

**Université Amar Telidji- Laghouat**



Faculté de Technologie

**Département d'électrotechnique**

Spécialité : *Machines Electriques/ Electrotechnique Industrielle.*

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de **MASTER II**

Présenté par :

Bessaoud Ahmed Hamza Option : *Machines Electriques*  
Et

Benalia Ali Option : *Électrotechniques Industrielles.*

**THÈME**

*Dimensionnement d'un Variateur de Vitesse d'un Moteur Asynchrone  
de Puissance 51kVA*

*Soutenu le : 13 /10/2020 devant le jury composé de :*

*Dr. Saroute Mohammed.*

*Encadreur*

*Dr. Mekhanathe Mohammed.*

*Encadreur.*

*Dr. Kouidri Mohammed.*

*Président.*

*Dr. Belkheiri Ahmed.*

*Examineur.*

**Promotion: 2019/ 2020**

# *Remerciements*

Nous remercions très infiniment DIEU le tout puissant pour nous avoir donné le courage et la volonté d'élaborer ce travail.

Nous tenons à remercier nos encadreurs Mrs : **MEKHANATHE Mohammed** et **SAROUTE Mohammed** pour leurs soutiens, leurs conseils judicieux et leur grande bien vaillance durant l'élaboration de ce travail.

Nous remercions vivement à tous les membres de jury qui nous ont fait l'honneur d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer notre travail.

Président de jury : **KOUIDRI Mohammed .**

Examineurs : **BELKHAIRI Ahmed .**

d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer notre modeste travail.

Nos vifs remerciements sont adressés à l'ensemble des enseignants du département d'électrotechnique de l'université Amar Telidji Laghouat pour la formation qu'ils nous ont assuré tout le long de notre cursus universitaire. Nous remercions tous ceux qui n'ont pas été cités qui ont participé directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.

## الملخص:

في هذا العمل المقدم، قمنا بتحجيم المحرك و مغير السرعة لمشبك الطوب؛ مع معرفة وزن الحمولة ومسافة الرفع؛ وقمنا أيضًا بكتابة برنامج يمكن أن يساعدنا، بناءً على هذه المتغيرات، في معرفة مغير السرعة والمحرك الضروريين بسهولة ..

الكلمات المفتاحية : حمولة ; مغير السرعة ; محرك لاتزامني ثلاثي الطور

## Résumé :

Dans ce travail présenté, nous avons dimensionné le moteur et le variateur de vitesse électrique pour un pince de brique ; avec connaissance du poids de la charge et la distance d'élévation ; et nous avons également réalisé un programme qui peut nous aider, sur la base de ces variables, à connaître facilement le variateur et le moteur nécessaire correspondant.

Mots clés : Charge ; Variateur de vitesse ; moteur asynchrone triphasé.

## Abstract:

In this presented work, we sized the motor and the electric speed controller for a brick clamp; with knowing load weight and lifting distance; and we have also developed a program that can help us, based on these variables, to easily know the necessary inverter and motor.

Key words: Load; Varied of speed; Asynchronous Motor.

## Liste des tableaux

Tableau 3.1: Catalogue SEW USOCOM du moteur asynchrone triphasé .....	27
Tableau 3.2: SEW USOCOM du moteur asynchrone triphasé.....	28
Tableau 3.3: Caractéristique de couplage de la planchette a borne.....	36
Tableau 3.4 : Couple de serrage.....	36
Tableau 4.1 : Catalogue SEW ERODRIVE de variateur.....	43

## Liste des figures

Figure 1.1: Schéma synoptique d'un entraînement électrique.....	04
Figure 1.2: Classification des moteurs pour entraînements électriques.....	05
Figure 1.3. Classification des convertisseurs statique pour entérinement électrique...07	
Figure 1.4 : Quadrant de fonctionnement de la machine .....	09
Fig.2.1 : Eléments de constitution d'une machine asynchrone à cage.....	12
Fig. 2.2 : Vue schématique en perspective du stator.....	13
Fig. 2.3: Vue schématique en perspective du rotor.....	14
Fig. 2.4: Diagramme de pilon de puissance .....	15
Figure 2.5 : Le graphe de couple moteur en fonction de la vitesse de rotation.....	16
Figure 2.6 : Courbes types de couple et de puissance d'une application à couple constant.....	17
Figure 2.7 : Courbes types de couple et de puissance d'une application à couple quadratique.....	17
Figure 2.8 : Courbes types de couple et de puissance d'une application à puissance constante.....	17
Figure 2.9: Courbe type de couple d'une application exigeant un sur couple de démarrage.....	18
Figure 2.10 : Brique perforée.....	18
Figure 2.11 : Pince fixe de levage charge.....	19
Figure 2.12: Constriction de pince de levage de charge .....	20
Figure 2.13: Point de fonctionnement stable.....	23
Figure 3.1: Catalogue SEW USOCOM du moteur asynchrone triphas.....	27
Figure 3.2: L'installation de codeur de moteur .....	28
Figure 3.3: Photo de codeur .....	28
Figure 3.4: Redresseur de Ferien.....	29

Figure 3.5 : Plaque signalétique.....	31
Figure 3.6: Plaque aborne.....	32
Figure 3.7: Bronchement de moteur.....	32
Figure 3.8 : Vérification de l'isolement.....	33
Figure 3.9: Mode de fixation.....	34
Figure 3.10 : Caractéristique du refroidissement.....	36
Figure 3.11: Sonde de protection thermique du moteur.....	37
Figure 4.1 : Structure d'un variateur de fréquence.....	42
Figure 4.2 : Variation MOVIDRIVE MDX60A.....	43
Figure 4.3: Caractéristiques de variateur .....	44
Figure 4.4 : Schéma d'installation électrique de variateur .....	44
Figure 4.5 : L'installation électrique réelle de variateur .....	45
Figure 4.6 : Disjoncteur différentiel .....	45
Figure 4.7 : Contacteur de frein.....	46
Figure 4.8 : Section longitudinale de frein.....	46
Figure 4.9 : Résistance de freinage.....	47
Figure 4.10 :Application par Excel pour le choix des variateurs de vitesse et moteur.....	49

## **TABLES DES MATIERES**

Résumé .....	I
Liste des tableaux .....	II
Liste des figures .....	IV
Introduction Générale .....	01
<b>Chapitre 01 : Système d'entraînement électrique.</b>	
1.Introduction.....	04
2. Structure d'un entraînement électrique.....	04
2.1. Moteurs des entraînements électriques .....	05
2.1.1. Entraînements par moteurs à courant continu .....	06
2.1.2. Entraînements par moteurs à courant alternatif .....	06
2.2.Convertisseurs statiques .....	06
2.2.1. Convertisseurs pour moteurs à courant continu.....	08
2.2.2 Convertisseurs pour entraînements des moteurs triphasés .....	08
2.3. Système de commande.....	08
2.3.1. Commande des moteurs à courant continu .....	08
2.3.2. Commande des moteurs à courant alternatif.....	09
2.4. Intérêt de la variation de vitesse.....	09
3.Conclusion. ....	10
<b>Chapitre 02: le moteur asynchrone et types de charges .</b>	
1. Introduction et objectifs.....	12
2. Constitution de la machine asynchrone .....	12
2.1 Stator.....	13
2.2. Rotor à cage.....	13
2.3. Principe de fonctionnement.....	14
2.4.Bilan de puissance .....	15
2.5.Caractéristiques mécaniques .....	16
3.les différents types de charges .....	16
3.1. Charge de Couple constant .....	16
3.2. Charge de Couple quadratique .....	17
3.3. Charge de Puissance constant .....	17
3.4. Couple de démarrage élevé .....	18
4. Définition de produit (Brique) .....	18

5. Le mouvement de levage de charge (Brique) .....	18
5.1. Le pince Fixe de levage .....	19
5.2. Mécanisme de levage d'un charge .....	20
5.3. Calcul du couple résistant de mécanisme de levage.....	21
5.4. Vitesse de rotation de pignon.....	21
5.5. Calcul la puissance .....	21
5.5.1. Correction suivant la fréquence .....	22
5.5.2. Correction suivant l'altitude.....	22
5.5.3. Correction suivant la température ambiante.....	22
6. déterminer la stabilité d'un point de fonctionnement.....	23
7. Conclusion.....	23

### Chapitre 03 : dimensionnement et choix du moteur asynchrone.

Introduction.....	25
1. Calcul du choix industriel du moteur .....	25
1.1. Service de fonctionnement.....	25
2. Les élément auxiliaire du moteur.....	28
a). Codeur .....	28
b). Redresseur de freinage.....	29
3. Calcul du couple nominal.....	29
4. Calcul du couple de démarrage.....	31
5. Calcul de la capacité de surcharge.....	31
6. Calcule Puissance absorbé.....	31
7. Description du moteur asynchrone utilisé.....	32
8. Raccordement du moteur.....	32
8.1. Branchement triangle.....	33
8.2. Vérification de l'isolement.....	34
8.3. Détermination du mode et position de fixation.....	35
8.4. Indice de protection IP.....	35
8.5. Protection contre les chocs mécaniques IK.....	35
8.6. Planchettes à borne et sens de rotation.....	35
a. Couple de serrage sur les écrous des planchettes à bornes.....	36
9. Ventilation des moteurs.....	36
a. Ventilation des moteurs à vitesse variable.....	36

b. Mode de refroidissement .....	37
9.1. Protection thermique.....	37
Conclusion.....	38

## Chapitre 04: Dimensionnement et choix du convertisseur de fréquence.

Introduction .....	39
1. Variateur de vitesse.....	39
2. Choix des variateurs de vitesse pour moteurs asynchrones.....	39
2.1. Facteurs techniques.....	39
2.2. Facteur économique.....	40
3. Les rôles des variateurs de vitesse électroniques .....	40
4. Convertisseur de fréquence pour moteur asynchrone .....	40
4.1. Le principe.....	40
4.2. Constitution du convertisseur de fréquence .....	40
5. Choix industriel du variateur de vitesse.....	41
6. Les éléments de l'installation :.....	44
6.1. Disjoncteur différentiel.:.....	44
6.2. Circuit de frein :.....	45
6.3. Résistance de freinage :.....	46
7. Protection de variateur :.....	46
7.1. Protections intégrées aux variateurs :.....	46
a. Protection de surcharge moteur :.....	46
b. Protection contre le court-circuit moteur ou ligne en aval du variateur :.....	47
c. Autres protections intégrées aux variateurs.....	47
8-Application par Excel pour le choix des variateurs de vitesse pour moteurs .....	47
8.1. Les valeurs entrées :.....	48
8.2. Les valeurs calculées .....	48
8.3. Les caractéristique du moteur choisi .....	48
8.4. Les caractéristique du variateur choisi .....	49
Conclusion.....	49
Conclusion générale.....	51

## Liste des abréviations

- C : Couple démarrage en N.m.
- C<sub>max</sub> : Couple maximal en N.m.
- C<sub>n</sub>: Couple nominal en N.m.
- C<sub>r</sub> : Couple résistant en N.m.
- D<sub>m</sub> : Diamètre en m.
- f : Fréquence en Hz.
- g: Glissement.
- I : Courant en A.
- K<sub>t</sub>*** : Coefficient de correction tenant compte de la température.
- K<sub>a</sub>*** : Coefficient de correction tenant compte de l'altitude.
- K<sub>f</sub>*** : Coefficient de correction tenant compte de la fréquence.
- $\alpha$  : Symbolisme que présenté une relation proportionnel.
- m : La Masse.
- F<sub>p</sub> : force.
- N<sub>s</sub> : Vitesse de synchronisme en tr/min. :
- $\Omega$ : Vitesse réelle en tr/min.
- p* : Nombre de paires de pôles. .:
- R : Réducteur.
- V. : Tension simple en V.
- $\eta$ : Rendement. :
- P<sub>mec</sub> : Puissance mécanique en kW.
- $\omega$ : Pulsation des courants induits en rd/s.

## **Introduction générale :**

Depuis plusieurs années, l'étude des performances des moteurs asynchrones alimentés par des onduleurs fait l'objet d'innombrables publications scientifiques. Les possibilités de variations de la vitesse par machine à courant alternatif intéressent tous les domaines industriels et techniques. Le moteur asynchrone attire partiellement l'intention à cause de sa robustesse et son faible coût de fabrication.

L'avènement de l'électronique de puissance à semi-conducteurs et le grand nombre des convertisseurs développés récemment permettent le choix d'une association optimale d'un moteur à courant alternatif et d'un onduleur de tension ou de courant. Parmi les moteurs à courants alternatifs, la machine asynchrone présente une grande dynamique de réglage et autorise des vitesses élevées. Le moteur à cage offre en plus une grande puissance massique et constitue une machine fiable grâce à l'absence de collecteur.

Aujourd'hui, de nombreux systèmes utilisent des machines électriques pour assurer une conversion électromécanique (vitesse, position, couple variable ou bien constante des sources électriques) les gammes de puissance sont très variées (mW au MW) et les applications sont très diverses (électroménager, robotique, traction, système de démarrage de turbines). Afin de répondre à des critères de performances toujours croissants, les algorithmes de commande de plus en plus ont été développés. Les progrès des calculateurs numériques ont permis d'appliquer ces nouvelles stratégies dans l'industrie, de ce fait la commande des machines électriques est devenue un élément important dans les différents cycles de formations.

Il est nettement plus efficace de réduire la vitesse des moteurs pour l'adapter aux besoins.

Ceci est possible grâce aux variateurs de vitesse et aux énormes progrès réalisés dans le domaine de l'électronique de puissance et de l'informatique industrielle.

Ainsi, dans toute application utilisant des moteurs (distribution de chauffage, ventilation, pompage, traction, ...), l'intérêt du contrôle de la vitesse mérite d'être étudié : des dizaines de pourcents d'économie peuvent être faits sur la consommation électrique des moteurs.

Le but de ce travail est le dimensionnement d'un variateur de vitesse d'un moteur asynchrone qui porte une charge très lourde (pince soulève brique).

Dans l'ancien système ce dernier est entraîné par un moteur asynchrone qui fonctionne à une vitesse approximativement constante, déterminée par la fréquence d'alimentation et par le nombre de pôles du moteur.

A l'absence de possibilité de varier la vitesse du moteur, la régulation de la position de pince. Cette méthode entraîne d'importantes fluctuations et une consommation énergétique élevée sans oublier l'effet du démarrage direct sur le système mécanique ce qui va affecter sa durée de vie et performance.

Ce travail, est divisé en quatre chapitres.

Le 1<sup>er</sup> chapitre traite le système d'entraînement électrique.

Par contre, dans le 2<sup>ème</sup> chapitre on a exposé quelques théories de la machine asynchrone et types de charges mécaniques

Le 3<sup>ème</sup> chapitre est dédié au dimensionnement et le choix du moteur asynchrone.

En outre, le 4<sup>ème</sup> chapitre traite le dimensionnement et choix du convertisseur de fréquence

**Pour clôturer ce travail, une conclusion générale sera donnée pour résumer le travail et présenter les éventuelles perspectives quant à la continuation de ce travail.**

# **Chapitre 01 : Système d'entraînement électrique.**

## 1. Introduction :

Les systèmes d'entraînements sont omniprésents dans l'industrie les centrales électriques dans les systèmes de transport et de manutention. Dans les pays développés, plus de 60% de l'énergie électrique produite et transformé en énergie mécanique par des entraînements électriques. Les types d'entraînement sont les avantages suivants :

- Rendement élevé.
- Contrôle rapide et précis de la puissance mécanique produite.
- Longue durée de vie.
- Températures ambiantes et environnement d'opération, variés.[1]

## 2. Structure d'entraînement électrique :

L'entraînement électrique est un système électromécanique destiné à réaliser un processus technologique grâce au mouvement d'un organe de travail. Selon (Bonal, **1997**), il est constitué d'un moteur électrique (figure1.1), alimenté par un convertisseur statique ou une génératrice, d'un système de commande et d'une charge

Source d'alimentation

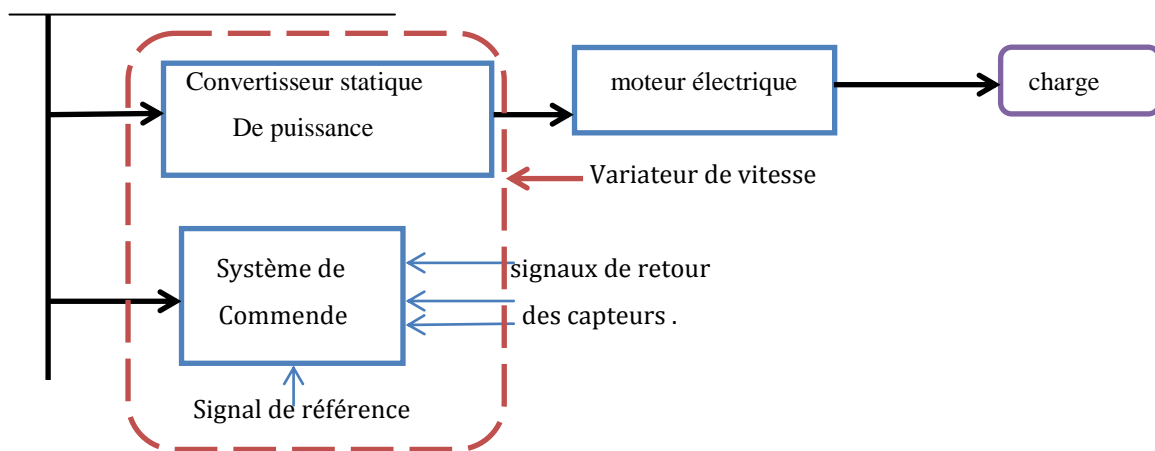


Figure 1.1 Schéma synoptique d'un entraînement électrique

La puissance électrique fournie par la source d'alimentation au convertisseur de puissance est transformée en puissance électrique réglable.

