



PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du :

Diplôme d'Ingénieur d'Etat
Spécialité : **Conception Mécanique et Innovation**

La mise en place d'un plan de maintenance préventive et amélioration de l'état mécanique globale du gratteur pour la reprise d'engrais

Effectué au sein du Groupe OCP d'El Jadida
Service INJ/H/MS

Soutenu le :23/06/2017

Par :

Mr. Gala Mohamed

Jury:

Pr. Mr. A. EL BARKANY (FSTF)

Pr. Mr. A. SEDDOUKI (FSTF)

Pr. Mr. A. EL HAKIMI (FSTF)

Encadré par :

• Pr. Mr. A. EL BARKANY (FSTF)

• Mr. M. SAKIBI (OCP)

Année Universitaire : 2016-2017

Dédicaces

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'épaule 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 mon seul frère Yassine que dieu le garde,

A mon oncle Rachid pour son véritable soutien et son aide pendant mes études.

A toute ma famille,

A tous mes amis...

Remerciements

Je tiens à remercier mes encadrants Pr. A. EL BARKANY de la Faculté des Sciences et Techniques de FES et Mr. SAKIBI de l'Office Chérifiens des Phosphates, pour les efforts qu'ils ont fourni pour réussir ce projet de fin d'études, le temps qu'ils m'ont consacré et les informations précieuses qu'ils m'ont communiquées.

De même, je remercie Mr. BERADY responsable de maintenance du circuit engrais, Mr., EL IDRISSEI chef d'équipe, Mr. ATEF BENYOUNESS chef d'atelier maintenance au circuit phosphate, et Mr KASSIR chef d'atelier électrique ,ainsi que l'ensemble des agents de service maintenance de la direction Infrastructures, qui n'ont pas tardé à me fournir toutes les informations nécessaires pour bien comprendre le déroulement du travail au sein de la direction, et bien traiter le sujet de mon projet de fin d'études.

J'adresse également mes sincères remerciements au corps professoral et administratif de la Faculté des Sciences et Techniques de FES, qui s'engagent à assurer la réussite de notre formation d'ingénieurs.

Finalement, mes remerciements à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à l'accomplissement et à la réussite de ce projet de fin d'études.

Résumé

Le présent rapport est le fruit de mon travail au sein de la direction Infrastructures du pôle chimie JORF LASFAR du groupe OCP. Ce projet avait comme but l'amélioration des équipements de la machine gratteur et de la fonction maintenance au sein de cette direction.

Durant ma période de stage, j'avais pour mission, dans une première étape de présenter la direction Infrastructures du pôle chimie JORF LASFAR du groupe OCP et de décrire les équipements du gratteur.

Ensuite j'avais classé les équipements de cette machine selon leurs criticités en utilisant une analyse Pareto afin de déterminer ceux qui sont névralgiques. Après j'ai effectué une analyse ISHIKAWA pour identifier les causes racines de dégradation des glissières des chaines du gratteur, par la suite, nous avons fait une étude AMDEC permettant de déterminer les modes de défaillances les plus critiques.

A la lumière des résultats obtenus par cette étude, nous avons établi un plan de maintenance détaillé du gratteur qui est un équipement critique du circuit engrais ainsi qu'un modèle de gamme opératoire.

Pour conclure nous avons proposé des solutions, comme actions de correction des défauts qui apparaissent sur le gratteur et qui handicapent le bon fonctionnement de cette machine.

Abstract

This report is the result of my work in the direction of the Infrastructure chemical division of OCP JORF LASFAR. This project was aimed at improving the equipment of the scraper machine and maintenance function in that direction.

During my internship, I had the task, as a first step to present the direction of the Infrastructure chemical division of OCP JORF LASFAR and describe the equipment scraper.

Then I had classified the equipment of the machine according to their criticality by using a Pareto analysis to identify those who are sensitive. After I conducted an analysis of why ISHIKAWA the root causes of degradation of the slides of scraper chains, eventually, we made a FMEA study to determine the most critical failure modes.

In light of the results of this study, we developed a detailed maintenance plan scraper which is a critical part of the circuit fertilizer and a model operating range.

Finally, To conclude we have proposed solutions as actions to correct the defects that appear on the scraper and that hinder the proper operation of this machine.

Liste des abréviations

OCP : Office Chérifiens des Phosphates

FERTIMA : La Société Marocaine des Fertilisants

IPSE : L'Institut de Promotion SOCIO-ÉDUCATIVE

CERPHOS : Centre d'Études et de Recherches des Phosphates Minéraux

EMAPHOS: EURO-MAROC PHOSPHORE

IMACID : Indo Maroc Phosphore

JPH : Direction Infrastructures

TAMCA : Technicien Agents de Maîtrise et Cadres Administratifs

MARPHOCEAN : Société de Transport Maritime des Produits Chimiques

SOTREG : Société de Transports Régionaux

STAR : Société de Transport et d'Affrètement Réunis

DAP : Dioxyde Ammoniac Phosphate

MAP : Mono Ammonium Phosphate

NPK : Azote Phosphate Potassium

TSP : Tri Super Phosphate

P2O5 : Acide Phosphorique

INJ : Division Infrastructures

NH 3 : Ammoniac

F : Fréquence

G : Gravité

D : Détectabilité

C : Criticité

AMDEC : Analyse des Modes de Défaillances de leurs effets et de leur Criticité.

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1:organigramme de l'OCP | 15 |
| Figure 2:Les principaux gisement ouverts par le groupe OCP | 16 |
| Figure 3:Shéma synoptique de l'installation..... | 17 |
| Figure 4:Schématisation de chute sur chariot mobile..... | 20 |
| Figure 5:Image réelle de chute sur chariot mobile | 20 |
| Figure 6:Vue sur le gratteur du hangar HE6 | 21 |
| Figure 7:Vue générale de l'installation de manutention d'engrais | 21 |
| Figure 8:Vue sur le gratteur du hangar HE5 | 23 |
| Figure 9:Les éléments principaux du gratteur | 26 |
| Figure 10:Vue sur le chariot principal..... | 27 |
| Figure 11:Vue sur le pont | 27 |
| Figure 12:Vue sur les bras du gratteur | 28 |
| Figure 13:Vue sur les treuils de levage des bras du gratteur | 30 |
| Figure 14: Vue sur l'enrouleur du câble du gratteur | 32 |
| Figure 15:Vue sur la circulaire de l'enrouleur | 32 |
| Figure 16:Vue sur l'ensemble de translation | 33 |
| Figure 17:Diagramme de PARETO des pannes mécaniques enregistrés sur le gratteur..... | 35 |
| Figure 18:Diagramme de PARETO des pannes mécanique enregistrés sur le gratteur HE2... | 36 |
| Figure 19:Arbre des causes (dégradation des glissières et cisaillement de la chaine) | 37 |
| Figure 20: Résultats de l'AMDEC du gratteur | 61 |
| Figure 21:Les formes de la maintenance | 62 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1:Fiche technique du Groupe OCP | 16 |
| Tableau 2:Caractéristique du grateur et du lieu de stockage..... | 25 |
| Tableau 3:caracteristique technique de rotation de la chaine | 29 |
| Tableau 4:Les caractéristiques technique de levage..... | 31 |
| Tableau 5:Classement des grateurs par nombre de pannes durant les deux dernières années | 34 |
| Tableau 6:Action de réhabilitations du grateur HE2..... | 40 |
| Tableau 7:Cause des modes de défaillance | 44 |
| Tableau 8: Causes possibles des défaillances..... | 45 |
| Tableau 9:l'ensemble des équipements du grateur | 47 |

Table des matières

Table des matières

| | |
|--|----|
| PROJET DE FIN D'ETUDES | 1 |
| Dédicaces | 1 |
| Remerciements..... | 2 |
| Table des matières | 8 |
| INTRODUCTION GENERALE | 12 |
| CHAPITRE I..... | 14 |
| PRESENTATION GENERALE DE L'ENTREPRISE ETCADRE DU PROJET | 14 |
| 1.1 Introduction..... | 14 |
| 1.2 Présentation du cadre de travail | 14 |
| 1.3 Direction du site d'EL JADIDA | 17 |
| 1.4 Présentation du projet : | 21 |
| 1.5 Conclusion | 22 |
| CHAPITRE II | 23 |
| DESCRIPTION DU GRATTEUR | 23 |
| 2.1 Introduction..... | 23 |
| 2.2 Description du gratteur | 23 |
| 2.3 Alimentation des gratteurs : | 24 |
| 2.4.La mise sous tension du gratteur : | 24 |
| 2.5 Choix du mode de marche du gratteur :..... | 24 |
| 2.6Caractéristiques générales des gratteurs | 25 |
| 2.7 les éléments principaux du gratteur | 25 |
| 2.8 Conclusion | 33 |
| CHAPITRE III..... | 34 |
| IDENTIFICATION ET ANALYSE DES PANNES MECANIQUES ENREGISTREES SUR LE GRATTEUR..... | 34 |
| 3.1 Introduction :..... | 34 |
| 3.2 Analyse PARETO :..... | 34 |
| 3.3 Analyse des modes de défaillances..... | 35 |
| 3.4. Plan d'action | 38 |

| | |
|--|----|
| 3.5 Synthèse : | 40 |
| 3.6 Conclusion | 42 |
| CHAPITRE IV | 43 |
| ETUDE AMDEC DU GRATTEUR | 43 |
| 4.1 Introduction | 43 |
| 4.2 Présentation de l'AMDEC | 43 |
| 4.3 Application de l'analyse A.M.D.E.C sur le gratteur | 46 |
| 4.4 Conclusion | 61 |
| CHAPITRE V | 62 |
| PLAN DE MAINTENANCE DU GRATTEUR | 62 |
| 5.1 Introduction | 62 |
| 5.2 Les formes de la maintenance | 62 |
| 5.3 Les gammes de maintenance | 63 |
| 5.4 Le plan de maintenance préventif | 67 |
| 5.5 Conclusion | 78 |
| CONCLUSION GENERALE | 79 |
| BIBLIOGRAPHIE | 80 |
| ANNEXES | 81 |

INTRODUCTION GENERALE

Le projet de fin d'étude, est considéré comme l'un des meilleures occasions qui peuvent lier entre les études théoriques et la pratique, au cours de la formation d'un ingénieur, il lui donne la chance de préciser et d'améliorer ses compétences.

Dans cet esprit on a passé un stage accompagné d'un projet de fin d'étude au sein de l'OCP, ce stage a duré 5 mois et qui a été une occasion pour se familiariser avec le monde professionnel et appliquer ce qu'on a appris tout au long notre cursus universitaire, dans le cadre de notre formation d'ingénieur d'état en génie mécanique.

Dans cette occasion on a été accueilli dans l'entité OIJ/H au sein du groupe OCP du site JORFLASFAR, El Jadida.

L'Office Chérifiens des Phosphates, en raison de sa vision d'occuper en continue la place du leader mondiale dans la production et la commercialisation des engrais, constitue un acteur très important dans ce domaine. Il doit donc, être en mesure d'assurer sa compétitivité à l'égard des autres acteurs mondiaux. Cette dernière peut être garantie par la disponibilité et la qualité des installations de toutes les entités du groupe, et en particulier, celles qui sont névralgiques.

La Direction Infrastructures de Maroc Phosphore JORFLASFAR, représente l'une de ces entités, car il constitue la seule interface de transfert de produits et matières premières, entre les unités de production et les clients et fournisseurs externes. Cette phase est d'une grande complexité puisqu'elle nécessite la disponibilité des moyens internes et l'intervention de plusieurs acteurs externes.

Dans cette perspective, il est indispensable de garantir une disponibilité technique permanente de l'outil d'exploitation, tout en assurant sa performance en termes de fiabilité et de maintenabilité. Cela passera inexorablement par une maîtrise de la maintenance exprimée par l'amélioration de la gestion et de l'adoption d'une politique appropriée basée sur l'anticipation et la prévention.

C'est dans ce contexte que s'inscrit mon projet de fin d'études qui vise à améliorer la disponibilité d'une machine électromécanique dans le circuit engrais, après établir un plan de maintenance efficace aux équipements névralgiques de cette gigantesque machine, l'objectif est d'optimiser les coûts liés à la maintenance qui pénalisent fortement le groupe en termes de productivité, chose intolérable dans un domaine où l'arrêt signifie un manque à gagner.

Pour aborder ce projet, j'ai commencé dans le premier chapitre par présenter le service d'accueil

et définir la problématique, dans le deuxième chapitre j'ai essayé, de décrire toutes les organes de cette machine appelé gratteur, Ensuite classer les équipements selon leurs criticités. Dans le troisième chapitre en utilisant un historique de données qui m'a permis de déterminer les éléments les plus névralgiques. Nous avons choisi comme outils l'arbre des causes ISCIKAWA afin d'établir un plan d'action pour résoudre les problèmes du gratteur HE2 fréquemment posé à savoir la dégradation des glissières des chaines des gratteurs. Pour le quatrième chapitre nous allons faire une étude AMDEC permettant de déterminer les modes de défaillance les plus critiques au niveau de ces équipements critiques.

A la lumière des résultats obtenus nous avons établi dans le cinquième chapitre des plans de maintenance préventif systématiques, après avoir proposé des actions correctives pour les défaillances du gratteur.

CHAPITRE I

PRESENTATION GENERALE DE L'ENTREPRISE ETCADRE DU PROJET

1.1 Introduction

Dans cette partie, je vais présenter le lieux su stage l'OCP,le monopole de l'industrie du phosphate marocain, qui au cours des années s'est accaparé du sommet de l'extraction, de la valorisation et de la commercialisation du phosphate au niveau international.

1.2 Présentation du cadre de travail

2.1 Historique

1920 : Création de l'Office Chérifien des Phosphates.

1921 : Début de l'extraction souterraine du phosphate dans les mines de Khouribga.

1931 : Début de l'extraction souterraine du phosphate dans les mines de Youssoufia.

1965 : Lancement de la plateforme de transformation chimique de Safi « Maroc Chimie ».

1976 : Acquisition partielle par OCP de la société Phosboucraâ à Boucraâ.

1980 : Lancement de la mine de Benguéir.

1984 : Lancement de la plateforme de transformation chimique de Jorf Lasfar.

1998 : Création de plusieurs joint-ventures avec des partenaires internationaux « Emaphos », « Imacid », etc

2008 : Démarrage des chantiers de la première vague du Programme de Transformation Industrielle : Laverie Merah El Ahrach (MEA), Laverie et nouvelle Mine El Halassa, adaptation de la mine de Merah El Ahrach et Daoui, Slurry Pipeline, Maroc Central, Jorf Phosphate Hub.

2013 : Lancement du chantier de la plateforme de processing Safi Phosphate Hub

2016 : L'OCP vient d'inaugurer le 1er février un complexe intégré de fabrication d'engrais dénommé « Africa fertilizer complex" et doté de plusieurs unités. Il est situé sur le site portuaire de JORF LASFAR

2.2 Missions

La mission du groupe OCP est centrée principalement sur la production, la valorisation des phosphates minéraux, la transformation chimique soit sous forme d'acide phosphorique, ou sous forme d'engrais à travers des filiales intégrées et la commercialisation des produits phosphatés et leurs produits dérivés soit vers les marchés internationaux, soit pour le marché national.

2.3 Statut juridique de l'OCP

Le groupe OCP est une entreprise semi-publique sous contrôle de l'état, elle agit avec le même dynamisme et la même souplesse qu'une grande entreprise privée, versant à l'état marocain tous les droits de recherche et d'exploitation des phosphates, et gérée par un directeur et contrôlée par un conseil d'administration présidé par le premier ministre.

Le groupe OCP est inscrit au registre de commerce et soumis sur le plan fiscal aux mêmes obligations que n'importe qu'elle entreprise privée (impôt sur les salaires, sur les bénéfices, taxes sur l'exportation...), et chaque année, le groupe OCP participe au budget de l'état par versement de ses dividendes.

