On parle de chaîne de transfert directe de l'énergie lorsque la charge est résistante : c'est le cas, par exemple, des engins de levage dans la phase de montée, où la pesanteur s'oppose au déplacement.
- On parle de chaîne de transfert inverse de l'énergie lorsque la charge est entraînée : c'est le cas par exemple, des engins de levage dans la phase de descente, où la pesanteur agit dans le sens du déplacement. Le moteur entraîné par la mécanique (la charge) devient générateur et convertit l'énergie mécanique transmise en énergie électrique.



Celle-ci est soit stockée dans des condensateurs, soit dissipée dans des résistances, soit restituée à la source d'énergie électrique (réseau.....) par l'intermédiaire du variateur de vitesse.

Technologie des systèmes		S2.1 - Conversion électromagnétique d'énergie	
S2 : Utilisation de l'énergie			
Lieu : Salle de Techno	T. ELEEC	Compétences : C2-2, C2-9	Page : 3 sur 17
Session : 2012-2013			

### 3 - Les moteurs électriques

La conversion d'énergie électrique en énergie mécanique s'effectue généralement avec des machines tournantes (moteurs) qui obéissent aux lois de l'électromagnétisme : L'action d'un champ magnétique sur un courant produit une force.

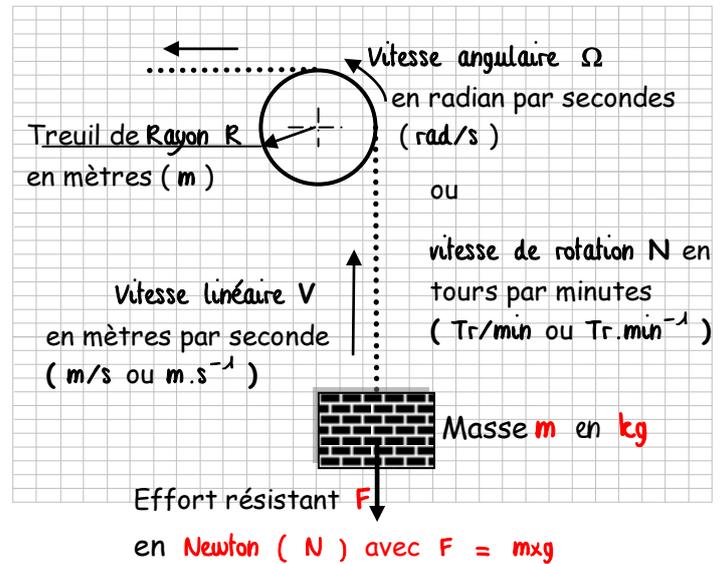
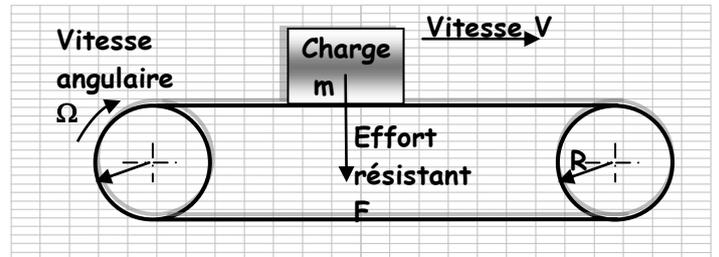
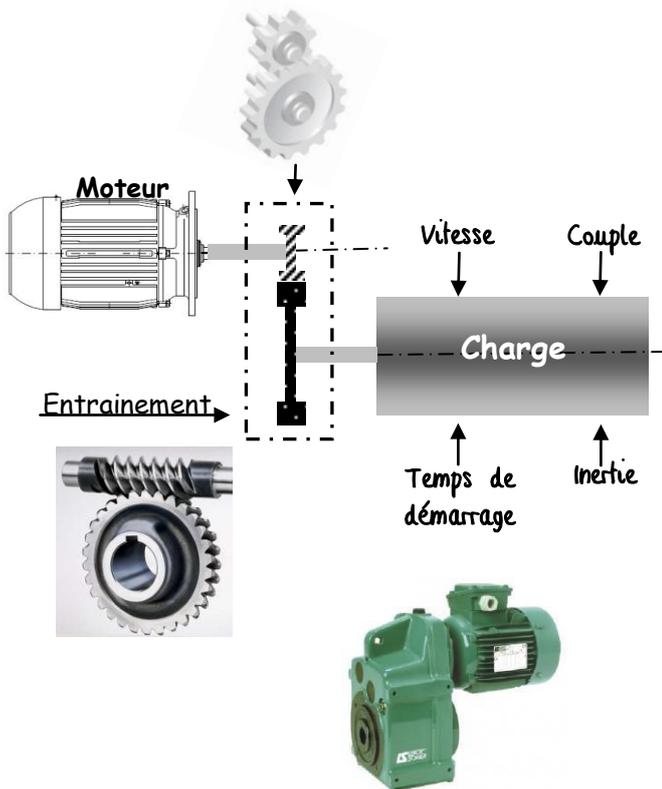
#### Classification des moyens de conversion d'énergie

Conversion d'énergie	Fonctionnement du convertisseur	Nature du courant	Machines tournantes
Electrique/mécanique	MOTEUR	Continu (DC)	Moteur à courant continu
		Alternatif (AC)	Moteur asynchrone Moteur synchrone
		Impulsionnel	Moteur pas-à-pas
Mécanique/électrique	GÉNÉRATEUR	Continu	Dynamo (génératrice DC)
		Alternatif	Alternateur (génératrice synchrone ou parfois asynchrone)

Les constituants permettant un transfert d'énergie de l'entrée vers la sortie mais aussi de la sortie vers l'entrée sont dits : « réversibles ». Pour que la réversibilité soit possible il faut non seulement que le moteur soit réversible mais aussi le réducteur.