Ensuite transformée en puissance électromagnétique et mécanique par le moteur. Le moteur est en fait un convertisseur électromécanique dont le rotor peut être associé à la partie mécanique de l'entraînement électrique. La puissance mécanique d'arbre du moteur est transmise à la charge par l'intermédiaire d'un convertisseur mécanique. Le système de commande peut varier d'un simple bouton poussoir à un système commandé par ordinateur.

Le convertisseur statique, alimenté par le réseau industriel transforme l'énergie électrique selon la forme désirée (tension, courant ou fréquence). En outre, il régule le flux de puissance nécessaire au moteur de façon à obtenir les performances dynamiques désirées. Les entraînements à vitesse variable constituent une classe attirant d'avantage l'attention des chercheurs au cours des dernières années. La variation de la vitesse présente une économie d'énergie et la bonne amélioration du contrôle du procédé (accroissement de la qualité du produit) [1].

## 2.1.Moteurs des entraînements électriques :

Les utilisent des moteurs à courant continu et/ou à courant alternatif. Il existe plusieurs critères de classification des moteurs. Selon la nature de la source d'alimentation, on distingue les moteurs à courant continu et les moteurs à courant alternatif (figure 1.2). Les sections qui suivent donnent une brève description des moteurs les plus utilisés dans les entraînements[1].

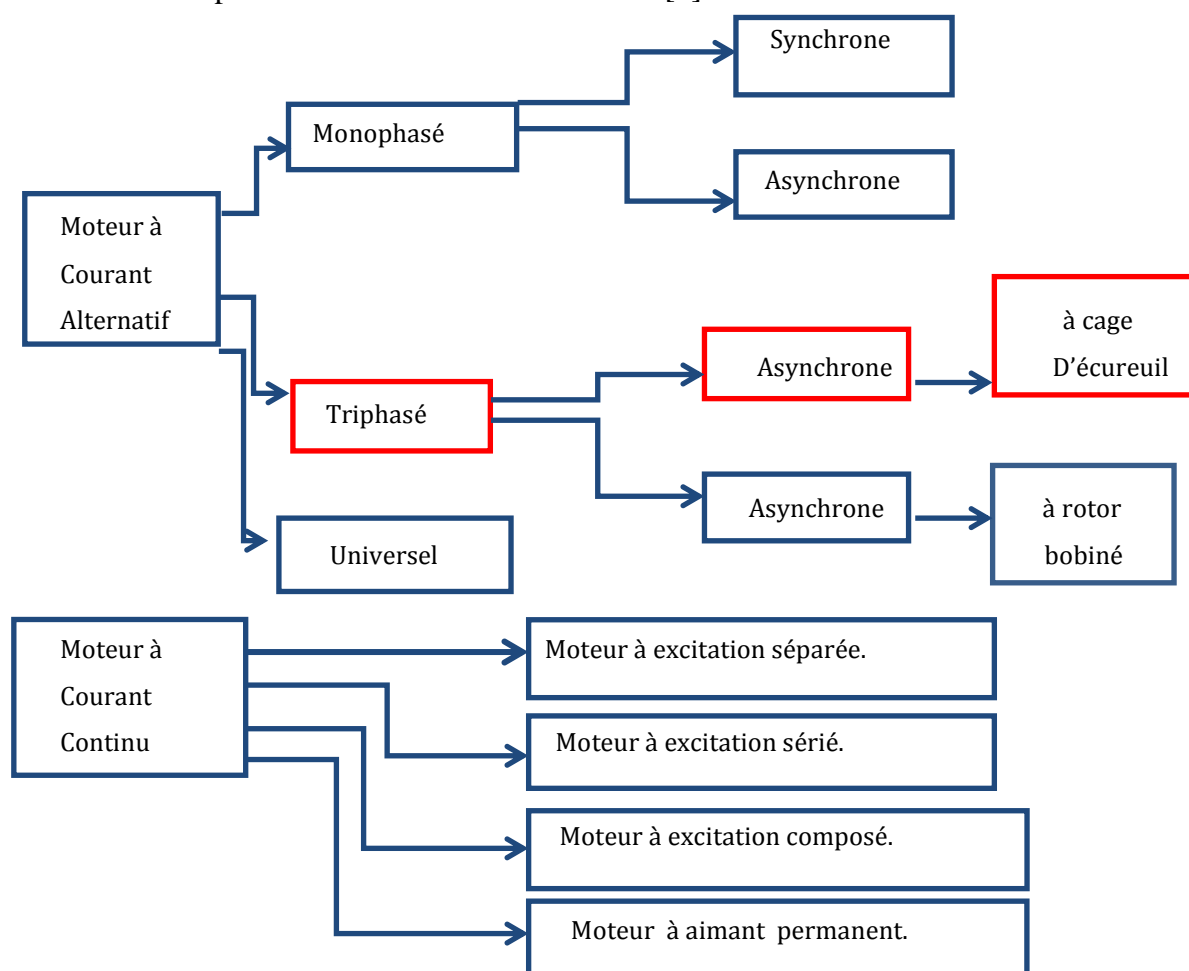


Figure 1.2 Classification des moteurs pour entraînements électriques.

### **2.1.1. Entraînements par moteurs à courant continu :**

La tension de sortie d'un redresseur piloté (commuté) par le réseau comporte d'une composante continue à laquelle est superposée une composante alternative dont la valeur dépend de l'indice de pulsation du convertisseur et de sa profondeur de réglage.

L'ondulation résiduelle de la tension continue se traduit dans le circuit d'induit par une ondulation de courant que l'amplitude dépend, entre autres, de l'inductance totale du circuit d'induit. Plus l'indice de pulsation et la profondeur de réglage sont élevés (indice de pulsation **6** dans le cas d'un pont triphasé par exemple), plus le courant et la diminution de tension se rapprochent d'une forme d'onde purement continue.

L'augmentation d'une unité de l'indice de pulsation se traduit par une augmentation de l'ondulation du courant et par conséquent des sollicitations supplémentaires du moteur [1].

### **2.1.2. Entraînements par moteurs à courant alternatif :**

Les moteurs triphasés à vitesse variable sont alimentés pour la plupart du temps par des convertisseurs indirects et parfois par des cyclo-convertisseurs ou des gradateurs triphasés : les grandeurs fixant la vitesse de rotation, telles que la fréquence et la tension, étant susceptibles d'un réglage progressif. Ce mode d'alimentation a aussi pour conséquence que les tensions et courants parvenant au moteur triphasé s'écartent de la forme d'onde sinusoïdale et occasionnent ainsi un supplément de sollicitations ainsi qu'une modification des caractéristiques de fonctionnement [1].

## **2.2. Convertisseurs statiques :**

La gamme de convertisseurs statiques disponible pour les entraînements électriques par moteurs à courants continu ou alternatif, est caractérisée par une grande diversité de montages et de versions (figure 1.3). Cette section présente ceux qui sont d'utilisation courante dans le domaine des entraînements électriques.

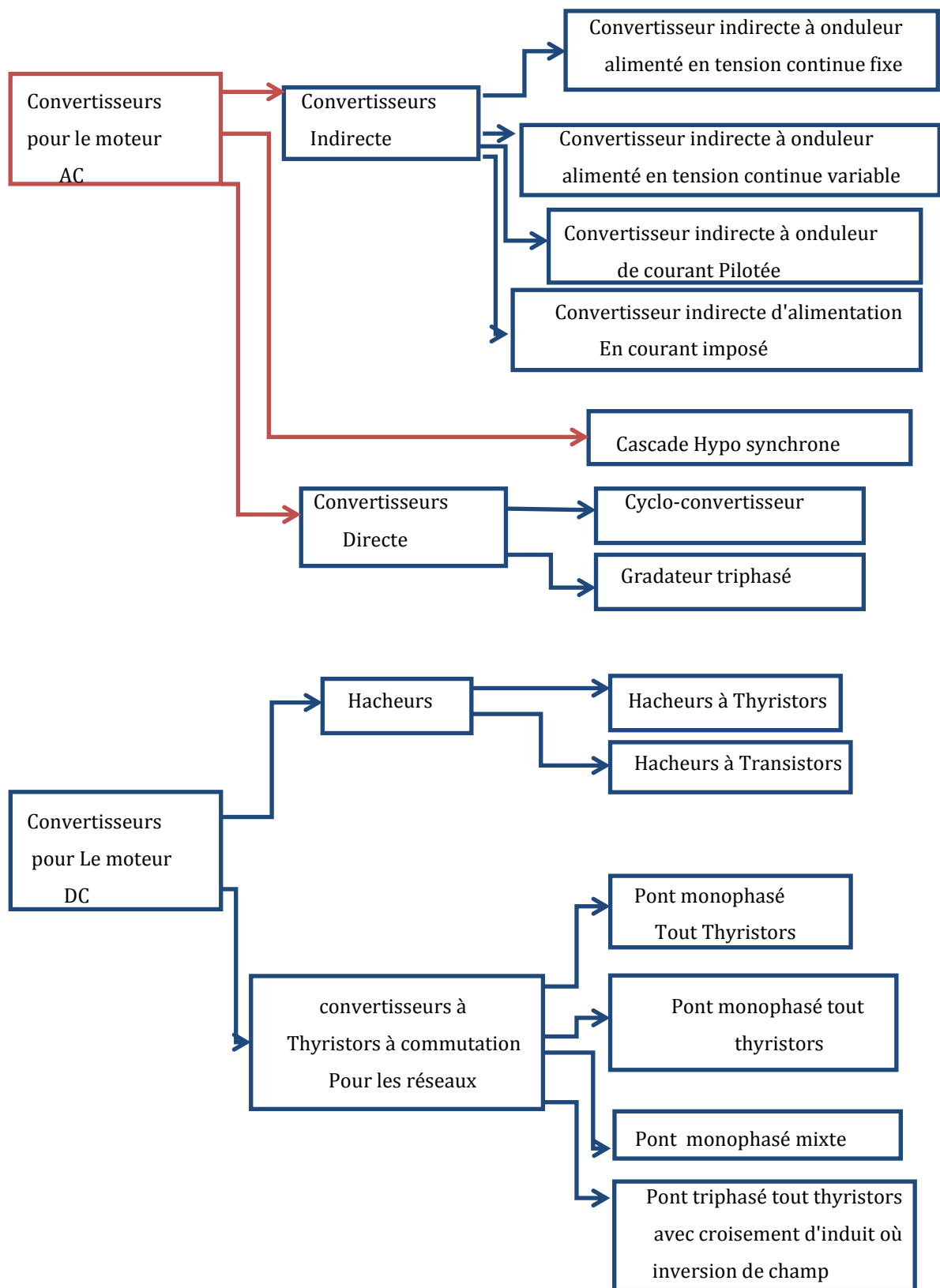


Figure 1.3. Classification des convertisseurs statique pour entraînements électrique.

### 2.2.1. Convertisseurs pour moteurs à courant continu :

Les ensembles convertisseurs - moteurs à courant continu sont caractérisés par un nombre relativement faible de montages de base et de procédés de régulation. Le profond engouement pour ces systèmes d'entraînement découle des propriétés avantageuses du moteur à courant continu en ce qui concerne la dynamique et la précision de régulation alliées à celles des convertisseurs répondant aux exigences les plus sévères. Parmi les facteurs de ce succès, il convient encore de citer le rapport avantageux coûts / performances [1].

### 2.2.2 Convertisseurs pour entraînements par moteurs triphasés :

Les entraînements par moteurs triphasés sont employés actuellement dans des secteurs fermés aux moteurs à courant continu pour des raisons de puissance, vitesse, environnement ou prix. Les critères majeurs militant en faveur des entraînements par moteurs triphasés sont :

- 1- Puissances élevées.
- 2- Faible inertie du rotor.
- 3- Vitesses élevées.
- 4- Utilisation en atmosphère explosive[1].

### 2.3. Système de commande :

La commande d'un entraînement doit assumer quatre tâches essentielles :

- 1- Piloter la grandeur réglée (vitesse, couple ...).
- 2- Supprimer les influences des perturbations sur la grandeur réglée.
- 3- Respecter certaines grandeurs d'exploitation (flux, courant par exemple) afin d'assurer une utilisation optimale du moteur et du variateur.
- 4- Éviter les sollicitations inadmissibles de tous les constituants de l'entraînement par des interventions limitatrices (limitation du courant par exemple) [1].

#### 2.3.1. Commande des moteurs à courant continu :

Le moteur à courant continu possède des performances de régulation exceptionnelles grâce à sa constitution et à son principe de fonctionnement. Il est caractérisé par la position en quadrature des champs produits par l'inducteur et l'induit.

Il en résulte un couple proportionnel au produit donné par :

$$C = \psi \cdot i_a \quad (1.1).$$

$\psi$  : Le vectoriel du flux.

$i_a$  : Le courant d'induit.

Les quatre cas possibles de fonctionnement de la machine sont présentés par la figure suivante :

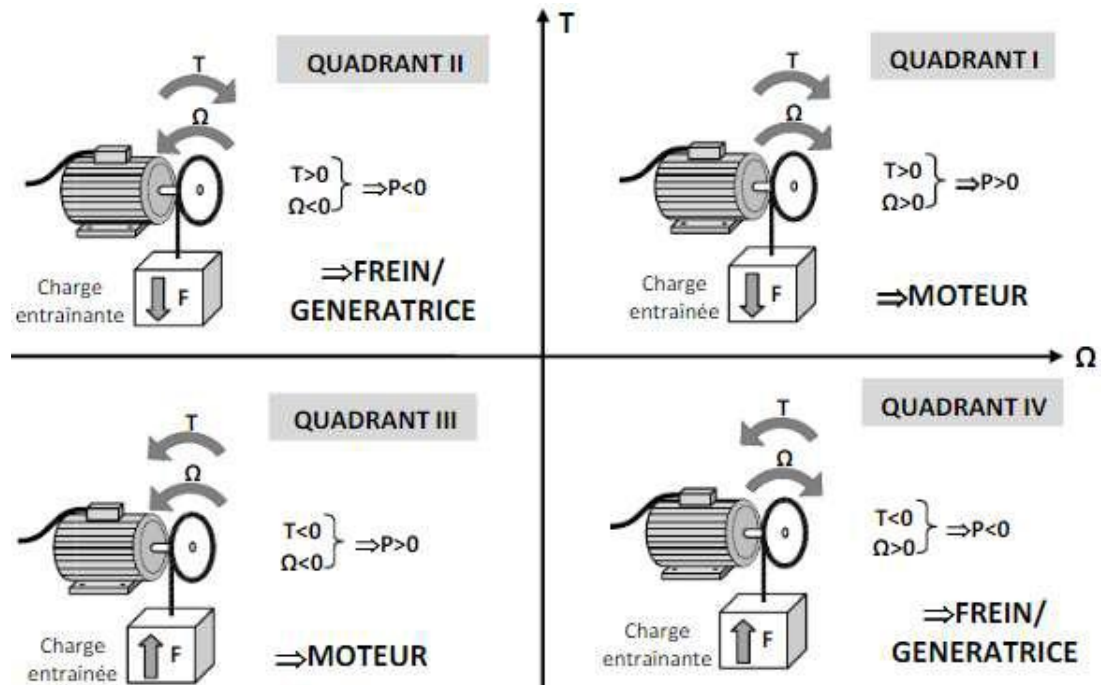


Figure 1.4 : Quadrant de fonctionnement de la machine [2].

### 2.3.2. Commande des moteurs à courant alternatif :

La séparation entre circuits d'induit et circuit d'excitation moteurs triphasés permet d'adopter plusieurs procédés de commande en cascade.

#### Remarque :

De ce qui précède, nous notons que le variateur de vitesse d'un moteur électrique, il se compose de convertisseur statique et d'un système de commande

### 2.4. Intérêt de la variation de vitesse

De nombreux systèmes industriels entraînés par des moteurs électriques utilisent la variation de vitesse pour optimiser leurs fonctionnements, citons par exemple le réglage :

- Du débit d'une pompe ou d'un ventilateur,
- De la vitesse de défilement d'une chaîne de fabrication,
- De la vitesse de défilement d'un train de papeterie ou d'aciérie,
- De la vitesse de coupe ou d'avance des machines-outils,
- De la vitesse des systèmes de transport des personnes (train, téléphérique, ...).

Le réglage de la vitesse peut être obtenu en utilisant les deux technologies:

- Technologie mécanique (boîte de vitesse, système poulies courroie, système pignon-chaîne, ...)
- Technologie électronique (convertisseur d'énergie)[3].

Les couples de charge ou couples résistants, présents dans les entraînements électriques sont d'une grande variété. Les cas typiques sont :

- 1- Les machines d'enroulement à tension constante, les machines-outils (foreuses, tours, fraiseuses, etc.)
- 2- Les bandes de convoyeurs, les grues, les pompes à déplacement positif, agitateurs, extrudeuses, treuils, etc.
- 3- Les machines pour le traitement des matériaux, machines à lisser, etc.+
- 4- Les machines à forces centrifuges (pompes, ventilateurs, etc...) [1].

### **3.Conclusion :**

Le principe de fonctionnement des entraînements des systèmes électriques est présenté. Une des difficultés de l'étude des entraînements provient de la grande diversité de leurs composantes structurelles (convertisseurs statiques, moteurs électriques, systèmes de commande, charges entraînées). Pour mieux cerner ce problème, une classification et une analyse comparative des différentes parties du système d'entraînement sont effectuées.

