



PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du :

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

Élaboration d'un plan de maintenance préventif des gratteurs

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

Soutenu le 02 Juillet 2015

Par :

Mr. EL HAKKIOUI Aimad

Jury :

Pr. Mr. A. EL BARKANY (FSTF)
Pr. Mr. A. EL BIYAALI (FSTF)
Pr. Mr. A. EL HAKIMI (FSTF)

Encadré par :

- Pr. Mr. A. EL BARKANY (FSTF)
- Mr. M. BENANNI (OCP)

Année Universitaire : 2014-2015

DÉDICACES

A mes chers parents, nul mot ne pourra exprimer mes sentiments et ma gratitude envers vous.

A mes très chères sœurs et frères,

A toutes ma grande famille.

A tous mes chers collègues.

A tous ceux qui m'aiment.

Et à tous ceux que j'aime.

Je dédie le fruit de mon projet de fin d'études.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier mes encadrants Pr. A. EL BARKANY de la Faculté des Sciences et Techniques de FES et Mr. BENNANI 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 Mme. EL AZHARY responsable de maintenance, Ms. ROUABA, EL IDRISSE, EL MOUCHTAKI, SAID 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 des 5 pourquoi pour connaître 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 une maintenance autonome, une méthode de chasse des anomalies afin que l'opérateur soit plus conscient des actions correctives qu'il faut savoir pour rendre tout équipement à son état normal.

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 5 to know 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 we proposed an autonomous maintenance, method of hunting anomalies so that the operator is more aware of the corrective actions you need to know to make any equipment to its normal state.

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

NH3 : 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 I.1 : Organigramme de l'OCP	14
Figure I.2 : Les principaux gisements ouverts par le groupe OCP	15
Figure I.4 : Schéma synoptique de l'installation	17
Figure I.5 : Schéma du circuit de stockage des engrais	20
Figure II.1 : Vue sur le gratteur du hangar HE 2	22
Figure II.2 : Vue sur le chariot principal	23
Figure II.3 : Vue sur le pont	24
Figure II.4 : Vue sur l'enrouleur du câble du gratteur	25
Figure II.5 : Vue sur le circulaire de l'enrouleur	26
Figure II.6 : Vue sur l'ensemble de translation	26
Figure II.7 : Vue sur les bras de gratteur	28
Figure II.8 : Vue sur le treuil de levage	29
Figure II.9 : Vue sur l'ensemble de lubrification	30
Figure II.10 : Vue sur les barrettes de graissage coté translation	31
Figure III.1 : Diagramme de Pareto des pannes mécaniques entre 2013et 2014.....	36
Figure III.2 : Diagramme sur la fréquence des modes de défaillances des ensembles des gratteurs	37
Figure III.3 : Vue sur les glissières.....	38
Figure III.4 : Vue sur des glissières dégradées.....	39
Figure III.5 : Arbre des causes (dégradation des glissières).....	40
Figure III.6 : Vue sur l'ensemble de lubrification	42
Figure III.7 : Arbre des causes (détérioration de l'ensemble de lubrification).....	43
Figure III.8 : Le mécanisme de corrosion des matériaux	47
Figure III.9 : Vue sur les matériaux dégradés des glissières	48
Figure IV.1 : Résultats de 'AMDEC du gratteur	61
Figure V.1 Les formes de la maintenance	62
Figure VI.1 : Objectifs de la maintenance autonome	79

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I.1 : Fiche technique du Groupe OCP.....	15
Tableau II.1 : Caractéristiques générales.....	23
Tableau II.2 : Les caractéristiques techniques de translation	27
Tableau II.3 : les caractéristiques techniques de rotation.....	27
Tableau II.4 : Les caractéristiques techniques de levage.....	29
Tableau III.1 : Classement des gratteurs par le nombre des pannes mécaniques durant les deux dernières années.....	35
Tableau III.2 : Actions et contre-mesures	41
Tableau III.3 : Actions et contre-mesures	44
Tableau III.4 : Les constituants de l'acier E36.....	45
Tableau III.5 : les constituants de l'acier inoxydable X20C13	46
Tableau IV.1 : Indice de fréquence F (1).....	50
Tableau IV.2 : Indice de gravité G	51
Tableau IV.3 : Indice de non-défectabilité D	52
Tableau IV.4 : L'ensemble des équipements du gratteur	52