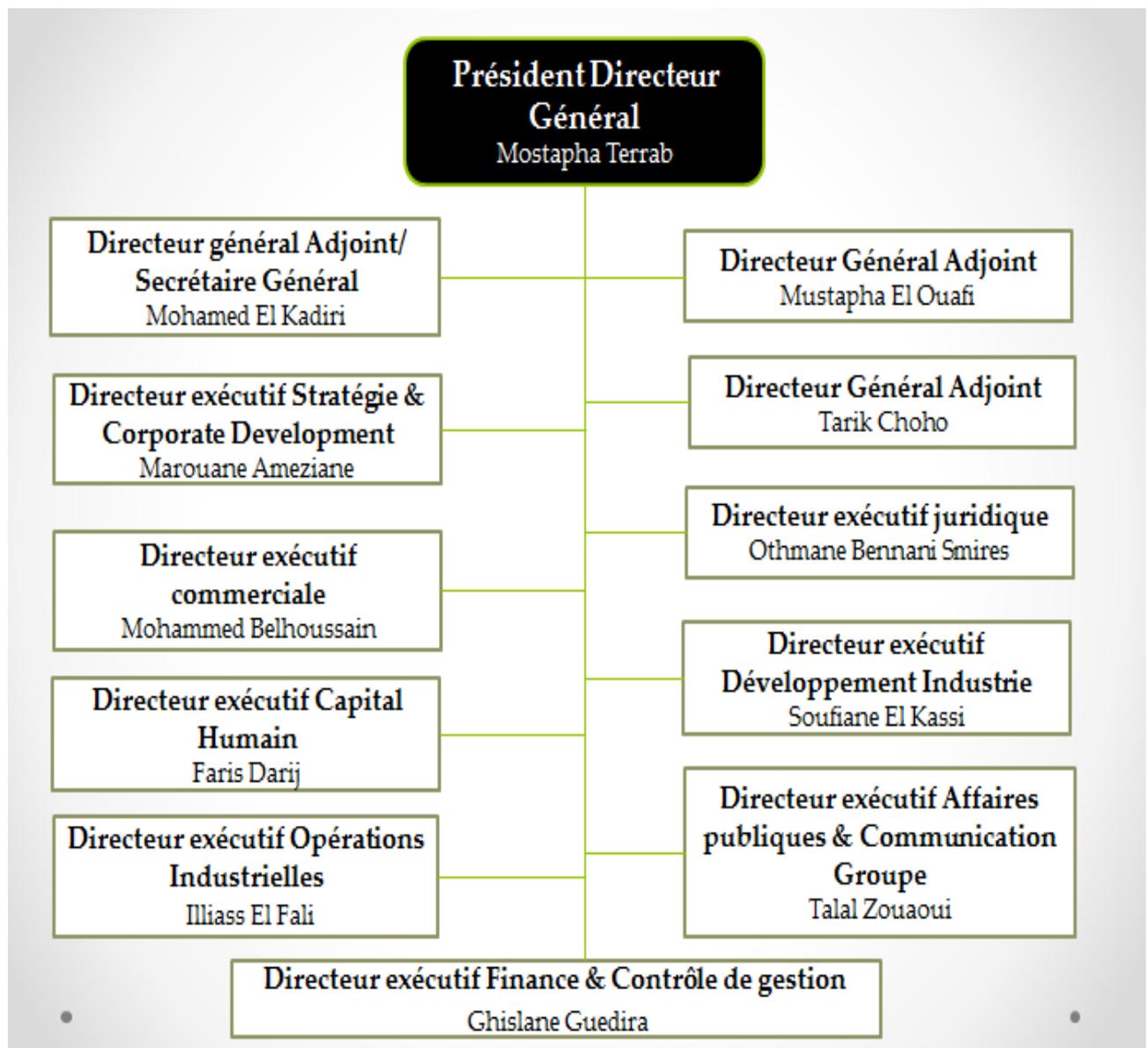


Figure 1: organigramme de l'OCP

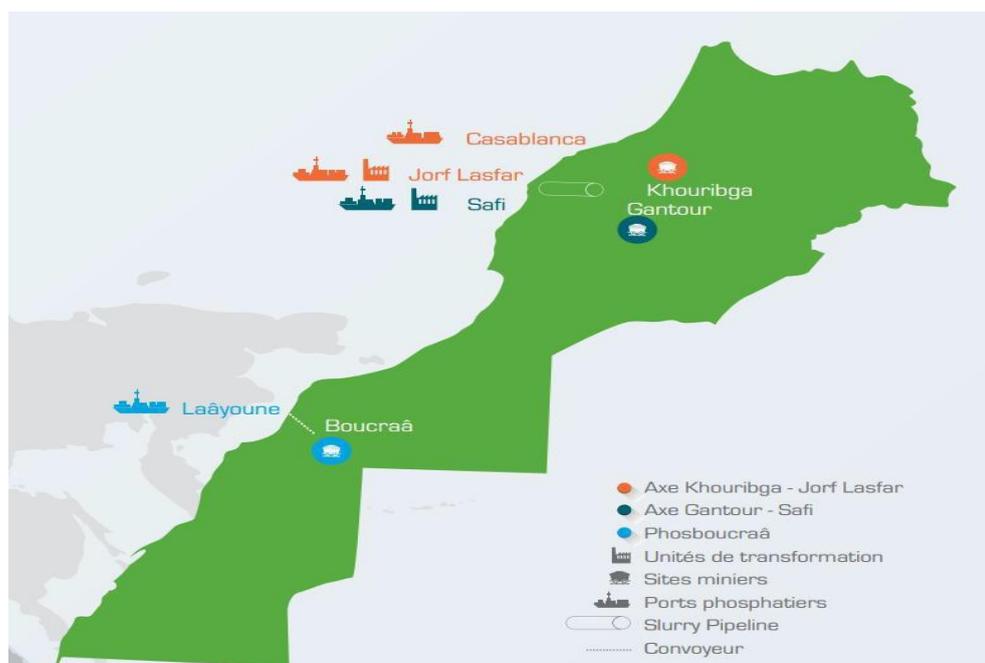


Figure 2: Les principaux gisements ouverts par le groupe OCP

Tableau 1: Fiche technique du Groupe OCP

| | |
|---|---|
| Date de création du Groupe OCP | 1975 |
| Statut juridique | Organisme d'état relevant du droit privé |
| Secteur d'activité | Extraction, valorisation, et commercialisation des phosphates et ses produits dérivés |
| Reserve du phosphate | 3/4 des réserves mondiales |
| Produit commercialisés | Phosphate, acide phosphorique et engrais |
| Effectif | Ingénieurs :830 total :21896 |
| Production total marchande de phosphate | 28 million de tonnes |
| Chiffre d'affaire | 53 milliards de dirhams |

1.3 Direction du site d'EL JADIDA

1.3.1 Pôle industriel d'EL JADIDA (INJ)

Il est parmi les plus grands complexes industriels sur l'Afrique, situé sur le littoral atlantique, à 80km de Casablanca et à 20 km au sud-ouest d'El Jadida, le pôle chimie JORF LASFAR a démarré sa production en 1986. Il s'étend sur une surface de 1700 hectares. Cette unité a permis au Groupe OCP de doubler sa capacité de valorisation du phosphate. Il est subdivisé en plusieurs industries, à savoir :

- ✚ IDE : EMAPHOS.
- ✚ IDI : IMACID.
- ✚ PMP : PAKPHOS Maroc Phosphore.
- ✚ BMP : BUNGE Maroc Phosphore.

1.3.2 Présentation de la division infrastructures (INJ)

1 Présentation

La Division Infrastructures de la direction MAROC PHOSPHORE fait partie de la direction Pôle Chimie JORF LASFAR. Ses principales activités sont :

- ✚ Déchargement, stockage et transfert des matières premières (soufre solide, liquide, phosphate et ammoniac) ainsi que le chargement des :
- ✚ Produits finis : Engrais (DAP, DSP, ASP, NPK, MAP) Acide phosphoriques 54% (Qualités Maroc-Phosphore et IMACID) Acide Phosphorique purifié et clarifié)
- ✚ Produits semi finis :
Soufre liquide
Energie
- ✚ Maintenance mécanique, électrique, régulation, Etude et Amélioration technique des installations

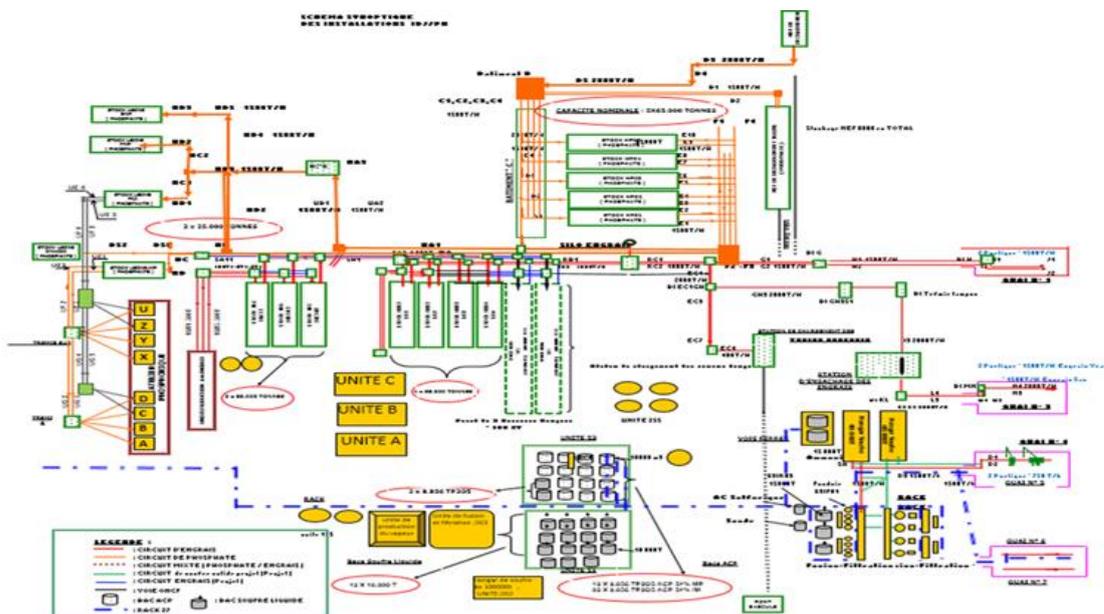


Figure 3: Schéma synoptique de l'installation

2 Mission de la division

L'activité d'INJ est de décharger, stocker, traiter et transférer les matières premières (soufre solide et liquide, phosphate, ammoniac, acide sulfurique et la soude caustique) qui sont nécessaires pour alimenter les différentes unités de l'ensemble industriel de Jorf Lasfar.

Aussi, le chargement des produits finis (acide phosphorique 54%, acide phosphorique purifié et les engrais) et semi fini (le phosphate pour les destinations externes). Réception des matières premières importées en assurant leur déchargement, stockage et transfert vers l'usine (tel que : soufre solide, liquide, l'ammoniac, soude caustique). Réception des différentes qualités de phosphates provenant de Khouribga par trains en assurant leur déchargement et stockage et transfert soit à l'usine soit à l'export.

3 Les composants et secteurs d'activité de l'entité infrastructures

A Exploitation port

Déchargement du soufre solide

Le secteur de déchargement de soufre solide est composé de :

- Deux portiques de capacité unitaire 750T/H
- D'un hangar de stockage de capacité 40.000t
- D'un gratteur et d'un ensemble de convoyeurs de manipulation du produit.

Sa principale activité est le déchargement, le stockage et la reprise du soufre solide vers la fusion de soufre. Le quai n°5 est réservé pour le déchargement soufre liquide et la soude caustique.

L'atelier de fusion filtration

Cet atelier est composé de :

- 8 fondoirs pour la fusion du soufre de capacité unitaire 67.5t/h.
- 16 filtres pour filtration du soufre.
- 3 bacs de stockages du soufre produit de capacité 15.000 tonnes/Bac
- Un ensemble de tuyauteries et de pompes.
- Une chaudière de secours de 32 t/h pour la production de la vapeur moyenne pression en cas de besoin.
- 1 bac de stockage de la soude caustique liquide.
- 1 bac de stockage de l'acide sulfurique.

Stockage de l'ammoniac

Le stockage de l'ammoniac est composé de :

- 2 bacs de stockage d'ammoniac de capacité unitaire 15.000t
- 2 réchauffeurs d'ammoniac utilisés pour porter la température de l'ammoniac à 5°C pour son transfert vers l'usine.
- Motopompes pour le transfert d'ammoniac à l'usine et le conditionnement de la conduite de déchargement.
- Des compresseurs d'ammoniac pour garder la température de stockage à -33°C.

Quais n°1 et 2

Le quai n° 1 est doté de deux portiques de capacité nominale 1200 t/h et d'un ensemble de convoyeurs de manutention. Sa mission est l'export des engrais et des phosphates. Le quai n° 2 est doté de deux portiques mixtes pour le chargement des engrais en vrac ou ensaché.

Le quai n° 4

Est doté de deux portiques de déchargement de soufre solide

Le quai n°5

Est destiné pour le déchargement de soufre liquide.

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 l'acide sulfurique. Il est doté de 6 bras dont trois réservés pour l'acide phosphorique 54% et les trois pour l'ammoniac, l'acide sulfurique et l'acide purifié.

B Stockage principal

Stockage principale de soufre liquide

Composé de 12 bacs de capacité unitaire 18.000t et 4 pompes de débit unitaire 250t/h.

Cet atelier est destiné à alimenter les ateliers sulfuriques et IMACID en soufre liquide.

Stockage principale de l'acide phosphorique

Il est composé de 16 bacs de capacité 10.000m³ chacun. 12 bacs sont réservés à la production de Maroc PHOSPHORE, 2 bacs IMACID et 2 bacs pour l'acide purifié d'EMAPHOS.

Stockage des engrais

Cet ensemble est composé de 9 hangars de stockage, dont 7 de capacité unitaire 60.000 t, et 2 hangars de capacité 100000t, et chaque hangar est équipé d'un gratteur pour la reprise des engrais. Ainsi, d'un atelier de criblage se trouve en amont du circuit de l'export des engrais, d'une station de chargement des trains et une station de chargement des camions pour le marché local.

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

Stockage et manutention des phosphates

Ce secteur est composé de deux nef de déchargement des trains de capacité 10.000 t, 5 hangars de stockages principaux de capacité unitaire 65000 t, un hangar de stockage tampon de capacité 25.000 t de phosphate Maroc PHOSPHORE, un hangar de stockage tampon de capacité 25.000t de phosphate IMACID, et d'un ensemble de convoyeurs de manutention pour le déchargement et la réception des phosphates.

C Description Circuit Engrais

L'OCP dans le cadre de la valorisation de phosphate sur le site de production JORF LASFAR possède deux lignes de production d'engrais. et vue de la sensibilité d'engrais à l'humidité, c'est pour cela qu'on le stock dans des hangars étanchés capables de stocker la quantité suffisante et de garder le produit en bonne état.

Le stockage des engrais se fait sur 9 hangars : à la **18A**, **18B** et **18C** (l'ancienne ligne de production) selon sa qualité, et pour son refroidissement, après il sera transférer par des convoyeurs de reprises **RAA**, **RAB** et **RAC**, dans les hangars **HE1,2,3,4,5,6** ; on ne peut faire la reprise que d'un seul hangar dans le même temps ; ou bien charger directement dans les navires.

Le convoyeur de reprise choisi le transfert d'engrais vers un autre convoyeur SA1, qui va transporter l'engrais soit vers un hangar choisi (HE1, HE2, HE3, HE4, HE5 ou HE6), selon sa qualité, Ce choix se fait par système d'aiguillage qui est un volet mobile à deux positions commandées par vérin. L'engrais versé dans **RB1** ou **RB2** va être criblé puis transférer vers le

Projet de Fin d'Etudes

port pour alimenter le marché international ou vers une station de chargement des camions ou vers une station de chargement des trains pour le marché national.

Les sept hangars **18A, B, C** et **HE1,2,3,4** sont identiques et chacun à une capacité de **60 000 T**, ils ont une construction en béton armé dont la forme du toit est ovale.

Les deux nouveaux hangar **HE5** et **HE6** sont de capacité **100000T**. Chaque hangar est alimenté en produit par un convoyeur à bande de largeur : 1200 mm, ce convoyeur est positionné à une hauteur de 10m pour assurer le maximum de stockage :

- ✚ Un chariot verseur qui donne la possibilité au produit d'être stocké sur tous les points du hangar.

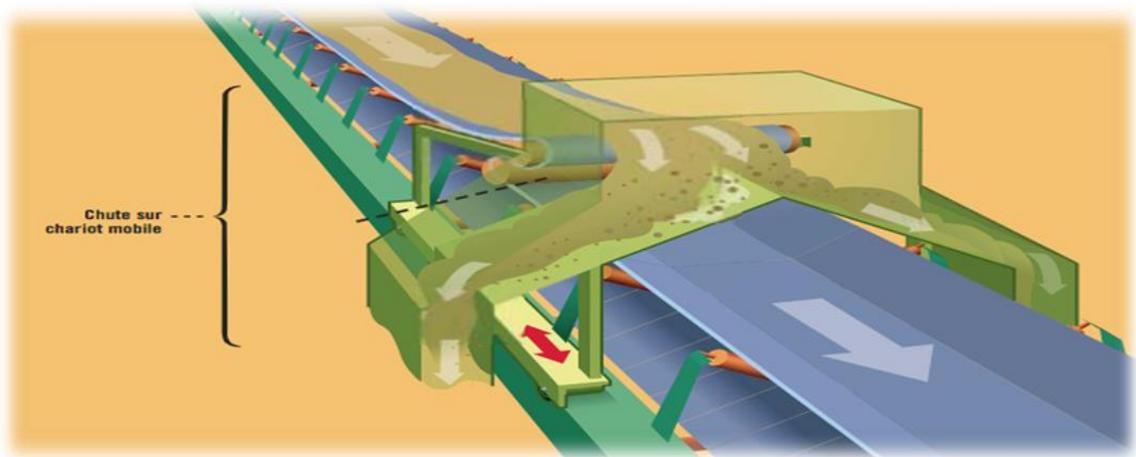


Figure 4: Schématisation de chute sur chariot mobile



Figure 5: Image réelle de chute sur chariot mobile

- ✚ Un grappeur pour déstocker le produit sur un convoyeur placé à la jetée des chaînes primaires pour le transférer.