# **Chapitre 02: Moteur Asynchrone et Types de Charges .**

## 1. Introduction et objectifs:

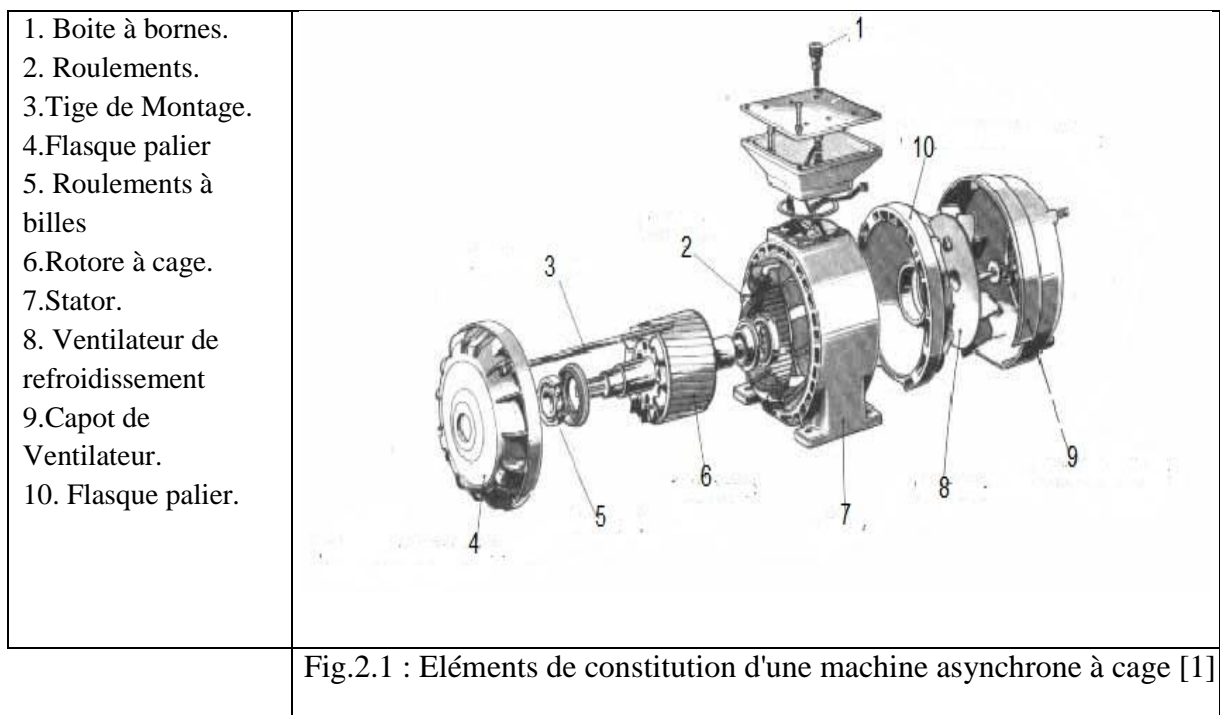
La caractéristique du moteur est un facteur primordial pour dimensionnement d'un système d'entraînement. Elle définit la capacité de charge à long terme du moteur.

Dans ce chapitre nous décrivons les types de charge les plus courants ainsi que le moteur asynchrone utilisé dans l'usine de Brique, nous avons discuté la capacité de moteur asynchrone essentiel pour bien sélectionner l'association moteur/convertisseur pour l'application.

## 2. Constitution du moteur Asynchrone :

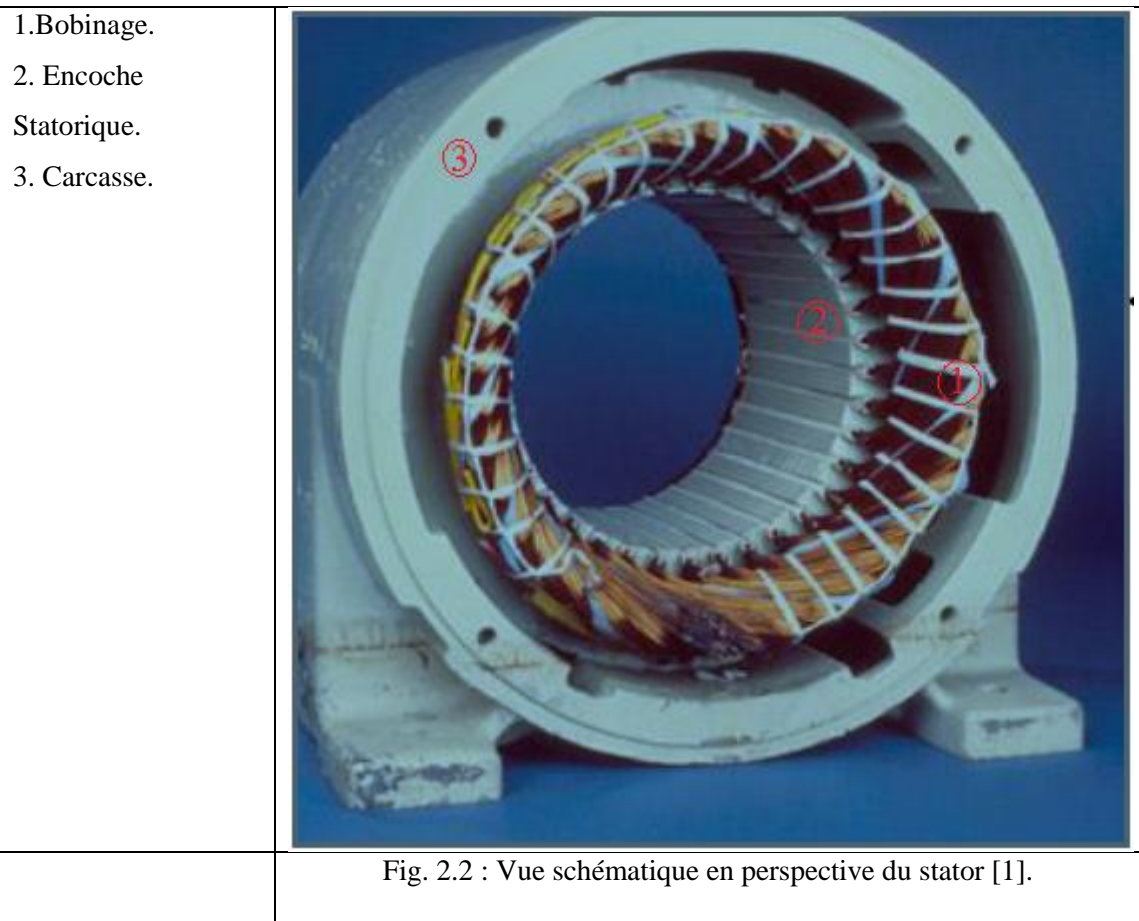
Le moteur asynchrone, souvent appelée à induction, comprend un stator et un rotor, constitués de tôles d'acier au silicium et comportant des encoches dans lesquelles on place les enroulements électriques. Le stator présentant la partie fixe ; on y trouve les enroulements reliés à la source générant le champ tournant. Le rotor est monté sur un axe de rotation. Selon que les enroulements du rotor sont accessibles de l'extérieur ou sont fermés sur eux- mêmes en permanence, on définit deux types de rotor : bobiné ou à cage d'écureuil. Toutefois, nous admettrons que sa structure est, électriquement, équivalente à celle d'un rotor bobiné dont les enroulements sont en court-circuit. Dans ce travail, nous nous intéressons à la machine asynchrone à cage d'écureuil[1].

Les éléments de constitution d'une machine asynchrone à cage d'écureuil sont illustrés dans la figure 2.1.



## 2.1. Stator:

Le stator comporte une carcasse en fonte ou en tôle, d'acier dans laquelle est inséré un circuit magnétique. Le stator d'une machine asynchrone triphasée porte un enroulement triphasé réparti dans des encoches du circuit magnétique. Il est généralement couplé en étoile[1].



## 2.2. Rotor à cage :

Le rotor comporte un enroulement bobiné à l'intérieur d'un circuit magnétique sur l'arbre de la machine. Les encoches sont théoriquement parallèles à l'axe du moteur, mais, en fait, légèrement inclinées par rapport à cet axe de façon à réduire certaines pertes dues aux harmoniques. Le bobinage rotorique est toujours couplé en étoile. Les extrémités de l'enroulement rotorique sont sorties et reliées à des bagues montées sur l'arbre, sur lesquelles frottent des balais en carbone. On peut ainsi mettre en série avec le circuit rotorique des éléments de circuit complémentaires qui permettent des réglages, par exemple de couple ou de vitesse [1].

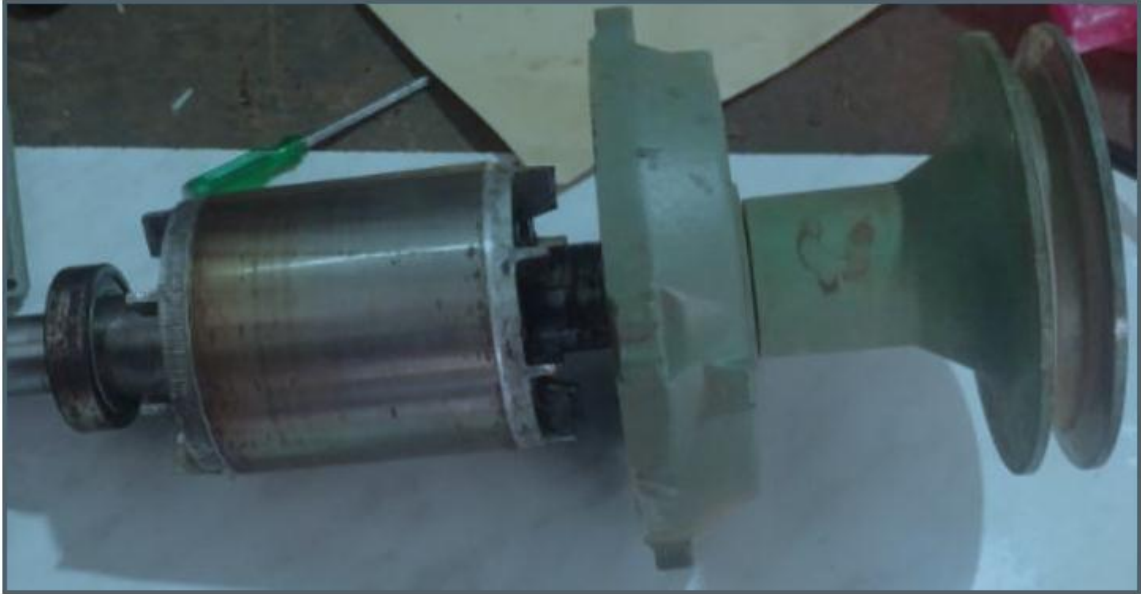


Fig. 2.3: Vue schématique en perspective du rotor [1].

### 2.3. Principe de fonctionnement :

Un moteur asynchrone convertit l'énergie électrique en énergie mécanique. Cette conversion est basée sur l'induction électromagnétique. Le champ tournant statorique  $\Omega_s$  (vitesse  $\omega_s$ ) provoque des courants induits dans le rotor.

Les courants induits du rotor créent un champ rotorique  $B_r$  qui va interagir avec le champ statorique  $B_s$  et provoquer la rotation du rotor à une vitesse  $\Omega$  généralement inférieure à  $\Omega_s$  (sinon pas de courant induit).

Le moteur asynchrone présente un glissement par rapport à la vitesse de synchronisme. Le glissement est défini au point de fonctionnement nominal du moteur, le glissement est [2] :

$$g = \frac{\Omega_s - \Omega}{\Omega_s} = \frac{N_s - N}{N_s} \quad (2.1).$$

$$\text{Ou :} \quad N = \Omega \frac{60}{2\pi} \quad (2.2).$$

$g$ : Le glissement .

$\Omega_s$  : Le vitesse synchronisme (rad/s) .

$\Omega$ : Le vitesse nominale (rad /s) .

où  $\Omega_s$  est la vitesse de synchronisme :

$$\Omega_s = \frac{\omega}{P} \quad (2.3).$$

$\omega$ : Pulsation d'alimentation ( $\omega = 2\pi.f$ ) en rad/s .

$P$  : Nombre de paires de pôles.

## 2.4. Bilan de puissance :

On peut regrouper sur un diagramme les diverses pertes de puissance active du moteur :

- Puissance absorbée :  $P_a = 3V_1 \times I_1 \cos\theta_1$  (2.4).

- Pertes Joule du stator : si  $R_1$  est la résistance d'une phase statorique, alors :

$$P_{Js} = 3R \times I^2 \quad (2.5).$$

- Pertes fer stator : comme pour le transformateur, elles seront liées au carré de la tension :  $P_f$ .

- Puissance électromagnétique  $P_e$ , c'est la puissance transmise du stator au rotor par les inductions tournantes à la vitesse  $N_s$ :

$$P_e = C_e \cdot \frac{2\pi \times N_s}{60} \quad (2.6).$$

- Pertes Joule rotor : si  $R_2$  est la résistance d'une phase rotorique et  $I_2$  le courant rétorque, on aura :

$$P_{jr} = 3R \times I^2 \quad (2.7).$$

- Pertes fer rétorques : elles sont faibles en fonctionnement normal .[2]

- La puissance mécanique est fournie par le rotor à la vitesse  $N$ :

$$P_m = C_m \cdot \frac{2\pi \times N}{60} = C_m \Omega \quad (2.8).$$

- Les pertes mécaniques correspondent à un couple de frottement  $C_f$ .

- La puissance utile, délivrée sur l'arbre de sortie du moteur, s'écrit en introduisant le couple utile :

$$P_u = C_u \cdot 2\pi \cdot N = C_u \cdot \Omega \quad (2.8).$$

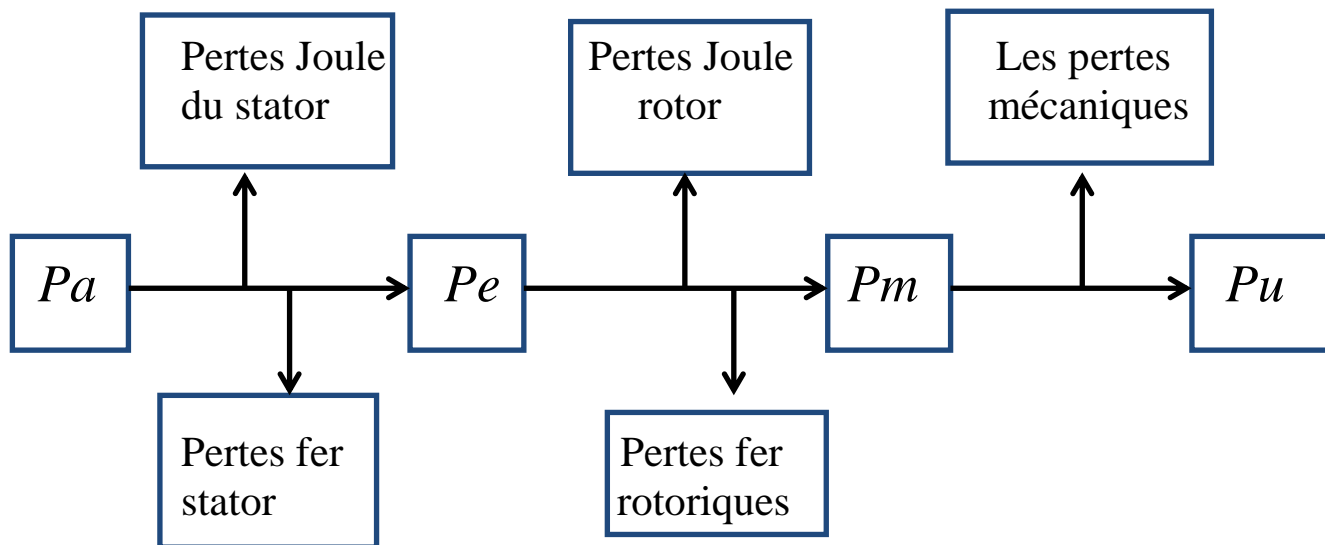


Fig. 2.4: Présentation du Diagramme de Bilan de puissance .

Rondement : [2]

$$\eta = \frac{Pu}{Pa} = \frac{\sqrt{3} \times UI \cos\theta - \Sigma \text{perte}}{\sqrt{3} \times UI \cos\theta} \quad (2.9).$$

## 2.5. Caractéristiques mécaniques :

La caractéristique mécanique représente la variation du couple de la machine en fonction la vitesse, la figure (2.5) présente l'allure de variation du couple utile d'un moteur asynchrone.

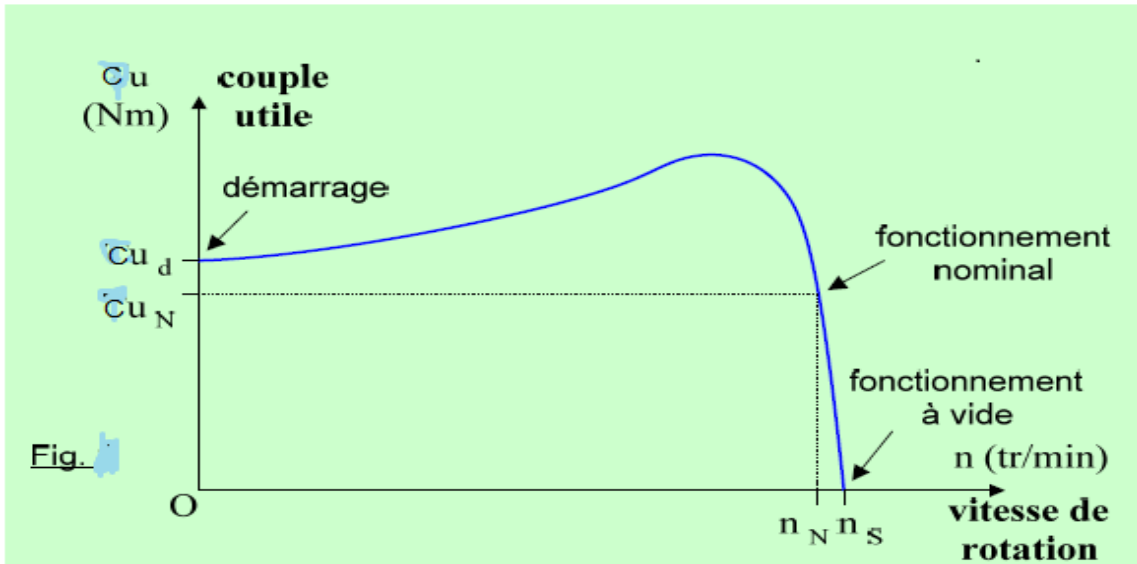


Figure 2.5 : Le graphe de couple moteur en fonction de la vitesse de rotation [1].

