



LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES
Génie Electrique



RAPPORT DE FIN D'ETUDES

Intitulé :

**Etude du principe de
fonctionnement du Gratteur**

Réalisé Par :

Mr. NEDDAD MAROUANE

Encadré par :

P^r M. BOUAYAD (FST FES)

Mr M. NADINI (Entreprise)

Soutenu le 17 Juin 2015 devant le jury

Pr N. EL AMRANI (FST FES)

Pr M. BOUAYAD (FST FES)

Pr M. LAHBABI (FST FES)

Dédicace

A ma mère

« Tu m'as donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir.

Tous ce que je peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et la reconnaissance que je te porte.

En témoignage, je t'offre ce modeste travail pour te remercier pour tes sacrifices et pour l'affection dont tu m'as toujours entouré. »

A mon Père,

« L'épaulé solide, l'œil attentif compréhensif et la personne la plus digne de mon estime et de mon respect.

Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, que Dieu te préserve et te procure santé et longue vie. »

A mes chères sœurs pour leur véritable soutien,

A toute ma famille,

A tous mes amis...

Remerciement :

Au terme de mon stage, je tiens à présenter mes sincères remerciements au chef de service **Mme. AFIF HIND** et mon encadrant **Mr. NADINI MOHAMMED** au sein de l'OCP pour m'avoir offert l'occasion de m'épanouir dans le monde professionnel, ainsi à tous le personnel de la société pour leurs collaborations surtout **Mr HABBOULI, Mr SELLAK, Mr KASSIR, Mr HANANI** et **Mr ARABI**.

Encore, je remercie vivement, **Pr. ECHATOUI** le chef de département génie électrique, mon encadrant **Pr. M'FADDAL BOUAYAD** et le responsable de la filière génie électrique **Pr. JORIO**.

Je tiens également à exprimer ma profonde gratitude à tous mes professeurs, qui ont mis à ma disposition tous les documents nécessaires, et grâce à eux j'ai acquis des connaissances théoriques considérables.

Et un grand merci à **Mr. MAHBOUB ISSAM** qui m'a soutenu et m'a aidé à effectuer ce stage et qui m'a bien accueilli et assuré l'hébergement pendant ces deux mois.

Glossaire :

FSTF : Faculté des sciences et techniques de Fès.

G.V: Grande vitesse.

HE: Hall de stockage d'engrais.

IDJ: Division Infrastructures Jorf Lasfar.

IMACID: Indo-Maroc Phosphore.

OCP : Office chérifien des phosphates.

PE : Poste électrique.

PIB : Le produit intérieur brut.

P.V : Petite vitesse.

VDA : Volt à courant alternatif.

VDC : Volt à courant continue.

Liste des tableaux

Tableau 1.1: Fiche signalétique de l'OCP	9
Tableau 4.1 : Le nombre et les fréquences des interventions	27

Liste des figures

Figure 1.1 : Organigramme du groupe OCP	10
Figure 1.2 : Vue générale de l'installation de manutention des engrais	12
Figure 1.3 : Schéma synoptique de la direction infrastructure	13
Figure 3.1 : Chariot principal	19
Figure 3.2 : Vue sur le pont du gratteur (partie fixe)	20
Figure 3.3 : Vue sur l'enrouleur du câble du gratteur	21
Figure 3.4 : Vue sur le circulaire de l'enrouleur	21
Figure 3.5 : Vue sur l'ensemble de translation du gratteur	22
Figure 3.6 : Vue sur les bras primaires du gratteur	22
Figure 3.7 : Vue du moteur de rotation des chaînes des bras du gratteur	23
Figure 3.8: Vue du moteur de treuil des chaînes des bras du gratteur	23
Figure 3.9 : Vue sur les sélecteurs à cames	24
Figure 4.1 : Graphes de pourcentages et les fréquences cumulés des interventions	28
Figure 5.1 : Détermination de k_t	32
Figure 5.2 : Détermination de k_n	33

Table de matière:

INTRODUCTION :	7
CHAPITRE I : PRESENTATION D'ORGANISME D'ACCUEIL	8
I- PRESENTATION DU GROUPE OCP :	8
1. FICHE TECHNIQUE :	9
2. PRODUITS :	9
3. ORGANISATION :	10
II- PRESENTATION DE LA DIRECTION INFRASTRUCTURES :	10
1. MISSIONS :	10
2. SECTEURS :	11
CHAPITRE II : PRINCIPES DU FONCTIONNEMENT DU GRATTEUR	15
I- DESCRIPTION :	15
II- ALIMENTATION DU GRATTEUR :	15
III- MISE SOUS TENSION DU GRATTEUR :	15
IV- CHOIX DU MODE DE MARCHE :	16
1. MARCHE AUTOMATIQUE :	16
2. MARCHE LOCAL :	16
3. TRANSLATION GRANDE VITESSE :	16
4. CORRECTION DEHANCHEMENT :	16
V- MISE EN ROUTE DU GRATTEUR :	16
1. MARCHES MANUELLES :	16
2. EN MARCHE AUTOMATIQUE :	20
CHAPITRE III : ETUDE DU GRATTEUR INSTALLE	21
I- CONSTITUTION GENERALE DU GRATTEUR :	21
1. LE CHARIOT PRINCIPAL (PRIMAIRE) :	21
2. LE PONT :	22
3. LE CHARIOT SECONDAIRE :	22
II- PRINCIPAUX ORGANE DU GRATTEUR :	22
CHAPITRE IV : DESCRIPTION DES EQUIPEMENTS ELECTRIQUES ET LEURS CARACTERISTIQUES TECHNIQUES	29
I- INTRODUCTION :	29
II- CARACTERISTIQUES TECHNIQUES :	29
1. CARACTERISTIQUES GENERALES :	29
2. TRANSLATION :	29
3. BRAS DE GRATTAGE PRIMAIRES :	30
4. BRAS DE GRATTAGE SECONDAIRE :	30
5. TREUIL DE LEVAGE DES BRAS PRIMAIRES :	30
6. TREUIL DE LEVAGE DU BRAS SECONDAIRE :	31
III- ETUDE CRITIQUE :	31
IV- CONCLUSION :	33
CHAPITRE V : AMELIORATIONS ET SOLUTIONS PROPOSEES	34
I- INTRODUCTION:	34
II- LE NOUVEAU SYSTEME PROPOSE :	35
1. ELEMENT DU CHOIX DES MOTEURS ET DES VARIATEURS DE VITESSE DES TREUILS PRIMAIRES :	36
2. ELEMENT DU CHOIX DU MOTEUR ET DU VARIATEUR DE VITESSE DU TREUIL SECONDAIRE :	39
III- CONCLUSION :	41
CONCLUSION	42
ANNEXE	43
BIBLIOGRAPHIES :	45
WEBOGRAPHIE :	45

Introduction :

Le stage de fin d'étude a pour but de familiariser l'étudiant avec son futur environnement de travail, en lui offrant la possibilité de participer à la réalisation d'un projet et de mettre en pratique les connaissances acquises durant son cycle de formation.

C'est dans ce cadre que j'ai effectué mon stage de formation au sein du groupe OCP (Office Chérifien des Phosphates).

J'essaierais dans ce rapport de présenter mon travail en commençant tout d'abord par une petite présentation de L'OCP. J'aborderais ensuite l'étude du principe de fonctionnement du grateur accompagné par des améliorations que je propose.



Chapitre I : Présentation d'organisme d'accueil



I- Présentation du Groupe OCP :

« Il y a plus de 70 millions d'années, se constituaient, sous les terres du Royaume du Maroc, les plus grandes réserves mondiales de phosphates. Plus proche de nous, en 1920, OCP entreprenait ses premières extractions de minerai. Près d'un siècle plus tard, nous devenions leader mondial de l'exportation de produits phosphatés. Cette magnifique aventure a été rendue possible grâce à l'humilité des femmes et des hommes de la grande famille OCP, face au défi qu'il leur incombait de fait : contribuer à nourrir la planète »
Mostafa TERRAB – Président-Directeur Général.

Le groupe Office Chérifien des Phosphates (OCP) est un opérateur international dans le domaine de l'industrie du phosphate et des produits dérivés. Le phosphate est la première richesse minière nationale, son importance et ses qualités ont été reconnues dès 1912. Ainsi, Le groupe OCP, fut créé à travers le Dahir du 7 août 1920. Il détient aujourd'hui le monopole de la recherche, de l'exploitation et de la commercialisation du phosphate au Maroc.

Le phosphate brut extrait du sous-sol marocain est exporté ou livré aux industries chimiques du Groupe à Jorf Lasfar ou à Safi pour être transformé en produits dérivés commercialisables : acide phosphorique de base, acide phosphorique purifié, engrais solides.

Le groupe OCP livre aux cinq continents de la planète ; ses exportations représentent 25% à 30% du commerce international du phosphate et ses dérivés, en réalisant un chiffre d'affaire annuel de 64 milliards de dirhams (en 2008).

Il est Présent dans cinq zones géographiques du pays (3 sites d'exploitation minière : Khouribga, Ben guérir/Youssoufia, Boucraâ / Laâyoune et 2 sites de transformation chimique: Safi et Jorf Lasfar).

Le groupe OCP constitue un vecteur de développement régional et national important. Sa contribution dans le PIB est de 2% à 3%, et dans les exportations marocaines en valeur de 18% à 20%.