#### 3.1- Caractéristiques d'une charge

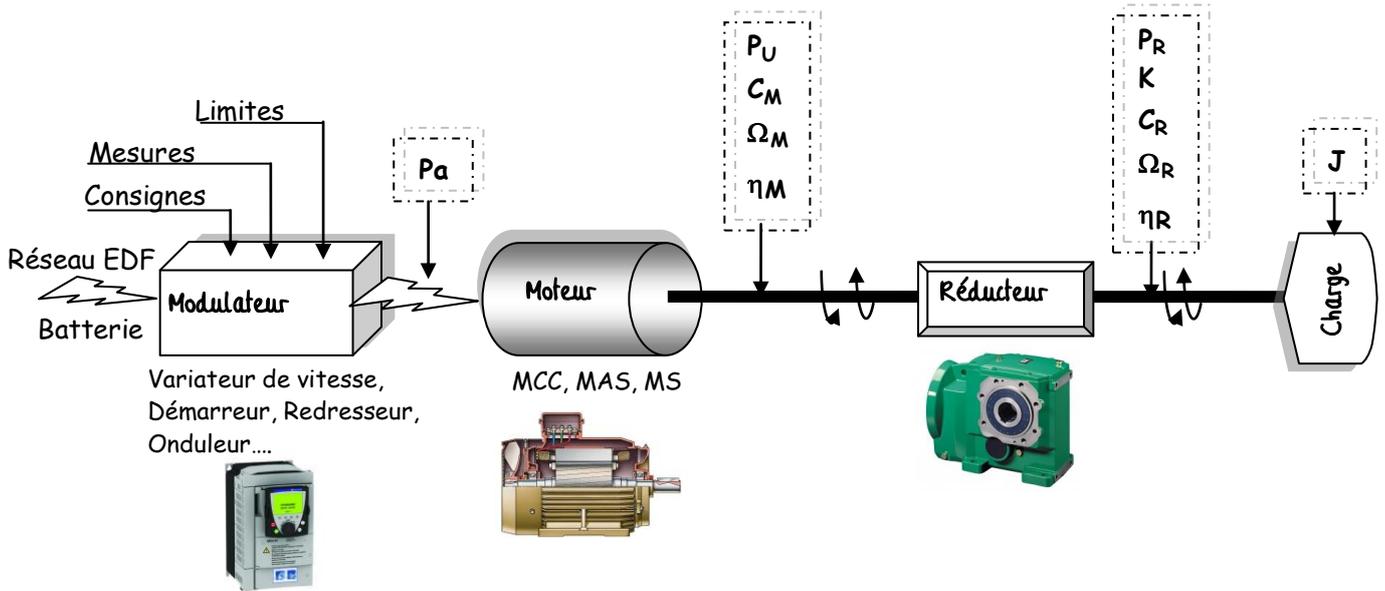
Pour fonctionner, la majorité des systèmes sont entraînés par des moteurs électriques. Le choix d'un moteur d'entraînement est fonction des performances définies par le cahier de charges de l'application. Pour une étude d'avant-projet (pour faire une première détermination qui sera affinée ensuite), on calcule la vitesse, le couple maximum et le couple nominal du moteur.



Technologie des systèmes		S2.1 - Conversion électromagnétique d'énergie	
S2 : Utilisation de l'énergie			
Lieu : Salle de Techno	T. ELEEC	Compétences : C2-2, C2-9	Page : 4 sur 17
Session : 2012-2013			

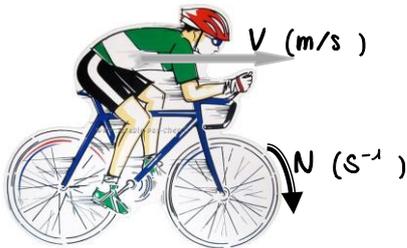
### 3.2 - Chaîne de transfert de l'énergie des entraînements électromécaniques

Les moteurs électriques ne fonctionnent pas correctement à très faible vitesse (couple et rendement médiocres). Pourtant, dans de nombreuses applications, la fréquence de rotation utile à l'effecteur est faible. Un réducteur de vitesse est donc souvent intercalé entre moteur et l'effecteur. Il permet également d'augmenter le couple (rapport quasi inverse des vitesses). L'ensemble moteur et réducteur nommé : motoréducteur est considéré comme un actionneur.



#### 3.2.1 - Vitesse

Elle définit la variation de mouvement de la charge en une secondes.



La vitesse linéaire du vélo ou du colis sur le convoyeur s'exprime en  $m \cdot s^{-1}$ , elle est calculable par la formule :

$$V = d / t$$

La vitesse de rotation de la roue N s'exprime en tr/min ou en  $s^{-1}$ , elle est calculable par la relation :

$$\Omega = 2 \times n \times \Pi = \theta / t$$

La relation permettant le calcul cinématique de transformation du mouvement de rotation en mouvement de translation et

$$V = r \times \Omega = d / t$$



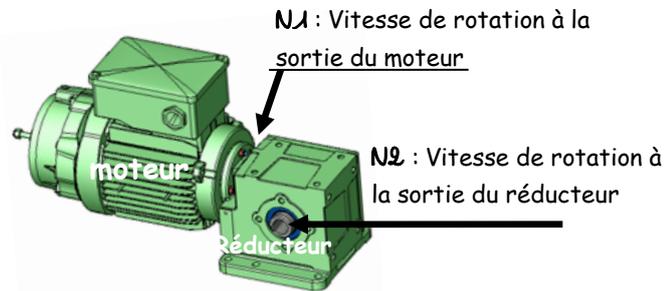
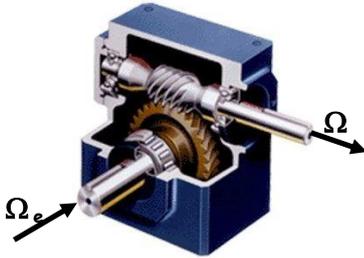
Technologie des systèmes		S2.1 - Conversion électromagnétique d'énergie	
S2 : Utilisation de l'énergie			
Lieu : Salle de Techno	T. ELEEC	Compétences : C2-2, C2-9	Page : 5 sur 17
Session : 2012-2013			

### 3.3- Rapport de transmission K d'une chaîne cinématique

Le rapport de transmission d'une chaîne cinématique se définit par la relation qui lie la vitesse de sortie du processus à la vitesse de rotation de la machine d'entraînement. La vitesse de sortie du processus peut être une vitesse de rotation ou une vitesse de translation. On appelle K ce rapport,

il est calculable par l'expression suivante :

$$K = N_2 / N_1 = D_2 / D_1 = \Omega_S / \Omega_E$$



si  $K < 1$  le système démultiplicateur ( on parle alors de rapport de réduction ).  
Si  $K > 1$  le système multiplicateur ( on parle alors de rapport de transmission ).



### 3.4-Couple et puissance

Le couple définit l'effort nécessaire à appliquer à un axe pour l'entraîner en rotation. Le couple se note T ou C et s'exprime en newton-mètre ( N.m ). La puissance P est l'unité de travail fournie en une seconde, elle s'exprime en Watt ( W ).

✓ Couple :  $T = F \times L$  avec :

- T : le couple en N.m
- F : force en N
- L : bras de levier en m

✓ Puissance :

- $P = T \times \Omega$  avec :
  - Vitesse angulaire :  $\Omega = 2 \times \pi \times N$  en radian par secondes ( rad/s )
  - Couple : T en N.m
  - Puissance mécanique : P en Watt ( W )
- $P = F \times V$  avec :
  - Vitesse linéaire : V en mètre par seconde ( m/s )
  - La force : F en Newton ( N ) :  $F = m \times g$
  - Puissance mécanique : P en Watt ( W )

L'utilisation d'un réducteur dans une installation modifie la valeur du couple de la façon suivante :

$$T_1 = T_2 / \eta_R \times ( N_2 / N_1 )$$

Technologie des systèmes		S2.1 - Conversion électromagnétique d'énergie	
S2 : Utilisation de l'énergie			
Lieu : Salle de Techno	T. ELEEC	Compétences : C2-2, C2-9	Page : 6 sur 17
Session : 2012-2013			

### 3.5- Application : Motorisation

On vous donne :

Le moteur du groupe de ventilation ci-contre est hors service. C'est un moteur **ABB référence M2AA 132 M-4** monté sur une **Base réglable Type 40**. L'entreprise ayant choisi récemment de privilégier les constructions Françaises, elle a établi un partenariat avec la société **Leroy Somer** pour ces équipements motorisés.