Figure 6: Vue sur le grappeur du hangar HE6

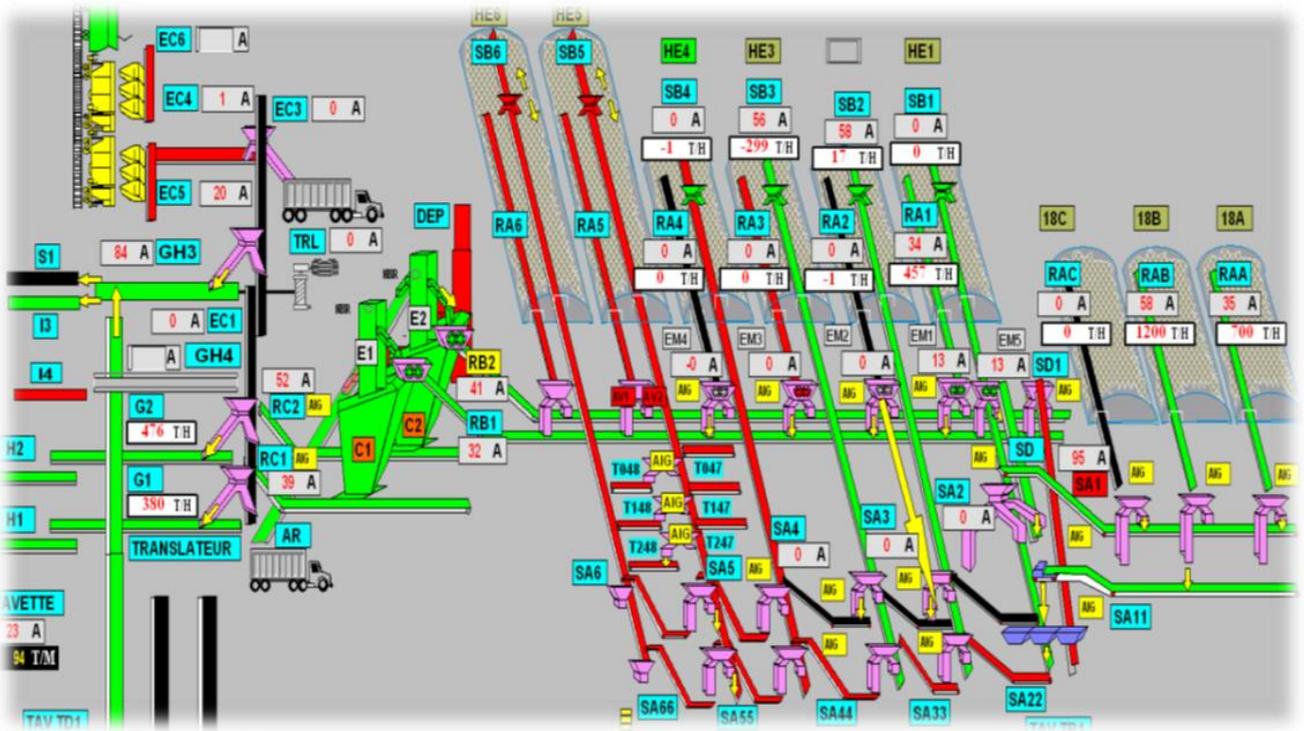


Figure 7: Vue générale de l'installation de maintenance d'engrais

1.4 Présentation du projet :

Pour garantir le bon fonctionnement des grappeurs au sein des hangars de stockage d'engrais. Les responsables d'atelier de maintenance au sein de l'entité OIJ/H cherchent toujours à minimiser les coûts de maintenance en réduisant la consommation des pièces de rechange et éviter les arrêts brusque et inattendus de cette machine. Dans ce sens, et sous une vision durable et compétitive, s'inscrit notre projet de fin d'étude qui consiste à faire l'états des lieux des hangars de stockage d'engrais, et puis comprendre le rôle des grappeurs dans le processus d'exploitation des engrais. Pour se faire on va faire les taches suivantes :

- ❖ Description détaillée de tous les équipements du gratteur.
- ✓ Principe de fonctionnement des gratteurs et principaux constituants de cette machine.
- ✓ Analyse Pareto des arrêts enregistrés sur les 9 gratteurs et puis analyse Pareto pour Déterminer les défaillances les plus fréquentes.
- ✓ Méthodes d'analyse des causes racines des défaillance Ishikawa et résolution des problèmes Fréquemment apparus sur le gratteur critique HE2.
- ❖ Effectuer une analyse AMDEC pour les gratteurs.
- ✓ L'application de l'analyse A.M.D.E.C.
- ✓ Elaboration d'un plan de maintenance du gratteur suite d'une gamme de maintenance.

1.5 Conclusion

Dans ce chapitre on a fait une présentation générale du service d'accueil et les activités abordé par ce service. et on a aussi dévoilé le cadre de notre projet de fin d'études en déterminant les taches à réaliser. Dans le chapitre suivant nous allons faire une description détaillée du gratteur de reprise d'engrais au sein des hangar de stockage. Et son rôle s l'usage d'engrais au sein de l'entité infrastructure.

CHAPITRE II

DESCRIPTION DU GRATTEUR

2.1 Introduction

Après un éclaircissement et l'explication de la problématique et après avoir déterminé les objectifs à atteindre au terme de ce projet. Il serait peut-être convenable de consacrer ce chapitre à la présentation de cette machine (gratteur) pour comprendre le principe de son fonctionnement et les principaux sous-ensembles de cette machine gigantesque qui constitue le cœur de mon projet de fin d'études.



Figure 8: Vue sur le gratteur du hangar HE5

2.2 Description du gratteur

Est une machine électromécanique, composée de trois bras et chaque bras supporte une chaîne tournante, qui racle l'engrais, sa fonction principale est le chargement d'engrais du hangar vers le convoyeur de reprise pour alimenter des navires pour le marché international, des camions et des trains pour le marché national. Lorsqu'un navire regagne le quai dans le port on donne l'ordre pour commencer le chargement d'engrais, le gratteur est un équipement

névralgique dans la chaîne d'exploitation des engrais.

2.3 Alimentation des gratteurs :

Les quatre gratteurs des hangars HE1, HE2, HE3 et HE4, (nouvelle ligne de production) sont alimentés par le poste électrique PE1, ceux des hangars HE5 et HE6 sont alimentés par le poste PE1 bis, cependant les gratteurs des hangars 18A, 18B, 18C (ancienne ligne de production) sont alimentés à leur rôle à travers le poste électrique PE2. Le gratteur 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 gratteur 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 gratteur appelée enrouleur de câble.

2.4 La mise sous tension du gratteur :

Une salle de commande PE1, ou existe le responsable de la mise en marche du circuit de chargement appel le grutier et il lui demande de se préparer et de préparer le gratteur, ensuite il met en marche les convoyeurs qui asservissent le gratteur et donne la marche locale du gratteur afin que ce dernier soit autonome et indépendant. Le grutier met le gratteur 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 ».

2.5 Choix du mode de marche du gratteur :

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 :

| Marche automatique | Marche locale | Translation à Grande vitesse | Correction de déhanchement |
|---|---|---|---|
| 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. | 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. | 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. | Pour corriger un déhanchement éventuel ayant causé l'arrêt du gratteur l'opérateur doit utiliser ce mode de marche. |

2.6 Caractéristiques générales des grateurs

Le tableau suivant résume les caractéristiques des grateur installés dans les hangars de stockage d'engrais.

Tableau 2:Caractéristique du grateur et du lieu de stockage

| Caractéristiques générales | | |
|----------------------------|---|----------------|
| Débit nominal | HE1à4 et 18ABC | HE5 et HE6 |
| | | 1000t/h |
| Produit | Produits manutentionnés engrais granulé (TSP, ASP, DAP) | |
| Humidité | De 1 à 4.5 % | |
| Granulométrie | De 1 à 6 mm | |
| Température | De -5 à 50 | |
| Angle de talus | 30° | |
| PH | De 3.4 à 7 | |
| Altitude | 0 | |

2.7 les éléments principaux du grateur

Sur la figure suivante montre tous les sous-ensembles du grateur, après on définira en détails chaque organe de ces composantes

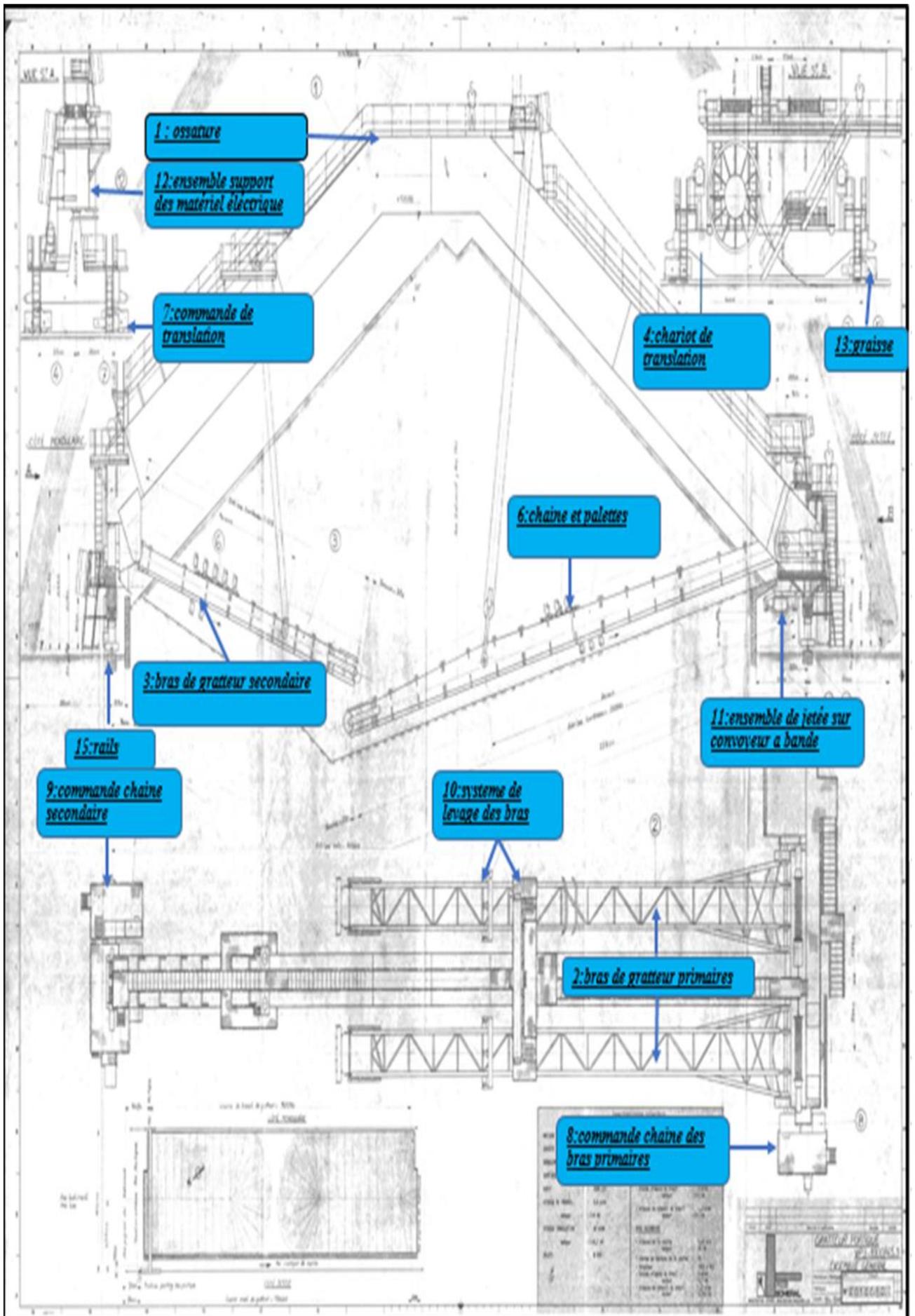


Figure 9: Les éléments principaux du grateur

2.7.1 Ossature

Appelé aussi (portique et accès) le portique comporte 2 poutres principales : Les arbres de commande chaînes primaires et secondaire sont logés à la partie inférieure des poutres, un escalier situé sur la charpente du portique permet l'accès aux supports de poulies, et de passer d'un côté de la machine à l'autre. Un ensemble de plateformes et d'échelles sur les chariots coté jetée et coté pied facilitent l'accès au treuil de levage des bras. L'accès à la cabine de conduite se fait par un escalier. Aussi l'Otassure supporte les deux chariots :

Le chariot principal supporte une cabine de commande qui contient : un pupitre de commande, et une armoire électrique où est implanté 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 ; des bloque de résistance, ...et en plus il fait l'articulation de deux bras primaires.

Le chariot secondaire est plus petit que le premier chariot mais il assure la même fonction, il supporte aussi les moteurs, des coupleurs, des réducteurs et des galets, la translation est bien sur un axe qui sert d'articulation pour le bras secondaire.



Figure 10: Vue sur le chariot principal



Figure 11: Vue sur le pont

2.7.2 Les bras du grateur :

Le grateur possède 3 bras deux en primaire, sont les éléments principaux qui assurent la fonction principale de cette machine, ils raclent l'engrais sur le convoyeur à bande pour assurer le chargement des navires et des camions dans le port, et le bras en secondaire racle l'engrais vers les deux bras en primaire.



Figure 12: Vue sur les bras du grateur

2.7.3 Chariot de translation :

Les chariots sont constitués de tôles soudées en caisson. Le chariot coté jetée est soudé au portique coté pendulaire, le portique repose sur le chariot par l'intermédiaire d'une rotule. Sur chaque chariot, sont montés les équipements suivants :

- 1 bogie équipé de :2 galets moteurs avec roulements à rotule a 2 rangées de rouleaux, et avec une couronne dentée.
- 1 bogie équipé de : 2 galets fous avec roulements à rotule avec 2 rangées de rouleaux,
- 2 dispositifs de nettoyage du rail, un à chaque extrémité des chariots.
- 2 butoirs, un à chaque extrémité des chariots.

Sur chaque bogie coté jetée sont montés 3 galets de réaction horizontaux montés sur roulement. Ces galets sont placés de part à l'autre de la tête du rail (2 à l'extérieur du grateur et 1 à l'intérieur).

2.7.4 La chaîne

Les chaînes sont du type à galet. Les galets en acier au carbone subissent une trempe haute fréquence sur le diamètre extérieur et dans l'alésage. Les douilles en acier allié sont cémentées, trempées. Les axes en acier allié sont cémentés, trempés. Les maillons intérieurs et extérieurs en acier au carbone sont traités dans la masse

2.7.5 Palettes

Les palettes de forme incurvée sont munies de plats d'usure interchangeables sur lesquels sont soudées les dents.

2.7.6 Commande chaine des bras

Chaque bras primaire est équipé d'une commande de chaine propre. L'arbre de commande monté sur palier muni de roulements à rotule, porte 2 tourteaux dont les 8 dents entraînent la chaine de grattage. Sur la partie débouchant de l'arbre de commande est monté un réducteur a arbre creux. Le groupe de commande se compose de :

- Moteur électrique a cage
- Coupleur hydraulique
- Réducteur à arbre creux l'ensemble du groupe de commande est monté sur un châssis flottant avec supports ANTIVIBRATOIRES.

Tableau 3:caracteristique technique de rotation de la chaine

| Bras de grattage | Primaire | Secondaire |
|---|----------|------------|
| Nombre | 2 | 1 |
| Entre axe tourteaux | 28.98 m | 14.8 m |
| Pas de la chaine | 315 mm | 315mm |
| Charge maximale de rupture de la chaine | 85 T | 85 T |
| Largeur de palette | 1800mm | 1400mm |
| Hauteur de palette | 300mm | 400mm |
| Pas de palette | 630mm | 630mm |
| Vitesse de la chaine | 0.67m/s | 0.67m/s |
| Puissance installé | 110kw | 55kw |

2.7.7 Système de levage des bras

Pour chaque bras primaire : il y a un palan à 2 vitesses, a un câble fixé à la partie inférieure du portique.