1. Fiche technique :

Raison sociale	Office Chérifien des Phosphates OCP
Numéro du registre de commerce	Casablanca 40.327
Date de création	Dahir du 07/08/1920
Mise en place de la structure d'un groupe	Juillet 1975
Siège social	Angle Route d'El Jadida et BD de la Grande Ceinture, B.P 5196 Casa Mâarif, Casablanca Tél. : 02-23-(00-01-20)-25
Directeur Général	M. Moustafa TERRAB
Produits commercialisés	Phosphate, Acide Phosphorique, et Engrais.

Tableau 1.1: fiche signalétique de l'OCP

2. Produits :

Le phosphate est un élément indispensable à la vie. Il intervient dans des composés biologiques complexes qui touchent l'existence même de la vie.

L'importance et le caractère essentiel de cet élément, pour différentes formes de vie, végétale, animale et humaine, permettent de comprendre le rôle important que joue la chimie du phosphore dans la fabrication de nombreux produits couramment consommés par notre société. Pour donner une idée de la variété de ces produits, il suffit d'énumérer quelques catégories où la présence du phosphore est déterminante :

- ☞ Dans les engrais, où il apporte ses qualités fertilisantes particulières.
- ☞ Dans les détergents.
- ☞ Dans les plastiques, les textiles et les traitements du bois.
- ☞ Dans les produits alimentaires et pharmaceutiques, pour ses propriétés spécifiques dans le fonctionnement.

Ce produit minier constitue l'une des richesses de notre pays et l'une des principales ressources de devise. Le Maroc dispose des trois-quarts des réserves mondiales. Au fil des années, le Maroc a forgé une bonne réputation au niveau mondial dans l'industrie phosphatique.

3. Organisation :

Le plan organisationnel du Groupe OCP se base essentiellement sur la nature de ses activités. L'organigramme suivant montre la structure interne du groupe :

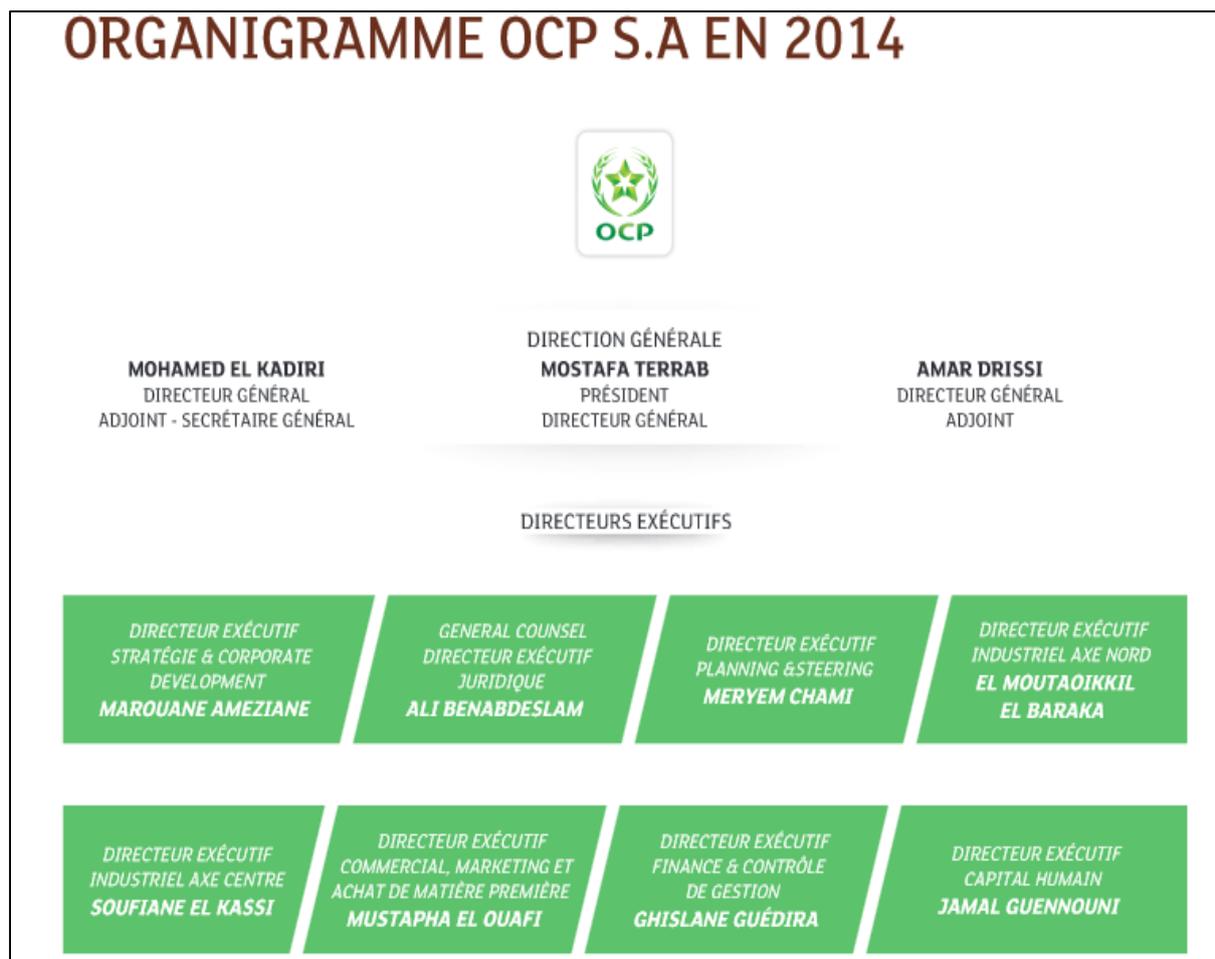


Figure 1.1 : Organigramme du groupe OCP d'après le rapport annuel ^[1]

II- Présentation de la Direction Infrastructures :

1. Missions :

La direction infrastructures de la direction MAROC PHOSPHORE fait partie de la direction Pôle Chimie Jorf Lasfar.

Les principales activités de la division Infrastructures : sont le déchargement, le stockage, le traitement et le transfert des matières premières (soufre solide et liquide, phosphate,

ammoniac, acide sulfurique) en interne, ainsi que le chargement des produits finis (acide phosphorique 54%, acide phosphorique purifié et engrais) et semi-finis (phosphate) pour les destinations externes, Maintenance mécanique, électrique et régulation, Amélioration technique.

2. Secteurs :

Les principaux secteurs de la division Infrastructures :

- Déchargement du soufre solide :

Ses activités principales sont le déchargement, le stockage et la reprise du soufre solide. Il est composé de :

- Deux portiques de capacité unitaire de 750 t/h.
- Un hangar de stockage de capacité 40000 t/h.
- Un ensemble de convoyeurs de manutention du produit.

- Unité de fusion-filtration :

Elle est composée de :

- 12 fondoirs pour la fusion du soufre solide de capacité unitaire 67,5 t/h.
- 26 filtres pour la filtration du soufre liquide.
- 3 bacs de stockage du soufre produit.
- Un ensemble de pompes et de tuyauteries.
- 1 bac de stockage de la soude caustique liquide.
- 1 bac de stockage de l'acide sulfurique.

- Stockage de l'ammoniac :

On trouve notamment :

- 2 bacs de stockage d'ammoniac de capacité unitaire 15000 t.
- 2 réchauffeurs d'ammoniac utilisés pour porter la température de l'ammoniac à 5°C pour son transfert vers l'usine.
- 4 motopompes pour le transfert d'ammoniac à l'usine et le conditionnement de la conduite de déchargement.
- 4 compresseurs d'ammoniac pour maintenir la température de stockage d'ammoniac au sein des bacs et des tuyauteries à -33°C.

- **Quai n°1** : Ce quai est doté de deux portiques de capacité unitaire nominale de 1200 t/h et d'un ensemble de convoyeurs de manutention. Sa mission est l'export des engrais et du phosphate.
- **Quai n°2** : Ce quai est doté de deux portiques mixtes pour le chargement des engrais en vrac ou ensachés. L'unité d'ensachage fait partie des installations du quai et sa capacité nominale est 270 t/h.
- **Quais n° 6 et 7** : Ces deux quais sont destinés à exporter l'acide phosphorique 54% et l'acide purifié, ainsi qu'au déchargement de l'ammoniac et de l'acide sulfurique. Ils sont dotés de 6 bras, dont trois sont réservés pour l'acide phosphorique 54% et les trois autres sont réservés à l'ammoniac, l'acide sulfurique et l'acide purifié.
- **Unité de stockage principal de soufre liquide** :
Elle est composée de 15 bacs de capacité unitaire de 18000 t et 4 pompes de débit unitaire 250 t/h. Cette unité est destinée à alimenter les unités de production de l'acide sulfurique et IMACID en soufre liquide.
- **Unité de stockage principal de l'acide phosphorique** :
Elle est composée de 17 bacs de capacité unitaire de 10000 m³. 12 bacs sont réservés à la production de Maroc Phosphore, 2 pour IMACID et 2 pour l'acide purifié d'EMAPHOS.
- **Unité de manutention des engrais** :
L'unité est composée de :
 - 7 hangars de stockage de capacité unitaire de 50000 tonnes.
 - 2 nouveaux hangars de stockage de capacité unitaire de 100000 tonnes, ils ne seront pas tenus en compte car la division n'a pas encore fait des interventions au niveau de ces deux hangars.
 - 9 gratteurs équipant chaque hangar pour la reprise de l'engrais.
 - Un atelier de criblage se trouvant en amont du circuit de chargement de l'engrais.
 - Un circuit de chargement de l'engrais englobant le convoyeur GH3 vers le quai n°2 pour les marchés internationaux, et une station de chargement de trains et de camions pour le marché local.