On vous demande :

de préparer le remplacement de ce moteur par un modèle équivalent **Leroy Somer** mais de classe d'efficacité énergétique **IE2** ou **IE3**.

3.5.1-Quelle est la solution constructive utilisée pour assurer la transmission du mouvement entre le moteur et le ventilateur ? (entourer la bonne réponse)

Pignon / chaîne      Poulie / courroie      Engrenages

Ce système est dans ce cas : (entourer la bonne réponse) :

Réducteur      Multiplicateur

Cela veut dire que :

- Le moteur tourne à la même vitesse que le ventilateur
- Le moteur tourne plus vite que le ventilateur
- Le moteur tourne moins vite que le ventilateur

Le moteur retenu, commercialisé par la société Leroy Somer est un **IE2**, référencé **LSES132M**. Ce choix est lié au fait que cette catégorie de moteurs, pour une même puissance utile, a les mêmes caractéristiques d'encombrement et d'embase que le moteur à remplacer. Les moteurs de catégories **IE3** ont, par leur technologie de fabrication différente, des cotes d'encombrement supérieures.

A partir de la plaque signalétique du moteur **ABB** et du document technique **Leroy Somer**. Relever et comparer les caractéristiques des deux moteurs :

Grandeurs	Moteur ABB	Moteur Leroy Somer
Référence		
Fréquence de rotation		
Puissance		
Nombre de pôles du moteur		
Indice de protection		

Peut-on valider l'utilisation de ce moteur en remplacement de l'ancien ? (entourer la bonne réponse) : **Oui**      **Non**

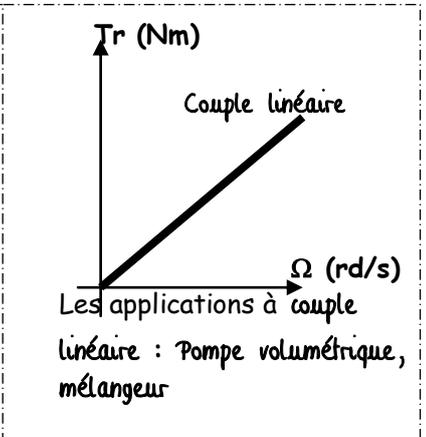
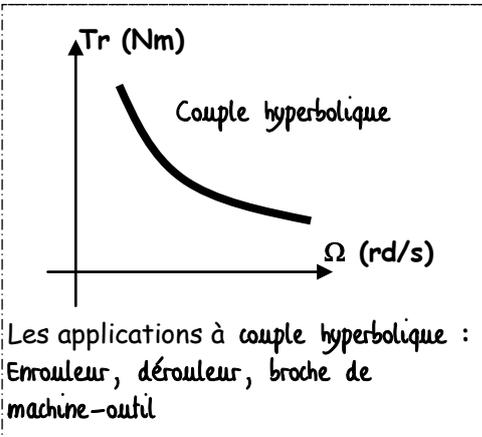
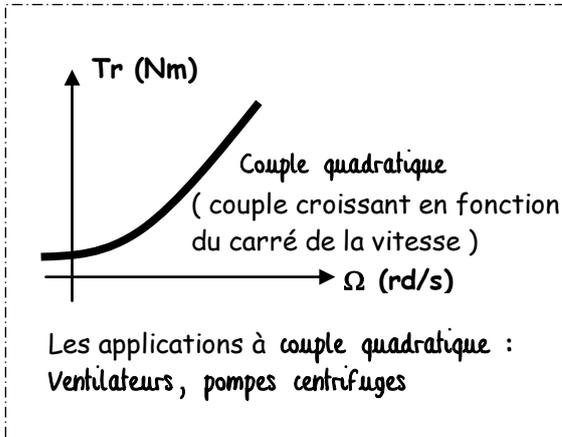
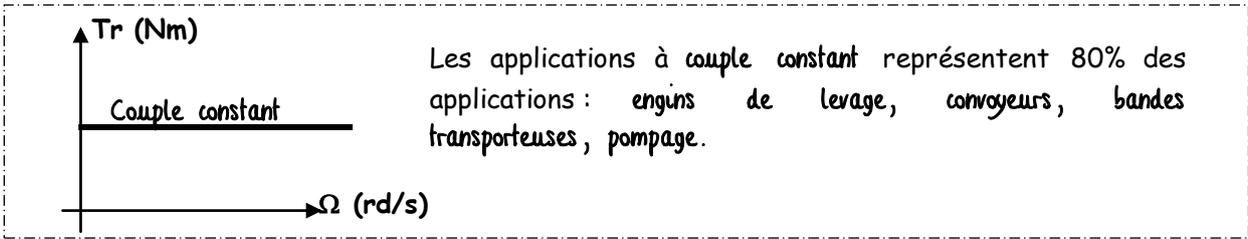


V	Hz	r/min	kW	A	cos φ
380-420 Y	50	1450	7,50	15,30	0,83
220-240 D	50	1450	7,50	26,50	0,83
440-480 Y	60	1750	8,60	15,10	0,83
250-280 D	60	1750	8,60	26,00	0,83

Technologie des systèmes		S2.1 - Conversion électromagnétique d'énergie	
S2 : Utilisation de l'énergie			
Lieu : Salle de Techno	T. ELEEC	Compétences : C2-2, C2-9	Page : 7 sur 17
Session : 2012-2013			

### 3.6-Classification des différents types de charges

Les couples résistants développés par les charges mécaniques sont caractérisés par une relation  $T_r = f(\Omega)$  appelée caractéristique mécanique.



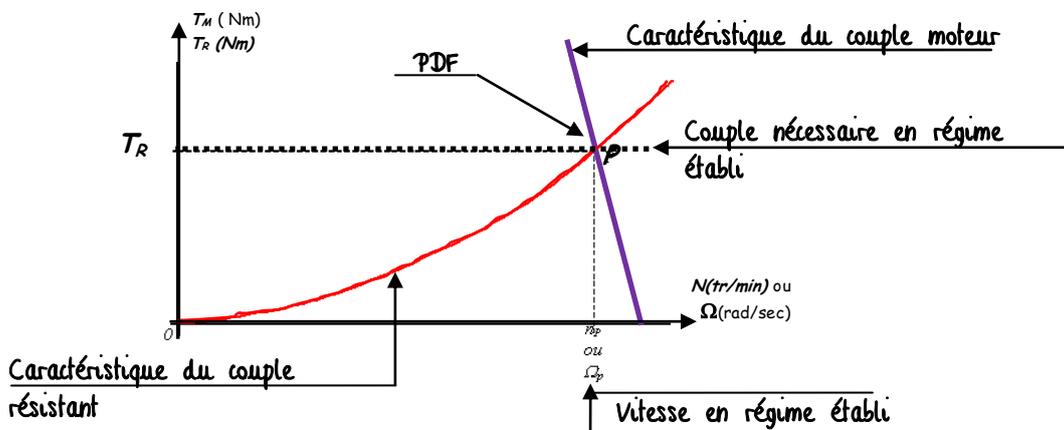
### 3.7 - L'équilibre mécanique - point de fonctionnement ( PDF )

A l'équilibre mécanique, la vitesse reste constante. Donc l'accélération est nulle. Par conséquent le PFD s'écrit :

$$T_M = T_R$$

Il y a deux façons de résoudre le problème de l'équilibre mécanique :

- Soit résoudre l'équation algébriquement ci-dessus.
- Soit chercher graphiquement l'intersection des caractéristiques mécaniques du moteur et de la charge.