Si le glissement est faible (fonctionnement nominal) on peut estimer que le couple est proportionnel au glissement :

$$C = \alpha \times g \quad (2.10).$$

$g$  : glissement.

$\alpha$  : symbolisme que présenté une relation proportionnel.

## 3. Différents Types de Charges :

Certains types de charge sont caractéristiques dans les application industrielles. Connaître le profil de la charge (plage de vitesse, couple et puissance) est essentiel pour bien sélectionner l'association moteur/convertisseur de fréquence pour l'application [1].

Nous décrivons les types de charge les plus courants. Une même application peut combiner plusieurs types de charge.

### 3.1. Charge de Couple constant :

Une charge à couple constant est typique de volumes fixes à traiter. Ainsi, par exemple, les compresseurs à vis, les chargeurs et sont des applications à couple constant typiques. Le couple est constant et la puissance est linéairement proportionnelle à la vitesse.

C'est le cas pour le levage d'une charge[1].

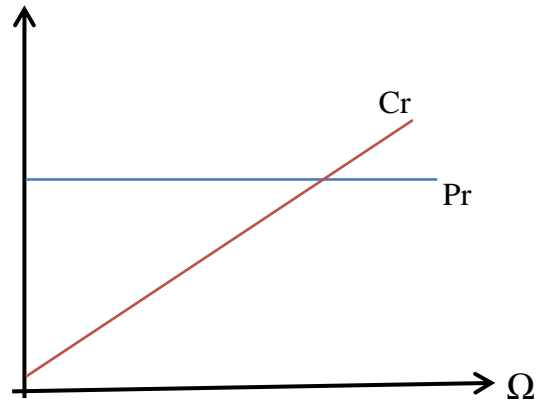


Figure 2.6 : Courbes types de couple et de puissance d'une application à couple constant.

### 3.2. Charge de Couple quadratique :

Les charges à couple quadratique sont les plus répandues, avec des applications comme les pompes centrifuges. Le couple est proportionnel au carré de la vitesse et la puissance au cube de la vitesse [1].

C'est le cas des ventilateurs.

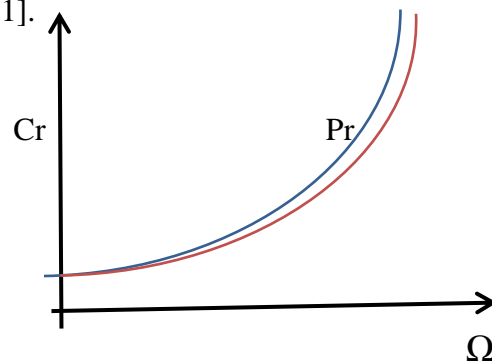


Figure 2.7 : Courbes types de couple et de puissance d'une application à couple quadratique.

### 3.3. Charge de Puissance constant :

Une charge à puissance constante est typique d'une machine qui enroule ou déroule un matériau, le diamètre de la bobine variant au fur et à mesure de l'enroulage/déroulage. La puissance est constante et le couple est inversement proportionnel à la vitesse [1].

C'est le cas de l'essorage.

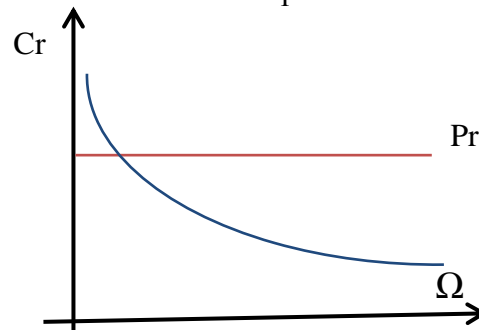


Figure 2.8 : Courbes types de couple et de puissance d'une application à puissance constante.

### 3.4. Couple de démarrage élevé :

Certaines applications exigent un couple élevé à basse vitesse, facteur qui doit être pris en compte lors du dimensionnement. Parmi les applications courantes de ce type de charge C'est le cas des pompes hydrauliques [1].

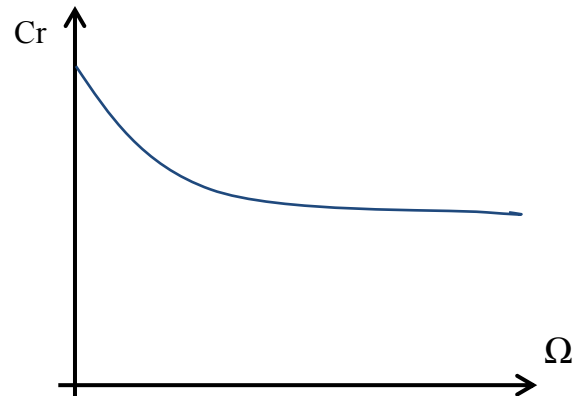


Figure 2.9: Courbe type de couple d'une application exigeant un surcouple de démarrage

Il existe d'autres types de charge, plus difficiles à décrire d'une manière générale, dans le cas de notre charge nous étudierons la charge de couple constante par ce que le volume que va traiter est un fixe (Brique).

### 4. Type de charge :

Pour notre projet, on choisit comme charge le Brique de construction de caractéristique, largeur inférieure à 14 cm et de poids 4.5kg [5].

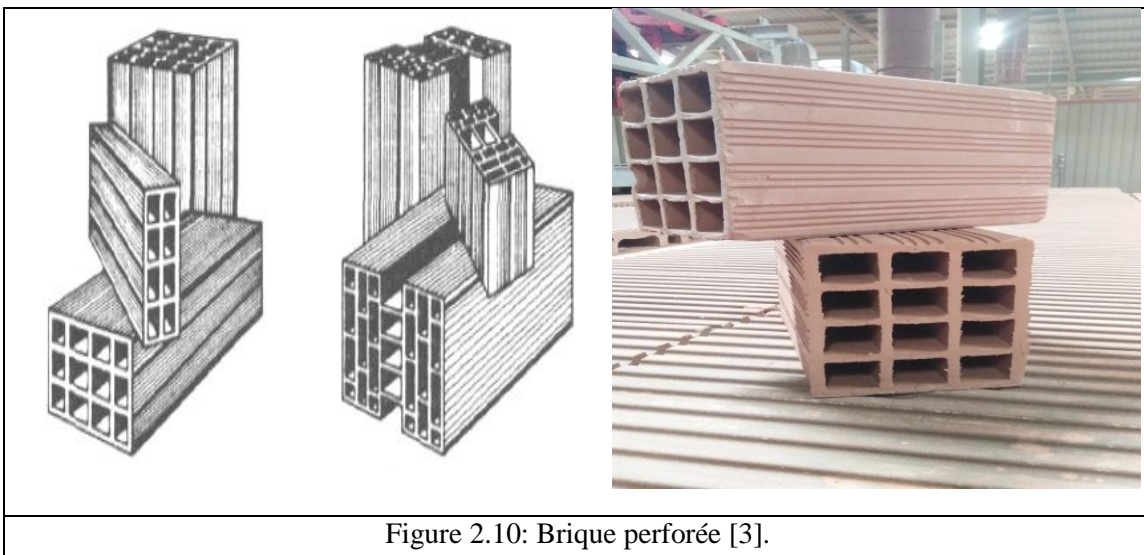


Figure 2.10: Brique perforée [3].

### 5. Mouvement de Levage du Charge (Brique) :

Le système étudié est utilisé pour soulever une charge à une hauteur donnée, en milieu industriel. Son nom (Pince Fixe) est un motoréducteur, alimenté en énergie

électrique entraîne en rotation un treuil, sur lequel vient chaîne, permettant de lever la charge par un système de poulies.

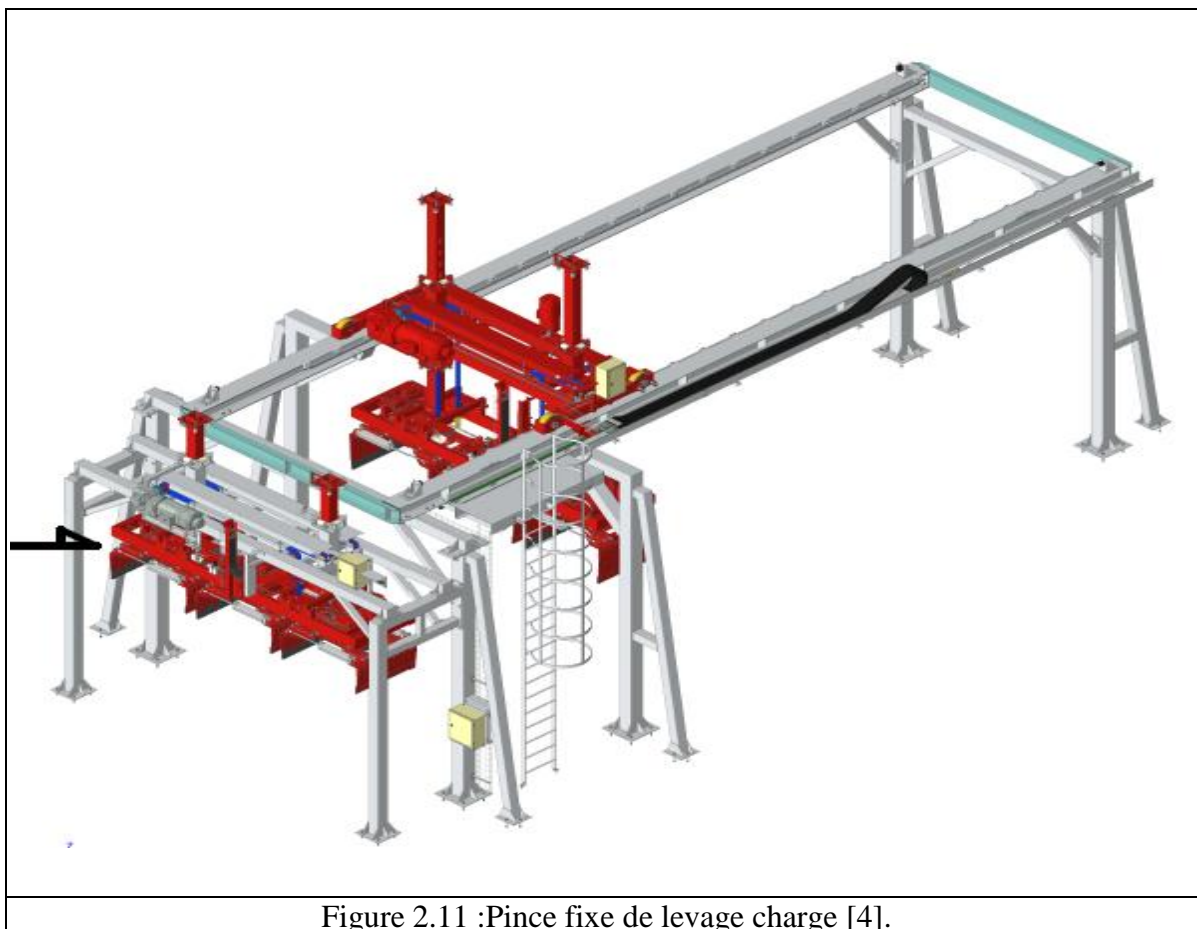


Figure 2.11 :Pince fixe de levage charge [4].

### 5.1. Constriction de la Pince Fixe de Levage :

La pince de levage (figure 2.12) est constituée :

- D'un moteur asynchrone à cage(1) équipé d'un frein électromagnétique.
- D'un réducteur (2) constitué d'un engrenage conique à dentures hélicoïdale.
- D'un pignon (3) lié directement par l'arbre de sortie du réducteur.
- D'un système de Chaîne (4) entraîné directement par le pignon de réducteur, L'ensemble repose sur un palier.
- Une armoire électrique (5).
- Une pince hidrotique (6) entraînée par un système de Chaîne.

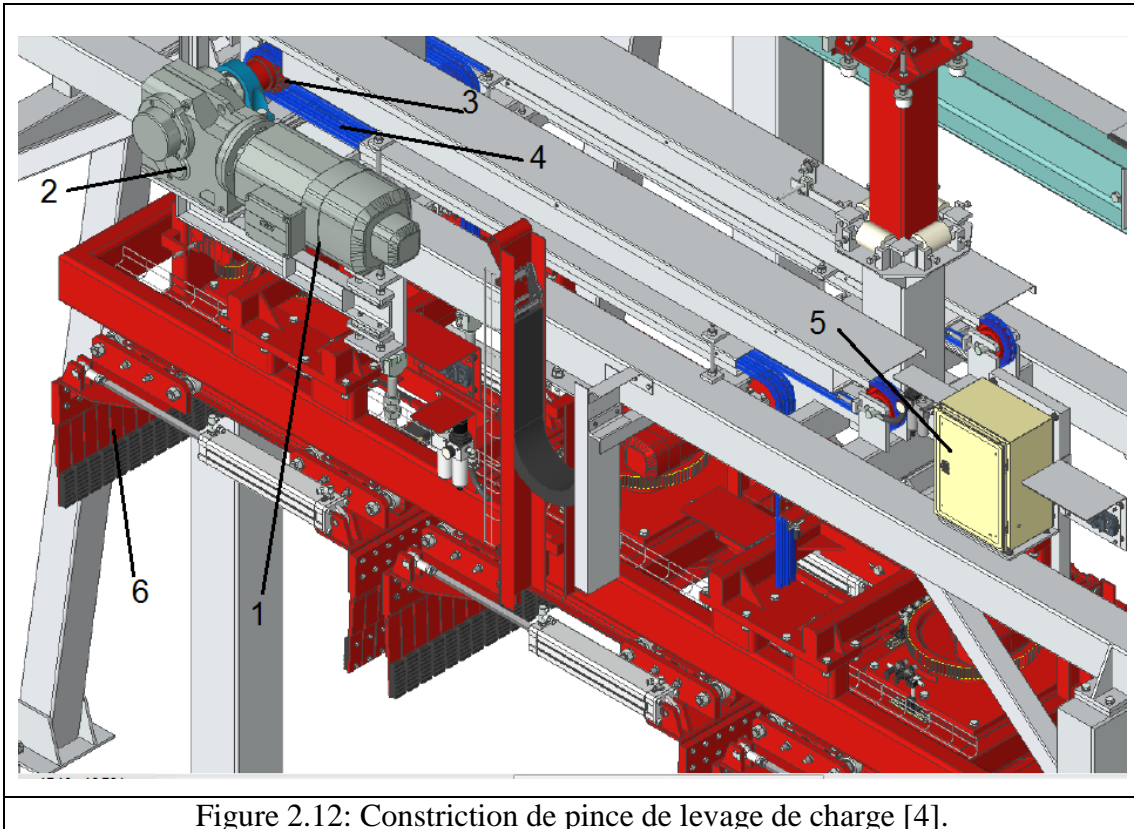


Figure 2.12: Constriction de pince de levage de charge [4].

- 1 : Moteur asynchrone à cage.
- 2 : Réducteur.
- 3 : Pignon.
- 4 : Chaîne en Coulard Belon.
- 5 : Armoire électrique
- 6 : Une pince hydraulique.

## 5.2. Mécanisme de levage d'une charge :

Le mouvement de levage se fait à l'aide d'un moteur asynchrone à cage.

Les caractéristiques générales du mécanisme de levage sont :

- Le moteur de levage entraîne les chaînes à travers son pignon d'attaque, et par l'intermédiaire des poulies vers le haut ou vers le bas, la pince hydraulique qui permet d'attacher la charge dans le cas de levage et de détacher dans le cas de relevage la masse maximale est qui comprend :

- La charge  $4.5 \times 256 = 1152$  kg.
- Le système de chaîne + le poids de pince = 6750 kg.
- La vitesse de levage est  $25$  (m/min) =  $0.419$  m/s

- Diamètre de pignon  $D_1=250$  mm.

On va déterminer puissance du moteur pour cela, on commence par calculer le couple résistant ainsi que la vitesse de rotation de pignon.

### 5.3. Calcul du couple résistant de mécanisme de levage

Le calcul de couple résistant que doit vaincre le moteur se calcul comme suit :

$$F_p = m \times g \quad (2.10).$$

$$\text{A.N : } F_p = (6750 + 1152) \times 9.8 = 77439.6 \text{ N}$$

A partir de cette force, on détermine le couple résistant :

$$C_r = P \times r = C_r = P \times (D/2). \quad (2.11).$$

Avec  $C_r$  : le couple résistant.

$R$  : rayon de pignon.

$$\text{A.N : } C_r = 77439.6 \times \left(\frac{0.25}{2}\right) = 9679.95 \text{ Nm}$$

### 5.4. Vitesse de rotation de Pignon:

La vitesse de rotation du pignon est donnée par :

$$v = \omega \times r \text{ alors } \omega = (v \times 2)/D \quad (2.12).$$

$$\text{A.N : } \omega = \frac{2 \times 0.419}{0.25} = 3.352 \text{ rad/s}$$

Le réducteur utilisé est constitué d'un engrenage conique à dentures hélicoïdale, le rapport de réduction est  $R = 46$  et un rendement  $\eta = 0.94$ .

### 5.5. Calcul la puissance résistante:

La puissance résistante :

$$P_r = C_r \times \omega \quad (2.13).$$

$$\text{A.N: } P_r = C_r \times \omega = 9679.95 \times 3.356 = 32\,447.192 \text{ w}$$

La puissance mécanique de moteur :

$$P_m = \frac{P_r}{\eta} \quad (2.14).$$

$$\text{A.N: } P_m = \frac{P_r}{\eta} = \frac{32\,488.85}{0.95} = 34154.939 \text{ w}$$

Cette valeur doit être corrigée en tenant compte de plusieurs paramètres : température ambiante, fréquence, altitude ..., en introduisant des coefficients de correction.

$$P_{mot} \geq P_m \times K_t \times K_a \times K_f \quad (2.15).$$

$P_m$ : Puissance du moteur.

$P_{mec}$  : Puissance du mécanisme.

$K_t$  : Coefficient de correction tenant compte de la température.

$K_a$  : Coefficient de correction tenant compte de l'altitude.

$K_f$  : Coefficient de correction tenant compte de la fréquence.