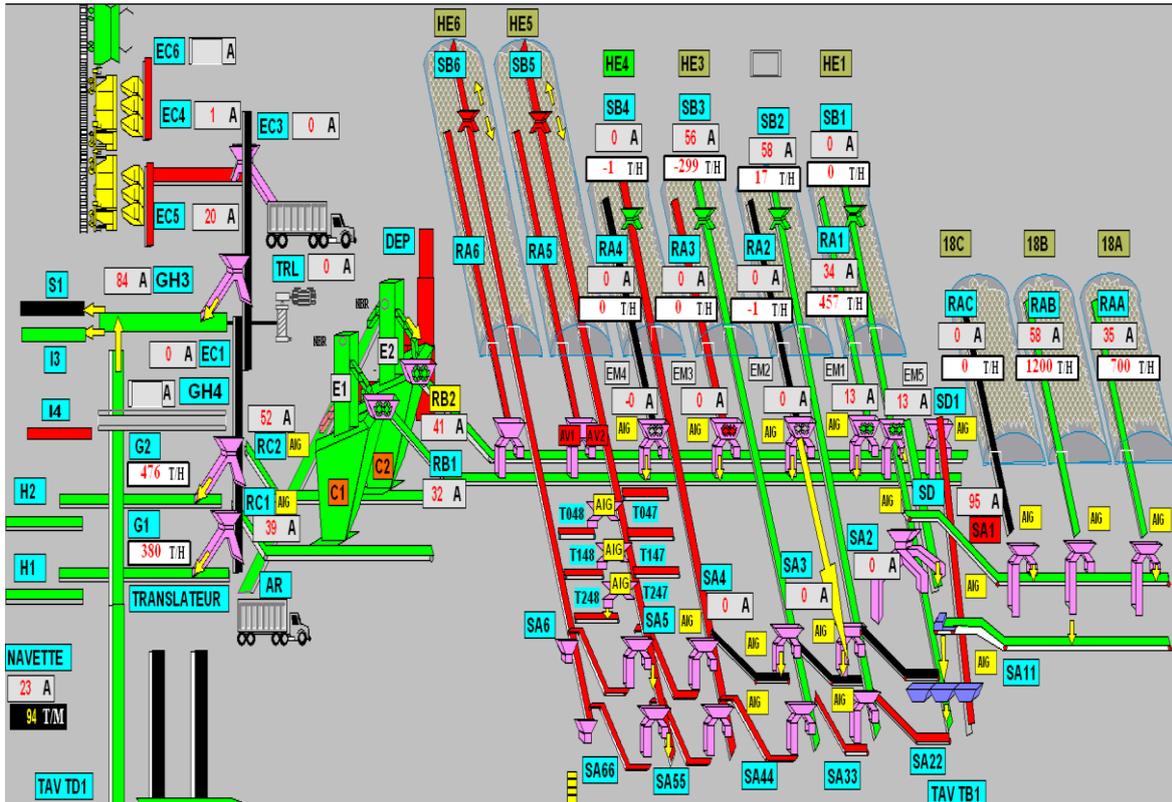


Figure 1.2 : vue générale de l'installation de manutention des engrais

- Unité de stockage et de manutention des phosphates :

Ce secteur est composé de :

- Une station de déchargement des trains de capacité de 10000 tonnes.
- 4 hangars de stockage principaux de capacité unitaire de 65000 t.
- 1 hangar de stockage tampon de capacité 25000 t de phosphate Maroc Phosphore.
- 1 hangar de stockage tampon de capacité 25000 t de phosphate IMACID.
- 1 hangars de stockage pour PAKPHOS et BUNGE.
- Un ensemble de convoyeurs de manutention pour le déchargement et la réception des phosphates.

- Salle de contrôle :

Est une salle qui permet de contrôler le fonctionnement des installations de la division IDJ elle contient un pupitre de commande des convoyeurs pour le stockage et exportation des engrais vers le port, des pc superviseurs pour contrôler le fonctionnement des convoyeurs et gratteurs ,des armoires électriques qui contiennent des automates Allen Bradley pour la commande des convoyeurs et des gratteurs ,des balances pour le calcul de débit de production et d'exportation vers le port.

Schéma synoptique de la Direction Infrastructures :

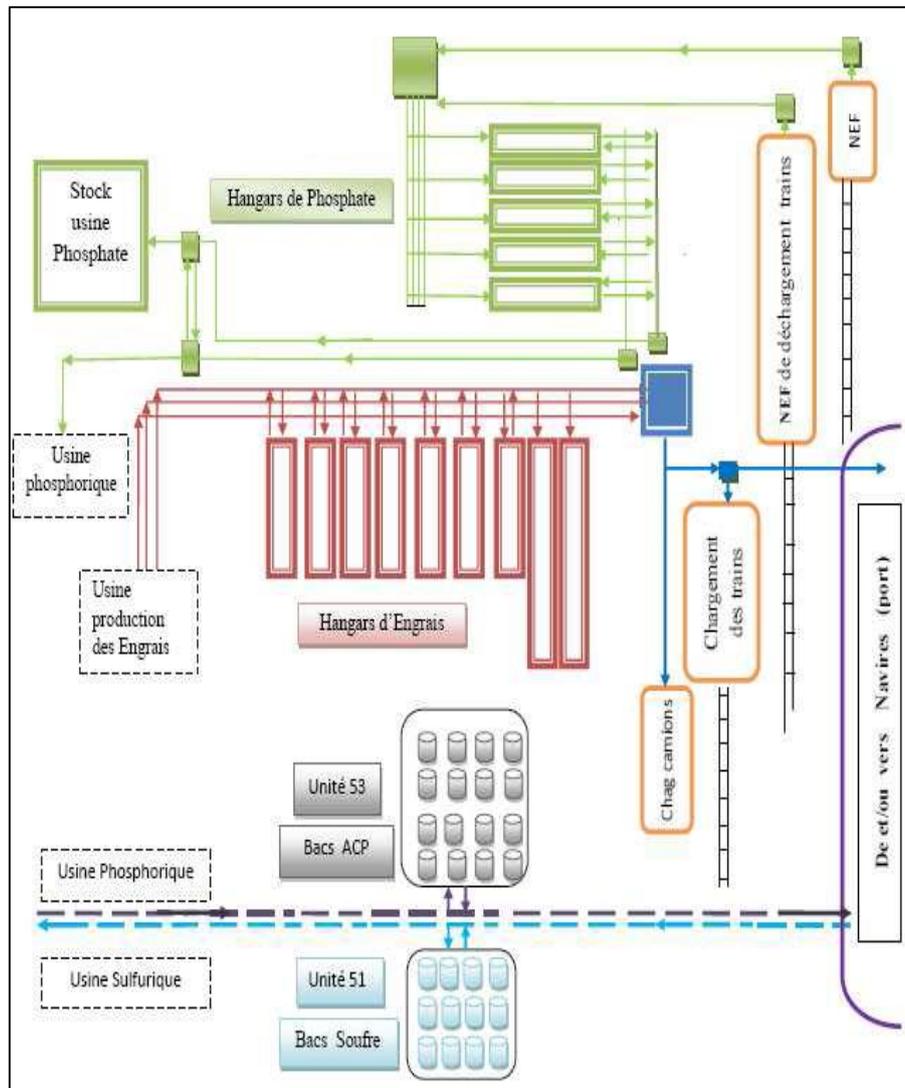


Figure 1.3 : Schéma synoptique de la direction infrastructures



Chapitre II : Principes du fonctionnement du grateur



I- Description :

Le grateur est une machine électromécanique, composée de 3 bras et chaque bras supporte une chaîne tournante qui racle les engrais. Son rôle principal est le déstockage d'engrais du hangar vers le convoyeur de reprise pour alimenter des navires ou plutôt vers des camions ou des trains pour le marché national.

II- Alimentation du grateur :

Les quatre grateurs des hangars HE1, HE2, HE3 et HE4, sont alimentés par le poste électrique PE1, ceux des hangars HE5 et HE6 sont alimentés par le poste PE1 bis, cependant les grateurs des hangars 18A, 18B, 18C sont alimentés à leur rôle à travers le poste électrique PE2.

Le grateur peut fonctionner soit en mode local ou en mode automatique à l'aide d'un commutateur, cela s'effectue grâce à la salle de contrôle.

Les câbles de puissance, de commande et de signalisation qui alimentent le grateur sont regroupés dans un câble sous-terrain. Lorsque ce câble arrive au hangar il apparaît au milieu de ce dernier, puis il s'enroule autour d'une grande roue au niveau du grateur appelée enrouleur de câble.

III- Mise sous tension du grateur :

Une salle de commande PE1, où existe l'opérateur responsable de la mise en marche du circuit de chargement appelle le grutier et il lui demande de se préparer et de préparer le grateur, ensuite il met en marche les convoyeurs qui asservissent le grateur et donne la marche locale du grateur afin que ce dernier soit autonome et indépendant.

Le grutier met le grateur sous tension en enclenchant le disjoncteur principal dont la commande est extérieure à l'armoire.

Tous les organes de protection interne à l'armoire ont été enclenchés lors de la première mise en service et ne doivent plus être manipulés que par un électricien, en cas de défaut.

L'enclenchement du disjoncteur principal entraîne la mise sous tension du circuit « puissance » 660V et du circuit « commande » 220V. La mise sous tension est signalée à l'opérateur par les voyants « présence tension ».