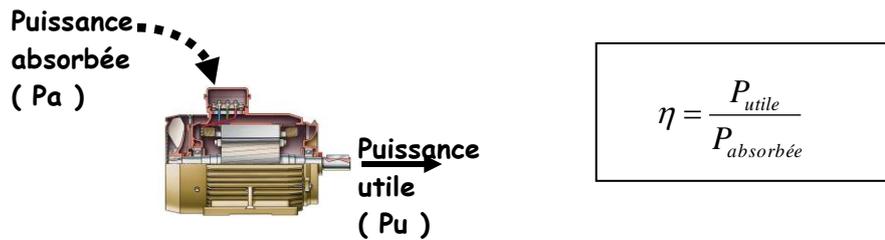


Le point d'intersection entre les deux caractéristiques s'appelle point de fonctionnement du groupe moteur-charge. Ses coordonnées permettent de déterminer la vitesse de rotation du groupe et le moment du couple moteur nécessaire pour entraîner le groupe.

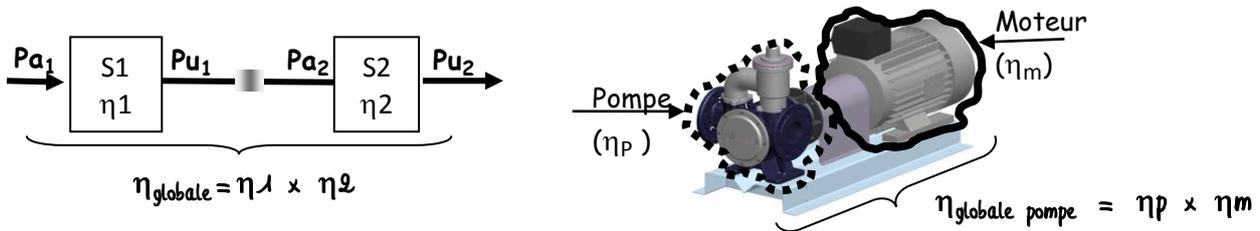
Technologie des systèmes		S2.1 - Conversion électromagnétique d'énergie	
S2 : Utilisation de l'énergie			
Lieu : Salle de Techno	T. ELEEC	Compétences : C2-2, C2-9	Page : 8 sur 17
Session : 2012-2013			

#### 4 - Rendement de la conversion

Les documentations techniques indiquent toujours la puissance utile ( Puissance mécanique ). Le rendement d'une machine est défini par le rapport entre la puissance utile et la puissance absorbée est calculable par la relation :



Nota : le rendement global d'un système ou d'une installation est égal au produit des rendements



#### 5-Réversibilité de fonctionnement

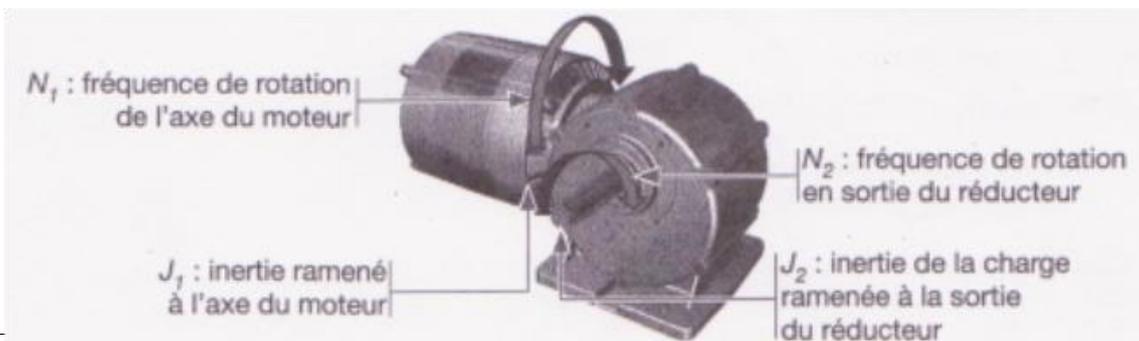
La conversion électromécanique peut être envisagée dans le sens " mécanique – électrique ». C'est le cas de la production de l'énergie électrique dans les centrales. Par ailleurs, cette réversibilité est un atout très important exploité dans le cadre de la maîtrise des mouvements présent dans les entraînements électromécaniques (ex : freinage)

#### 3.6 - Inertie

L'inertie d'un corps est sa propriété à s'opposer à tout changement de mouvement. Plus un corps est massif, plus son inertie est importante. L'inertie est définie par le moment d'inertie J et s'exprime en  $\text{kg.m}^2$

Moment d'inertie ramenée à l'axe	Cylindre plein autour de son axe	Cylindre creux autour de son axe	Masse en mouvement linéaire
Principe			
Loi	$J = m \times \frac{r^2}{2}$	$J = m \times \frac{r_1^2 + r_2^2}{2}$	$J = m \times \left(\frac{v}{\Omega}\right)^2$
Unités	J en $\text{kg.m}^2$ m en kg r en m		J en $\text{kg.m}^2$ m en kg v en $\text{ms}^{-1}$ $\Omega$ en $\text{rad}^{-1}$

L'utilisation d'un réducteur modifier l'inertie de la façon suivante :  $J_1 = J_2 \left( \frac{N_2}{N_1} \right)^2$



Technologie des systèmes		Conversion électromécanique - énergie	
<b>S2 : Utilisation de l'énergie</b>			
Lieu : Salle de Techno	T. ELEEC	Compétences : C2-2, C2-9	Page : 9 sur 17
Session : 2012-2013			

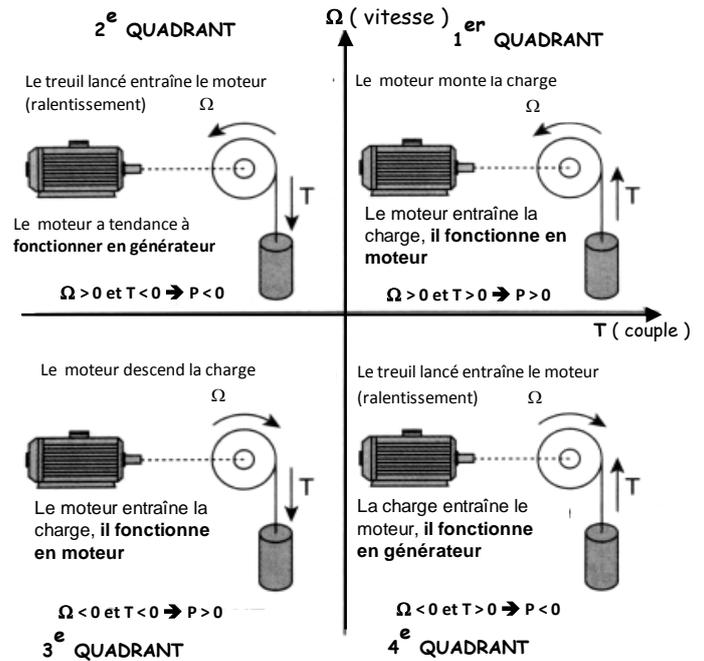
## 6- Quadrant ou zone de fonctionnement d'un moteur