- Un mouflage a 6 brins avec les poulies de renvoi. 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
- Un palonnier articulé au bras pour le bras secondaire
- Un palan à 2 vitesses, a 2 câbles fixé à la partie inférieure du portique
- Un mouflage a 4 brins pour chaque câble avec les poulies de renvoi.

Les images suivantes montrent les treuils de levage installés sur les gratteur HE4 et HE6 qui possèdent des guides câble comme illustré sur la figure, et des capteurs de fin de course pour les deux positions :

Position haute : le capteur de position donne l'ordre au frein pour bloquer le câble sur place car si cette position est dépassée, le bras du gratteur va toucher l'Otassure ce qui peut causer une catastrophe.

Position basse : cette position en cas de descente du bras s'elle est dépassés les bras risquent d'être prolonger dans le sol du hangar.



Figure 13: Vue sur les treuils de levage des bras du gratteur

La position des guides câbles sur le treuil de levage des bras du gratteur

Tableau 4: Les caractéristiques technique de levage

| Treuil de levage | | Primaire | Secondaire |
|-------------------------------------|-----------------------|------------------|-------------------|
| Force de levage | | 3782 kg | 2*1454 kg |
| Longueur de levage du treuil | | 88.8m | 75.3m |
| Vitesses de levage du treuil | Petite vitesse | 1.2 m/mn | 1.2 m/mn |
| | Grande vitesse | 8 m/mn | 8 m/mn |
| Diamètre du câble | | 22 mm | 14 mm |
| Angle limite de levage | | +35°/-12° | +35°/-12° |
| Puissance de treuil | Petite vitesse | 2*1kW | 0.785kW |
| | Grande vitesse | 2*6kW | 4.7kW |
| Mouflage au bras | | 6 | 4 et 4 |

2.7.8 Centrale hydraulique et circuit de lubrification

Cette centrale, destinée à la lubrification des chaînes, est équipée d'un groupe électropompe comportant une pompe à engrenages simple corps. L'huile aspirée par la pompe est refoulée dans le circuit à travers une jonction à 4 départs.

La centrale de graissage est constituée de'un réservoir d'une capacité utile de 200 litres pour le (bougie A) et 100litres pour le (bougie B) Pompe type à engrenage pour un débit de 1500 cm³ /mn, un accouplement et un moteur électrique à bride de fixation et trous taraudés La pression dépend de l'importance de l'installation, de la vitesse d'entraînement et de la viscosité de l'huile. Elle est réglable au moyen d'un by-pass monté en dérivation à la sortie de la pompe.

La filtration de l'huile sera assurée par la crépine d'aspiration. Finesse de filtration de 125 microns.

2.7.9 Ensemble de jetée sur convoyeur

La goulotte de jetée munie de rives de guidage, guide le produit amené par les palettes sur convoyeur a bande, deux paires d'écrans réglables dirigent le jet.

Un châssis, sur lequel sont montés des rouleaux amortisseurs suffisamment rapprochés, amortit la chute du produit et augmente ainsi la longévité de la bande.

2.7.10 L'enrouleur :

L'enrouleur de câble est une roue tournante, avec un axe solidaire avec le support du chariot principal du grateur. En général l'enrouleur de câble assure la protection du câble qui alimentant le grateur, le câble du grateur est spécial car il contient tous les conducteurs de puissance, de commande, car le grateur 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 couplés à un seul sens de rotation équipé par deux accouplements magnétiques. Si le grateur 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 grateur 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 grateur attaque d'abord un organe appelé : Circulaire. Le rôle de la circulaire c'est d'établir la liaison entre le câble est le poste de commande du grateur. Le câble de l'alimentation attaque en premier lieu les balais, qui frottent sur des bagues, aux mêmes bagues des autre balais assurent la liaison avec un autre câble identique qui attaque l'armoire électrique, existante dans la salle de commande du grateur. Les câbles de puissance attaquent un disjoncteur, puis après ils attaquent des jeux de barres pour assurer l'alimentation.



Figure 14: Vue sur l'enrouleur du câble du grateur



Figure 15: Vue sur la circulaire de l'enrouleur

2.7.11 Système de translation

Pour les gratteurs HE1à4 et 18A, B, C, la translation s'effectue grâce à deux moteurs à variateurs vitesse, sont installés sur la diagonale, un sur le chariot principal (en avant) et l'autre sur le chariot secondaire (en arrière) afin que les deux chariots se déplacent simultanément sinon il va y avoir un déhanchement. Pour qu'il n'ait pas un appel de courant lors de démarrage ainsi qu'un mouvement brusque, les moteurs de la translation sont alimentés par élimination des résistances rotorique. Pour les gratteurs HE5 et HE6 la translation s'effectue grâce à 4 bogies de translation, deux en primaire et deux autres en secondaire.



Figure 16: Vue sur l'ensemble de translation

2.8 Conclusion

Nous avons consacré ce chapitre pour définir le rôle et le principe de fonctionnement de chaque équipement du gratteur, qui représente une grande partie dans mon projet de fin d'études et un moyen très important de chargement d'engrais avec un débit variable et important. En fait c'est un pilier très important dans l'exploitation des engrais. C'est pour cette raison qu'il faut garder cette machine en bonne état de fonctionnement pour éviter les arrêts qui peuvent apparaître lors d'une panne au niveau de l'une de ces équipements. Le chapitre suivant portera sur l'identification et l'analyse les pannes enregistrées sur les gratteurs et leur traitement.

CHAPITRE III

IDENTIFICATION ET ANALYSE DES PANNES MECANIQUES ENREGISTREES SUR LE GRATTEUR

3.1 Introduction :

Dans ce chapitre on va commencer par la détermination des gratteurs qui tombent fréquemment en pannes à l'aide d'une analyse PARETO appliqués sur les 9 gratteurs, ensuite on va faire une analyse des pannes critiques pour savoir diminuer ou éliminer ces causes.

3.2 Analyse PARETO :

But : Le diagramme de PARETO permet de visualiser l'importance relative des différentes parties ou catégories d'un ensemble précédemment analysé et chiffré sous la forme d'un classement et d'une hiérarchisation.

Quand : Chaque fois que l'on souhaite orienter une décision concernant le choix de problèmes, de causes, de solutions...

Comment : le diagramme de PARETO est un graphique à colonnes amélioré.

Pour faire ce graphique il faut tout d'abord disposer d'une analyse chiffrée concernant la fréquence des pannes, la fréquence en %, et la fréquence cumulée.

Faire un tableau à double entrée, Le tableau suivant représente le nombre des pannes mécaniques enregistrés sur les 9 gratteurs au court des années 2016 et début de 2017 :

Tableau 5:Classement des gratteurs par nombre de pannes durant les deux dernières années

| PANNES | FREQUENCE | % FREQUENCE | %cumulé |
|---------|-----------|-------------|---------|
| HE2 | 19 | 29% | 29% |
| HE6 | 12 | 18% | 48% |
| 18B | 9 | 14% | 62% |
| HE5 | 8 | 12% | 74% |
| 18C | 6 | 9% | 83% |
| HE1 | 4 | 6% | 89% |
| HE3 | 3 | 5% | 94% |
| 18A | 2 | 3% | 97% |
| HE4 | 2 | 3% | 100% |
| Total : | 65 | 100% | |

Nous avons mené une analyse Pareto sur l'ensemble des arrêts subis, à cause des anomalies mécaniques au niveau des 9 gratteurs (18 A/B/C, HE1/2/3/4/5/6). Ce qui nous a donné le diagramme suivant :

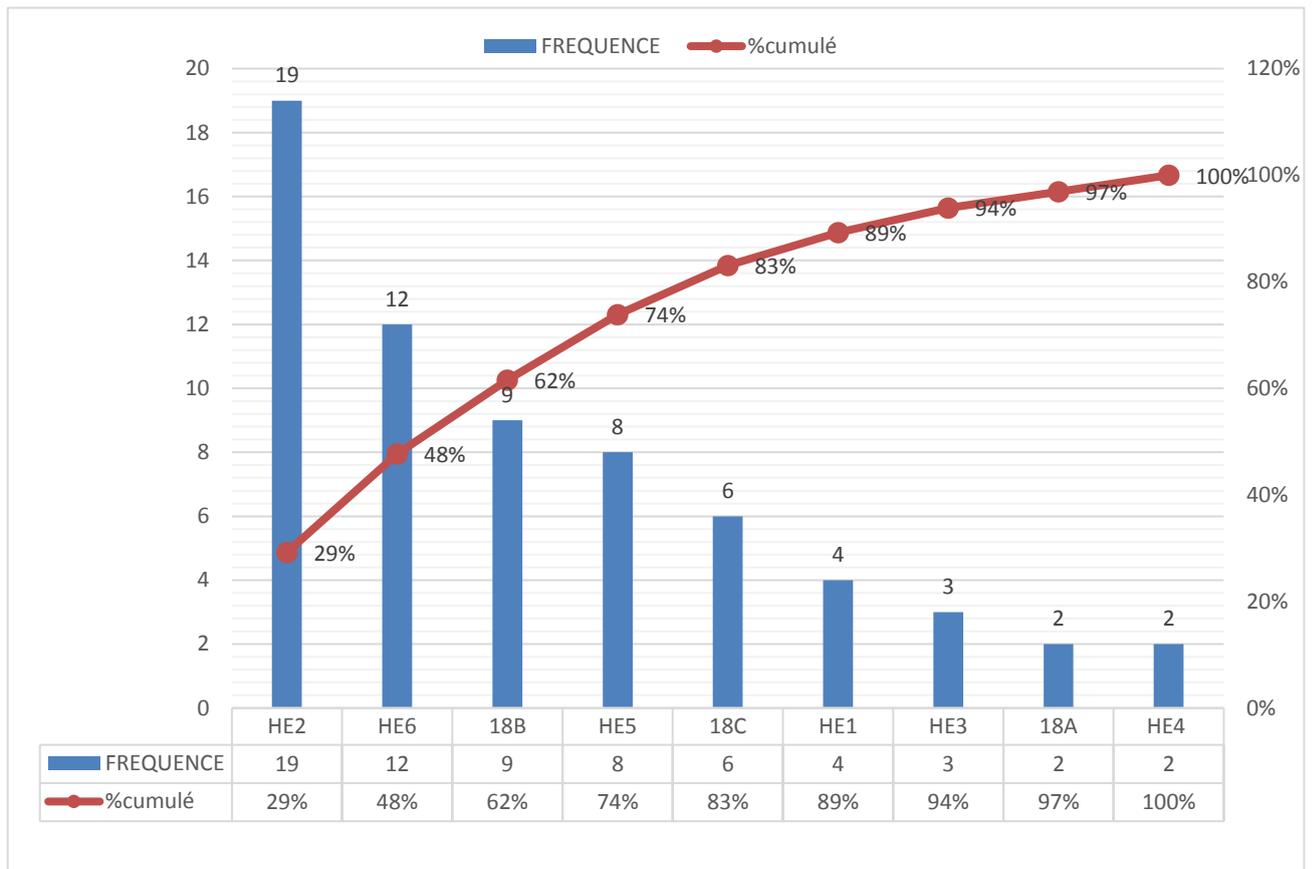


Figure 17: Diagramme de PARETO des pannes mécaniques enregistrés sur le gratteur

Le diagramme ci-dessous montre que seul le HE2 constitue 30% des pannes enregistrés, ce qui nous a menés vers une analyse des modes de défaillances de ce gratteur,

3.3 Analyse des modes de défaillances

Afin d'établir cette analyse, nous avons dû faire un scanning de l'ensemble des défaillances fonctionnelles qui handicapaient la marche normale du gratteur, ainsi que leurs fréquences selon l'historique.

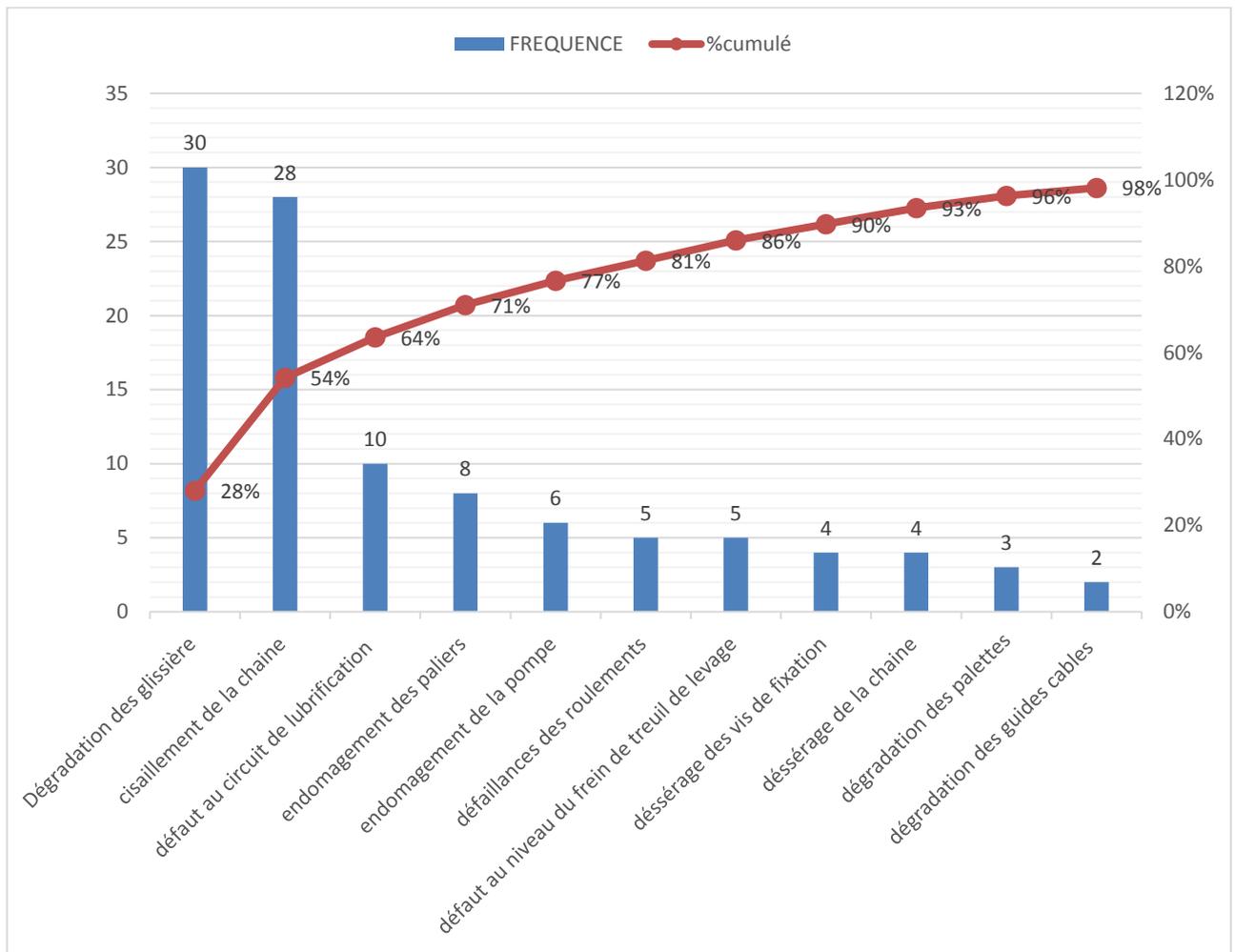


Figure 18:Diagramme de PARETO des pannes mécanique enregistrés sur le gratteur HE2

En analysant les défaillances ayant causés des arrêts sur les gratteurs et par suite arrêt de l'exploitation des engrais, nous constatons que les modes de défaillances les plus fréquents sont :

- Dégradation des glissières
- Cisaillement de la chaîne

Pour déterminer les causes de ces défaillances on a utilisé diagramme cause- effet Ishikawa

Chapitre 3 : Identification et Analyse des pannes mécaniques enregistrées sur les gratteurs