IV- Choix du mode de marche :

Pour mettre le gratteur en service, il est nécessaire de choisir le mode de marche convenable au mouvement à exécuter, à la position du gratteur ainsi aux ordres reçus de la salle de contrôle. Grâce au commutateur « mode marche », l'opérateur peut sélectionner le mode de marche parmi les quatre modes suivants :

1. Marche automatique :

Grâce à ce mode le gratteur est conduit depuis la salle de contrôle. Aucune intervention de l'opérateur n'est nécessaire.

C'est le mode de marche normal du gratteur où tous les mouvements sont effectués en petite vitesse.

2. Marche local :

Le gratteur est commandé complètement par l'opérateur à l'aide des commandes regroupées sur le pupitre de commande. La translation n'est possible qu'en petite vitesse.

3. Translation Grande vitesse :

C'est un mode de marche complémentaire de la marche manuelle, il n'est possible que si les trois bras du gratteur sont en position haute.

Ce mode permet le positionnement rapide du gratteur dans l'aire de reprise.

4. Correction déhanchement :

Pour corriger un déhanchement éventuel ayant causé l'arrêt du gratteur l'opérateur doit utiliser ce mode de marche.

V- Mise en route du gratteur :

1. Marches Manuelles :

Pour la mise en route manuelle de la machine, l'opérateur doit :

- ✓ Vérifier la mise sous tension du gratteur par le voyant « présence tension ».

- ✓ Vérifier le bon état de tous les voyants par appui sur le bouton-poussoir « test-lampes ».
- ✓ Choisir le mode de marche à l'aide du commutateur installé sur le pupitre de commande, suivant le mouvement à effectuer.
- ✓ Si l'autorisation de marche locale a été donné par la salle de contrôle, voyant « marche locale » est allumée.
- ✓ Mettre en route le gratteur par appui sur le bouton-poussoir « marche générale ».
- ✓ La mise en route du gratteur est annoncée par une séquence klaxon de quelques secondes et entraîne la mise sous tension de l'enrouleur de câble et des phases de commande.

⇒ Le gratteur est prêt à fonctionner.

Les marches manuelles sont :

- La marche locale.
- La translation grande vitesse.
- La marche correction déhanchement.

La marche locale :

a. Chaînes primaires :

Pour démarrer les chaînes primaires du gratteur il faut que l'une des deux conditions suivantes soit réalisée :

- Le bras est en position haute.
- Le convoyeur de reprise est en marche.

La mise en route de chaîne est commandée par une impulsion sur le bouton-poussoir « marche chaîne primaire ».

L'arrêt de la chaîne peut être commandé à tout moment par appui sur le bouton-poussoir « arrêt chaîne primaire ».

b. Chaîne secondaire :

Le démarrage de la chaîne secondaire est conditionné par l'une des deux conditions suivantes :

- Bras secondaire en position haute.
- Convoyeur de reprise en marche et bras primaires en position intermédiaire.

La mise en route de la chaîne est commandée par une impulsion sur le bouton-poussoir « marche chaîne secondaire ».

L'arrêt de la chaîne peut être commandé à tout moment par appui sur le bouton-poussoir « arrêt chaîne secondaire ».

c. Bras primaires :

Montée :

Sur le pupitre de commande il y'a un sélecteur sur lequel l'opérateur agit pour choisir la vitesse de treillage.

Une impulsion sur le bouton poussoir « montée bras primaire » commande la montée du bras.

L'arrêt de la montée se fait soit :

- ❖ Par l'appui à tout moment sur le bouton-poussoir « arrêt bras primaire ».
- ❖ Automatiquement par l'arrivée du bras en position haute.

Descente :

Choisir la vitesse de treillage :

Si on choisit la grande vitesse, la chaîne primaire doit être à l'arrêt, inversement si on choisit la petite vitesse, elle doit être en marche.

La descente du bras est commandée par une impulsion sur le bouton-poussoir « descente bras primaire ».

En marche normale, la descente des deux bras primaires doit être commandée simultanément. Si la descente de l'un des bras primaires est en retard par rapport à la position de l'autre, la descente est stoppée, cela est signalée par les voyants « limite bras primaire 1 » ou « limite bras primaire 2 ».

Si les deux bras descendent d'une manière identique, le voyant « zéro différentiel » s'allume. Cependant, en petite vitesse uniquement, il est possible de descendre un seul bras primaire à condition que l'autre reste en position basse.

L'arrêt peut être commandé par le bouton-poussoir « arrêt treuil primaire ».

d. Bras secondaires :

Montée :

Choisir la vitesse de treillage.

Une impulsion sur le bouton-poussoir « montée bras secondaire » commande la montée du bras secondaire.

L'arrêt de la montée se fait soit :

- ❖ Automatiquement par l'arrivée du bras secondaire en position haute.
- ❖ A tout moment par l'appui sur le bouton-poussoir « arrêt bras secondaire ».

Descente :

Choisir la vitesse de treuillage.

La chaîne secondaire doit être à l'arrêt si on choisit la grande vitesse.

Une impulsion sur le bouton-poussoir « descente bras secondaire » résulte la descente du bras secondaire.

Dès que les bras primaires sont en position intermédiaire l'opérateur peut descendre le bras secondaire au même niveau. A partir de cette position, l'opérateur doit commander par étapes la descente des bras primaires pour pouvoir continuer la descente du bras secondaire.

Lorsque le bras secondaire arrive en position basse, la descente sera arrêtée automatiquement. Manuellement, la descente s'arrêtera à tout moment par l'appui sur le bouton-poussoir « arrêt treuil secondaire ».

NB : chaque bras est équipé d'un détecteur de mou de câble qui lorsqu'il est actionné, provoque l'arrêt de la descente.

e. Translation :

En marche locale, la translation n'est possible qu'en petite vitesse.

Un détecteur de sur-course et des fins de course limitent à gauche comme à droite la course du gratteur, ces informations sont utilisées dans l'automatisme de la machine.

Si l'une des conditions suivantes est vérifiée, on peut démarrer la translation :

- les trois bras en position haute.
- la chaîne secondaire en marche.
- les bras primaires au-dessus de la position intermédiaire.
- l'une des chaînes primaires en marche et l'autre bras primaire en position haute.
- les deux chaînes primaires en marche.

Une impulsion sur le bouton-poussoir « translation gauche » ou « translation droite », démarre la translation gauche ou droite.

L'arrêt de la translation se fait soit :

- ❖ Par l'appui à tout moment sur le bouton-poussoir « arrêt translation ».
- ❖ Automatiquement par l'arrivée du gratteur sur les fins de course « fin de tas ». Pour changer de zone, il est nécessaire de passer la fin de tas, ce qui est possible si les trois bras en position haute.

NB : Les bras du gratteur sont équipés des anticollisions à câble qui arrêtent la translation lorsqu'ils sont actionnés.

Marche en translation grande vitesse :

Ce mode de marche n'est utilisé que pour la translation uniquement. Les chaînes et les treuils ne peuvent donc pas fonctionner.

Il faut d'abord, relever en marche manuelle les trois bras en position grande vitesse, relever en marche manuelle les trois bras en position haute, la mise en route est effectuée.

Une impulsion sur le bouton-poussoir « translation gauche » ou « translation droite » commande successivement la translation gauche ou droite.

Tout appui sur le bouton-poussoir « arrêt translation » entraîne l'arrêt de la translation.

Lorsque le gratteur arrive sur l'un des fin de cours « fin de tas » il s'arrête.

2. En marche automatique :

- ✓ Vérifier la mise sous tension de la machine.
- ✓ Sélectionner le treuillage petite vitesse.
- ✓ Vérifier à l'aide du voyant correspondant que le convoyeur de reprise est en marche.
- ✓ Vérifier que le voyant « autorisation de passer en automatique » est allumé.
- ✓ Placer le commutateur de choix de mode de marche en automatique. La mise en route du gratteur s'effectuera depuis la salle de contrôle et sera annoncée par une séquence klaxon de quelques secondes précédant :
 - La mise sous tension de l'enrouleur.
 - La mise en route des chaînes primaires.
 - Le départ de la translation.



Chapitre III : Etude du grateur Installé



I- Constitution générale du grateur :

Les parties qui constituent le grateur sont :

1. Le chariot principal (primaire) :

Le chariot principal (primaire) est un support en métal robuste qui s'assoit sur des galets en acier dur ; le chariot supporte une cabine de commande qui contient : un pupitre de commande, et une armoire électrique où est implantée toute la commande électrique et automatique.

Le chariot principal supporte aussi des moteurs, des réducteurs, des freins, des pompes, un enrouleur du câble, des treuils, ...et en plus il fait l'articulation des deux bras primaires. Ce chariot est attaché avec la deuxième partie du grateur par : le pont.



Figure 3.1 : Chariot principal

2. Le pont :

Le pont est un arc en métal chambré, qui fait la liaison entre les deux chariots principaux primaire et secondaire, des galets de mouflage sont s'y fixées, elles assurent la montée et la descente des bras ; primaire et secondaire.