Selon que le moteur doit fonctionner dans deux sens de marche, avec une charge entraînée ou avec une charge résistante, on définit quatre quadrants de fonctionnement (fig. ci-dessous). L'étude du mode fonctionnement sert au choix des alimentations des moteurs

### Notons que:

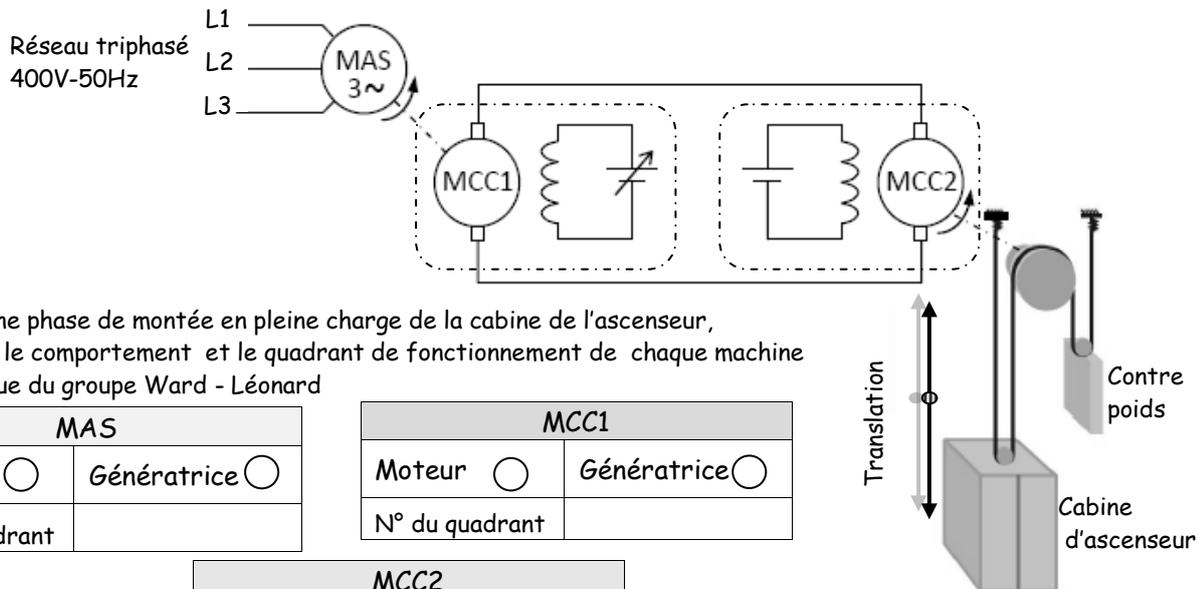
- Les quadrants Q1 et Q3 sont liés à une égalité de signe entre  $C$  et  $n$  : la puissance est positive et elle est fournie à la mécanique.
- Les quadrants Q2 et Q4 sont liés à une différence de signe entre  $C$  et  $n$  : la puissance est négative et elle est fournie par la mécanique, en remontant le découpage fonctionnel que nous avons adopté. Ceci suppose que tous les éléments de la chaîne gèrent cette réversibilité en puissance.

La notion de quadrant est déterminante dans le choix d'un variateur de vitesse électronique. Elle est caractérisée ses possibilités en réversibilité d'énergie.



Toutes les machines électriques : synchrone, asynchrone, MCC ) peuvent fonctionner dans les quatre quadrants ( sauf le moteur pas à pas ) : on dit qu'elles sont réversibles en couple et en vitesse.

6.1 - Application. Analyser le schéma ci après, et répondre aux questions.



Lors d'une phase de montée en pleine charge de la cabine de l'ascenseur, indiquer le comportement et le quadrant de fonctionnement de chaque machine électrique du groupe Ward - Léonard

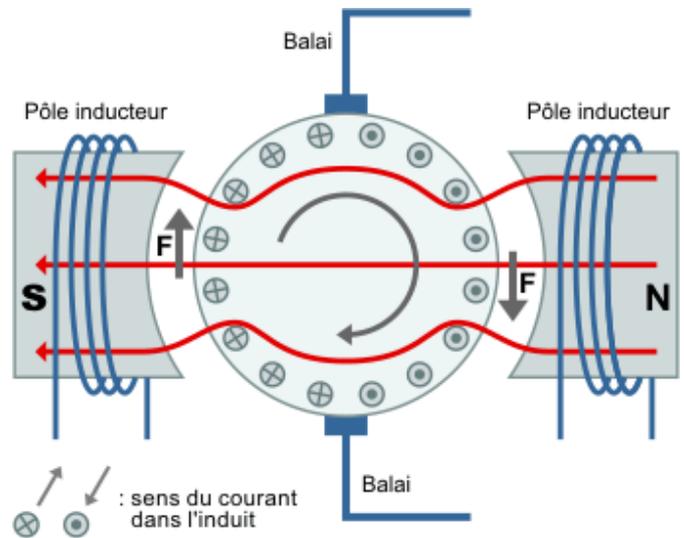
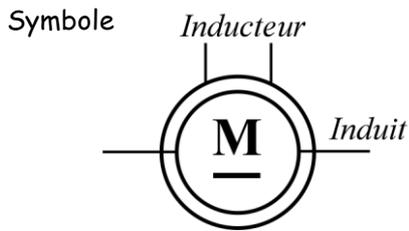
MAS	
Moteur <input type="radio"/>	Génératrice <input type="radio"/>
N° du quadrant	

MCC1	
Moteur <input type="radio"/>	Génératrice <input type="radio"/>
N° du quadrant	

MCC2	
Moteur <input type="radio"/>	Génératrice <input type="radio"/>
N° du quadrant	

Technologie des systèmes		S2.1 - Conversion électromagnétique d'énergie	
S2 : Utilisation de l'énergie			
Lieu : Salle de Techno	T. ELEEC	Compétences : C2-2, C2-9	Page : 10 sur 17
Session : 2012-2013			

## 7 - Le moteur à courant continu (MCC)



### 7.1 - Principe de fonctionnement

Il fonctionne à partir d'une alimentation continue. Plusieurs aimants permanents circulaires montés à l'intérieur de la caisse du moteur créent un champ magnétique important dans l'espace interne. Cet espace est occupé par un rotor métallique monté sur un axe, avec enroulement de fil de cuivre. Lorsque le courant traverse le bobinage via le collecteur, 2 pôles sont magnétisés et sont attirés ou repoussés de façon alternative par les aimants permanents, entraînant ainsi la rotation du rotor.