### 5.5.1. Correction Suivant l'Ambiante

La température ambiante dans cette entreprise ne dépasse pas généralement 45°C.

On peut déterminer  $K_t$  d'après la courbe :

$$K_t = 1 .$$

### 5.5.2. Correction Suivant l'Altitude

De même façon on détermine  $K_a$

$$K_a = \frac{10000}{11000 - at} \quad (2.16).$$

Avec

$at$ : Altitude en m.

Pour une altitude inférieure à 750m comme dans notre cas (LAGHOUAT) :

$$K_a = 0.98$$

### 5.5.3. Correction suivant la Fréquence :

Pour les moteurs asynchrones alimentés par des convertisseurs de fréquence, il faut corriger la puissance du moteur en introduisant un coefficient de correction correspondant à la fréquence:

$$f = 50\text{Hz} \quad K_f = 1.05$$

Donc la puissance du moteur :

$$P_{mot} \geq 34154.939 \times 0.98 \times 1.05 \times 1$$

$$\text{A.N : } P_{mot} = 35564.92 \text{ w}$$

Calcul de la vitesse de l'arbre du moteur :

$$\omega_1 = \omega \times R \quad (2.17).$$

$$\text{A.N : } \omega_1 = 3.356 \times 46 = 154.39 \text{ rad/s.}$$

$$C_{mot} = \frac{P_m}{\omega_1} \quad (2.18).$$

$$\text{Alors : } C_{mot} = \frac{35000}{154.39} = 226.69 \text{ N.m}$$

## 6. Déterminer la stabilité d'un Point de Fonctionnement :

On dit qu'un point de fonctionnement est stable lorsque toute modification de l'une des variables qui le caractérise entraîne une action correctrice qui tend à rétablir les valeurs initiales des variables. La condition de stabilité suivent :

Pour qu'il y ait stabilité d'un point de fonctionnement C  
,il faut qu'au voisinage de ce point,  
la pente de  $C_m$  (couple moteur) soit inférieure à  
de  $C_r$  (couple résistant de la charge) [2].  
Donc :  $C_r > C_{\text{mot}}$

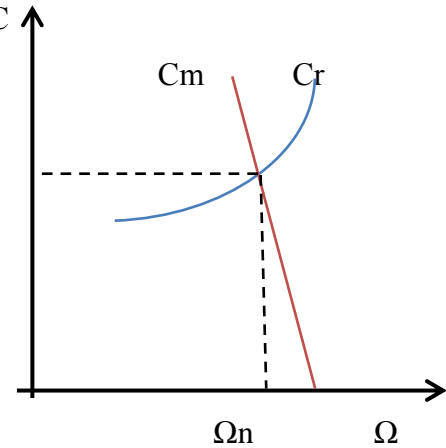


Figure 2.13: Point de fonctionnement stable.

D'après les applications numériques et le calcul :

$$C_r > C_{\text{mot}} \quad 9679.95 \text{ N.m} > 226.69 \text{ N.m}$$

Alors le système est une stable.

## 7. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté la construction de moteur asynchrone et le mécanisme de levage de charge, dont on a trouvé que les valeurs des puissances sont approximativement pour bonne choix de moteur et le variateur de vitesse, en l'occurrence ont conclu que la méthode de calcul faite dans le système est un stable et faible.

**Chapitre 03 :**  
**Dimensionnement et Choix**  
**du moteur asynchrone.**

## Introduction :

La problématique de choix du moteur électrique consiste à trouver la variante la plus rationnelle entre les moteurs fabriqués par les constructeurs et les exigences des processus technologiques.

En effet, le moteur électrique doit satisfaire complètement les exigences du processus technologique et répond aux conditions de son environnement.

Il est nécessaire que le moteur soit fiable dans son travail avec le minimum d'investissements et le minimum de prix d'exploitation. Cela se réalise seulement si le moteur choisi a une puissance optimale.

Tous les paramètres du moteur choisi : la puissance nominale, la vitesse de rotation, la tension nominale, le facteur de marche, le couple de démarrage, le couple maximal, les limites de réglage, la forme de la caractéristique mécanique, la qualité du régime transitoire et les particularités de construction doivent correspondre aux caractéristiques et aux mécanismes du processus technologiques, ainsi que les paramètres du réseau électrique.

Dans ce chapitre on traite le dimensionnement et le choix du moteur asynchrone parmi du variation de la vitesse par les convertisseurs de fréquence utilisés.

## 1. Choix du Moteur :

### 1.1. Service de fonctionnement :

Notre moteur fonctionne en service continu (24h/24h). Dans ce service le moteur qui entraîne le compresseur tourne avec une vitesse variable suivant le débit demandé par notre processus. On cas d'un arrêt de production (voulu ou inattendu) le moteur fait un arrêt.

### 1.2. puissance mécanique :

d'après le calcul de charge nous si posé que :

$$p_{mec} = 34kw$$

La puissance du moteur demandée par notre processus est de :

$$p_{mot} = 35 KW$$

D'après le catalogue de *SEW USOCOME* dans la série des moteurs asynchrones triphasés à cage (400 V), la puissance normalisée (supérieure à celle calculée) correspondant à une vitesse de 1500 tr/mn et nombre de pole 4 est :  $p_m = 37KW$

**Tableau 3.1:**Catalogue SEW USOCOM du moteur asynchrone triphasé

Moteurs DRS.. 4 pôles pour 400 V 50 / 60 Hz, IE1													
Type moteur DRS..	$P_n$ kW	$M_n$ Nm	$n_n$ tr/min	$I_n$ A	cos $\phi$	IE	$\eta_{\text{bas}}$ %	$\eta_{\text{m}}$ %	$\eta_{\text{max}}$ %	$I_s/I_n$	$M_s/M_n$	$M_r/M_n$	$M_v/M_n$
DRS80S4	0.55	3.75 3.05	1400 1720	1.32 1.18	0.81 0.77	IE1	74.8 75.7	76.6 77.8	75.3 78.5	4.3 5.3	1.9 2.4	1.9 2.4	2.2 2.5
DRS80S4	0.75	5.1 4.15	1400 1720	1.8 1.75	0.81 0.77	IE1	74.8 75.7	76.6 77.8	75.3 78.5	4.3 5.3	1.9 2.4	1.9 2.4	2.2 2.5
DRS80M4	1.1	7.4 6.1	1410 1725	2.4 2.2	0.84 0.79	IE1	77.7 80.2	78.6 80.4	77.0 80.0	5.1 6.4	2.2 2.9	1.7 2.0	2.3 3.1
DRS90M4	1.5	10.3 8.3	1395 1720	3.3 2.85	0.82 0.76	IE1	82.0 84.0	82.0 84.1	79.6 82.5	5.0 6.3	2.3 3.2	2.0 2.6	2.5 3.3
DRS90L4	2.2	15 12.2	1400 1720	4.85 4.15	0.81 0.78	IE1	82.9 85.1	83.1 85.4	81.1 84.0	5.1 6.4	2.5 3.0	2.2 2.7	2.5 3.2
DRS100M4	3	20.5 18.7	1400 1720	6.4 5.5	0.82 0.79	IE1	85.2 86.3	84.7 86.1	82.4 84.0	5.3 7.0	2.8 3.5	2.4 2.6	2.8 3.6
DRS100LC4	4	26.5 22	1440 1750	8.9 7.1	0.78 0.77	IE1	83.2 86.9	84.3 87.6	83.2 86.5	6.5 7.2	2.5 3.9	2.3 3.1	3.1 3.9
DRS112M4	4	26.5 22	1435 1750	8.1 6.8	0.84 0.82	IE1	86.1 89.3	85.6 88.7	83.8 86.5	6.0 7.0	2.0 2.2	1.7 1.8	2.5 2.8
DRS132S4	5.5	36.5 30	1445 1750	11.1 9.4	0.82 0.81	IE1	86.4 89.3	86.7 89.4	85.7 88.5	6.7 7.8	2.4 2.8	2.1 2.3	2.8 3.3
DRS132M4	7.5	49.5 41	1445 1750	14.4 13.1	0.85 0.85	IE1	90.0 90.3	89.1 89.4	87.1 87.5	6.6 7.8	2.4 2.6	1.9 2.1	2.7 3.2
DRS132MC4	9.2	60 49.5	1485 1770	18.6 17.2	0.81 0.77	IE1	87.9 88.3	88.5 89.0	87.6 88.5	7.2 9.1	2.1 2.4	1.6 1.8	2.9 3.7
DRS160S4	9.2	60 49.5	1460 1770	18.9 15.9	0.79 0.79	IE1	87.9 89.2	89.0 90.1	88.0 88.5	6.4 7.4	2.5 2.8	2.0 2.0	2.6 2.9
DRS160M4	11	72 59	1460 1770	22 18.8	0.81 0.79	IE1	89.2 89.9	89.1 90.2	88.0 89.5	6.8 8.0	2.7 3.2	2.3 2.4	2.8 3.1
DRS160MC4	15	97 81	1470 1770	30 27	0.80 0.80	IE1	90.3 90.5	90.2 90.7	89.1 90.2	6.3 7.6	2.1 2.6	1.7 1.9	2.4 2.8
DRS180S4	15	98 81	1460 1765	29 25.5	0.83 0.82	IE1	90.0 89.9	90.3 91.0	89.5 90.2	6.2 7.0	2.3 2.8	2.0 2.2	2.6 3.0
DRS180M4	18.5	121 100	1465 1775	34.5 31.5	0.85 0.85	IE1	90.6 90.2	90.8 91.2	90.0 91.0	6.5 7.5	2.2 2.6	1.8 2.0	2.7 3.1
DRS180L4	22	143 119	1465 1770	41.5 37.5	0.84 0.84	IE1	90.9 90.3	91.2 91.2	90.5 91.0	6.9 7.9	2.4 2.8	2.0 2.1	2.8 3.3
DRS180LC4	30	195 162	1470 1770	57 51	0.84 0.84	IE1	92.2 91.8	92.0 92.5	90.9 91.7	5.6 6.4	1.8 2.0	1.5 1.6	2.2 2.4
DRS200L4	30	194 161	1475 1775	57 52	0.82 0.82	IE1	91.6 91.7	91.9 92.6	91.3 92.4	6.4 7.4	2.1 2.6	1.9 2.1	2.6 2.9
DRS225S4	37	240 198	1475 1780	70 61	0.82 0.82	IE1	92.2 92.1	92.0 93.1	91.6 92.4	7.1 7.6	2.4 3.0	1.9 2.2	3.0 3.0
DRS225M4	45	290 240	1480 1780	84 72	0.83 0.81	IE1	92.8 92.9	92.7 93.8	92.3 93.0	7.4 8.0	2.5 3.4	2.2 2.3	2.9 3.1
DRS225MC4	55	355 295	1490 1780	106 88	0.81 0.83	IE1	92.4 92.8	92.8 93.7	92.4 93.0	6.8 7.1	2.4 2.6	1.8 1.8	2.4 2.6

**Tableau 3.2:** Catalogue SEW USOCOM du moteur asynchrone triphasé

Type moteur DRS	PN (kw)	MN (Nm)	Nn (tr/min)	In 400v (A)	cos (&)	n	IA/IN	MA/MN	MH/MN
DRE80S4	0,37	2,45	1435	0,87	0,77	0,78	4,9	2,6	2,1
DRE80M4	0,55	3,65	1445	1,27	0,76	0,823	6,7	3,1	2,2
DRE80M4	0,75	5	1435	1,68	0,79	0,81	6,2	2,9	2,1
DRE90M4	1,1	7,4	1420	2,45	0,79	0,824	5,9	2,9	2,3
DRE90L4	1,5	10	1430	3,35	0,77	0,84	6,6	3,2	2,8
DRE100M4	2,2	14,7	1425	4,6	0,8	0,854	6,4	3,3	2,7
DRE100LC4	3	19,7	1455	6,2	0,81	0,863	7,5	2,7	2,4
DRE132S4	4	26	1460	8,2	0,82	0,874	8	2,7	2,4
DRE132M4	5,5	36	1455	11	0,85	0,885	7,7	2,6	1,9
DRE160S4	7,5	49	1465	15,3	0,82	0,893	6,5	2,4	1,8
DRE160M4	9,2	60	1470	18,7	0,8	0,9	7,7	2,9	2,2
DRE180S4	11	71	1470	21,5	0,83	0,902	7,2	2,6	2,2
DRE180M4	15	97	1470	29	0,85	0,91	7,1	2,4	2
DRE180L4	18,5	120	1470	35,5	0,85	0,917	7,1	2,5	2,1
DRE180LC4	22	142	1480	43	0,82	0,918	7,1	2,3	1,9
DRE200L4	30	194	1475	59	0,82	0,924	6,3	2,1	1,9
DRE225S4	37	240	1477	72	0,82	0,93	7	2,5	2
DRE225M4	45	290	1478	86	0,83	0,933	7,3	2,5	2,1
DRE250M4	55	355	1479	107	0,82	0,936	6,9	3	2,1

- 1) Cable de redresseur de frien .
- 2) Caple d'alimentation .
- 3) Codeur.
- 4) Bladue a borne.

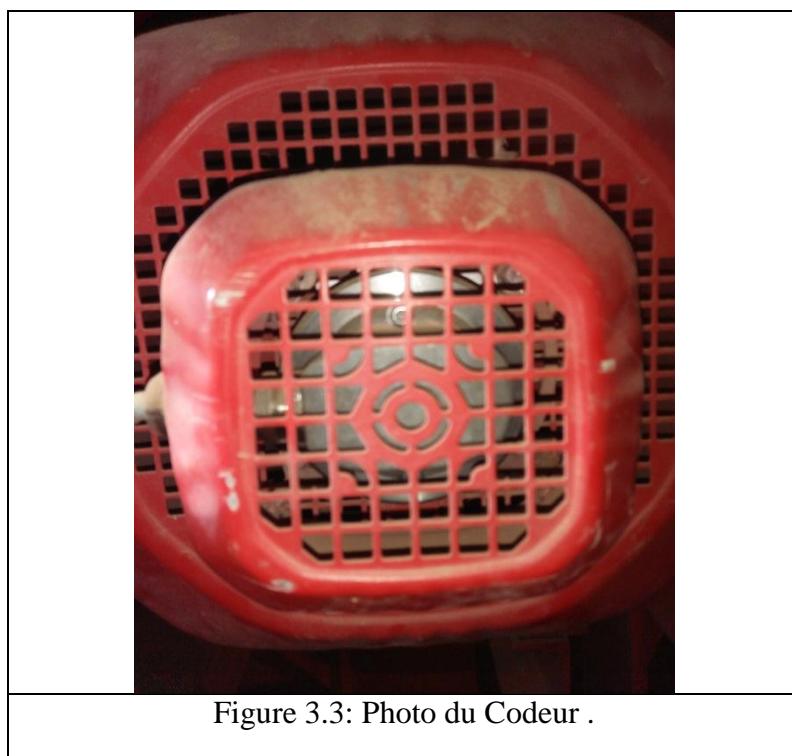
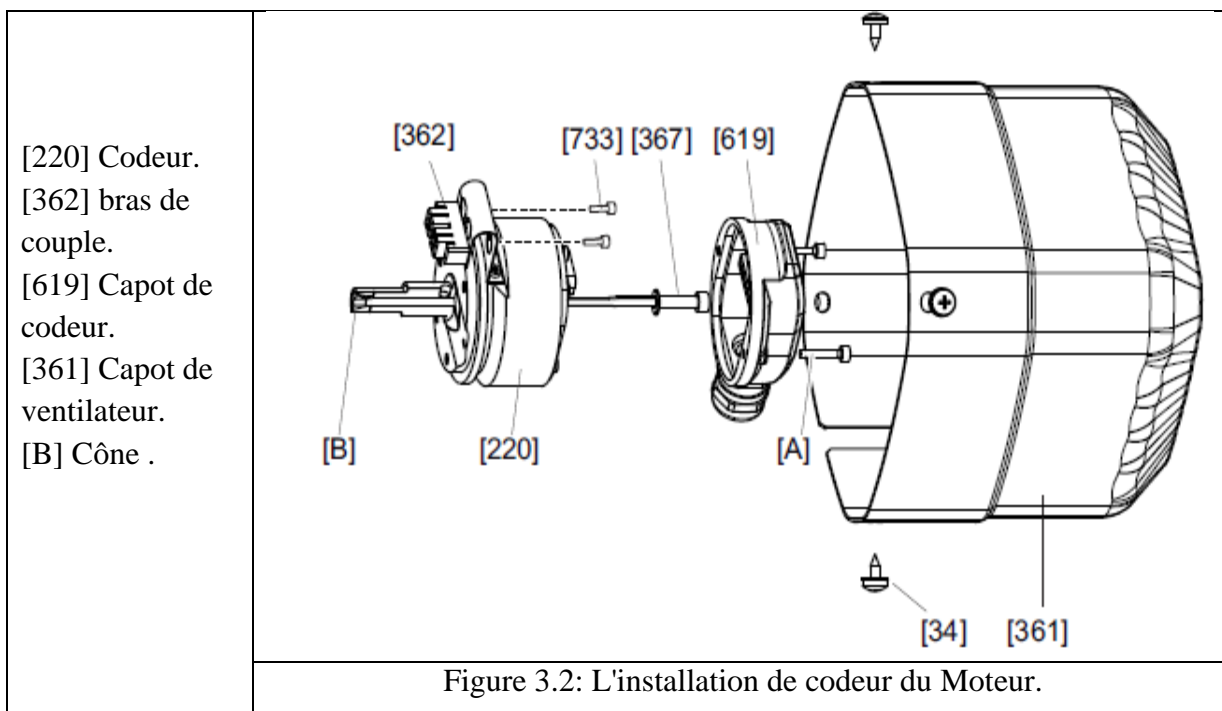


Figure 3.1: SEW USOCOM du moteur asynchrone triphasé

## 2. Elément Auxiliaire du Moteur:

### a). Codeur :

C'est un convertisseur analogique numérique, Un transcodeur (ou convertisseur de codes) est un dispositif permettant de passer la vitesse du nombre  $N$  (tr/min) écrit dans le code C1 de valeur correspondant au numéro de l'entrée dans le code binaire choisi.