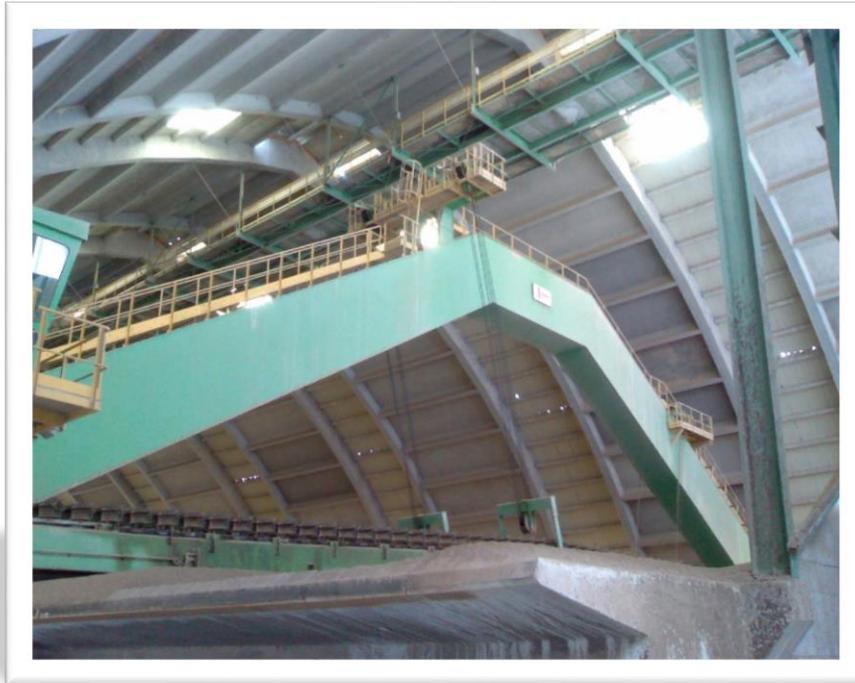


Figure 3.2 : vue sur le pont du gratteur (partie fixe)

3. Le chariot secondaire :

Le chariot secondaire est plus petit que le premier chariot mais il assure la même fonction, il supporte aussi des moteurs, des coupleurs, des réducteurs et des galets, la translation est faite en parallèle avec le chariot principal.

II- Principaux organe du gratteur :

1. Enrouleur :

L'enrouleur de câble est une roue tournante, avec un axe relié avec le support du chariot principal du gratteur. En général l'enrouleur de câble assure la protection du câble qui alimente le gratteur, le câble du gratteur est spécial car il contient tous les conducteurs de puissance, de commande, car le gratteur est une machine qui se déplace, ce qui fait que s'il n'y avait plus d'enrouleur le câble peut s'endommager.

L'entraînement de l'enrouleur en rotation se fait à l'aide de deux moteurs couples à un seul sens de rotation équipés par deux accouplements magnétiques.

Si le gratteur se déplace vers les extrémités du hangar, l'enrouleur tourne grâce au poids du câble et grâce à son inertie, et les deux accouplements magnétiques permettent aux deux moteurs de tourner à vide.

Par contre si le gratteur se déplace vers le milieu du hangar l'enrouleur reçoit un couple important exercé sur l'arbre moteur par les deux moteurs.

L'extrémité du câble qui alimente le gratteur attaque d'abord un organe appelé : Circulaire.



Figure 3.3 : vue sur l'enrouleur du câble du gratteur

2. Circulaire :

Le circulaire est un ensemble qui fait la liaison entre le câble est le poste de commande du gratteur, le fonctionnement du circulaire est semblable à celui de l'arbre du moteur à bague pour chaque gratteur, Le câble de l'alimentation attaque en premier lieu les balais, qui frottent sur des bagues, à travers les mêmes bagues des autres balais assurent la liaison avec un autre câble identique qui attaque l'armoire électrique, existante dans la salle de commande du gratteur. Les câbles de puissance attaquent un disjoncteur, puis après ils attaquent des jeux de barres pour assurer l'alimentation.



Figure 3.4 : vue sur le circulaire de l'enrouleur

3. Ensemble de translation :

La translation du gratteur s'effectue grâce à deux moteurs asynchrones triphasés à rotors bobinés, reliés avec deux variateurs de vitesse réglés sur deux vitesses (grande vitesse et petite vitesse), un sur le chariot principal et l'autre sur le chariot secondaire afin que les deux chariots se déplacent simultanément sinon ça va causer un déhanchement.



Figure 3.5 : vue sur l'ensemble de translation du gratteur

4. Bras du gratteur :

Un ensemble mécanique qui permet de gratter le produit vers le convoyeur, elle est constituée de :

Une glissière qui supporte une chaîne et des palettes :

- ✓ La chaîne : ensemble des galets en acier dure et trempé.
- ✓ Les palettes : de forme incurvée sont munies de plats d'usure interchangeable sur lesquels sont soudées les dents.



Figure 3.6: vue sur les bras primaires du grateur

La chaîne est entraînée en rotation par un moteur asynchrone triphasé à cage d'écureuil et un coupleur hydraulique pour augmenter le couple moteur, et un réducteur à arbre creux. Une fois la chaîne tourne, un capteur de rotation envoie des impulsions à un récepteur électronique qui ferme un contact, ce dernier attaque l'automate pour l'informer de la rotation des chaînes.



Figure 3.7 : vue du moteur de rotation des chaines des bras du grateur

D'autre part la montée et la descente est entraînée par un moteur Dahlander triphasé (moteur à deux vitesses), ce dernier entraîne en rotation un treuil qui assure l'enroulement de la

corde, ce système de mouflage a pour but de réduire le poids du bras, c'est-à-dire la tension et la force appliquée lors de la montée ou la descente des bras.

La montée et la descente des chaînes se fait en deux vitesses : P.V et G.V tout en agissant sur le nombre des pôles du moteur treuil.



Figure 3.8 : vue du moteur du treuil des chaînes des bras du grappeur

Le trajet parcouru par les chaînes lors de leur montée ou leur descente est divisé en plusieurs niveaux :

- Le point haut : le point le plus haut pour la montée.
- Le point bas : le point le plus bas pour la descente.

Plus de 3 positions intermédiaires.

Ces positions sont commandées par un sélecteur à came.

1. Sélecteur à came :

Un mécanisme composé d'un ensemble de demi came solidaire à un arbre, chaque deux demie came forme un cercle, le principe de fonctionnement du système est centré sur le positionnement des bras, en jouant sur l'angle qui existe entre les demis came, cette angle ce traduit en positions des bras. Chaque bras est équipé d'un sélecteur, un autre différentiel travail lorsqu'un seul bras qui fonctionne pour indiquer l'écart entre les deux bras qu'il faut respecter.

Si l'une des chaînes ou toutes les chaînes finissent au point haut ou au point bas. Le sélecteur entraîne l'arrêt de la montée et l'arrêt de la descente, s'il ne répond pas, les deux autres capteurs de sur-course à galet placés à l'extrémité du treuil. Ils envoient l'information à l'automate Allen Bradley qui selon le programme entraîne l'arrêt des bras et c'est la même

chose pour le point bas. Si ces capteurs ne répondent plus pour une raison ou pour une autre, il y a un autre capteur, pour chacune des chaînes, placé sur le câble et accroché avec un système d'articulation avec le pont ; appelé capteurs de mou de câble.

Lorsque la chaîne se passe sur le produit, les premiers capteurs (sélecteurs de sur course) ne sont pas encore actionnés, alors le treuil continue de tourner ce qui produit une mou de câble, le capteur envoie l'information à l'automate comme quoi il y a une mou de câble et l'automate arrête la descente.



Figure 3.9 : vue sur les sélecteurs à cames

2. Ensemble de graissage :

Chaque chaîne est équipée d'un ensemble de graissage comportant un moteur électrique à faible puissance et une pompe immergée dans un réservoir d'huile. Le graissage de chaîne se fait par injection de l'huile par goutte sur les chaînes.

3. Capteurs de déhanchement :

4 capteurs de déhanchement placés sur le chariot secondaire, deux pour la position normale du gratteur, les autres un pour déhanchement à droite et l'autre pour la gauche.

4. Les électro freins :

Les électrofreins permettent le freinage du gratteur lors de la translation, les treuils primaires et secondaires.

5. Protection mécanique du gratteur :

- Arrêt d'urgence à tirette : boggie A, boggie B.
- Arrêt d'urgence à coup de poing sur le pupitre.

- Fin de course de position extrême de translation.
- Capteurs de la rotation des chaînes.
- Les sur-courses des treuils.
- Les capteurs de mou de câble.
- Les capteurs de déhanchement.
- Les capteurs d'anti collisions.

6. Défaits du gratteur :

Le fonctionnement du gratteur est protégé par une chaîne de défauts. L'apparition d'un défaut entraîne l'arrêt du gratteur par coupure des phases de commande. il est signalé à l'opérateur par la mise sous tension du voyant défaut général.

Chaque défaut est signalé individuellement par voyant néon sur la porte de l'armoire.

1. **Défaut électrique :** pour chaque départ moteur, un voyant signale la fermeture du sectionneur et la fusion des fusibles et un voyant signale le déclenchement du relais thermique.
2. **Défaut mécanique :** les défauts mécaniques sont les sur-courses des treuils primaires et du secondaire, à l'apparition de l'un de ces défaut, l'opérateur devra procéder comme suite : mettre le commutateur sur marche local, appuyer sur le bouton poussoir marche force implanté à l'intérieur de l'armoire et en même temps faire commander le bouton d'effacement de défaut.
3. **Défaut d'isolement :** un contrôleur d'isolement électrique du circuit de contrôle. Ce défaut est signalé par le voyant défaut d'isolement implanté sur le pupitre de commande mais ne provoque pas l'arrêt de la machine.
4. **Défaut de déhanchement :** ce défaut est signalé par un voyant et nécessite une manipulation pour remettre la machine en position normale.
5. **Défaut par arrêt d'urgence :** chaque arrêt d'urgence est signalé comme un défaut. Son réarmement est actionné à l'aide de la clef appropriée.