### 7.2-Type de moteur à courant continu

Suivant l'application, les bobinages du l'inducteur et de l'induit peuvent être connectés de manière différente. On retrouve en général :

Moteur à excitation séparée	Moteur à excitation série	Moteurs à excitation shunt	Moteur à aimant permanent
Domaines d'emploi : <b>machines-outils</b> : moteur de broche, d'axe. Machines spéciales.	Domaines d'emploi : <b>engins de levage</b> (grues, palans, ponts roulants) <b>ventilateurs</b> , <b>pompes</b> , <b>centrifuges</b> ; <b>traction</b> .	Domaines d'emploi : <b>machines-outils</b> , <b>appareil de levage</b> (ascenseur).	Domaines d'emploi : <b>Robotique</b> champ constant élevé
Il se caractérise par : -Vitesse <b>sensiblement constante</b> lorsqu'il est alimenté sous une tension d'induit <b>U constant</b> -une vitesse réglable de façon continue entre la vitesse maximale et l'arrêt, quelle que soit la charge lorsque U varie. -Un couple moteur qui peut être réglé indépendamment de la vitesse.	Particulièrement adapté à l'entraînement des charges exigeant un couple important au démarrage et à basse vitesse		

Technologie des systèmes		S2.1 - Conversion électromagnétique d'énergie	
S2 : Utilisation de l'énergie			
Lieu : Salle de Techno	T. ELEEC	Compétences : C2-2, C2-9	Page : 11 sur 17
Session : 2012-2013			

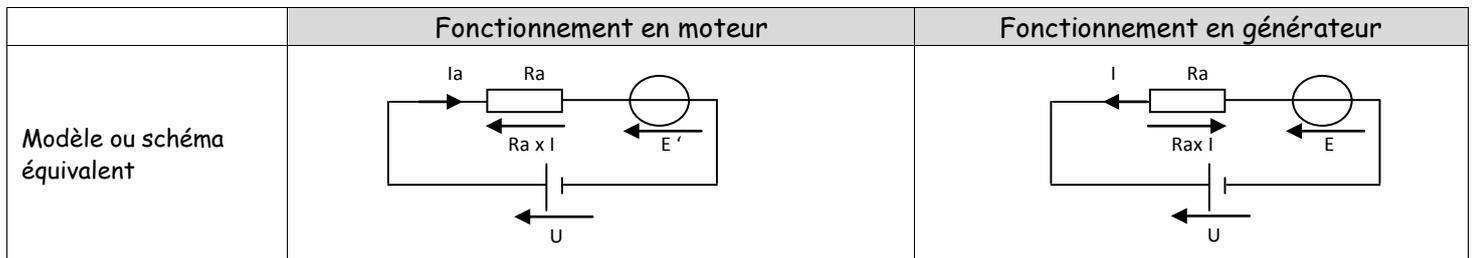
### 7.3 - Exemples d'emploi de ce type d'actionneur :

Sécateur électrique, lance balles de tennis, antenne parabolique motorisée, pilote automatique de bateau.

#### 7.3.1 - Caractéristique :

Leur vitesse de rotation dépend de la tension d'induit et du flux d'excitation fourni par l'inducteur (il est constant pour le moteur à aimant permanent).

Modèle équivalent



Relations liant les différentes grandeurs

- En moteur :  $U = E' + R_a \cdot I_a$
- En génératrice :  $U = E - R_a \cdot I_a$

Avec :

- U : tension d'induit en V
- I : courant d'induit en A
- E : force électromotrice f.e.m en V
- C : couple en Nm
- K : constante de fabrication
- $\phi$  : flux magnétique en Wb (webers)
- $\Omega$  : vitesse angulaire du moteur ( $\Omega = \Omega_R$ ) en rad/s

- Moment du Couple électromagnétique :  $C = K_C \cdot \phi \cdot I$  avec :  $K_C = K_V$   
de plus si le flux  $\phi$  est constant on obtient les relations suivantes :

✓ Force électromotrice :  $E = K_V \cdot \phi \cdot \Omega$

- ✓ Puissances électromagnétique :

$P = U \times I$  utile :  $P = C \times \Omega$  (W) avec :  $\Omega = \pi \times N / 30$  avec N (tr/min) et  $\Omega$  (rad/s)

Réglage de la vitesse de rotation

➤  $E = K \cdot \Phi \cdot \Omega = U - R_a \cdot I_a$

$$\Omega = \frac{U - RI}{K\Phi}$$

avec  $R_a \cdot I_a$  petit devant U.

La vitesse dépend essentiellement de la tension d'alimentation U de l'induit.

Le sens de rotation dépend :

- du sens du flux  $\Phi$ , donc du sens du courant d'excitation  $I_e$  ;
- du sens du courant d'induit I.

Technologie des systèmes		S2.1 - Conversion électromagnétique d'énergie	
S2 : Utilisation de l'énergie			
Lieu : Salle de Techno	T. ELEEC	Compétences : C2-2, C2-9	Page : 12 sur 17
Session : 2012-2013			

### 7.3.2 - Application

Analyser le schéma de l'application 3.3.1 , et répondre aux questions suivantes.

- Quel paramètre est réglé sur la machine à courant continu MCC1 ?

La fréquence de rotation <input type="radio"/>	Le courant d'excitation <input type="radio"/>	Le couple mécanique <input type="radio"/>
--	---	---

- Quel moyen d'action (conséquence du réglage précédent) permet de faire varier la vitesse de la machine à courant continu MCC2 ?

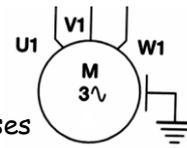
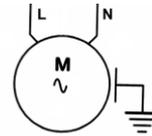
Action sur la tension aux bornes de l'induit de MCC2 <input type="radio"/>	Action sur le courant d'excitation de MCC2 <input type="radio"/>	Action sur la fréquence d'alimentation de MCC2 <input type="radio"/>
--	--	--



## 8 - La machine asynchrone ( MAS )

Il fonctionne à partir d'un réseau alternatif soit :

- **Monophasé** ( non abordé dans ce cours ) : Un condensateur est Nécessaire au démarrage (de son câblage dépend le sens de rotation)
- **Moteur bitension** (selon couplage) : Le sens de rotation dépend de l'ordre des phases (inversion du sens par inversion de deux phases)



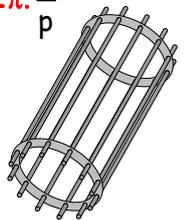
### 8.1 - Constitution

La machine se compose de deux pièces principales :

- Le stator ( partie fixe ) est relié au réseau ou un variateur de vitesse, c'est lui qui crée le champ magnétique tournant. Il porte trois bobinages ( ou enroulements ) qui peuvent être couplés en étoile ou en triangle selon le réseau d'alimentation.