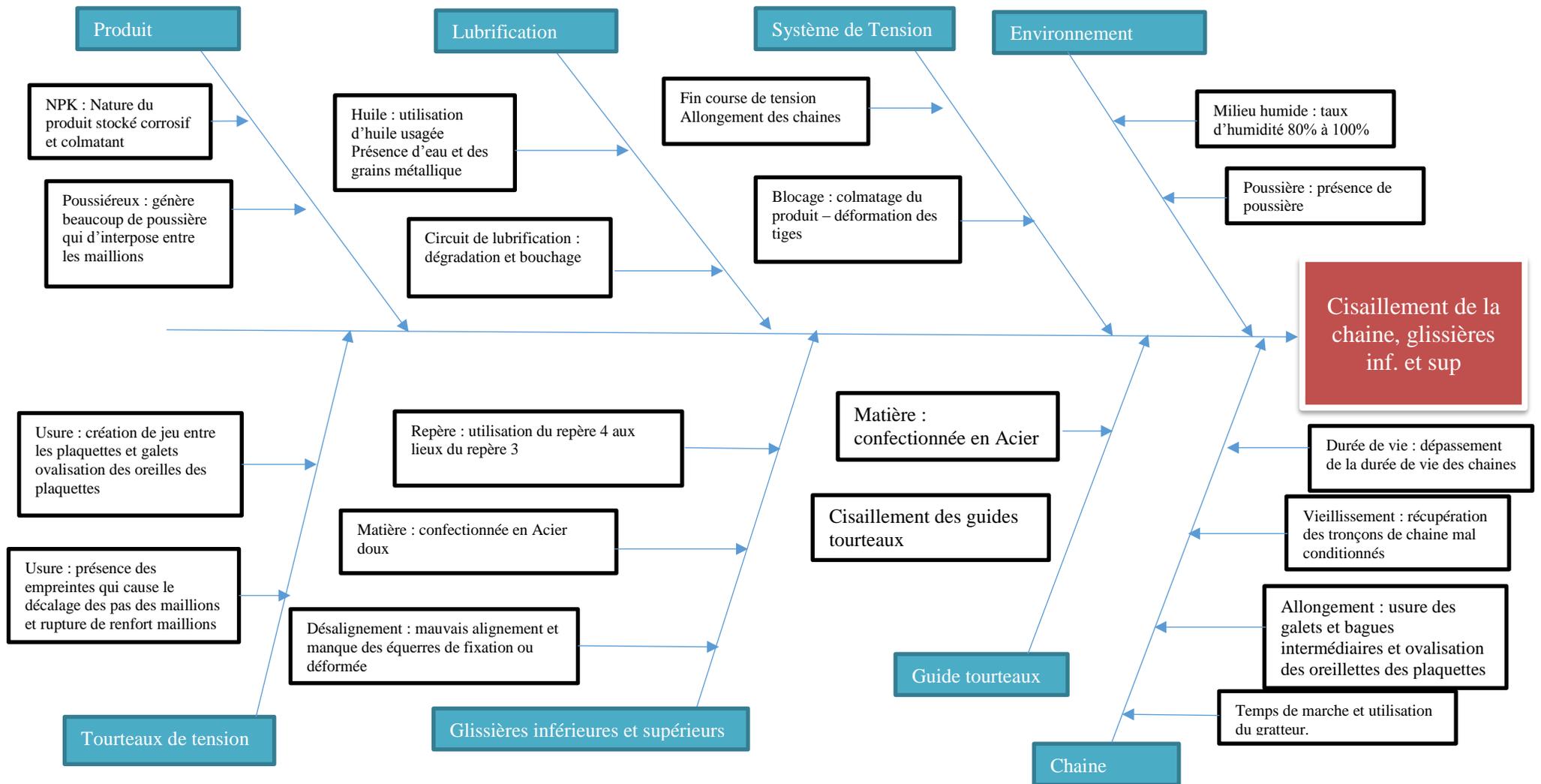


Figure 19: Arbre des causes (dégradation des glissières et cisaillement de la chaîne)

3.4. Plan d'action

Donc d'après cette analyse on a soulevé les causes racines de dégradations des glissières et de la chaîne du gratteur HE2, et pour assurer la continuité des différentes solutions mis en place, on a proposé un plan d'action urgent pour assurer le bon fonctionnement de ce gratteur.

Les anomalies décelées sur chantier en arrêt et en marche de l'installation ont été classées A, B et C selon leurs criticité, à savoir que :

| |
|---|
| A= SECURITE/CAUSE L'ARRET DE L'ACTIVITE |
| B= EN DEGRADATION EVOLUTIVE |
| C= PEUT ETRE TRAITE EN PREVENTIVE |

3.4.1 Système de translation

| | |
|--|---|
| Entretien et graissage des galets de translation et réaction | B |
| Vidange de réducteur | B |
| Nettoyage des rails | B |

3.4.2 Têtes motrices de translation

| | |
|---|---|
| Sablage et peinture du moteur- réducteurs bras primaire et secondaire | B |
|---|---|

3.4.3 Portique et charpente

| | |
|---|---|
| Sablage et peinture du portique | B |
| Sablage et peinture des ossatures des bras primaire et secondaire | B |

3.4.4 Système de levage et grattage

| | |
|---|---|
| Changement du treuil de levage chaîne P1 | B |
| Changement des chaînes bras primaire P1 et P2 | A |
| Changement tourteau de tension chaîne primaire P1 | A |
| Changement des roulements tourteau de tension | A |
| Remise à zéro du système de tension | A |

| | |
|---|---|
| Changement des guides tourteaux | A |
| Changement des glissières de guidage supérieur | A |
| Changement des équerres de guides chaînes supérieur | A |
| Changement des équerres support des glissières inférieur | A |
| Renforcement de glissières supérieures | A |
| Changement des visseries fixation des palettes | A |
| Changement des visseries de fixation des équerres inférieurs | A |
| Resserrage des palettes chaîne secondaire | A |
| Changement des glissières d'usure chaîne secondaire | A |
| Alignement des glissières inférieurs | A |
| Démontage et remontage des glissières inférieur pour alignement | A |
| Changement d'une équerre chaise | A |
| Changement des roulements poulies de renvois des chaînes | A |
| Changement du central hydraulique | A |
| Changement de circuit de lubrification | A |
| Vidange des réductrices rotations chaînes | C |

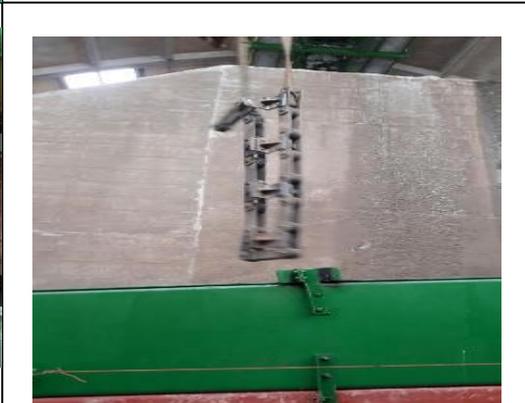
Après avoir déterminé et classifié les anomalies décelées sur chantier, en marche et en arrêt du gratteur, le service de maintenance a réagi sur ces anomalies.

3.5 Synthèse :

Voilà l'état après réhabilitation

Tableau 6: Action de réhabilitations du gratteur HE2

| Système | Avant | Après |
|------------------------|--|--|
| Système de translation |  |  |
| Chaines et accessoire |    |   |

| | | |
|---|---|---|
| <p>Centrale hydraulique et circuit de lubrification</p> |  |  |
| <p>Glissières et équerres</p> |  |  |
| |  |  |
| |  |  |

| | | |
|--------------------------------|---|--|
| <p>Tourteau et palettes</p> |  |  |
| <p>Treuil de levage chaîne</p> |  |  |

3.6 Conclusion

Après l'application des actions correctives au gratteur HE2, on va faire une étude AMDEC. Cette méthode est utilisée pour identifier les défaillances potentielles sur les équipements soit existantes ou en cours de développement pour les éliminer, et anticiper des écarts de performance, de sécurité, et de qualité etc.

CHAPITRE IV

ETUDE AMDEC DU GRATTEUR

4.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons suivre une démarche structurée pour la recherche des modes de défaillance d'un des équipements les plus critiques issues de l'étude réalisée dans le chapitre précédent. Cette démarche sera la méthode AMDEC qui vise à garantir la fiabilité, la disponibilité et la sécurité des machines par la maîtrise des causes de défaillances.

4.2 Présentation de l'AMDEC

4.2.1 Objectifs de l'AMDEC

L'AMDEC est une technique d'analyse prévisionnelle qui permet d'estimer les risques d'apparition de défaillance ainsi que les conséquences sur le bon fonctionnement du moyen de production, et d'engager les actions correctives nécessaires. L'objectif principal est la maîtrise des défaillances et l'obtention d'une disponibilité maximale.

Les objectifs intermédiaires sont les suivants :

- Analyser les conséquences des défaillances
- Identifier les modes de défaillances
- Préciser pour chaque mode de défaillance les moyens et les procédures de détection
- Déterminer l'importance ou la criticité de chaque mode de défaillance
- Classer les modes de défaillance
- Etablir des échelles de signification et de probabilité de défaillance

4.2.2 Mise en œuvre

- Constituer : un groupe de travail pluridisciplinaire (production, maintenance),
- Définir : les limites de l'étude (objectif, délais, système),
- Présenter : le système, son environnement et découper celui-ci en sous-ensembles Fonctionnels,
- Recenser : les modes de défaillances,
- Rechercher : les causes de défaillances (ISHIKAWA),
- Etudier : les effets de chaque défaillance et les conséquences les plus probables Sur le système.
- Recenser : les moyens de détection existants.

4.2.3 Les modes de défaillance

C'est la manière dont un système vient à ne pas fonctionner.

Il est relatif à la fonction de chaque élément.

Une fonction a 4 façons de ne pas être correctement effectuée :

- **Plus de fonction** : la fonction cesse de se réaliser,
- **Pas de fonction** : la fonction ne se réalise pas lorsqu'on la sollicite,
- **Fonction dégradée** : la fonction ne se réalise pas parfaitement, altération de performances
- **Fonction intempestive** : la fonction se réalise lorsqu'elle n'est pas sollicitée.

Tableau 7: Cause des modes de défaillance

| Modes de défaillances | Composants électriques et électromécaniques | Composants hydrauliques | Composants mécaniques |
|------------------------------|---|---|----------------------------------|
| Plus de fonction | - composant défectueux | - composant défectueux - circuit coupé ou bouché | - rupture - blocage, grippage |
| Pas de fonction | - composant ne répondant pas à la sollicitation dont il est l'objet - connexions débranchées - fils desserrés | - connexions / raccords débranchés | |
| Fonction dégradée | - dérive des caractéristiques | - mauvaise étanchéité - usure | - désolidarisation - jeu |
| Fonction intempestive | - perturbations (parasites) | - perturbations (coups de bélier) | |

4.2.4 Les causes de défaillance

Il existe 4 types de causes amenant le mode de défaillance :

- Causes internes au matériel,
- Causes externes au matériel : matériel en amont,
- Causes externes dues à l'environnement, au milieu, à l'exploitation,

➤ Causes externes dues à la main d'œuvre.

Le tableau suivant résume les causes possibles amenant à une défaillance.

Tableau 8: Causes possibles des défaillances

| Causes de défaillance | Composants électriques et électromécaniques | Composants hydrauliques | Composants mécaniques |
|--|---|--|--|
| Causes internes matériel | <ul style="list-style-type: none"> - vieillissement - composant HS (mort subite) | <ul style="list-style-type: none"> - vieillissement - composant HS (mort subite) - colmatage - fuites | <ul style="list-style-type: none"> - contraintes mécaniques - fatigue mécanique - états de surface |
| Causes externes Milieu exploitation | <ul style="list-style-type: none"> - pollution (poussière, huile, eau) - chocs - vibrations - échauffement local - parasites - perturbations électromagnétiques, etc. | <ul style="list-style-type: none"> - température ambiante - pollution (poussières, huile, eau) - vibrations - échauffement local - chocs, coups de bélier | <ul style="list-style-type: none"> - température ambiante - pollution (poussières, huile, eau) - vibrations - échauffement local - chocs |
| Causes externes Main d'œuvre | <ul style="list-style-type: none"> - montage - réglages - contrôle - mise en œuvre - utilisation - manque d'énergie | <ul style="list-style-type: none"> - montage - réglages - contrôle - mise en œuvre - utilisation - manque d'énergie | <ul style="list-style-type: none"> - conception - fabrication (pour les composants fabriqués) - montage - réglages - contrôle - mise en œuvre - utilisation |

4.2.5 Criticité des conséquences

La criticité est en fait, c'est la gravité des conséquences de la défaillance, déterminée par calcul de :

F : Fréquence d'apparition de la défaillance : elle doit représenter la probabilité d'apparition du mode de défaillance résultant d'une cause donnée.

D : Fréquence de non-détection de la défaillance : elle doit représenter la probabilité de ne pas

Projet de Fin d'Etudes

détecter la cause ou le mode de défaillance avant que l'effet survienne.

G : Gravité des effets de la défaillance : la gravité représente la sévérité relative à l'effet de la défaillance.

La criticité d'un mode de défaillance se calcul par :

$$C = F \times D \times G$$

4.2.6 Grille de notation adoptée

Pour l'évaluation des critères F, D et G on élabore des grilles de notation. Ces grilles peuvent être génériques ou spécifiques aux types de systèmes analysés. Les grilles spécifiques utilisées en automobile seront différentes de celles adoptées dans l'aéronautique, le transport ferroviaire ou l'industrie de raffinage de pétrole. Les grilles peuvent être à 3, 4, 5 ou même 10 niveaux. Pour effectuer l'évaluation, on s'appuie sur :

Les critères ci-après répondent à une AMDEC de type machine orientée maintenance

La gravité

- ⇒ Note 1 : arrêt production inférieur à 1 heure
- ⇒ Note 2 : arrêt production inférieur à 4 heures
- ⇒ Note 3 : arrêt production inférieur à 1 jour
- ⇒ Note 4 : arrêt production supérieur à 1 jour

La fréquence

- ⇒ Note 1 : moins d'une fois par an
- ⇒ Note 2 : moins d'une fois par mois
- ⇒ Note 3 : moins d'une fois par semaine
- ⇒ Note 4 : plus d'une fois par semaine

La non-détection

- ⇒ Note 1 : détection efficace permettant une action préventive
- ⇒ Note 2 : système présentant des risques de non-détection dans certains cas
- ⇒ Note 3 : système de détection peu fiable
- ⇒ Note 4 : aucune détection

4.3 Application de l'analyse A.M.D.E.C sur le gratteur

Nous présentons ci-après l'étude AMDEC détaillée du Gratteur. Ce fait, incite à se mettre en question sur une étude préliminaire concernant la constitution de ce dispositif. Ces différentes caractéristiques techniques y seront bien évidemment consignées

Constitution d'un groupe de travail

Le groupe de travail de l'étude A.M.D.E.C était constitué par :

- GALA : Stagiaire
- BERADY : chef d'atelier de maintenance mécanique
- ABOU ABDELLAH : agent de production
- EL IDRISSI : chef d'équipe en maintenance mécanique

Après avoir défini chaque constituant de gratteur dans le chapitre2, il est important de réaliser un document synthèse qui résume les sous ensemble de la machine gratteur.