7. Remise en route après défaut :

Toute remise en route du gratteur après un défaut nécessite : un réarmement commandé par l'opérateur, une mise en route commandé par appui sur marche générale.



Chapitre IV : Description des équipements électriques et leurs caractéristiques techniques



I- Introduction :

Dans ce chapitre nous allons donner une description technique des différents composants du grateur d'engrais ainsi les dysfonctionnements que connaissent certains équipements électriques de cette machine.

II- Caractéristiques techniques :

1. Caractéristiques générales :

- Débit nominal : 1000 T/H.
- Produit : Engrais (TSP-DAP-MAP).
- Humidité maxi : 1 à 4.5 %.
- Densité : 0.8 à 1.07.
- Granulométrie : 1 à 6 mm .
- Angle de talus : 30°.

2. Translation :

- Type de rail : A 100.
- Entre axe rails : 45.3 m.
- Entre axe galets de translation :
 - Chariot coté jetée : 12 m.
 - Chariot coté pied : 5 m.
 - Nombre de galets total : 8.
 - Nombre de galets moteurs : 4.
 - Diamètre des galets : 630 mm .
- Vitesse de translation :
 - Vitesse de travail : 2.6 m/mn.
 - Grande vitesse : 1470 tr/min.

- Puissance installée :
 - Pour vitesse travail : 2*4 kW.
 - Pour grande vitesse : 2*6.1 kW.

3. Bras de grattage primaires :

- Nombre : 2.
- Entre axe tourteaux : 28.98m.
- Pas de chaîne : 315mm.
- Charge de rupture de la chaîne : 85T.
- Largeur de palette : 1800mm.
- Hauteur de palette : 300mm.
- Pas des palettes : 630mm.
- Vitesse de chaîne : 0.67m/s.
- Puissance installée : 2*110 kW.

4. Bras de grattage secondaire :

- Nombre : 1.
- Entre axe tourteaux : 14.8m.
- Pas de chaîne : 315mm.
- Charge de rupture de la chaîne : 85T.
- Largeur de palette : 1400mm.
- Hauteur de palette : 400mm.
- Pas des palettes : 630mm.
- Vitesse de chaîne : 0.67m/s.
- Puissance installée : 55 kW.

5. Treuil de levage des bras primaires :

- Force de levage : 3782N.
- Longueur de levage du treuil : 88.8m.
- Vitesses de levage du treuil.
 - Petite vitesse : 1.2 m/mn.
 - Grande vitesse : 8 m/mn.
- Puissances de treuil :
 - Petite vitesse : 2*1 kW.
 - Grande vitesse : 2*6 kW.

- Diamètre de la corde : 22 mm .
- Mouflage aux bras : 6.

6. Treuil de levage du bras secondaire :

- Force de levage : 2*1454N.
- Longueur de levage du treuil : 75.3m.
- Vitesses de levage du treuil :
 - Petite vitesse : 1.2 m/mn.
 - Grande vitesse : 8 m/mn.
- Puissances de treuil :
 - Petite vitesse : 0.785 kW.
 - Grande vitesse : 4.7 kW.
- Diamètre de la corde : 14 mm .
- Mouflage aux bras : 4 et 4.

III-Etude Critique :

Les différents équipements du gratteur sont installés depuis le démarrage de l'installation (1986), dont certains sont devenus obsolètes, irréparables et leurs pièces de rechange ne sont plus commercialisés. Ces anomalies affectent nettement la disponibilité du gratteur.

Le tableau ainsi que le diagramme suivants montrent le nombre et la fréquence des interventions, de l'équipe de maintenance électrique, sur les sept gratteurs durant les années 2013-2014.

Equipement :	Nombre installé	Nombre de répartition	% de réparation	Fréquence cumulée des réparations
Moteur de translation	14	17	3%	3%
Variateur de vitesse de Moteur	14	17	3%	6%
Automate programmable	7	120	20%	26%
Moteur rotation chaîne primaire	14	28	5%	31%
Moteur rotation chaîne secondaire	7	28	5%	36%
Moteur treuil primaire	14	176	30%	66%
Moteur treuil secondaire	7	176	30%	96%
Moteur enrouleur	14	12	2%	98%
Moteur pompe de graissage	21	11	2%	100%
Moteur essuie-glace	7	-	-	-

585

Tableau 4.1 : le nombre et les fréquences des interventions

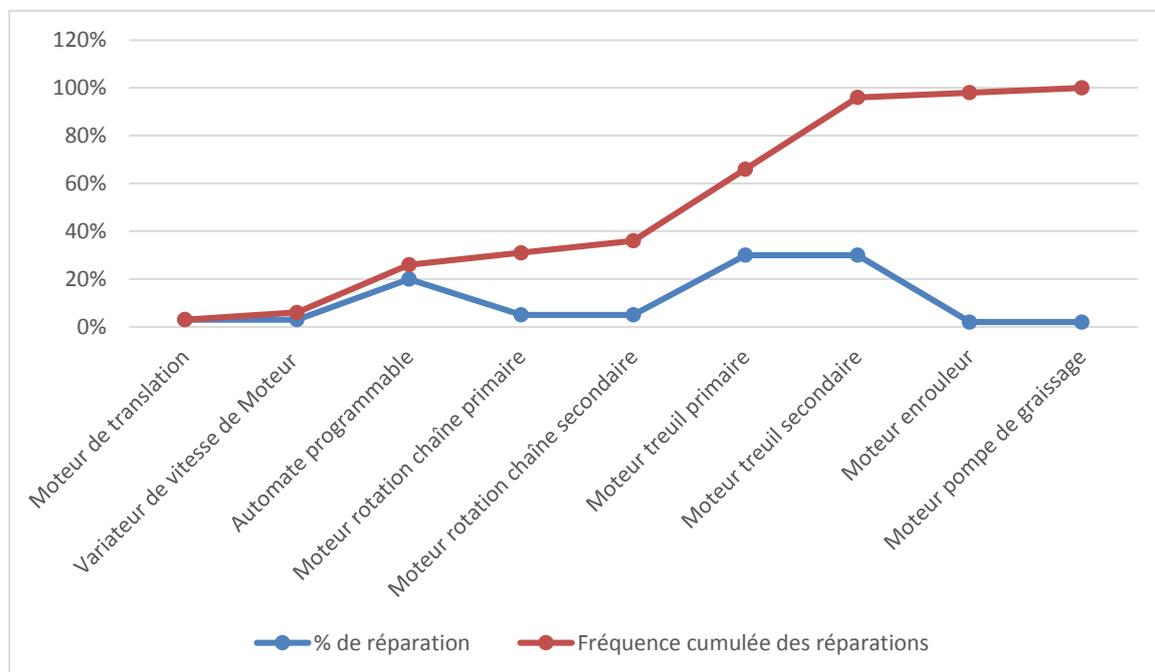


Figure 4.1 : graphes de pourcentages et les fréquences cumulées des interventions

Système de contrôle de la tension du treuil :

Les chaînes du grateur sont suspendues par des câbles en acier commandés par des treuils électriques.

Lors des déplacements au niveau de la base des tas, le produit tombe du sommet couvrant ainsi le bras le plus proche.

Les opérations de déplacement de la machine ou de soulèvement peuvent provoquer des dommages sur la structure du bras et de la chaîne (déformations, déraillement des chaînes, dérèglage du sélecteur à came ...etc.) suite à l'absence d'un système de contrôle de la tension du câble métallique.

IV- Conclusion :

D'après l'étude critique, les équipements ayant subi le maximum d'interventions sont :

- Les moteurs des treuils (Moteur Dahlander).
- Les automates programmables.

Aussi, les interventions (d'entretien et de dépannage) au niveau de ces équipements occupent un taux élevé par rapport aux celles effectuées sur les autres installations de la division.

Ces interventions, dont le nombre ne cesse d'augmenter, affectent nettement la disponibilité de ces grateurs d'engrais (retards de chargements des navires d'engrais, des trains et des camions).



Chapitre V : Améliorations et solutions proposées



I- Introduction:

D'après l'étude critique du Gratteur, on constate que la majorité des interventions étaient au niveau des moteurs de treuil, pour cela on propose de changer ces moteurs qui sont des moteurs à couplage Dahlander (moteurs à deux vitesses) par des moteurs asynchrones commandés par des variateurs de vitesse.

D'abord qu'est-ce qu'un moteur à couplage Dahlander, un moteur asynchrone, un variateur de vitesse ? Quels sont les critères pour dimensionner le nouveau système ? Quelles sont les caractéristiques techniques des moteurs asynchrones et les variateurs de vitesses proposés ?

Moteur à couplage Dahlander :

Le moteur à couplage Dahlander dispose deux enroulements par phase que l'on peut coupler en parallèle (une paire de pôles ou en série deux paires de pôles). C'est un moteur à deux vitesses (G.V et P.V) dont le rapport $\frac{GV}{PV} = 2$.

Le système de levage des trois bras du gratteur utilise trois moteurs à couplage Dahlander.

Les Inconvénients du moteur à couplage Dahlander :

- Très rare dans le marché commercial.
- Prix couteux par rapport à un moteur asynchrone.
- S'il y avait une panne au niveau d'une seule vitesse, celle-ci provoque l'arrêt du système car le déstockage exige les deux vitesses.
- Le nombre de fils liés à la plaque à borne est supérieur à celui du moteur asynchrone.
- Manque des électrofreins 660V compatibles avec le mateur Dahlander dans le marché commercial.

Le moteur Asynchrone :

Les moteurs asynchrones sont des moteurs électriques très robustes, leur gamme de puissance s'étale de quelques watts à une dizaine de mégawatts.