## b).Redresseur de freinage

Ce freinage consiste, après avoir déconnecté le moteur de l'alimentation, à injecter un courant continu redressé en TBT (20 à 24V) entre deux bornes du stator. Cela entraîne la production d'un couple résistant qui s'oppose au couple rotor. On appelle ce type de freinage électronique.



Figure 3.4: Redresseur de Ferien.

### 3. Calcul du Couple Nominal :

Le moteur électrique doit vaincre le couple résistant de la machine entraînée et mettre en vitesse l'inertie de celle-ci. Il est intéressant de connaître le couple nominal du moteur utilisé. Ce couple est en fonction de la puissance et de la vitesse de ce moteur.

La puissance utile nominale du moteur est égale à :

$$P_N[\text{KW}] = C_N[N.M].\Omega_N[\text{rd/s}] \quad (3.1)$$

La vitesse de synchronisme :

$$\Omega_n = \frac{2\pi N_n}{60} = \frac{2\pi \times 1475}{60} = 154.38 \text{ rad/s}$$

Le couple nominal :

$$C_n = \frac{37000}{154.38} = 239.668 \text{ N.m}$$

Alors :  $C_r = 239.668 \text{ N.m}$ .

#### 4. Calcul du Couple de Démarrage

D'après le tableau (3.2), nous avons :

$$\frac{C_d}{C_n} = 2 . \quad (3.2)$$

Et on a d'autre part la valeur du couple nominal :

$$C_N = 239.66 \text{ N. m}$$

Donc on peut tirer la valeur du couple de démarrage :

$$C_d = C_n \times 2$$

$$C_d = 239.66 \times 2 = 479.32 \text{ Nm}$$

#### 5. Capacité de Charge du Moteur :

La vérification d'après les conditions de surcharge consiste à calculer le coefficient de capacité de surcharge, rapport du couple maximal au couple nominale. Ce rapport appelé aussi coefficient de stabilité du moteur asynchrone.

$$\lambda = \frac{C_m}{C_n} \quad (3.3).$$

Il est fourni par le constructeur tableau (3.2):

$$\lambda = 2.5$$

Cette valeur de  $\lambda$  indique la stabilité du moteur qu'on a choisi.

Si la valeur de  $\lambda > 0$  alors le moteur entraîné la charge en état stable.

Calcule le couple max de moteur :

$$\text{On a :} \quad C_m = C_n \times \lambda \quad (3.5).$$

$$\text{A.N:} \quad C_m = 599.15 \text{ Nm}$$

#### 6. Calcul Puissance Absorbée :

$$\text{Puissance absorbée :} \quad P_a = \sqrt{3} V_1 \times I_1 \cos \theta_1 \quad (3.4)$$



$$\text{A.N:} \quad P_a = \sqrt{3} \times 380 \times 72 \times 0.82$$

Dons le régime permanent le moteur que va consommer la puissance et en état charge

$$P_a = 38.364 \text{ kw}$$

## 7. Description du Moteur Asynchrone Utilisé

Dans cette entreprise le moteur utilisé est de «SEW EURODRIVE » qui porte la plaque signalétique suivante :

<b>SEW-EURODRIVE</b> Bruchsal / Germany 	
Typ DRE22554M 4 / BM	3 ~ IEC 34
Nr. 01.3001234568.0001.00	IM B5
kW 37 S1	cos φ 0.83
○ 50Hz V 220 - 240 Δ / 380 - 415 Y	A   66.7 / 38.6
○ 60Hz V 240 - 266 Δ / 415 - 460 Y	A 38.5 / 20.1
r/min 1475 / 1740	IP 55 KL F
Bremse V 230 AC	Nm 150 Gleichrichter BGE1.5
Kg 109 Ma	Nm i :1 
Schmierstoff	Made in Germany 184 103 3.16

CARCASSE	: 225S/M
Puissance nominale	: 37 kW
Fréquence	: 50 Hz
Pôles	: 4
Vitesse à pleine charge	: 1475 rpm
Glissement	: 1,67 %
Tension à pleine charge	: 400/690 V
Courant à pleine charge	: 66,6/38,6 A
Courant de démarrage	: 440/255 A
Intensité de démarrage	: 6,6
Courant à vide	: 26,0/15,1 A
Couple à pleine charge	: 240 Nm
Couple de démarrage	: 220 %
Couple maximum	: 270 %
Type	: ---
Classe d'isolation	: F
Echauffement	: 80 K
Temps de blocage du rotor	: 12 s (à chaud)
Facteur de service	: 1,00
Service	: S1
Température ambiante	: -20°C - +40°C
Altitude	: 1000 m
Degré de protection	: IP55
Poids approximatif	: 342 kg
Moment d'inertie	: 0,44375 kgm <sup>2</sup>
Niveau de bruit	: 66 dB(A)

Figure 3.5 : Plaque signalétique

## 8. Raccordement du Moteur :

Le moteur est une monté on triangle avec trois liaisons, couplé fixement dans la tété de la bobine, les liaisons réseau (L1, L2, L3) sont raccordées dans la boîte à bornes [1] à la plaque à borne avec bloc de jonction à ressorts [2], le frein BMG02 est alimenté via le redresseur de frein [3]. Le frein peut aussi être alimenté à partir de l'armoire de commande via des redresseurs de la série MBG20 [2].

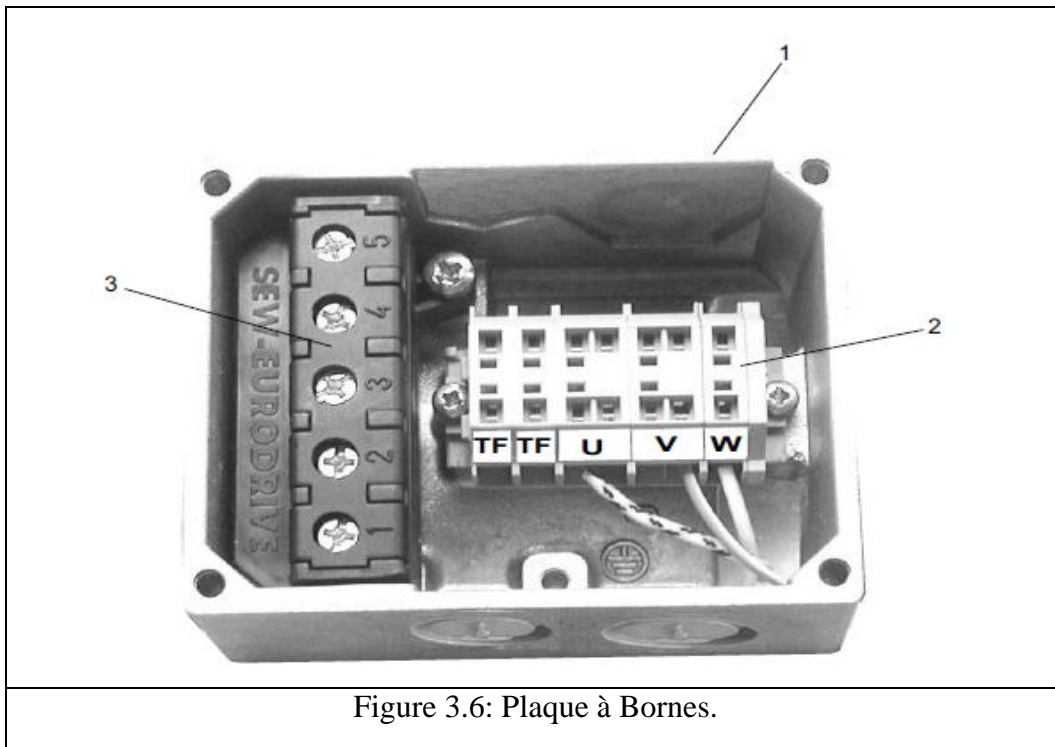
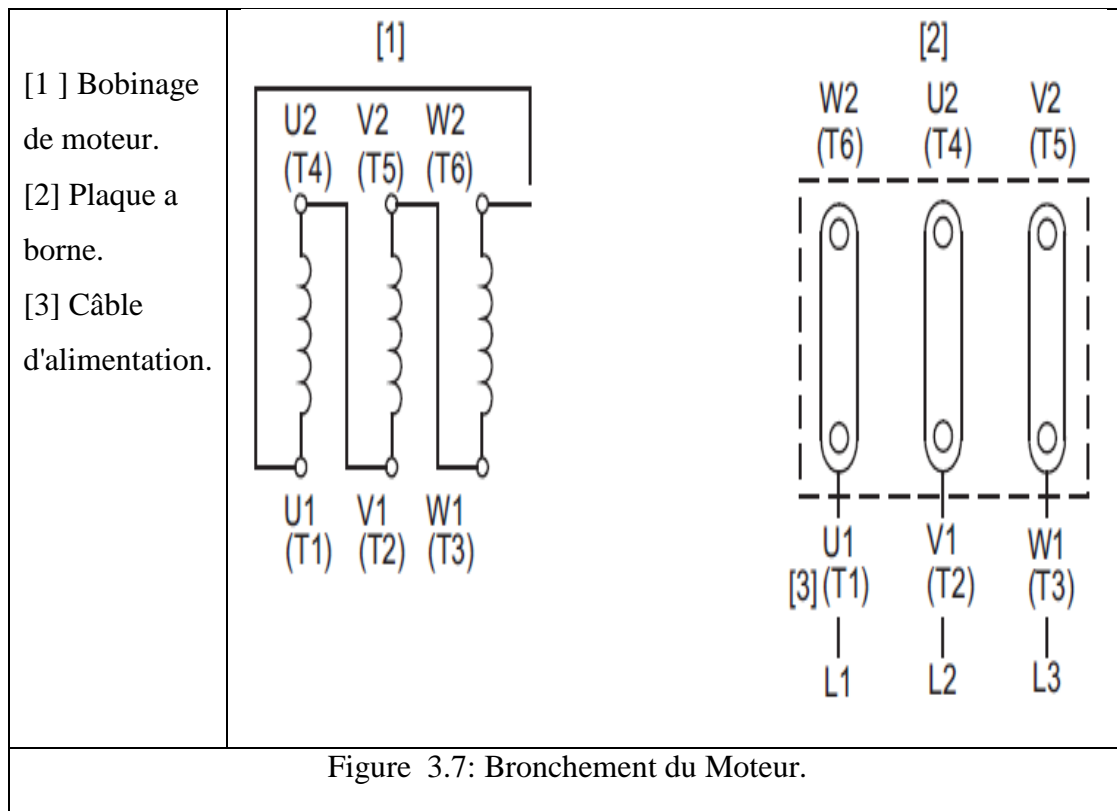


Figure 3.6: Plaque à Bornes.

### 8.1. Branchement Triangle:

L'illustration suivante montre le branchement triangle pour basse tension.



## 8.2. Vérification de l'isolement :

Avant la mise en fonctionnement du moteur, il est recommandé de vérifier l'isolement entre phase et masse, et entre phases.

Cette vérification est indispensable si le moteur a été stocké pendant plus de 6 mois ou s'il a séjourné dans une atmosphère humide.

Cette mesure s'effectue avec un mégohmmètre sous 500V continu (attention de ne pas utiliser un système à magnéto).

Il est préférable d'effectuer un premier essai sous 30 ou 50 volts et si l'isolement est supérieur à 1 mégohm effectuer une deuxième mesure sous 500 volts pendant 60 secondes. La valeur d'isolement doit être au minimum de 10 mégohms à froid.

Dans le cas où cette valeur ne serait pas atteinte, ou d'une manière systématique si le moteur a pu être soumis à des aspersion d'eau, des embruns, à un séjour prolongé dans un endroit à forte hygrométrie ou s'il est recouvert de condensation, il est recommandé de déshydrater le moteur pendant 24 heures dans une étuve à une température de 110° à 120°C.

S'il n'est pas possible de traiter le moteur en étuve :

- Alimenter le moteur, rotor bloqué, sous tension alternative triphasée réduite à environ 10% de la tension nominale, pendant 12 heures (Utiliser un régulateur d'induction ou un transformateur abaisseur à prises réglables). Pour les moteurs à bagues, cet essai doit être réalisé avec le rotor en court-circuit. Ou l'alimenter en courant continu, les 3 phases en série, la valeur de la tension étant de 1 à 2% de la tension nominale (utiliser une génératrice à courant continu à excitation séparée ou des batteries pour des moteurs de moins de 22kW).

NB : Il convient de contrôler le courant alternatif à la pince ampère métrique le courant continu avec un ampèremètre à shunt. Ce courant ne doit pas dépasser 60% du courant nominal.

Pendant le séchage toutes les ouvertures du moteur doivent être dégagées (boîte à bornes, trous de purge)[1].

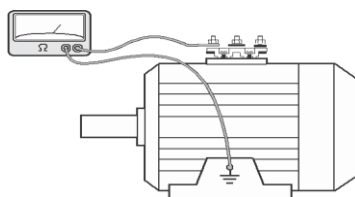


Figure 3.8 : Vérification de l'isolement

### 8.3. Détermination du mode et Position de Fixation :

Le mode de fixation se fait suivant la position de l'axe de la charge entraînée et le plan de fixation du moteur. Dans notre cas le mode de fixation est *horizontal*. IM 1001(B3)

**Moteur à pattes de fixation :**

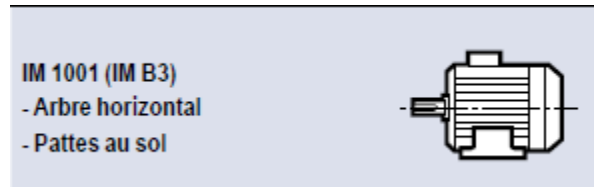


Figure 3.9: Mode de fixation

### 8.4. Indice de Protection IP

D'après la norme NFC 20-010, l'indice de protection doit répondre aux exigences d'utilisation.

Le premier chiffre indique la protection contre les corps solides (poussières).

Le deuxième chiffre indique la protection contre les corps liquides (l'eau).

D'après le catalogue *sew usocome*, l'indice de protection est : **IP55**

### 8.5. Protection contre les Chocs Mécaniques IK

D'après la norme NF EN 50 102, et comme pour l'indice de protection, notre machine doit supporter les chocs mécaniques, donc on doit introduire un coefficient contre les chocs mécaniques. D'après le catalogue *LEROY-SOMER* l'indice de protection est : **IK08**

Ce qui correspond à une énergie de choc égale à 5 joules[1].

### 8.6. Planchettes à Borne et Sens de Rotation

Les moteurs standard sont équipés d'une planchette à 6 bornes conforme à la norme NFC 51 120, dont les repères sont conformes à la CEI 60034-8 (ou NFEN60034-8).

Lorsque le moteur est alimenté en U1, V1, W1 ou 1U, 1V, 1W par un réseau direct L1, L2, L3, il tourne dans le sens horaire lorsqu'on est placé face au bout d'arbre.

En permutant l'alimentation de 2 phases, le sens de rotation sera inversé. (Il y aura lieu de s'assurer que le moteur a été conçu pour les deux sens de rotation).

Lorsque le moteur comporte des accessoires (protection thermique ou résistance de

réchauffage), ceux-ci sont raccordés sur des dominos à vis par des fils repérés.

Tableau 3.3: Caractéristique de couplage de la planchette a borne

Série	Type	Alimentation Réseau 400V		
		Couplage 230/400V		Couplage 400VD
		Polarité	Bornes	Bornes
PLSES	180 LG	2	M8	M8
	180 LGU	4	M8	M6
	200	2 ; 4	M10	M8
	225 MG	4		
	225 MG	2	M12	M10
	250 SP/MF	2 ; 4		
	250 MP	2		
	280	2 ; 4	M16	M12
	315 S/SUR	2 ; 4	M16	M16
315 M/MUR/L/LD/LU/LDS	2 ; 4			
PLSES/PLS	315 LG/MGU	2 ; 4	M12	M12
PLS	315 VLG/VLGU	2 ; 4	M12	M12
	355 / 400	2 ; 4	M14	M14

#### a. Couple de serrage sur les écrous des planchettes à bornes

Tableau3.4 :Couple de serrage

Borne	M8	M10	M12	M14	M16
Couple N.m	10	20	35	50	65

## 9. Ventilation des Moteurs

Selon la norme CEI 60034-6, les moteurs de ce catalogue sont refroidis selon le mode IC 411, c'est-à-dire « machine refroidie par sa surface, en utilisant le fluide ambiant (air) circulant le long de la machine ».

Le refroidissement est réalisé par un ventilateur monté à l'arrière du moteur, à l'intérieur d'un capot de ventilation, assurant la protection contre tout contact direct (contrôle selon CEI 600 34- 5).l'air aspiré à travers la grille du capot est soufflé le long des ailettes du carter par le ventilateur assurant un équilibre thermique.

Nous préconisons une distance minimum de 1/3 de la hauteur d'axe entre l'extrémité du capot et un obstacle éventuel (paroi, machine,...).

#### a. Ventilation des Moteurs à Vitesse Variable

L'utilisation des moteurs asynchrones en variation de vitesse avec une alimentation par variateur de fréquence ou de tenson, oblige à des précautions particulières :

En fonctionnant en service prolongé à basse vitesse, la ventilation perdant

beaucoup de son efficacité, il est conseillé de monter une ventilation forcée à débit constant indépendant de la vitesse du moteur.

En fonctionnement en service prolongé à grande vitesse, le bruit émis par la ventilation pouvant devenir gênant pour l'environnement, l'utilisation d'une ventilation forcée est conseillée[1].