**Champ magnétique tournant** Les courants alternatifs dans le stator créent un champ magnétique tournant à la vitesse de synchronisme ( $n_s$ ) :

$$n_s = \frac{f}{p} \text{ ou } g = \frac{\Omega_s - \Omega}{\Omega_s} \text{ et } \Omega_s = \frac{\omega}{p} \text{ avec } \left\{ \begin{array}{l} n_s : \text{vitesse de synchronisme synchrone de rotation du champ tournant en trs.s}^{-1}. \\ f : \text{pulsation des courants alternatifs en rad.s}^{-1}. \quad \omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2\pi \cdot \frac{f}{p} \\ p : \text{nombre de paires de pôles.} \\ g : \text{glissement en \%} \end{array} \right.$$



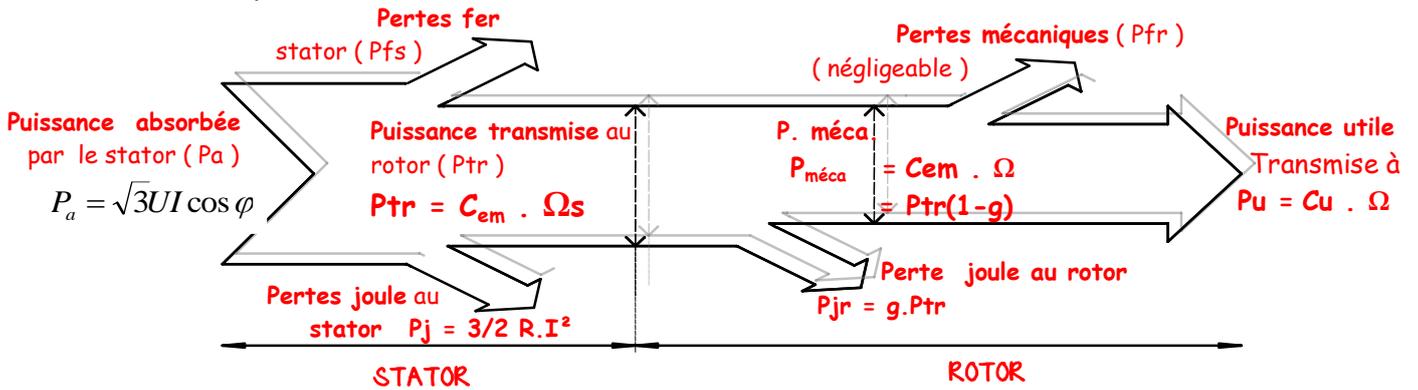
- Le rotor ( partie tournante ) n'est relié à aucune alimentation. Il est constitué de conducteurs métalliques ( dont de l'aluminium pour l'alléger ) en court circuit qui sont parcourus par des courants induits et par le champ magnétique créé par les courants statoriques. Il tourne à la vitesse de rotation  $n < n_s$

Lorsque les conducteurs du rotor sont court circuité entre eux , le moteur est dit **moteur à cage simple** ou à **double cage** ( ou à rotor en court circuit ). Les conducteurs forment un ensemble parfois appelé **cage d'écurieil**. Il existe un autre type de **moteur asynchrone triphasé** appelé **moteur à rotor bobiné** ( ou moteur à bagues ) dont l'emploi est très limité. Cette machine peut, selon sa construction, être reliée à un réseau monophasé ou polyphasé (généralement triphasé car c'est celui de la distribution).

<b>Technologie des systèmes</b>		<b>S2.1 - Conversion électromagnétique d'énergie</b>	
<b>S2 : Utilisation de l'énergie</b>			
Lieu : Salle de Techno	T. ELEEC	Compétences : C2-2, C2-9	Page : 13 sur 17
Session : 2012-2013			

8.2 - Caractéristique : Leur vitesse de rotation dépend de la fréquence des courants alternatifs (réseau).

8.2.1- Bilan des puissances



8.2.2 - Application « redimensionnement du pont »

En raison d'une augmentation des capacités d'utilisation de l'ascenseur de l'ordre, le service maintenance doit redimensionner la motorisation de levage de la cabine et prévoir l'alimentation en toute sécurité de ce moteur.

On vous donne :

- ✓ Réseau triphasé 50 Hz - 3 x 400 V
- ✓ Masse de la cabine avec la charge maximale : 259,45 kg
- ✓ Le couple au niveau de l'arbre du tambour doit être de 7200 Nm.
- ✓ La vitesse linéaire de la cabine reste à 80m /min.
- ✓ On conserve le réducteur FOC type SPA3T24FOH1D. (Rapport de réduction de 1/19,897 et un rendement de 90%).
- ✓ Le tambour du treuil a un diamètre de 360 mm.
- ✓ Le couple est un couple standard.

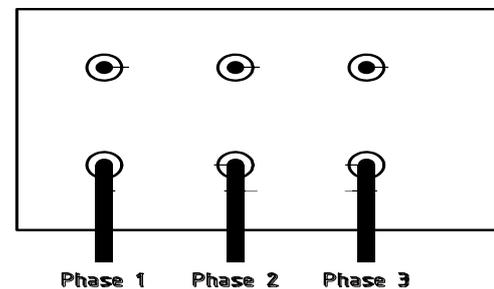
On vous demande de :

Calculer

Sur la figure ci contre, placer les repères : U1 - V1 - W1 - U2 - V2 - W2. Définir la position des enroulements. Quel doit être le couplage des enroulements du moteur pour qu'il fonctionne normalement ? : .....

Justifier votre réponse

.....  
 .....  
 .....



Dessiner le couplage au niveau de la plaque à bornes pour une alimentation direct du moteur.

Déterminer le nombre de paire de pôle du stator.

.....  
 .....  
 .....

Technologie des systèmes		S2.1 - Conversion électromagnétique d'énergie	
S2 : Utilisation de l'énergie			
Lieu : Salle de Techno	T. ELEEC	Compétences : C2-2, C2-9	Page : 14 sur 17
Session : 2012-2013			

Calculer la force mécanique exercée par la cabine sur le câble. Compléter la chaîne directe d'énergie avec votre calcul.

Relation	Application numérique	Résultat

Calculer la vitesse angulaire  $\Omega_T$  au niveau de l'axe du tambour. Compléter la chaîne directe d'énergie avec votre calcul.

Relation	Application numérique	Résultat

Calculer la vitesse angulaire  $\Omega_m$  au niveau de l'axe moteur (sortie de réducteur), puis la fréquence de rotation du moteur  $n_m$ . Compléter la chaîne directe d'énergie avec votre calcul.

Relation	Application numérique	Résultat

Calculer le couple ramené sur l'arbre moteur  $C_m$ . Compléter la chaîne directe d'énergie avec votre calcul.

Relation	Application numérique	Résultat

Calculer la puissance « moteur »  $P_m$ . Compléter la chaîne directe d'énergie avec votre calcul.

Relation	Application numérique	Résultat

Déterminer la référence du nouveau moteur de levage.

Préciser le couple nominal du moteur  $C_n$ , le courant nominal du moteur  $I_n$  et la fréquence de rotation nominale du moteur  $n_n$ . le courant de démarrage  $I_d$  et le couple de démarrage  $M_d$

.....

.....

.....