Un moteur asynchrone est constitué d'un stator composé de trois enroulements déphasés par 120° alimenté par des courants triphasés, produit un champ magnétique tournant qui entraîne en rotation le rotor qui est constitué de tôles ferromagnétiques et de barres conductrices régulièrement répartie à sa périphérie.

80% des moteurs électriques sont des moteurs asynchrones.

Le variateur de vitesse :

Un variateur de vitesse est un équipement électronique permettant de réguler la vitesse et le couple d'un moteur électrique.

Ses avantages :

- Il réduit les chutes de tension dans le réseau et limite les courants de démarrage en démarrant le moteur progressivement.
- Il améliore le facteur de puissance.
- Il a une grande précision de la régulation de vitesse.
- Il prolonge la durée de vie du matériel entraîné.
- Il diminue la consommation d'électricité.

II- Le nouveau système proposé :

Introduction

Pour bien choisir le moteur asynchrone des treuils il faut tenir compte plusieurs critères :

- ❖ La tension U_n : la tension disponible c'est-à-dire la tension entre phase, le champ magnétique tournant créé par le stator et qui entraîne le rotor en rotation dépend de cette tension. Dans notre cas cette tension est **660V**.
- ❖ La puissance d'entraînement nominale pour le levage du bras : **9kW**.
- ❖ La vitesse de rotation : **2880 tr/min**.
- ❖ La fréquence du réseau : **50 Hz**.
- ❖ Indice de protection : **IP55**.

Puisque le milieu où on va implémenter le moteur est un hall de stockage d'engrais, donc il faut choisir Protection contre les dépôts de poussière c'est le premier chiffre 5, le deuxième 5 exprime la Protection contre les jets d'eau.

Pour le choix du variateur de vitesse, on s'intéresse par la tension d'alimentation, la fréquence du réseau et la puissance nominale du variateur. Cette dernière doit être supérieure à celle du moteur à commander.

Comment ce nouveau système peut remplacer le moteur à couplage Dahlander ?

Généralement, la formule de la vitesse de rotation d'un moteur asynchrone s'écrit :

$$N = N_s \times (1 - g) = \frac{60f}{p} \times (1 - g).$$

Avec :

- ⇒ N : la vitesse de rotation [tr/min].
- ⇒ N_s : la vitesse de synchronisme (vitesse du champ tournant) [tr/min].
- ⇒ f : la fréquence du réseau [Hz].
- ⇒ p : le nombre de paires de pôles.
- ⇒ g : le glissement [%].

Dans le cas du moteur asynchrone à couplage Dahlander pour varier la vitesse du moteur on agit sur le nombre de paires de pôles. Lorsque $p=2$ alors nous avons à ce moment deux enroulements en parallèles par phase (c'est la grande vitesse). Mais si les deux bobines sont en série donc $p=4$ (c'est la petite vitesse).

Dans le cas du système proposé, à l'aide du variateur de vitesse on agit sur la fréquence du moteur. Pour utiliser la grande vitesse (la vitesse de rotation du nouveau moteur) on alimente le moteur à partir du variateur de vitesse par une fréquence $f' = 100\% \times f$. Si on veut la petite vitesse on règle le variateur sur la fréquence $f' = 50\% \times f$.

1. Élément du choix des moteurs et des variateurs de vitesse des treuils primaires :

a. Détermination de la puissance réelle du moteur (étude Mécanique) :

Pour déterminer la puissance réelle du moteur il faut prendre en compte toutes les conditions de fonctionnement.

La puissance réelle du moteur est calculée en fonction de la puissance nominale de la machine entraînée et les facteurs de correction suivant la température, l'altitude, et la fréquence de rotation :

$$P_M \geq P_{n,ch} \times (K_t \times K_a \times K_n)$$

a_t : Altitude= 100m.

K_a : Correction suivant l'altitude: $K_a = \frac{10000}{11000-a_t}$.

K_t : Correction suivant la température ambiante.

K_n : Correction suivant la vitesse de rotation.

P_M : Puissance du moteur en kW.

$P_{n,ch}$: Puissance d'entraînement.

On a la puissance d'entraînement de la chaîne primaire: $P_{n,ch} = 9\text{kW}$.

Et : $K_a = \frac{10000}{11000-100} = 0.92$.

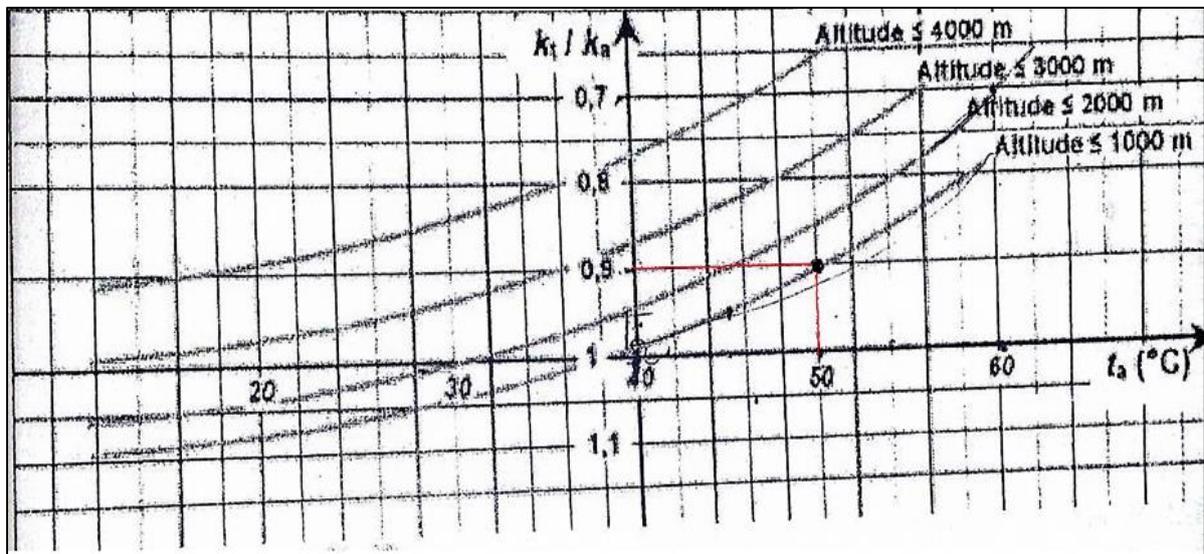


Figure 5.1: détermination de k_t

Comme l'altitude < 1000m , d'après la figure précédente $\frac{k_t}{k_a} = 0.9$ donc $k_t = 0.92 \times 0.9 = 0.83$.

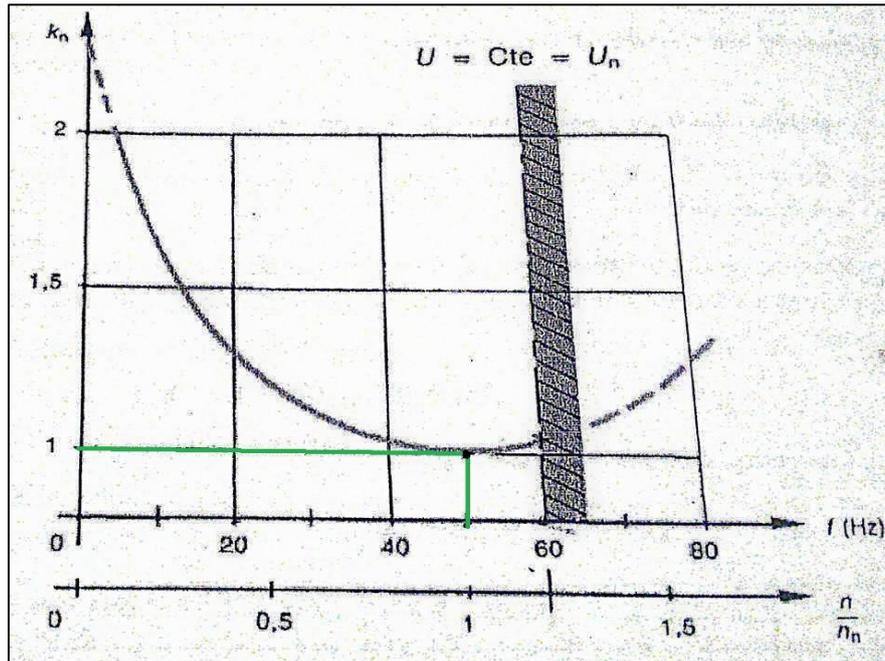


Figure 5.2: détermination de k_n

$k_n=1$ d'après la figure 2.5 car la fréquence du réseaux est 50Hz.

Donc :

$$P_M \geq 9 \times 0.92 \times 1 \times 0.83.$$

D'où :

$$P_M \geq 6.87\text{kW}.$$

Dans ce cas la puissance réelle du moteur doit être $P_M \geq 6.87\text{kW}$.

b. Les caractéristiques du nouveau moteur :

La détermination de la puissance réelle permet de connaître les caractéristiques de démarrage du moteur asynchrone selon le document constructeur :

- La marque : VEM.
- Type de moteur : K21R 132 SX2.
- Tension d'alimentation : 380/660V.
- Fréquence : 50Hz.
- Courant nominal : $I_n=8.8\text{A}$.
- Courant de démarrage : $I_d/I_n=6.6 \rightarrow I_d= 58.08 \text{ A}$.