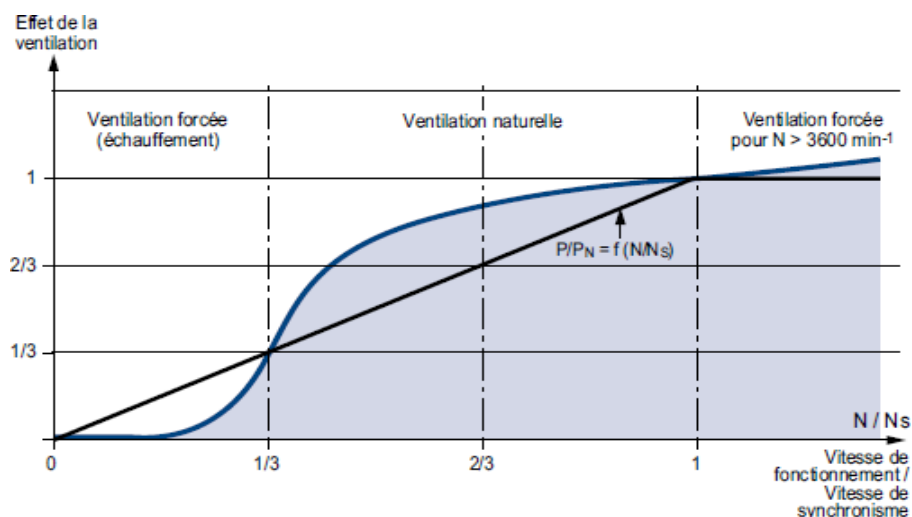


Figure 3.10 : Caractéristique du refroidissement

### b. Mode de refroidissement ;

S'ils sont placés dans le flux d'air d'un ventilateur, ces moteurs seront capables de fournir leur puissance nominale si la vitesse d'air entre les ailettes du carter et le débit global entre les ailettes,.

#### 9.1. Protection Thermique :

La protection des moteurs est assurée par un disjoncteur magnétothermique à commande manuelle ou automatique, placé entre le sectionneur et le moteur. Ce disjoncteur peut être accompagné de fusibles.

Les moteurs peuvent être équipés en option de sondes thermiques ; ces sondes permettent de suivre l'évolution de la température aux «points chauds» :

- Détection de surcharge,
- Contrôle du refroidissement,
- Surveillance des points caractéristiques pour la maintenance de l'installation.

TNF : température normale de fonctionnement.

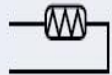
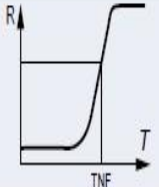
Type	Principe du fonctionnement	Courbe de fonctionnement	Pouvoir de coupure (A)	Protection assurée	Montage Nombre d'appareils*
Thermistance à coefficient de température positif CTP	Résistance variable non linéaire à chauffage indirect 		0	surveillance globale surcharges rapides	Montage avec relais associé dans circuit de commande  3 en série

Figure 3.11: Sonde de protection thermique du moteur

### Conclusion

D'après l'étude que nous avons présenté dans ce chapitre sur le moteur asynchrone, on a conclu que ce moteur présente plusieurs avantages par rapport au moteur à courant continu en matière de réduction du coût d'achat et d'exploitation, l'absence du collecteur et le fonctionnement à grande vitesse et à grande puissance. Cependant, le choix optimal du moteur reste une question très importante dont le but est d'exploiter au maximum les capacités du moteur asynchrone.

**Chapitre 04:**  
**Dimensionnement et Choix**  
**du Convertisseur de**  
**Fréquence.**

## **Introduction :**

Les technologies d'entraînements à vitesse variable pour moteurs asynchrones sont nombreuses et viennent compléter les technologies disponibles pour les moteurs à courant continu et les moteurs synchrones.

Les convertisseurs statiques constituent une fonction incontournable de l'électronique de puissance. Nous trouvons leurs applications dans des vastes domaines, le plus connu et sans doute celui de la variation de vitesse des machines à courant alternatif.

La forte évolution de cette fonction s'est appuyée, d'une part sur le développement des composants à semi-conducteurs entièrement commandés, puissants, robuste et rapide, d'autre part, sur l'utilisation des techniques de commande et d'observation, destinées aux variateurs de vitesse.

## **1. Variateur de Vitesse :**

Un variateur ou un démarreur électronique est un convertisseur d'énergie dont le rôle consiste à moduler l'énergie électrique fournie au moteur. Ils permettent essentiellement de faire varier la vitesse de rotation de ces moteurs. Ils assurent une décélération progressive et permettent une adaptation précise de la vitesse aux conditions d'exploitation.

## **2. Choix des Variateurs de Vitesse pour Moteurs Asynchrones :**

Le choix de la technologie et de la structure du convertisseur dépend de nombreux facteurs liés à l'application visée.

### **2.1. Facteurs Techniques :**

Parmi les principaux facteurs techniques de choix mentionnés :

- a) La puissance et la vitesse nominales.
- b) Le régime d'utilisation (utilisation en régime permanent ou intermittent).
- c) La plage de variation de vitesse et le domaine de fonctionnement dans le plan puissance-vitesse (1 quadrant, 2 quadrants, 4 quadrants).
- d) Le type de la machine entraînée (inertie, allure du couple résistant en fonction de la vitesse).
- e) La tension du réseau d'alimentation.
- f) Les contraintes d'installation (encombrement, degré de protection, etc.).

## 2.2. Facteur économique :

Un critère essentiel est bien sûr le coût total d'investissement de l'entraînement comprenant le coût du variateur, du moteur et de leur installation. Le coût d'exploitation de l'entraînement (maintenance, coût d'indisponibilité, pertes énergétiques) est un critère économique supplémentaire de choix.

## 3. Rôles des variateurs de vitesse électroniques :

- ❖ Accélération contrôlée.
- ❖ Variation de vitesse.
- ❖ Régulation de vitesse.
- ❖ Décélération contrôlée.
- ❖ Inversion du sens de marche.

## 4. Convertisseur de Fréquence pour Moteur Asynchrone :

La solution qui paraît, a priori, la plus simple pour faire varier la vitesse d'un moteur asynchrone est celle qui consiste à faire varier la fréquence de sa source d'alimentation. Le variateur fournit au moteur asynchrone une onde de tension à amplitude et fréquence variables tout en maintenant le rapport tension par rapport à la fréquence sensiblement constante. En modifiant la fréquence de la tension d'alimentation du moteur, le variateur permet de modifier la vitesse du champ tournant du stator et donc la vitesse de rotation du moteur.

### 4.1. Principe :

Il consiste à fournir au moteur une onde de tension à amplitude et fréquence variables, en maintenant le rapport tension / fréquences en subliment constant [6].

La tension d'alimentation est en relation directe avec la fréquence. Ce fonctionnement est souvent nommé fonctionnement à  $U/f$  constant ou fonctionnement scalaire.

### 4.2. Constitution du Convertisseur de Fréquence :

Convertisseur de fréquence est constitué de deux parties, l'une de puissance et l'autre de commande :

a) La partie de puissance : se compose de redresseur et un circuit intermédiaire et un onduleur.

b) La partie de commande :

Les parties de commande actuelle se composent de microprocesseur qui permet une augmentation importante de la vitesse de fonctionnement, l'incorporation de nombreuses fonctionnalités utilisées pour les applications ainsi qu'une optimisation de l'alimentation du moteur pour chaque état de son fonctionnement.

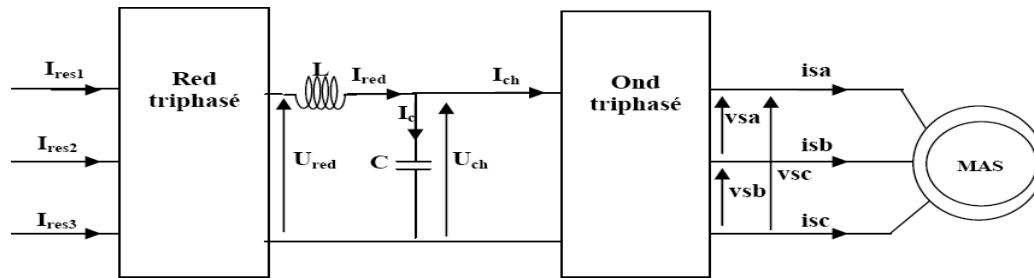


Figure 4.1 Structure d'un variateur de fréquence

## 5. Choix industriel du variateur de vitesse:

Le choix d'un variateur de vitesse est décrit par deux critères :

- La puissance 51 (KVA) ou le courant nominal du moteur 70(A).
- Les options assurées par le variateur : démarrage, freinage, inversion du sens de rotation, filtrage...etc.

Le processus exige :

- ✚ Un démarrage progressif.
- ✚ Une vitesse variable.
- ✚ Un sens de rotation.

Nous allons donc choisir le MOVIDRIVE MDX60A (0370-503-4-00) comme variateur de fréquence associé au moteur asynchrone utilisé parce que d'après le calcul de puissance mécanique on ajoute, répondent bien aux exigences du processus. Comme il présente plus d'options et d'applications.

Tableau 4.1 : Catalogue SEW ERODRIVE de variateur

Puissance moteur utile (VFC)		Courant de sortie permanent (CFC)	Type de MOVIDRIVE®	
			MDX60B aucune option possible	MDX61B option possible
<b>Appareils 4Q (avec frein-hacheur)</b>				
0.55 kW (0.74 HP)	0.75 kW (1.0 HP)	AC 2.0 A	0005-5A3-4-..	0005-5A3-4-..
0.75 kW (1.0 HP)	1.1 kW (1.5 HP)	AC 2.4 A	0008-5A3-4-..	0008-5A3-4-..
1.1 kW (1.5 HP)	1.5 kW (2.0 HP)	AC 3.1 A	0011-5A3-4-..	0011-5A3-4-..
1.5 kW (2.0 HP)	2.2 kW (3.0 HP)	AC 4.0 A	0014-5A3-4-..	0014-5A3-4-..
1.5 kW (2.0 HP)	2.2 kW (3.0 HP)	AC 4.0 A	-	0015-5A3-4-..
2.2 kW (3.0 HP)	3.0 kW (4.0 HP)	AC 5.5 A	-	0022-5A3-4-..
3.0 kW (4.0 HP)	4.0 kW (5.4 HP)	AC 7.0 A	-	0030-5A3-4-..
4.0 kW (5.4 HP)	5.5 kW (7.4 HP)	AC 9.5 A	-	0040-5A3-4-..
5.5 kW (7.4 HP)	7.5 kW (10 HP)	AC 12.5 A	-	0055-5A3-4-..
7.5 kW (10 HP)	11 kW (15 HP)	AC 16 A	-	0075-5A3-4-..
11 kW (15 HP)	15 kW (20 HP)	AC 24 A	-	0110-5A3-4-..
15 kW (20 HP)	22 kW (30 HP)	AC 32 A	-	0150-503-4-..
22 kW (30 HP)	30 kW (40 HP)	AC 46 A	-	0220-503-4-..
30 kW (40 HP)	37 kW (50 HP)	AC 60 A	-	0300-503-4-..
37 kW (50 HP)	45 kW (60 HP)	AC 73 A	-	0370-503-4-..
45 kW (60 HP)	55 kW (74 HP)	AC 89 A	-	0450-503-4-..
55 kW (74 HP)	75 kW (100 HP)	AC 105 A	-	0550-503-4-..
75 kW (100 HP)	90 kW (120 HP)	AC 130 A	-	0750-503-4-..
90 kW (120 HP)	110 kW (148 HP)	AC 170 A	-	0900-503-4-..
110 kW (148 HP)	132 kW (177 HP)	AC 200 A	-	1100-503-4-..
132 kW (177 HP)	160 kW (215 HP)	AC 250 A	-	1320-503-4-..
-				
<b>Appareils 2Q (sans frein-hacheur)</b>				
160 kW (215 HP)	200 kW (268 HP)	AC 300 A	-	1600-503-2-0T/L
200 kW (268 HP)	250 kW (335 HP)	AC 380 A	-	2000-503-2-0T/L
250 kW (335 HP)	315 kW (422 HP)	AC 470 A	-	2500-503-2-0T/L
<b>Appareils 4Q (avec frein-hacheur)</b>				
160 kW (215 HP)	200 kW (268 HP)	AC 300 A	-	1600-503-4-0T/L
200 kW (268 HP)	250 kW (335 HP)	AC 380 A	-	2000-503-4-0T/L
250 kW (335 HP)	315 kW (422 HP)	AC 470 A	-	2500-503-4-0T/L