Tableau 9:l'ensemble des équipements du gratteur

| | | |
|------------------------|---------------------------------|---|
| <h1>Gratteur</h1> | Système de translation | Rouleaux caoutchoutés antichoc |
| | | Enrouleur |
| | | Galets verticaux |
| | | Galet de réactions horizontales |
| | | Moteur à variateur de vitesse (2) |
| | | Réducteur à arbre creux (2) |
| | | Embrayage |
| | | Goulotte |
| | | Rails |
| | Système de rotation | Chaine |
| | | Palettes |
| | | Glissières |
| | | Tourteau de commande |
| | | Tourteau de tension |
| | | Moteur |
| | | Réducteur |
| | | Coupleur hydraulique |
| | | Palier coté commande |
| | | Palier coté tension |
| | | Amortisseur |
| | Système de levage | Tambour de câble |
| | | Câbles |
| | | Poulie pour câble 22 |
| | | Poulie pour câble 14 |
| | | Articulation de palonnier |
| | | Moteur |
| | | Réducteur |
| | | Électrofrein |
| | Système de lubrification | Moteur |
| | | Accouplement |
| | | Pompe à engrenage |
| | | Sélecteur pour la temporisation |
| | | Distributeur avec manomètre pour Contrôler la pression |
| Ensemble des conduites | | |
| Crépine d'aspiration | | |

Chapitre 4 : Etude AMDEC du gratteur

|  | AMDEC MACHINE_ ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE | | | | | Service INJ/H/MS | | | |
|---|--|---------------------|---|---|-------------------------|-----------------------------|---|---|---|
| | Système : GRATTEUR | | Sous-ensemble : Système de translation | | | Le 07/06/2017 Page : 1/4 | | | |
| Ensemble | Fonction | Mode de défaillance | Cause de la défaillance | Effet de la défaillance | Détection | F | G | D | C |
| Galets menés et menant Verticaux | Faciliter le déplacement du gratteur | Usure blocage | Vieillessement Manque de graissage | Déhanchement | Capteur de déhanchement | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Galets réactions horizontaux | Assuré aux galets horizontaux de rester au rail | Usure Blocage | Corrosion Existence des obstacles au rail | Déhanchement Ensemble Déraillée | Capteur de déhanchement | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Electro-freins | Freinage | Manque freinage | Usure garniture | Inertie | Visuelle | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Enrouleur | Enroulement | Cisaillement câble | Coincement du système | Manque de tension | Visuelle | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Moteur à variateur de vitesse | Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique | Arrêt du Moteur | Surcharge, frottement, | Mauvaise transmission de l'énergie mécanique, arrêt du système de translation | Visuelle | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Réducteur | Réduire la vitesse | Vibration et bruit | Alignement incorrect. -Roulement endommagé | Détérioration de la denture du Pignon | Auditive | 1 | 2 | 2 | 4 |

Chapitre 4 : Etude AMDEC du gratteur

| | | | | | | | | | |
|--------------|---------|----------------------|--|--|--------------------------------|---|---|---|---|
| | | | | -Désaxage -Bruit excessif | | | | | |
| | | Mauvais graissage | -Fuite d'huile -Mauvais entretien (vidange) -huile non adaptée | Détérioration des pignons, Roulements, joints du réducteur | Visuelle après démontage | 1 | 2 | 3 | 6 |
| | | Echauffement | -Mauvais graissage -Reniflard bouché | Grippage des roulements et Détérioration des arrêts d'huile | Augmentation de la température | 1 | 1 | 3 | 3 |
| | | Défaut fixation | Cisaillement des boulons | Vibration importante et Détérioration des roulements | Bruit anormal | 1 | 2 | 3 | 6 |
| Rails | Guidage | Différence de Niveau | Surcharge | Difficulté de translater | Visuelle | 1 | 3 | 3 | 9 |
| | | Défaut de rectitude | | | | | | | |

Chapitre 4 : Etude AMDEC du gratteur

|  | AMDEC MACHINE_ ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE | | | | | Service INJ/H/MS | | | |
|---|--|---|---|---|--------------------------------------|-----------------------------|---|---|---|
| | Système : GRATTEUR | | Sous-ensemble : Systeme de rotation | | | Le 07/06/2017 Page : 2/4 | | | |
| Ensemble | Fonction | Mode de défaillance | Cause de la défaillance | Effet de la défaillance | Détection | F | G | D | C |
| Moteur | Convertir l'énergie électrique en énergie mécanique | Mauvaise fixation du moteur | Desserrage de la fixation | Détérioration prématurée des autres composants | Vibration au £7niveau de la fixation | 2 | 1 | 2 | 4 |
| | | Fatigue des roulements | Fin de la durée de vie | Détérioration prématurée des autres composants | Bruit et vibration | 1 | 3 | 2 | 6 |
| | | Détérioration Prématurée des roulements | Mauvais alignement Mauvais graissage | Détérioration prématurée des autres composants | Bruit et vibration | 2 | 1 | 3 | 6 |
| | | Le moteur est Surchargé | Le débit est trop faible | | | 2 | 2 | 2 | 8 |
| | | Moteur ne démarre pas | Défaut dans le circuit électrique ou dans le moteur | Arrêt du moteur | Visuelle | 1 | 2 | 1 | 2 |
| | | | Moteur mal raccordé | Arrêt du moteur | Visuelle | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Coupleur hydraulique | Transmettre le mouvement Et protéger le moteur | Fuite externe d'huile | Usure des joints Fusion du bouchon fusible | Diminution de la vitesse de rotation de la chaine | Capteur de rotation | 1 | 1 | 1 | 4 |
| | | Echauffement | Surcharge Excès d'huile | Arrêt de la rotation de la chaine | Température élevé | 1 | 1 | 4 | 4 |

Chapitre 4 : Etude AMDEC du gratteur

| | | | | | | | | | |
|-------------------------|---|----------------------------------|--|---|----------------------------------|---|---|---|----|
| Réducteur HANSEN | Réduire et transmettre la vitesse du moteur | Pas de transmission | Dentures endommagés | Arrêt de rotation de la chaine | Bruit et coincement du réducteur | 1 | 4 | 2 | 8 |
| | | | Paliers défectueux | Arrêt de rotation de la chaine | Bruit et Coincement du réducteur | 1 | 4 | 2 | 8 |
| | | Transmission non conforme | Augmentation du jeu des paliers | Dégradation rapide des autres composants du réducteur | Bruit | 1 | 4 | 2 | 8 |
| | | | Desserrage de la fixation du réducteur. | Dégradation du coupleur et du moteur | Auditiv et Visuel | 1 | 4 | 1 | 8 |
| Palette | Gratter l'engrais vers le convoyeur | Desserrage Déformation | Durcissement du produit Déformation des glissières | Rupture de la chaine Arrêt de gratteur | Capteur de rotation | 2 | 2 | 2 | 8 |
| Chaine | Transmission des Palettes | Rupture, chaine détendue | Allongement, usure mauvaise lubrification | Dégradation des tourteaux, déformation des palettes | Auditiv | 3 | 3 | 2 | 18 |
| Glissière | Guider la chaine | Cisaillement, dégradation, usure | Desserrage et usure des équerres Mauvais alignement | Rupture de la chaine, déformation des palettes | Visuelle et auditiv | 3 | 4 | 2 | 24 |
| Roulements | Guider l'arbre en rotation | Mauvais guidage de l'arbre | Réduction de la durée de vie des roulements | Cisaillement de l'arbre du tourteau | Visuelle | 1 | 3 | 3 | 9 |
| | | | Fatigue du Roulement | | Visuelle | 1 | 3 | 3 | 9 |

Chapitre 4 : Etude AMDEC du gratteur

|  | AMDEC MACHINE_ ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE | | | | | Service INJ/H/MS | | | |
|---|--|------------------------|---|--|----------------------|-----------------------------|---|---|---|
| | Système : GRATTEUR | | Sous-ensemble : Systeme de levage | | | Le 07/06/2017 Page : 3/4 | | | |
| Ensemble | Fonction | Mode de défaillance | Cause de la défaillance | Effet de la défaillance | Détection | F | G | D | C |
| Moteur | Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique | Arrêt du Moteur | Surcharge, frottement, | Mauvaise transmission de l'énergie mécanique, arrêt du racleur | Visuelle | 1 | 3 | 3 | 9 |
| Réducteur | Réduire la vitesse | Usure des dents | Manque de lubrification | Échauffement | Echauffement | 1 | 2 | 3 | 6 |
| Tambour | | Usure des rainures | Frottement, Manque de graisse, Vieillessement, | Mauvais relevage | Visuelle | 1 | 3 | 3 | 9 |
| Câbles | Assurer le maintien du bras (lien de tension entre l'arc et le palonnier) | Effilochement du câble | Manque d'entretien Vieillessement Surtension | Usure des gorges des poulies de déviation | Visible | 1 | 2 | 2 | 4 |
| | | Rupture complète | Usure des poulies Vieillessement Cassure gorge poulie | Relâchement du bras Arrêt du gratteur | Capteur mou de câble | 1 | 2 | 2 | 4 |
| Articulation de palonnier | Faciliter la montée et la descente du bras | Usure | Vieillessement | Lâcher le bras sous le Sol | Visuelle | 1 | 2 | 2 | 4 |

Chapitre 4 : Etude AMDEC du gratteur

| | | | | | | | | | |
|----------------|-----------------------------------|---------------------|---|---|---------|---|---|---|---|
| Poulies | Transmettre le mouvement du câble | Blocage | Manque d'entretien Usure des éléments roulants | Usure du câble | Visible | 1 | 4 | 2 | 8 |
| | | Cassure de la Gorge | Déplacement câble / poulie | Effilochement du câble Blocage du chariot de tension | Visible | 1 | 4 | 2 | 8 |

Chapitre 4 : Etude AMDEC du gratteur

|  | AMDEC MACHINE_ ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE | | | | | Service INJ/H/MS | | | |
|---|--|-----------------------------------|--|---|-----------------------------|-----------------------------|---|---|----|
| | Système : GRATTEUR | | Sous-ensemble : Ensemble de lubrification | | | Le 07/06/2017 Page : 4/4 | | | |
| Ensemble | Fonction | Mode de défaillance | Cause de la défaillance | Effet de la défaillance | Détection | F | G | D | C |
| Moteur | Entraîner la pompe | Pas de rotation | Pas d'alimentation | Arrêt machine | Visuelle | 1 | 2 | 3 | 6 |
| Réservoir | Alimentation des conduites | Fuite, | Remplie des impuretés, Corrosion | Réservoir vide, chaîne non lubrifié | Visuelle | 2 | 4 | 2 | 8 |
| Crépine D'aspiration | Filtrer le lubrifiant | Colmatage | Présence d'impuretés au remplissage | Arrêt de l'ensemble de lubrification | Visuelle | 2 | 3 | 3 | 18 |
| | | Mauvais filtrage | Détérioration crépine | Usure pompe | Visuelle | 2 | 3 | 3 | 18 |
| Pompe à Engrenage | Pomper le lubrifiant | Pas de débit ou débit insuffisant | Clapet antiretour encrassé ou défectueux | Manque de graissage des galets de la chaîne | Visuelle après le démontage | 1 | 2 | 4 | 8 |
| Accouplement | Transmettre le mouvement | Vibration | Défaut d'alignement | Pas de puissance transmise | Visuelle après le démontage | 1 | 3 | 3 | 9 |
| Ensemble Des Conduites | Assurer la circulation du lubrifiant | Mauvaise circulation | Fuite | Monté en pression trop lente ou pas de montée du tout | Frottement de la chaîne | 2 | 2 | 3 | 12 |
| | | Absence de circulation d'huile | Bouchage ou rupture d'une conduite | Blocage d'huile | Frottement de la chaîne | 2 | 3 | 2 | 12 |

Après l'application de l'analyse AMDEC aux gratteurs, qui nous a permis de déterminer tous les modes de défaillance, leurs causes et leurs conséquences, ainsi que la méthode d'identification pour chaque anomalie. Afin d'identifier les sous-ensembles critique du gratteur. On a défini un seuil de criticité égale à 10, les modes de défaillances qui ont une criticité supérieure à ce seuil sont mentionnés en rouge comme le montre l'histogramme suivant :

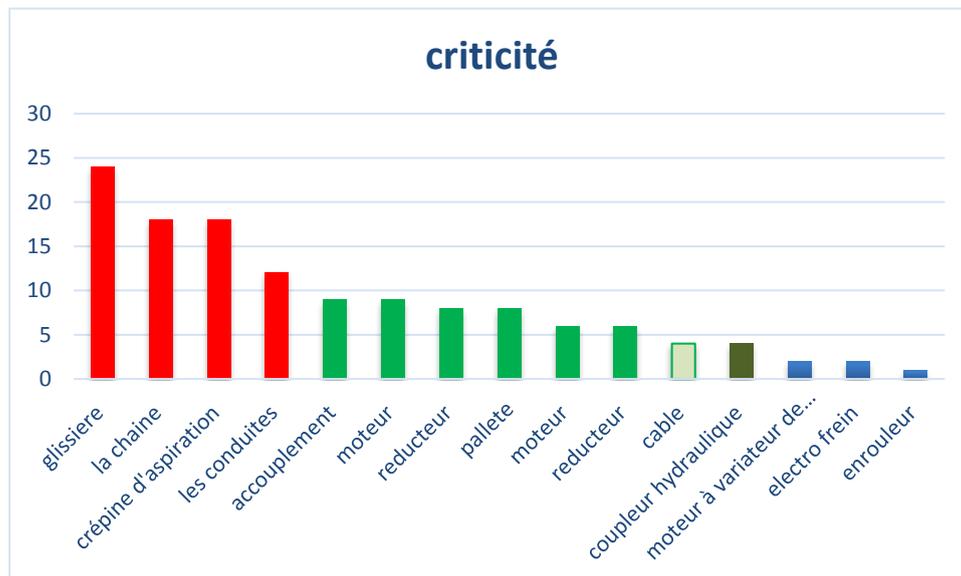


Figure 20: Résultats de l'AMDEC du gratteur

4.4 Conclusion

Après avoir déterminé la criticité de chaque équipement notre objectif maintenant, c'est de réduire la criticité, pour se faire il faut réduire les trois facteurs qui sont la fréquence, la gravité et la non-détection par les méthodes suivantes :

- Réduire la gravité par une bonne préparation avant l'intervention à travers les gammes et la préparation des ressources à l'aide d'une gamme de maintenance bien établis.
- Elaboration d'un plan de maintenance préventif, pour réduire la fréquence d'apparition des pannes.
- Réduire la non-défectabilité par la planification des contrôles avec les moyens de mesures adéquats (analyse des huiles, analyse vibratoire...)

CHAPITRE V

PLAN DE MAINTENANCE DU GRATTEUR

5.1 Introduction

Après avoir déterminé les différents modes de défaillance du gratteur, à l'aide d'une étude AMDEC. Nous allons maintenant nous intéresser à l'ensemble des actions préventives et correctives nécessaires pour remédier à ces modes. Dans ce chapitre, nous allons présenter les interventions à effectuer sur le gratteur.

5.2 Les formes de la maintenance

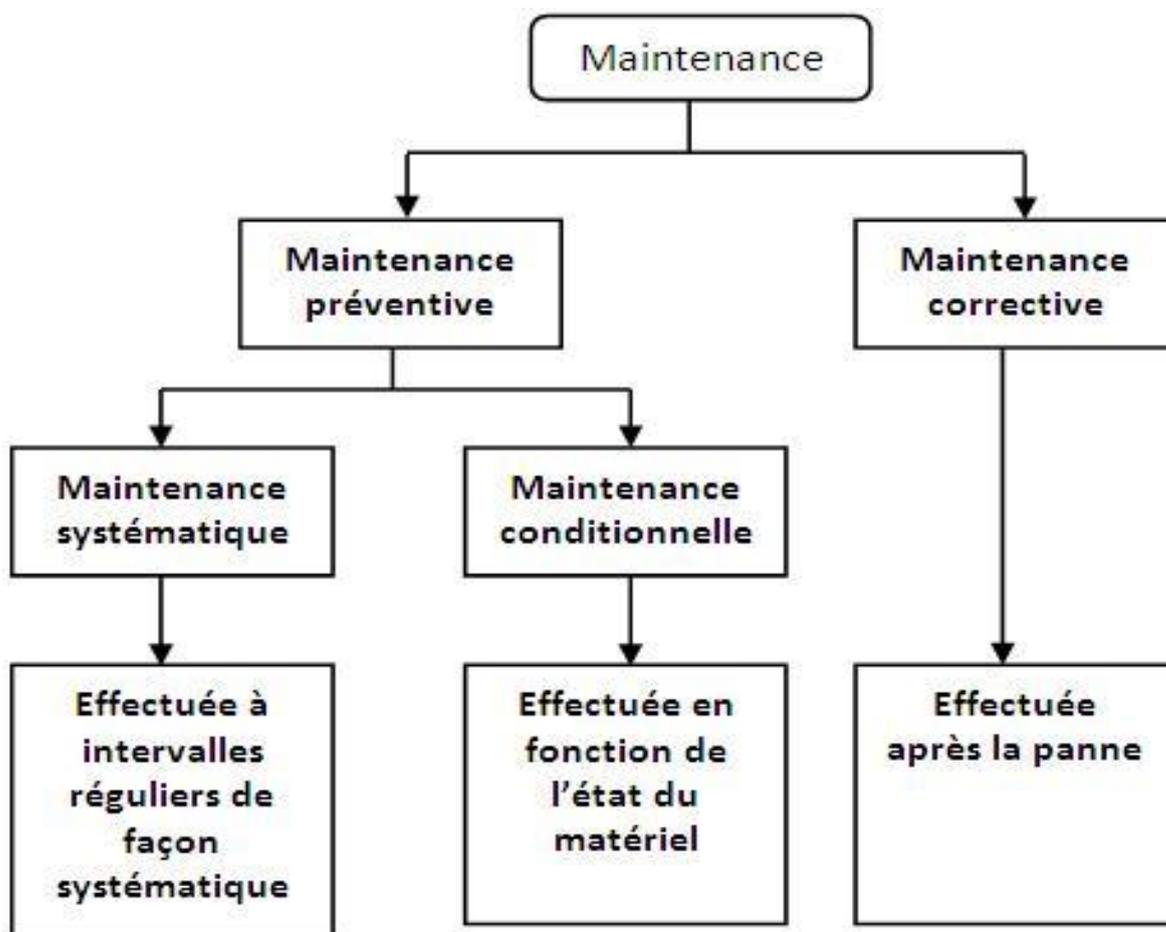


Figure 21: Les formes de la maintenance

2.1 La maintenance préventive

La maintenance préventive est définie comme une maintenance effectuée dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou d'un service rendu. Les activités correspondantes sont déclenchées selon un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unités d'usage (maintenance systématique) ou de critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou du service (maintenance conditionnelle).