- Puissance du moteur : $P_M=7.5\text{kW}$.
- Couple nominal : 24.7 Nm.
- Vitesse de synchronisme : $N = 2900\text{tr/min}$.
- Moment d'inertie : 0.0110 kgm^2 .
- Masse : 57 kg.
- Rendement : 87%.
- Facteur de puissance : 0.86.
- Indice de protection : IP55.
- Freinage par Electro-frein freiné en repos.

c. Les caractéristiques du variateur de vitesse:

- La marque : VACON.
- Type: 7.5CX6.
- Tension d'alimentation : de 525 à 690 V.
- Fréquence : 50/60 Hz.
- Courant en couple constant : $I_{CT}= 10\text{A}$.
- Courant en couple constant nominal : $I_{CTn} = 15\text{A}$.
- Puissance en couple variable : $P = 11\text{kW}$.
- Courant en couple variable : $I_{VT}= 14\text{A}$.
- Masse : 16 kg.
- Indice de protection : IP20.

2. Élément du choix du moteur et du variateur de vitesse du treuil secondaire :

a. Détermination de la puissance réelle du moteur :

On a la puissance d'entraînement de la chaîne secondaire : $P_{n, \text{ch}} = 6.54\text{kW}$.

Et on a : $K_a = \frac{10000}{11000-100} = 0.92$.

D'autre part : $k_t=0.92 \times 0.9 = 0.83$ et $k_n=1$.

Donc : $P_M \geq 6.54 \times 0.92 \times 1 \times 0.83$.

D'où : $P_M \geq 4.99\text{kW}$.

Dans ce cas la puissance réelle du moteur doit être $P_M \geq 4.99\text{kW}$.

b. Les caractéristiques du nouveau moteur:

- La marque : VEM.
- Type de moteur : K21R 132 S2.
- Tension d'alimentation : 380/660V.
- Fréquence : 50Hz.
- Courant nominal : $I_n = 6.2 \text{ A}$.
- Courant de démarrage : $I_d/I_n = 5.5 \rightarrow I_d = 34.1 \text{ A}$.
- Puissance du moteur : $P_M = 5.5 \text{ kW}$.
- Couple nominal : 18.4 Nm.
- Vitesse de synchronisme : $N_s = 2900 \text{tr/min}$.
- Moment d'inertie : 0.0081 kgm².
- Masse : 52 kg.
- Rendement : 85.7%.
- Facteur de puissance : 0.86.
- Indice de protection : IP55.
- Freinage par Electro-frein freiné en repos.

c. Les caractéristiques du variateur de vitesse :

- La marque : VACON.
- Type de moteur : 5.5CX6.
- Tension d'alimentation : de 525 à 690 V.
- Fréquence : 50/60 Hz.
- Courant en couple constant : $I_{CT} = 7.5 \text{ A}$.
- Courant en couple constant nominal : $I_{CTn} = 11 \text{ A}$.
- Puissance en couple constant : $P = 5.5 \text{ kW}$.
- Puissance en couple variable : $P = 7.5 \text{ kW}$.
- Courant en couple variable : $I_{VT} = 10 \text{ A}$.
- Masse : 16 kg.
- Indice de protection : IP20.

III-Conclusion :

Le nouveau système est totalement freiné puisque le variateur de vitesse assure deux type de freinage :

- freinage lorsqu'on donne une fréquence 0Hz au variateur.
- Freinage hyper-synchrone lorsque la vitesse de rotation dé passe la GV.

Ainsi le système peut être freiné par un électrofrein et lorsque le stator est hors-tension (moteur en mode repos).

Conclusion

Au cours de mon étude sur le grateur, mon choix s'est porté sur l'étude d'un nouveau système de levage qui peut remplacer le système existant qui influence souvent l'alimentation des navires. Pour la résolution des problèmes du déstockage d'engrais, j'ai établi une étude critique qui m'a guidé à trouver un autre système qui peut améliorer la situation de la machine.

Ce travail est bien apprécié par la division infrastructure Jorf-Lasfar. Actuellement, son efficacité est sur l'étude par les deux ateliers électrique et régulation du service IDJ à l'intention de résoudre les pannes qui affectent souvent cette machine et tout cela a pour but de diminuer le temps d'alimentation du grateur et d'augmenter le chiffre d'exportation des engrais.

En plus, j'ai pu constater la différence entre la théorie et le monde du travail, et que la vie pratique de l'entreprise mérite plus d'expérience, de savoir-faire qu'on peut acquérir avec le temps et le contact direct avec les problèmes.

Annexe

Annexe 1 : Extrait du catalogue « Main catalogue 01-2008 de la Société VEM »

Motor selection data

Design voltage range B acc. to EN 60034-1

Type	output torque	frequency	current at									speed	efficiency			power factor	starting current	starting torque	pull-up torque	pull-out torque	moment of inertia	weight
			at										lower limit voltage U_L	design voltage U_B	upper limit voltage U_0							
			at																			
			at																			
P	M_R	f	I	I	I	I	I	I	I	n	η	η	$\cos \varphi$	I_s/I_R	M_s/M_R	M_0/M_R	M_0/M_R	J	m			
kW	Nm	Hz	A	A	A	A	A	A	A	rpm	%	%	-	-	-	-	-	kgm ²	kg			
K21R 132 S2	5.5	18.4	50	21	19.5	12	11.5	9.1	6.8	6.5	2850	85.7	85.7	0.86	5.0	1.6	1.4	2.0	0.0081	52		
				U_B	220	230	380	400	500	660	690	2860	85.7	85.7	0.86	5.5	1.8	1.6			2.2	
				U_0	230	240	400	420	525	690	725	2870	84.7	84.7	0.85	5.8	2.0	1.7			2.4	
	6.6	18.4	60	U_L	250	265	435	460	570	-	3420	85.7	85.7	0.85	5.0	1.5	1.3	2.0	0.0081	52		
				U_B	265	275	460	480	600	-	3430	85.7	85.7	0.85	5.5	1.7	1.5	2.2				
				U_0	280	290	485	500	630	-	3440	84.7	84.7	0.84	5.8	1.9	1.8	2.4				
	K21R 132 SX2	7.5	24.7	50	28.0	26.0	16.0	15.0	12.0	9.1	8.7	2890	87.0	87.0	0.87	6.1	1.6	1.2	2.3	0.0110	57	
					U_B	265	25.0	15.0	14.5	11.5	8.8	8.4	2900	87.0	87.0	0.86	6.6	1.8	1.3			2.5
					U_0	26.0	25.0	15.0	14.5	11.5	8.7	8.3	2910	86.0	86.0	0.84	7.0	2.0	1.4			2.7
9		24.7	60	U_L	27.5	26.0	16.0	15.0	12.0	-	-	3470	87.0	87.0	0.87	6.1	1.6	1.2	2.1	0.0110	57	
				U_B	26.0	25.5	15.0	14.5	11.5	-	-	3480	87.0	87.0	0.86	6.6	1.8	1.3	2.4			
				U_0	25.5	25.0	15.0	14.5	11.5	-	-	3490	86.0	86.0	0.84	7.0	2.0	1.4	2.6			

Annexe 2 : Extrait du catalogue : « Vacon frequency converters » de la société VACON

Vacon CX Mains voltage 525 – 690 V, 50/60 Hz, 3~							
Vacon frequency converter type	Motor shaft power and current					Mech. size/ enclosure	Wt. (kg)
	Constant torque			Variable torque			
	P(kW)	I _{CT}	I _{CTmax}	P(kW)	I _{VT}		
2.2CX6	2.2	3.5	5.5	3	4.5	M5/IP20	16
3CX6	3	4.5	7	4	5.5	M5/IP20	16
4CX6	4	5.5	8.5	5.5	7.5	M5/IP20	16
5.5CX6	5.5	7.5	11	7.5	10	M5/IP20	16
7.5CX6	7.5	10	15	11	14	M5/IP20	16
11CX6	11	14	21	15	19	M5/IP20	16
15CX6	15	19	29	18.5	23	M5/IP20	16
18.5CX6	18.5	23	34	22	26	M5/IP20	16
22CX6	22	26	40	30	35	M5/IP20	16
30CX6	30	35	53	37	42	M6/IP20	38
37CX6	37	42	63	45	52	M6/IP20	38
45CX6	45	52	78	55	62	M6/IP20	38
55CX6	55	62	93	75	85	M6/IP20	38
75CX6	75	85	127	90	100	M6/IP20	38
90CX6	90	100	150	110	122	M8/IP00*	136
110CX6	110	122	183	132	145	M8/IP00*	136
132CX6	132	145	218	160	185	M8/IP00*	136
160CX6	160	185	277	200	222	M9/IP00*	211
200CX6	200	222	333	250	287	M9/IP00*	211
250CX6	250	287	430	315	325	M10/IP00	273
315CX6	315	325	487	400	390	M10/IP00	273

Bibliographies :

- [1] [LV Asynchronous motors | IEC motors with squirrel-cage rotor | Main catalogue 01-2008.](#)
- [2] [Électrotechnique Broché – 14 septembre 2005 de Théodore Wildi \(Auteur\), Gilbert Sybille \(Auteur\).](#)
- [3] [Le dimensionnement d'une motorisation d'axe FRANCIS BINET\[1\].](#)

Webographie:

- [1] <http://www.ocpgroup.ma/fr>
- [2] http://fr.wikipedia.org/wiki/Office_ch%C3%A9rifien_des_phosphates
- [3] <http://www.vacon.com/fr-FR/>
- [4] <http://www.vem-group.com/en.html>

NB : Tous les liens sont consultés pour la dernière fois le : 19/06/2015