Figure 4.2 : Variateur MOVIDRIVE MDX60A

## Caractéristiques MOVIDRIVE MDX60A(0370-503-4-00):

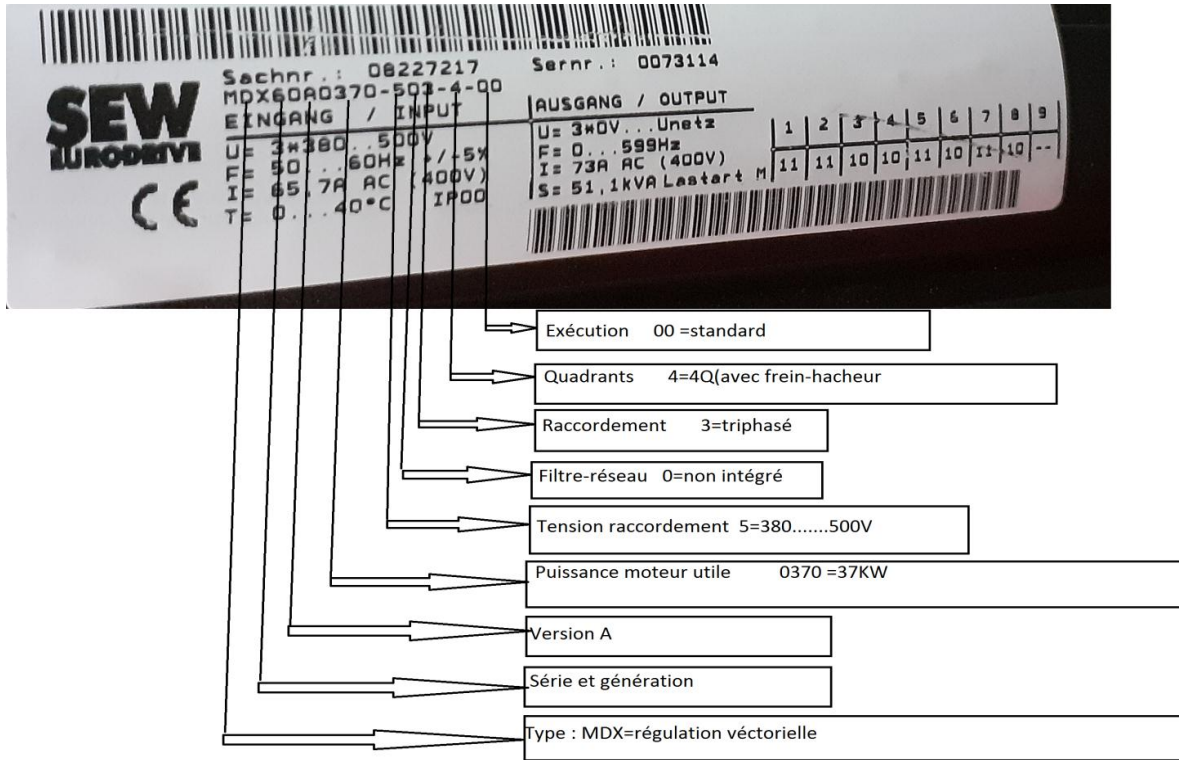


Figure 4.3: Caractéristiques de variateur

## L'installation du MOVIDRIVE MDX60A(0370-503-4-00):

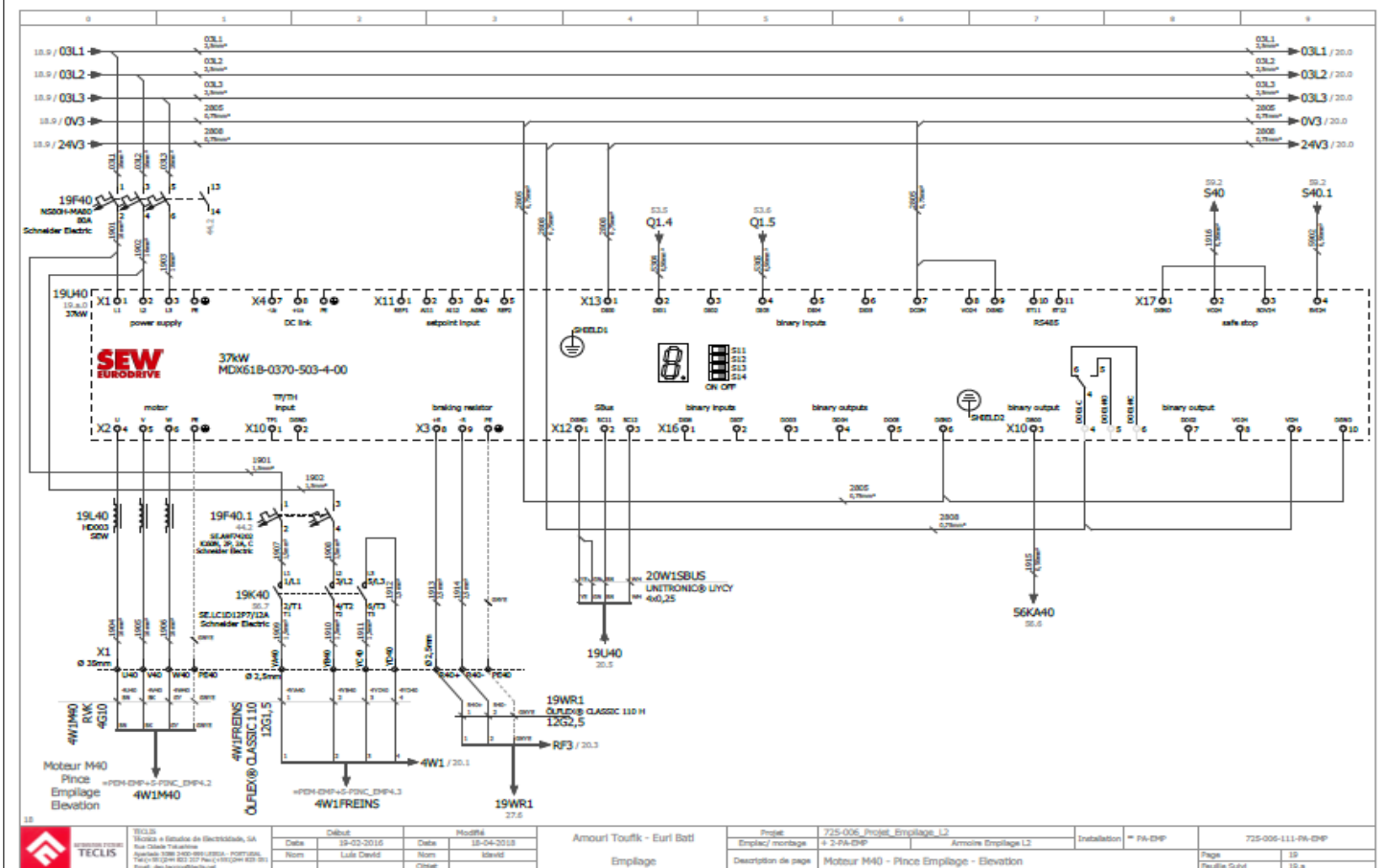


Figure 4.4 : Schéma d'installation électrique de variateur



Figure 4.5 : L'installation électrique réel de variateur

## 6. Eléments de l'installation :

### 6.1. Disjoncteur différentiel :

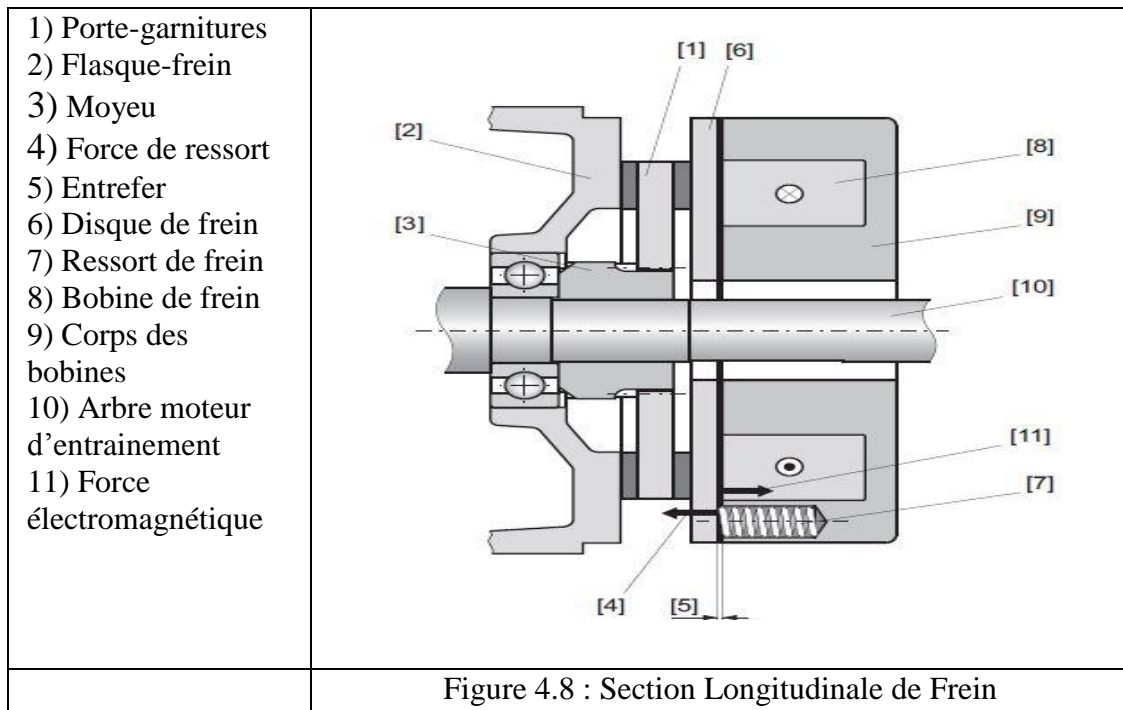
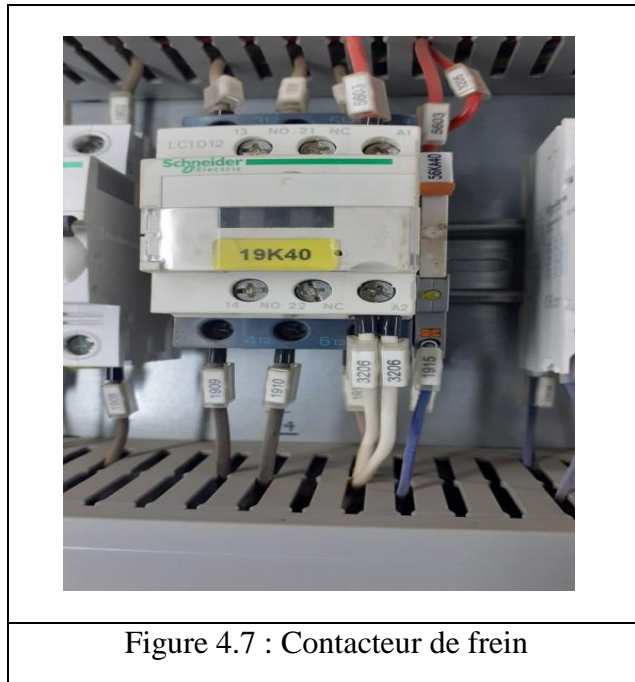
Il permet de couper la tension 380 (v) aller à variateur cet appareil intègre une fonction dite différentielle qui permet de couper automatique le courant en cas de fuite, courts-circuits, surtension ou sur charge.



Figure 4.6 : Disjoncteur différentiel

## 6.2. Circuit de Frein :

Alimentation en tension alternative de frein en cas de variateur se fait par liaison séparée (contacteur) , les freins de SEW sont composés de deux bobines. Lorsque l'électroaimant n'est pas alimenté le disque de freinage est poussé contre le porte-garnitures par l'action des ressorts de frein, du moteur ralentit et lorsque la bobine de frein est raccordée à la tension la force des ressorts de frein est contrée par la force électromagnétique ; le disque de freinage est alors attiré contre le corps magnétique et le porte-garnitures est libéré, permettant la rotation du rotor.



### 6.3. Résistance de freinage :

Lorsqu'un moteur électrique décélère avec une charge importante, l'inertie produit par la charge convertie le moteur en génératrice asynchrone. Pour sauvegarder le variateur de toute surcharge de tension la résistance de freinage convertie cette énergie en énergie calorifique.



Figure 4.9 : Résistance de freinage

### 7. Protection du Variateur :

- 1) Sécurités de surtension et de sous-tension du réseau.
- 2) Sécurité d'absence de phase réseau, en triphasé
- 3) Protection contre les courts-circuits entre les phases du moteur.
- 4) Protection contre les coupures de phases d'entrée.
- 5) Protection contre les coupures de phases du moteur.
- 6) Protection contre les surintensités entre les phases de sortie et la terre.

Mise à la terre

#### a. Protection de surcharge moteur :

Les variateurs modernes assurent la protection du moteur contre les surcharges :

- Par une limitation instantanée du courant efficace à 1,5 fois le courant nominal
- Par un calcul permanent du  $I^2 t$ , avec prise en compte de la vitesse.

A noter que lorsqu'un départ n'alimente qu'un moteur et son variateur, cette protection de surcharge du moteur assure simultanément la protection de surcharge de l'ensemble appareillage et câblage.

## b. Protection contre le court-circuit moteur ou ligne en aval du variateur :

En cas de court-circuit entre phases en sortie de variateur (aux bornes du moteur ou à un endroit quelconque de la ligne entre le variateur et le moteur), la sur intensité est détectée au sein du variateur et un ordre de blocage est envoyé très rapidement aux IGBT.

Le courant de court-circuit est interrompu en quelques micros secondes, ce qui assure la protection du variateur. Ce courant très bref est essentiellement fourni par le condensateur de filtrage associé au redresseur, et est donc indiscernable dans la ligne d'alimentation.

## c. Autres protections intégrées aux variateurs

Les variateurs disposent d'autres fonctions d'autoprotection contre :

Sur chauffes de leurs composants électroniques pouvant entraîner leur destruction. Un capteur placé sur le dissipateur thermique provoque l'arrêt du variateur, lorsque la température dépasse un certain seuil.

Creux de tension du réseau : cette protection est nécessaire pour éviter tout dysfonctionnement des circuits de contrôle et du moteur, ainsi que toute sur intensité

Sur tensions à fréquence industrielle du réseau : il s'agit d'éviter les destructions éventuelles de leurs composants.

Coupure d'une phase (pour les variateurs triphasés) : car l'alimentation en monophasé qui se substitue à l'alimentation en triphasé provoque une augmentation du courant absorbé.

## 8-Application par Excel pour le Choix des Variateurs de Vitesse pour Moteurs :

Dans notre étude on a remarqué que le choix du variateur de vitesse dépend de la puissance et le type du moteur. et ce dernier changeable en fonction du poids de la charge et de la longueur de son mouvement.

Donc nous avons développé une application simple avec le programme Excel qui facilite la tâche du choix du moteur et du variateur ; en introduisant les paramètres utiles comme le poids de la charge mécanique et la hauteur....

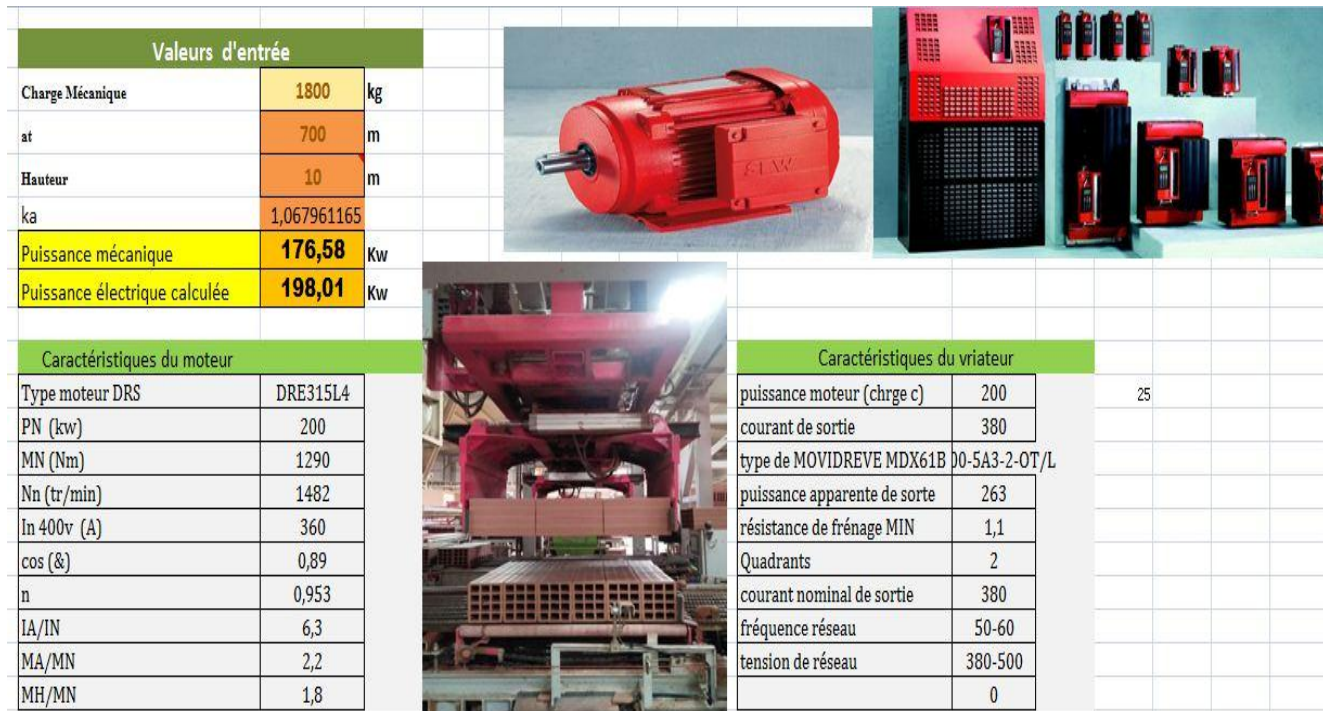


Figure 4.10 : Application par Excel pour le choix des variateurs de vitesse et moteur

### 8.1. Valeurs Entrées :

- Charge mécanique
- Longueur de son mouvement ou hauteur en cas de élévation
- Altitude (at.)

### 8.2. Les valeurs calculées :

- Ka  $\longrightarrow$  coefficient de correction de l'altitude.
- Puissance mécanique.
- Puissance électrique.

### 8.3. Caractéristique du Moteur Choisi :

- Type de moteur.
- PN  $\longrightarrow$  Puissance électrique du moteur en (KW).
- MN  $\longrightarrow$  Couple nominal en (Nm).
- Nn  $\longrightarrow$  Vitesse des rotassions (tr/min).
- In 400(v)  $\longrightarrow$  Courant nominal (A).
- Cos (&)  $\longrightarrow$  Facteur de puissance.
- n  $\longrightarrow$  Rendement.
- IA/IN  $\longrightarrow$  Rapport du courant démarrage.
- MA/MN  $\longrightarrow$  Rapport du couple démarrage.
- MH/MN  $\longrightarrow$  Rapport du couple accélération.

#### 8.4. Caractéristique du variateur choisi :

- a) Puissance moteur (kW).
- b) Courant de sortie(A).
- c) Type de variateur.
- d) Puissance apparente en variateur (kW).
- e) Résistance de freinage minimale ( $\Omega$ ).
- f) Nombre de quadrant.
- g) Courant de sortie nominal (A).
- h) Fréquence de réseaux utilisée (Hz).
- i) Tension de réseaux utilisée (V).

#### **Conclusion**

Parmi les convertisseurs de fréquences utilisés pour la variation de la vitesse des moteurs asynchrones, on a choisi le variateur MOVIDRIVE MDX60A, de référence 0370-503-4-00Car est une technologie de référence pour l'application industrielle de faible, moyenne et grande puissance et moins en cambrent, très précis, et ce qui répond à notre exigence.

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale :

Les variateurs de vitesse s'adaptent sur toutes les applications industrie utilisant des moteurs asynchrones. Leur utilisation se justifie essentiellement lorsque l'application présente un profil de charge constante comme dans le cas de pince fixe de levage.

Ce travail porte essentiellement sur l'étude dimensionnement et choix t d'un variateur de vitesse électronique qui est maintenant le plus repartie en industrie pour la commande de vitesse des moteurs asynchrone.

Durant cette étude nous avons adopté les conditions les plus défavorables au fonctionnement du système (Pince fixe) en tenant des cas extrêmes tels que :

- Le dimensionnement se fait pour des vitesses maximales en service donc pour la plus grande puissance.
- La possibilité que pince fonctionne à charge maximale tout le temps.

Les valeurs trouvées sont analogues avec celles déjà données dans les caractéristiques de catalogue.

Durant cette étude nous avons également réalisé une application par le programme Microsoft Excel qui permet sur la base de ces variables d'entrées (charge et puissance mécanique, altitude...), à connaître facilement le variateur et le moteur nécessaire.

Nous pensons avoir atteint notre objectif de comprendre en générale le fonctionnement la pince fixe, afin d'assurer une utilisation optimale du moteur et du variateur d'avoir des réglages désirés qui seront plus simple et plus sûrs dans le travail.

## Liste de Références bibliographiques

1. BA-RAZSOUK A. (1993). SEMAS a New Simulation Module of AC Drive Systems.
2. Canadian Journal of Electrical and Computer Engineering, Vol. 18, No 4, 181 - 189.
3. BA-RAZZOUK A., PITTET A. RAJAGOPALAN V. (1993). Techniques de Conception assistée par ordinateur des systèmes électroniques de puissance à l'aide du logiciel
4. SIMULINK. Rapport de recherche, Université du Québec à Trois-Rivières, Canada.
5. BA-RAZZOUK A., DEBEBE K., et al. (1996). SIMUPELS: SIMULATION of Power Electronic Systems in SIMULINK Environment. Rapport de recherche, Chaire de recherche industrielle Hydro-Québec - CRSNG, Université du Québec à Trois-Rivières, Canada,
5. BARRET P. (1987). Régimes transitoires des machines tournantes. Éditions Eyrolles.
6. BONAL J. (1997). Entraînements électriques à vitesse variable. Technique & Documentation Lavoisier, Paris.
7. BOSE B. K. (1981). Adjustable Speed AC Drives Systems. IEEE Press, New-York, I-21.
8. Maxime DESSOUDE, Techniques de l'Ingénieur, traité Génie électrique, 2000.
9. SEGUIER GUY. , Electrotechnique industrielle, 3<sup>e</sup> édition, Paris, Technique et Documentation, 2006.
10. Variation de vitesse, Réinventons l'énergie, Mars 2003.
11. S. Guy, B. Robert, Labrique Francis, Les convertisseurs de l'électronique de puissance (volume 4). Edition tec&doc, 1995.
12. T. Wildi : *Electrotechnique*, 3eme édition, éditions de Boeck université (1999).
13. <https://powersimtech.com/drive/uploads/2016/06/PSIM-User-Manual.pdf>
14. [mon-club-elec.fr/pmwiki\\_reference\\_arduino/pmwiki.php?n=Main.MaterielMega2560](http://mon-club-elec.fr/pmwiki_reference_arduino/pmwiki.php?n=Main.MaterielMega2560)
15. S. Guy, B. Robert, Labrique Francis, Les convertisseurs de l'électronique de puissance (volume 4). Edition tec&doc, 1995.
16. Guide technique No. 7 Dimensionnement d'un système d'entraînement ABB.

Catalogue TECLIS - Técnica e Estudos de Electricidade, SA

RuaCidade Tokushima

Apartado 3086 2400-999 Leiria

Tel: (+351)244 822 217 / Fax: (+351)244 823 031

Email: [dep.tecnico@teclis.net](mailto:dep.tecnico@teclis.net)

Portugal