2.2 La maintenance corrective

La maintenance corrective est définie comme une maintenance effectuée après défaillance. Elle est caractérisée par son caractère aléatoire et requiert des ressources humaines compétentes et des ressources matérielles (pièces de rechange et outillage) disponibles sur place.

La **maintenance palliative** (ou dépannage) : est destinée à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou partie d'une fonction requise.

La **maintenance curative** (ou de réparation) : ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifié pour lui permettre d'accomplir une fonction requise. Le résultat des actions réalisées doit présenter un caractère permanent.

5.3. Les gammes de maintenance

3.1 Utilité de la gamme

La gamme de maintenance constitue une description de la procédure de gestion d'un objet de maintenance. Dans la gamme de maintenance, les activités à effectuer dans une intervention sont décrites ainsi que les informations nécessaires à son exécution.

La gamme opératoire permet de réaliser une tâche dans les meilleures conditions. Il décrit avec précision les étapes de la réalisation de la tâche, la durée d'accomplissement de chaque étape ainsi que les moyens (compétences, outillage, engins, ...) nécessaires pour effectuer la tâche. Il assure donc une exécution fiable des interventions et une bonne gestion.

3.2 Modèle de gamme

Le modèle de gamme de maintenance que nous avons proposé est le suivant :

|  | | | Gamme opératoire | | | | | | Equipement : | | |
|---|---------|----------|------------------------|-------------|------|-----|------|-------|--------------|--------------------|----------|
| | | | Intervention | Compétences | | | | | durée | Pièces de rechange | Outilage |
| Code | libellé | N° étape | Désignation de l'étape | mec | elec | sou | inst | Autre | | | |
| | | | | | | | | | | | |

Les informations que la gamme doit contenir sont :

- ❖ Equipement : Nom de l'équipement sur lequel l'intervention est effectuée.
- ❖ Code gamme : Code relatif à la gamme.
- ❖ Libellé gamme : Intervention voulue ; il s'agit de contrôler l'état de l'équipement, De changer l'équipement, effectuer un revêtement sur l'équipement ou autres.
- ❖ N° étape : Puisque les tâches sont exécutées en ordre, chacune d'elle possède Un numéro.
- ❖ Désignation de l'étape : L'opération qui doit être exécutée.
- ❖ Compétences : Nombre de personnel, de chaque spécialité, nécessaire pour effectuer La tâche demandée.
- ❖ Durée : Durée suffisante pour effectuer la tâche.
- ❖ Pièces de rechanges : Les pièces qui vont être changé durant l'intervention.
- ❖ Outillage : Outillage nécessaire à la bonne réalisation de l'intervention.
- ❖ Notes : Observations qu'il faut tenir en compte avant, au cours et après L'intervention.

Remarque : les autres compétences peuvent être un chauffeur (c), un instrumentiste (i), Un agent de production (p), etc.

Gammes établis

Pour donner un exemple de gamme suivant le modèle que nous avons proposé, nous avons essayé d'élaborer une gamme détaillée pour le changement de glissière c'est pour l'équipement que nous étudions à savoir le gratteur.

Chapitre 5: Plan de maintenance du gratteur

|  | | Gamme opératoire | | | | | | | Equipement : Gratteur | | | |
|---|---------|------------------|-------------------------------------|-------------|------|-----|------|-------|------------------------------|-------------------------------|--|--------------------------|
| Gamme | | Intervention | | Compétences | | | | | Durée (H) | Pièces de rechanges | outillage | Note |
| Code | Libellé | N D'étape | Désignation de l'étape | méc | élec | sou | Inst | Autre | | | | |
| Changement d'une glissière | | 01 | Equipement de la nouvelle glissière | 2 | | | | 1c | 0.5 | Une glissière Des équerres | -Clés22, marteau -Pull lift, élingue à chaîne | Port des EPI Obligatoire |
| | | 02 | Manutention sur site | 2 | | | | 1c | 0.5 | | -Grue | |
| | | 03 | Préparation de l'outillage | 1 | | | | | 0.25 | | | |
| | | 04 | Consignation | | 2 | | | | 0.17 | | -Cadenas | |
| | | 05 | Autorisation | 1 | | | | | 0.08 | | | |
| | | 06 | Démontage de l'ancienne Glissière | 3 | | | | | 0.5 | | -Marteau, Clés22 -Pince à talon | |
| | | 07 | Manutention de l'ancienne Glissière | 3 | | | | | 0.5 | | -2 élingues à chaîne et -2 Pull lift | |

Chapitre 5: Plan de maintenance du gratteur

| | | | | | | | | | | |
|--|-----------|--|---|---|--|--|----|------|--|---|
| | 08 | Manutention de la nouvelle Glissière | 3 | | | | | 0.5 | | - Pull lift, élingue à chaine -Pince à talon |
| | 09 | Montage de la nouvelle Glissière | 4 | | | | | 0.5 | | -Elingue à chaine -Pull lift, pince à talon, clés 22 |
| | 10 | Fixation et alignement de la glissière | 3 | | | | 1 | 0.25 | | |
| | 11 | Ramassage de l'outillage | 3 | | | | | 0.17 | | |
| | 12 | Déconsignation | | 2 | | | | 0.17 | | |
| | 13 | L'essai | 1 | | | | 2p | 0.5 | | |
| | 14 | Autorisation de fin de travaux | 1 | | | | 1p | 0.17 | | |
| | Total | | 4 | 2 | | | 2 | 4.76 | | |

5.4 Le plan de maintenance préventif

Le plan de maintenance regroupe les intentions d'intervention de maintenance préventive. Il est très utile dans la mesure où il permet la planification de l'ensemble des travaux qui doivent être exécutés afin de diminuer la criticité et d'éliminer les causes potentielles des modes de défaillances susceptibles d'apparaître sur l'équipement concerné.

|  | <h2 style="text-align: center;">Plan de maintenance préventif</h2> | | | | | Service maintenance et stockage INJ/H/MS |
|---|--|---|-----------------------|---|---|--|
| | <h2 style="text-align: center;">Système : Gratteur</h2> | | | | | |
| Sous système | Equipement | Opération | Niveau de maintenance | Marche Arrêt | Fréq | Exécutant |
| Ensemble de translation | Galets de translation | Contrôle du bruit Contrôle l'usure des galets Graissage des roulements | Niveau 3 | Arrêt Marche Arrêt | 1 M 2 S 1 M | Mécanicien |
| | Galets de réaction horizontaux | Contrôle du bruit Contrôle l'usure des galets Contrôle du jeu avec les rails Contrôle de l'état des dentures des engrenages pignon/couronne de translation | Niveau 3 | Marche Arrêt Arrêt Arrêt | 2 S 1 M 1 M 5000 H | Mécanicien |
| | Réducteur | Contrôle de bruit Contrôle de fuite d'huile Contrôle de niveau d'huile Vidange Examen dentures par un spécialiste Contrôle des jeux roulements et roulements alésages Contrôle des fixations Mesure de vibrations Mesure de la température Inspection du reniflard | Niveau 3 | Marche Marche Arrêt Arrêt Arrêt Arrêt Marche Marche Marche Arrêt | 2 S 2 S 1 M 4000 H 5000 H 5000 H 2 S 1 M 2 S 2 S | Mécanicien |
| | Moteur à variateur de vitesse | Mesure de la température Mesure des vibrations Mesurer l'intensité Vérification de la ventilation Vérification de l'isolement électrique | Niveau 3 | Arrêt Arrêt Marche Marche Arrêt | 2 S 2 S 1 M 1 M 1 A | Electricien |

Chapitre 5 : Plan de maintenance du gratteur

| | | | | | | |
|--|-------------------------|---|----------|---------------------------|-------------------|-------------|
| | | Contrôle des fixations Vérification des borniers et connexions bien serrés Contrôle général | | Marche Marche Arrêt | 1 M 1 M 1 A | |
| | Rails | Contrôle de l'usure | Niveau 2 | Arrêt | 6 M | Mécanicien |
| | Goulotte de jeté | Contrôle de l'usure | Niveau 2 | Arrêt | 6 M | Mécanicien |
| | Enrouleur | Contrôle de l'enroulement du câble électrique Contrôle de l'état du système de guidage | Niveau 2 | Marche Arrêt | 1 M 3 M | Electricien |

|  | Plan de maintenance préventif | | | | | Service maintenance et stockage INJ/H/MS |
|---|-------------------------------|--|-----------------------|---|--|--|
| | Système : Gratteur | | | | | |
| Sous système | Equipement | Opération | Niveau de maintenance | Marche Arrêt | Fréq | Exécutant |
| Ensemble de rotation | Moteur électrique | Vérification de l'absence de vibrations Mesure de la température Vérification de la ventilation Vérification de l'isolement électrique Contrôle général Contrôle des fixations Mesurer l'intensité Vérification des borniers et connexions bien serrés | Niveau 3 | Marche Marche Marche Arrêt Arrêt Marche Marche Marche | 2 S 2 S 1 M 1 A 6 M 1 M 1 M 1 M | Electricien |
| | Réducteur | Vérification du niveau d'huile et remplissage si nécessaire Soulèvement de la moitié supérieur de la Carcasse et vérification de l'état général des mécanismes Contrôle des vibrations Contrôle des fixations Examen dentures par un spécialiste Contrôle des jeux roulements et roulements alésages Mesure de la température Inspection du reniflard | Niveau 3 | Arrêt Arrêt Marche Marche Arrêt Arrêt Marche Arrêt | 2 S 1 A 2 S 2 S 1 A 1 A 2 S 2 S | Mécanicien |
| | Coupleur hydraulique | Vérification du niveau d'huile et remplissage si nécessaire Contrôle de bruit Contrôle visuel du coupleur Vidange d'huile | Niveau 3 | Arrêt Marche Arrêt Arrêt | 2 S 2 S 6 M 1 A | Mécanicien |

Chapitre 5 : Plan de maintenance du gratteur

| | | | | | | |
|--|---|---|----------|-----------------------------------|----------------------------|------------|
| | Palette | Contrôle de desserrage Contrôle de l'usure et de déformation Contrôle d'usure des tôles d'usure | Niveau 2 | Arrêt Arrêt Arrêt | 2 S 2 S 250 H | Mécanicien |
| | Chaîne | Contrôle de l'usure et d'allongement sur 35 maillons Contrôle de bruit Vérification de la tension Contrôle des jeux axe/maillon chaîne | Niveau 3 | Arrêt Marche Arrêt Arrêt | 3 M 2 S 2 S 1000H | Mécanicien |
| | Tourteau de commande | Contrôle de l'usure des dents Contrôle de l'état (fissure déformation ou dégradation) | Niveau 2 | Arrêt Arrêt | 1 M 1 M | Mécanicien |
| | Tourteau de tension | Contrôle de l'usure secteur lisse Réglage et alignement du tourteau | Niveau 2 | Arrêt Arrêt | 1 M 1 M | Mécanicien |
| | Paliers de commande et de renvoi | Graissage des paliers Contrôle du jeu des roulements Mesure de la température et des vibrations | Niveau 2 | Arrêt Arrêt Marche | 1 M 1 M 2 S | Mécanicien |
| | Les glissières | Contrôle de l'usure Contrôle de desserrage des équerres Contrôle de l'alignement des glissières | Niveau 2 | Arrêt Arrêt Arrêt | 2 S 2 S 2 S | Mécanicien |

|  | <h2 style="text-align: center;">Plan de maintenance préventif</h2> | | | | | Service maintenance et stockage INJ/H/MS |
|---|--|---|-----------------------|--|---|--|
| | <h3 style="color: red;">Système : Grateur</h3> | | | | | |
| Sous système | Equipement | Opération | Niveau de maintenance | Marche Arrêt | Fréq | Exécutant |
| Ensemble de levage | Moteur asynchrone triphasé | Vérifier l'alimentation aux bornes du moteur Mesure de la température Contrôle des vibrations Vérifier les roulements Contrôle général Contrôle des fixations Mesurer l'intensité | Niveau 3 | Marche Marche Marche Arrêt Arrêt Marche Marche | 1 M 2 S 2 S 1 A 1 A 1 M 1 M | Electricien |
| | Réducteur | Contrôle des vibrations Control de l'échauffement Contrôle des fixations Contrôle niveau d'huile Contrôle général | Niveau 3 | Marche Marche Marche Arrêt Arrêt | 2 S 2 S 1 M 2 S 1 A | Mécanicien |
| | Tambour de câble | Contrôle de l'usure des rainures Graissage des rainures | Niveau 2 | Arrêt Arrêt | 1 M 1 M | Mécanicien |
| | Câbles | Contrôle de la détérioration du câble Contrôle des points de fixation des câbles et serrage des boulons si nécessaire graissage du câble | Niveau 2 | Arrêt Arrêt Arrêt | 2 S 1 M 1 M | Mécanicien |
| | Poulies | Contrôle de l'usure des rainures Mesure des vibrations Graissage des poulies | Niveau 2 | Arrêt Marche Marche | 1 M 2 S 1 M | Mécanicien |

|  | Plan de maintenance préventif | | | | | Service maintenance et stockage INJ/H/MS |
|---|----------------------------------|---|-----------------------|---|---------------------------------|--|
| | Système : Gratteur | | | | | |
| Sous système | Equipement | Opération | Niveau de maintenance | Marche Arrêt | Fréq | Exécutant |
| Ensemble de lubrification | Moteur électrique à bride | Mesure de la température Mesure des vibrations Vérifier l'intensité Contrôle des fixations Contrôle général | Niveau 3 | Marche Marche Marche Marche Arrêt | 2 S 2 S 1 M 1 M 1 A | Electricien |
| | Pompe à engrenage | Mesure de la pression d'huile Contrôle général | Niveau 3 | Marche Arrêt | 2 S 6 M | Mécanicien |
| | Accouplement | Graissage de l'arbre Contrôle des manchons Vérification du parallélisme | Niveau 3 | Arrêt Arrêt Arrêt | 1 M 1 A 1 A | Mécanicien |
| | Réservoir | Contrôle fuite et niveau d'huile Nettoyage de l'intérieur | Niveau 2 | Marche Arrêt | 2 S 6 M | Mécanicien |
| | Crépine D'aspiration | Nettoyage de la crépine | Niveau 2 | Arrêt | 1 M | Mécanicien |
| | Ensemble des conduites | Vérification des raccords des circuits afin D'assurer qu'aucune fuite n'existe | Niveau 2 | Arrêt | 2 S | Mécanicien |

Solution proposée pour le remède des causes de ces défaillances :

- ❖ Utiliser l'huile recommandée par le constructeur
- ❖ Respecter plan de maintenance pour Préserver les glissières
- ❖ Installer des injecteurs en PVC à la place des autres en Acier
- ❖ Arroser la chaîne par un seul type d'huile usée qui n'a pas perdu encore ses propriétés
- ❖ Utiliser une pompe de recirculation d'huile en circuit fermée pour filtration.
- ❖ Utilisation d'une pompe automatique pour le remplissage des réservoirs (car l'utilisation d'une pompe manuelle est opération lourde et non ergonomique pour les techniciens en plus la durée de l'intervention longue et colmatage souvent du filtre de la pompe manuelle)
- ❖ Changer les diamètres et la matière (Tubes galvanisés) des conduites ne sont pas adéquates pour la lubrification.
- ❖ Difficulté d'accès pour le remplissage des cuves et la maintenance des centrales de lubrification. Ce qui exige un changement de la position actuelle des cuves sur les gratteurs HE5 et HE6.

5.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons établi un plan de maintenance préventif que les agents de maintenance doivent le respecter. Afin de diminuer les coûts de maintenance en diminuant la consommation des pièces de rechange, et augmenter la disponibilité des gratteurs et d'éviter les pénalités causées des retards de chargement.

CONCLUSION GENERALE

Ce stage a été très étonnant pour nous car il nous a permis de découvrir dans les détails le domaine et les aspects de la création de la valeur dans l'industrie des phosphates, ses acteurs, contraintes éventuelles et, il nous a permis de participer concrètement à ses enjeux au travers des missions variées qui porte principalement sur la maintenance, délégation des tâches et responsabilité attribués qu'on a particulièrement appréciés. Ce stage nous a aussi permis d'employer de nouvelles méthodes efficaces qui nous serviront d'outil au travers de notre carrière professionnelle.

Dans mon projet de fin d'études j'ai pu apporter quelques éléments d'amélioration à la gestion de la maintenance au sein de la direction Infrastructure, lieu de mon stage. J'ai fait une description pour le gratteur, et sur laquelle je me suis basé pour élaborer ce plan de maintenance.