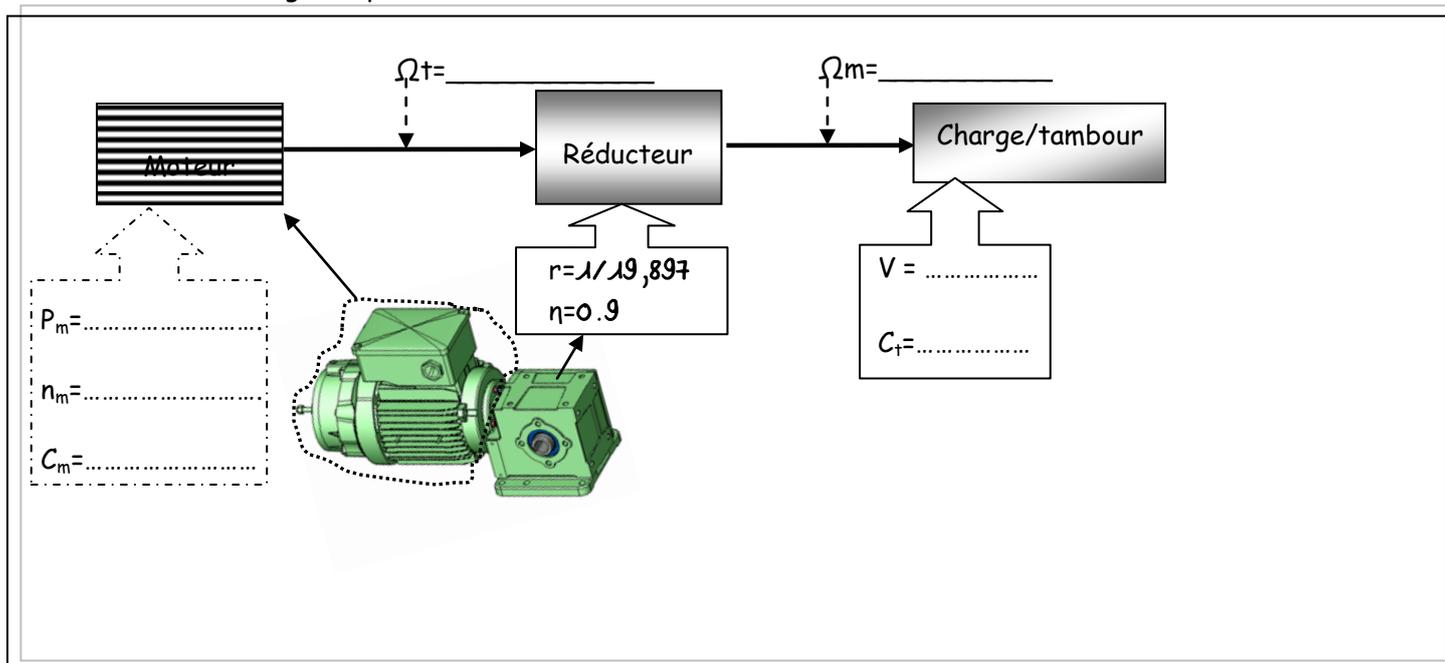
.....

.....

.....

.....

Chaîne directe d'énergie du pont



Technologie des systèmes		S2.1 - Conversion électromagnétique d'énergie	
S2 : Utilisation de l'énergie			
Lieu : Salle de Techno	T. ELEEC	Compétences : C2-2, C2-9	Page : 16 sur 17
Session : 2012-2013			

# Moteurs asynchrones triphasés fermés LS

## Sélection

IP 55 - 50 Hz - Classe F - □ T 80 K - 230 V □ / 400 V □ - S1

**4**  
pôles  
1500 min<sup>-1</sup>

Type	Puissance nominale à 50 Hz	Vitesse nominale	Moment nominal	Intensité nominale	Facteur de puissance	Rendement	Courant démarrage / Courant nominal	Masse
	P <sub>N</sub> kW	N <sub>N</sub> min <sup>-1</sup>	M <sub>N</sub> N.m	I <sub>N(400V)</sub> A	Cos □ 100%	□ 100%	I <sub>D</sub> / I <sub>N</sub>	IM B3 kg
LS 56 M	0,06	1360	0,42	0,3	0,6	55	3	4
LS 56 M	0,09	1400	0,6	0,39	0,6	55	3,2	4
LS 63 M	0,12	1380	0,8	0,44	0,7	56	3,2	4,8
LS 63 M <sup>1</sup>	0,12	1380	0,8	0,44	0,7	56	3,2	4,8
LS 63 M	0,18	1390	1,2	0,64	0,65	62	3,7	5
LS 63 M <sup>1</sup>	0,18	1390	1,2	0,64	0,65	62	3,7	5
LS 71 M	0,18	1425	1,2	0,8	0,65	69	4,6	6,4
LS 71 M	0,25	1425	1,7	0,8	0,65	69	4,6	6,4
LS 71 M	0,37	1420	2,5	1,06	0,7	72	4,9	7,3
LS 71 L	0,55	1400	3,8	1,62	0,7	70	4,8	8,3
LS 80 L	0,55	1410	3,8	1,42	0,76	73,4	4,5	8,2
LS 80 L	0,75	1400	5,1	2,01	0,77	70	4,5	9,3
LS 80 L	0,9	1425	6	2,44	0,73	73	5,8	10,9
LS 90 S	1,1	1429	7,4	2,5	0,84	76,8	4,8	11,5
LS 90 L	1,5	1428	10	3,4	0,82	78,5	5,3	13,5
LS 90 L	1,8	1438	12	4	0,82	80,1	6	15,2
LS 100 L	2,2	1436	14,7	4,8	0,81	81	5,9	20
LS 100 L	3	1437	20,1	6,5	0,81	82,6	6	22,5
LS 112 M	4	1438	26,8	8,3	0,83	84,2	7,1	24,9
LS 132 S	5,5	1447	36,7	11,1	0,83	85,7	6,3	36,5
LS 132 M	7,5	1451	49,4	15,2	0,82	87	7	54,7
LS 132 M	9	1455	59,3	18,1	0,82	87,7	6,9	59,9
LS 160 MP	11	1454	72,2	21	0,86	88,4	7,7	70
LS 160 LR	15	1453	98	28,8	0,84	89,4	7,5	86
LS 180 MT	18,5	1456	121	35,2	0,84	90,3	7,6	100
LS 180 LR	22	1456	144	41,7	0,84	90,7	7,9	112
LS 200 LT	30	1460	196	56,3	0,84	91,5	6,6	165
LS 225 ST	37	1468	241	68,7	0,84	92,5	6,3	205
LS 225 MR	45	1468	293	83,3	0,84	92,8	6,3	235
LS 250 ME	55	1478	355	101	0,84	93,6	7	320
LS 280 SC	75	1478	485	137	0,84	94,2	7,2	380
LS 280 MD	90	1478	581	164	0,84	94,4	7,6	450
LS 315 SP	110	1484	708	197	0,85	94,8	7	670
LS 315 MP	132	1484	849	236	0,85	95	7,6	750
LS 315 MR	160	1484	1030	286	0,85	95	7,7	845
LS 315 MR <sup>2</sup>	200	1486	1285	359	0,84	95,8	8,1	860

1. Moteurs à pattes ou bride (ou pattes et bride) avec bout d'arbre différent de la norme (D : 14 j6 - E : 30 mm).  
2. Echauffement classe F.

Technologie des systèmes		S2.1 - Conversion électromagnétique d'énergie	
S2 : Utilisation de l'énergie			
Lieu : Salle de Techno	T. ELEEC	Compétences : C2-2, C2-9	Page : 17 sur 17
Session : 2012-2013			