Et en analysant les modes de défaillance majeures vécus lors des deux dernières années aux grappeurs, on a utilisé la méthode PARETO pour identifier le grappeur critique qui tombe fréquemment en panne. et on a proposé un plan d'action sur ce grappeur pour le rendre en bonne état de fonctionnement. Après on a appliqué la méthode de la maintenance améliorative AMDEC, pour déterminer la criticité de chaque équipement du grappeur.

Afin de garantir la fiabilité des équipements du grappeur, éviter les activités de maintenance non planifiées, développer les compétences du personnel de maintenance, d'abord j'ai mis sur place des gammes opératoires, puis l'élaboration d'un plan de maintenance préventif systématique pour les grappeurs. Ensuite nous avons proposé des solutions comme action correctives pour remédier les défaillances.

BIBLIOGRAPHIE

1 Analyse des Modes de Défaillance et de leurs Effets Critiques

<http://tpmattitude.fr/amdec.html>

2 Techniques de l'ingénieur, <http://www.techniques-ingenieur.fr/>

3 formation en maintenance : PRATIQUE DE L'AMDEC

"MOYEN DE PRODUCTION" par Mr. EL BARKANY professeur génie mécanique à la faculté des sciences et technique de Fès.

4 Rapport de fin d'études sous thème : Etude du principe de fonctionnement du Gratteur.

5 rapport de révision des gratteurs au sein de l'OCP établis par service maintenance.

ANNEXES

1-Dossier machine - Informations complémentaires /
caractéristiques pièces de rechange

2- Contrôle de L'allongement de la chaîne

3- Le planning de graissage

Dossier machine - Informations complémentaires / caractéristiques pièces de rechange

| | Sous Ensemble | N° et Description du composant ou réf | Code | Quantité | |
|----------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------|----------|-------|
| | | | | Unitaire | Total |
| Ensemble galet de réaction | Ensemble galet de réaction | 2106410 | - | 6 | 42 |
| | Galet de réaction | 1307142 | 20283.00045 | 6 | 42 |
| | Roulement | SL045016PP | 20325.03544 | 6 | 42 |
| | Axe excentrique lg131 | 1307140 | 20283.00032 | 4 | 28 |
| | Axe excentrique lg151 | 1307139 | 20283.00033 | 2 | 14 |
| | Rondelle | 1418523 | - | 2 | 14 |
| | Rondelle | 1418522 | - | 6 | 42 |
| | Nettoyeur de rail | P419129 | 20283.00131 | 6 | 42 |
| | Garniture pour chasse pierres | P307305 | 20283.00077 | 3 | 21 |
| Commande chaîne primaire: | Commande chaîne primaire : | | - | 2 | 14 |
| | Arbre de commande | | 20461.01219 | | |
| | Arbre de tension | | 20461.01220 | | |
| | Jeu de rlt | 23044CCK | 20325.01845 | 2 | 14 |
| | Manchon de serrage | H3044 | 20325.00808 | 2 | 14 |
| | Jeu de rlt | 23034CC | 20325.00528 | 2 | 14 |
| | Jeu de joint | 220X250X15 | 10019.02635 | 6 | 42 |
| | Tourteau de commande | 1106518 | 20461.01197 | 4 | 28 |
| | Jeu de roulement | 22320C | 20325.00037 | 4 | 28 |

| | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|------------|-------------|---|----|
| | Jeu de roulement | 22312CC | 20325.00885 | 4 | 28 |
| | sandwich rectangulaire | M4028 | 20283.00119 | 0 | |
| Commande chaine secondaire: | Commande chaine secondaire : | | - | | |
| | Arbre de commande | | 20461.01218 | | |
| | Arbre de tension secondaire | | 20461.01217 | 1 | 7 |
| | Jeu de roulement | 23034CCK | 20325.00528 | 1 | 7 |
| | Manchon de serrage | H3034 | 20325.00531 | 1 | 7 |
| | Roulement | 23024CC | 20325.00764 | 1 | 7 |
| | Tourteau de commande en 2partie | 1106518 | | 2 | 14 |
| | Anneaux MEGI-PHONIX | 74-1432 | 20283.00120 | 2 | 14 |
| Treuil de levage bras primaire | Treuil de levage bras primaire | | - | 2 | 14 |
| | Écrou guide câble | | - | 2 | 14 |
| | Roulement pour poulie câble de 22 | SL045014PP | 20325.03538 | 6 | 42 |
| | Poulie pour câble de 22 | | - | 2 | 14 |
| | Couronne dentée pour réducteur | | 20399.09584 | 3 | 21 |
| | Pignon arbré | | 20399.09596 | 3 | 21 |
| | Pignon arbré | P619320/48 | 20283.00258 | 2 | 14 |
| | Pignon arbré | P619320/17 | - | 2 | 14 |
| | Pignon arbré | P619320/32 | - | 2 | 14 |
| | Pignon arbré | P619320/48 | - | 2 | 14 |
| | Roue dentée | P619320/1 | - | 2 | 14 |
| | Roue dentée | P619320/42 | - | 2 | 14 |
| | Roue dentée | P619320/37 | - | 2 | 14 |
| | Roue dentée | P619320/33 | - | 2 | 14 |

| | | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|---------------|-------------|----|----|
| | Roue dentée | P619320/16 | - | 2 | 14 |
| | Roulement | P619320/18 | - | 2 | 14 |
| | Roulement | P619320/7 | - | 2 | 14 |
| | Roulement | P619320/20 | - | 2 | 14 |
| | Roulement | P619320/28 | - | 2 | 14 |
| | Roulement | P619320/34 | - | 2 | 14 |
| | Roulement | P619320/49 | - | 2 | 14 |
| | Roulement | P619320/38 | - | 2 | 14 |
| | Roulement | P619320/46 | - | 2 | 14 |
| | Roulement | P619320/60 | - | 2 | 14 |
| Treuil de levage bras secondaire | Treuil de levage bras secondaire | | - | | |
| | Poulie pour câble de 12 | 154059 | 20283.00136 | 12 | 84 |
| | Poulie pour câble de 14 | 154058 | 20283.00137 | 10 | 70 |
| | Roulement | sl045014pp | 20325.03538 | 12 | 84 |
| | Roulement | sl 045011pp | 20325.03542 | 10 | 70 |
| | Joint | v1405 | - | 8 | 56 |
| | Bague articulation palonnier | 46019 | - | 4 | 28 |
| Ensemble de jetée | Ensemble de jetée | | - | | |
| | Défecteur | 8015966/9 | 20283.00078 | 1 | 7 |
| | Bavette | 8015966/11 | 20283.00129 | 1 | 7 |
| | Bavette | 8015966/5 | 20283.00130 | 1 | 7 |
| | Tôle d'usure | 8015973/1 | 20283.00079 | 1 | 7 |
| | Rouleaux amortisseurs | 133x530x25/18 | 20283.00080 | 2 | 14 |

| | | | | | |
|--------------------|-------------------------------|---------|-------------|---|----|
| Graissage : | Graissage : | | - | 0 | |
| | Groupe motopompe complet | AP-3116 | - | 3 | 21 |
| | Pompe | AP-3668 | 20283.00122 | 3 | 21 |
| | Accouplement | AR-497 | 20283.00126 | 3 | 21 |
| | By-passe | AK-133 | 20283.00124 | 3 | 21 |
| | Vis de réglage | AD672 | 20283.00125 | 3 | 21 |
| | Ressort | AD-300 | 20283.00127 | 3 | 21 |
| | Bille | AD-650 | 20283.00128 | 3 | 21 |
| | Joint | AD-709 | - | 2 | 14 |
| | Clapet anti-retour | P619459 | 20283.00123 | 2 | 14 |
| | Pompe manuelle | P619459 | - | 2 | 14 |
| | Filtre acier | P619459 | 20283.00117 | 2 | 14 |
| | Filtre | | 20430.00470 | 2 | 14 |
| Chaîne et palettes | Chaîne de grattage pas 315mm | P619303 | 20283.00014 | 4 | 28 |
| | Élément de chaîne 0,63 | 5106510 | - | 2 | 14 |
| | Maillon ext | 5106510 | - | 2 | 14 |
| | Maillon in | 5106510 | - | 2 | 14 |
| | Axe excentrique | 5106510 | 20283.00034 | 2 | 14 |
| | Douille pour arbre de tension | 5106510 | 20283.00035 | 2 | 14 |
| | Galet | 5106510 | - | 2 | 14 |
| | Rondelle | 5106510 | - | 2 | 14 |
| | Goupille | 5106510 | - | 2 | 14 |
| | Palette 1800*300 | 8015935 | 20283.00070 | 2 | 14 |
| | Palette 1400*400 | 8015940 | 20283.00072 | 2 | 14 |

| | | | | | |
|----------------------|---|-------------------|-------------|-----|-----------|
| Bras de grattage | Glissières | rep1 | 20399.07883 | 2 | 14 |
| | Glissières | rep2 | 20399.07882 | 2 | 14 |
| | Glissières | rep3 | 20399.07881 | 6 | 42 |
| | Glissières | rep4 | 20399.07880 | 6 | 42 |
| | Glissières | rep5 | 20399.07879 | 2 | 14 |
| | Glissières | rep6 | 20399.07878 | 2 | 14 |
| | Glissières | rep7 | 20461.00675 | 1 | 7 |
| | Glissières | rep8 | 20399.07888 | 1 | 7 |
| | Glissières | rep9 | 20399.07887 | 1 | 7 |
| | Glissières | rep10 | 20399.07886 | 1 | 7 |
| | Glissières | rep11-13 | 20399.07884 | 4 | 28 |
| | Glissières | rep12-14 | 20399.07885 | 4 | 28 |
| | GUIDAGE CHAINE COTE TOURTEAUX DE COMMANDE | | 20461.01159 | 4 | 28 |
| | GUIDAGE CHAINE COTE TOURTEAUX DE TENSION | | 20461.01160 | 2 | 14 |
| Câbles de levage | Cable métallique | Ø 14 droit | 10048.05926 | 150 | 1050 |
| | Cable métallique | Ø 14 gauche | 10048.05927 | 150 | 1050 |
| | Cable métallique | Ø 22(10048.00030) | 10048.05942 | 140 | 980 |
| Galet de translation | Galet mot. De 630 sans boudin complet | 7417949MM03631FO | 20283.00021 | 4 | 28 |
| | Galet mot de 630 avec boudin complet | 7417949MM03631FO | 20283.00022 | 4 | 28 |
| | Galet récepteur de 630 sans boudin complet | 7417949MM03632FO | 20283.00023 | 4 | 28 |
| | Galet récepteur de 630 avec boudin complet | 7417949MM03632FO | 20283.00017 | 4 | 28 |
| | Couronne denté | 3631 FO/2 | 20283.00024 | 4 | 28 |
| | Roulement | 22226C | 20325.00855 | 16 | 112 |
| | Fourreau | 3631FO/12 | - | 2 | 14 |

| | | | | | |
|--|------------|-----------|-------------|---|----|
| | Foureau | 3632FO/6 | 20283.00162 | 2 | 14 |
| | Entretoise | 3631FO/13 | - | 2 | 14 |
| | Entretoise | 3632FO/7 | - | 2 | 14 |
| | Couvercle | 3631FO/8 | - | 2 | 14 |
| | Couvercle | 3632FO/2 | - | 2 | 14 |

Contrôle de L'allongement de la chaîne

Les chaînes sont du type à galet. Les galets en acier au carbone subissent une trempe haute fréquence sur le diamètre extérieur et dans l'alésage. Les douilles en acier allié sont cimentées, trempées.

Les axes en acier allié sont cimentés, trempés.

Les maillons intérieurs et extérieurs en acier au carbone.

L'allongement de la chaîne est contrôlé trimestriellement. L'inspection est faite avec la chaîne stoppée et sécurisée

Les bras de grattage doivent être en position horizontale et la chaîne doit être sous tension pour équilibrer les jeux.

La mesure de l'allongement est faite des 2 côtés des bras sur une section droite de la chaîne et sur 35 maillons.

La chaîne est montée initialement avec 384 maillons par côté pour chacun des bras primaires et avec 102 maillons par côté pour le bras secondaire.

L'allongement moyen avant réajustement de la chaîne de grattage est d'approximativement de 0.15% de sa longueur.

| TABLEAU DE CONTROLE DES CHAINES BRAS PRIMAIRES | |
|--|---|
| Pas de la chaîne | 315 mm |
| Nombre de maillons | 384 |
| Longueur d'une chaîne | $192 \times 315 = 60480\text{mm}$ |
| Longueur théorique de 35 maillons | $35 \times 315 = 11\,025\text{mm}$ |
| Allongement maximum sur 35 maillons | $((35 \times 315)/100) \times 0.15 = 16.5\text{mm}$ |
| Distance mesurée sur 35 maillons Sur le côté gauche = DMG | DMG = mm |
| Distance mesurée sur 35 maillons Sur le côté droit = DMD | DMD = mm |
| Allongement total estimé, Côté gauche = G | $G = (DMG / 35) \times 192 =$ mm |
| Allongement total estimé, Côté droit D | $D = (DMD / 35) \times 192 =$ mm |
| Allongement total maximum = T | $T = (60480/100) \times 0.15 = 90.72$ mm |
| TABLEAU DE CONTROLE DES CHAINES BRAS SECONDAIRE | |
| Pas de la chaîne | 315 mm |
| Nombre de maillons | 102 |
| Longueur d'une chaîne | $102 \times 315 = 23130\text{mm}$ |
| Longueur théorique de 35 maillons | $35 \times 315 = 11\,025\text{mm}$ |
| Allongement maximum sur 35 maillons | $((35 \times 315)/100) \times 0.15 = 16.5\text{mm}$ |
| Distance mesurée sur 35 maillons Sur le côté gauche = DMG | DMG = mm |
| Distance mesurée sur 35 maillons Sur le côté droit = DMD | DMD = mm |

| | |
|--|--|
| Allongement total estimé, Côté gauche = G | $G = (DMG / 35) \times 102 =$ mm |
| Allongement total estimé, Côté droit = D | $D = (DMD / 35) \times 102 =$ mm |
| Allongement total maximum = T | $T = (23130/100) \times 0.15 = 34.7$ mm |

Si les distances DMG et DMD sont différentes de plus de 3 mm, alors les 2 brins doivent être ré alignés et synchronisés.

Le planning de graissage

| Désignation des points de graissage | Nombre de points | Quantité | Périodicité de graissage |
|--|------------------|----------|--------------------------|
| Réducteur commande chaine primaire | 2 | 2*62L | 1 an |
| Réducteur commande chaine Secondaire | 1 | 30L | 1 an |
| Réducteur principal commande translation | 2 | 2*30L | 1 an |
| Réducteur enrouleur | 1 | 3.5L | 2 ans |
| Réducteur treuil de levage | 3 | 3*7.5L | 1 an |
| Coupleur hydraulique commande chaine primaire | 2 | 2*11.2L | 1 an |
| Coupleur hydraulique commande chaine secondaire | 1 | 6 L | 1 an |
| Chaine de grattage | 12 | 100L | 1 mois |

| | | | |
|---|----------|----------------|---------------|
| Arbre de commande chaine primaire | 4 | 4*20g | 1 mois |
| Arbre de commande chaine secondaire | 2 | 2*20g | 1 mois |
| Paliers d'articulation bras primaire | 4 | 4*20g | 1 mois |
| Paliers d'articulation bras secondaire | 2 | 2*20g | 1 mois |
| Tension chaine primaire | 4 | 4*700g | 1 mois |
| Tension chaine secondaire | 2 | 2*700g | 1 mois |
| Galet de translation | 8 | 8*20g | 1 mois |
| Dentures pignon arbre et roue dentée | 2 | 500g | 1 mois |
| Galets de réaction horizontaux | 6 | 6*20g | 1 mois |
| Câble, guide câble, surface de Glissement des butées | 3 | 3*2kg | 1 mois |
| Poulies de renvoi pour bras primaire | 6 | 6*40g | 1 mois |
| Poulies de renvoi pour bras secondaire | 6 | 6*40g | 1 mois |
| Poulies sur palonnier bras primaire | 4 | 4*60g | 1 mois |
| Poulies sur bras primaire | 2 | 2*60g | 1 mois |
| Moteur commande chaine primaire | 4 | 4*410g | 1 an |
| Moteur commande chaine secondaire | 2 | 2*260g | 1 an |
| Moteur commande de translation | 4 | | 1 an |
| Moteur treuil de levage bras primaire | 4 | 2*12.5g | 1 an |
| Moteur treuil de levage bras Secondaire | 2 | 2*10g | 1 an |
| Cellules réductrices pour enrouleur | 1 | 1.4 kg | 1 an |