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION GENERALE.....	11
CHAPITRE I PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL	13
1. Introduction	13
2. Présentation du cadre de travail	13
2.1. Historique.....	13
2.2. Missions	13
2.3. Statut juridique de l'OCP	14
2.4. Perspectives de développement.....	16
3. Direction du site d'EL JADIDA	16
3.1. Pôle industriel d'EL JADIDA (INJ).....	16
3.2. Présentation de la division infrastructures (INJ)	17
3.2.1. Présentation	17
3.2.2. Mission de la division	17
3.2.3. Présentation des secteurs d'INJ.....	18
4. Conclusion	20
CHAPITRE II DESCRIPTION DU GRATTEUR.....	21
1. Présentation du projet :	21
1.1. Le sujet de l'étude :	21
2. Introduction	22
3. Description du gratteur	22
3.1. Le chariot principal (primaire)	23
3.2. Le pont ou l'arc	23
3.3. Le chariot secondaire	24
3.4. L'enrouleur.....	24
3.5. La circulaire	25
3.6. Système de translation.....	26
3.7. Système de rotation	27
3.8. Système de montée et descente	28
3.9. Dispositif de lubrification.....	30
3.10. Dispositif de graissage	30
4. Modes de fonctionnement du gratteur	31
4.1. Marche locale	32
4.1.1. Bras primaires	32

4.1.2. Bras secondaire	33
4.2. Translation.....	33
4.3. Marche en translation grande vitesse	34
4.4. Correction déhanchement :.....	34
5. Conclusion.....	34
CHAPITRE III IDENTIFICATION ET ANALYSE DES PANNES MECANIQUES ENREGISTREES SUR LE GRATTEUR	
	35
1. introduction	35
2. Analyse Pareto.....	35
3. Résolution du problème : STANDARD-KAIZEN	37
3.1. Sujet 1 : Dégradation des glissières du gratteur	37
3.2. Sujet 2 : Détérioration du circuit de graissage	41
4. Les matériaux utilisés dans la fabrication des glissières depuis 1985.....	44
4.1. Le premier matériau utilisé E 36 galvanisé	44
4.2. Acier inoxydable	45
4.3. conclusion	46
4.4. La corrosion des matériaux	46
5. Conclusion.....	48
CHAPITRE IV ETUDE AMDEC DU GRATTEUR	
	49
1. Introduction	49
2. Présentation de l'AMDEC	49
2.1. Définition	49
2.2. Etapes de réalisation d'une AMDEC	49
2.3. Grille de notation adoptée	50
3. Application de l'analyse A.M.D.E.C.....	52
4. Conclusion.....	61
CHAPITRE V PLAN DE MAINTENANCE DU GRATTEUR.....	
	62
1. Introduction	62
2. Les formes de la maintenance	62
2.1. La maintenance préventive.....	62
2.2. La maintenance corrective	63
3. Les gammes de maintenance	63
3.1. Utilité de la gamme	63
3.2. Modèle de gamme	64
4. Conclusion.....	77

CHAPITRE VI MAINTENANCE AUTONOME DU GRATTEUR	78
1. Introduction	78
2. La maintenance autonome	78
2.1. Vision et objectifs de la maintenance autonome	78
2.2. Les Etapes de la maintenance autonome	79
2.3. Faire la chasse aux anomalies	80
2.3.1. Utilisation d'étiquettes	80
2.4. Les standards provisoires de la maintenance autonome.....	81
3. Conclusion	98
CONCLUSION GENERALE	99
Annexes	102

INTRODUCTION GENERALE

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 terme 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 une base de données qui m'a permis de déterminer les éléments les plus névralgiques. Nous avons choisi une méthode appelée STANDARD KAIZEN afin de résoudre un problème fréquemment posé à savoir la dégradation des glissières des chaînes 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 , puis dans le dernier chapitre, nous avons apporté les recommandations et les améliorations pour remédier aux problèmes dénotés, et améliorer la pratique de la maintenance par le billet d'une maintenance autonome

CHAPITRE I

PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL

1. Introduction

Dans cette partie, je vais présenter le monopole de l'industrie du phosphate marocain en l'occurrence le groupe OCP, 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.

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 Benguérir.

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

- Essais Slurry Pipeline.
- Mise en service Maroc Central
- Ouverture de School of Industrial Management (EMINES) de l'Université Mohammed VI Polytechnique.

2.2. Missions

Les missions de l'OCP consistent à :



Extraire les phosphates bruts, les traiter pour les rendre marchands et les commercialiser.



Valoriser une partie de la production du phosphate dans les usines chimiques soit sous forme d'acide phosphorique, ou sous forme d'engrais.

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.

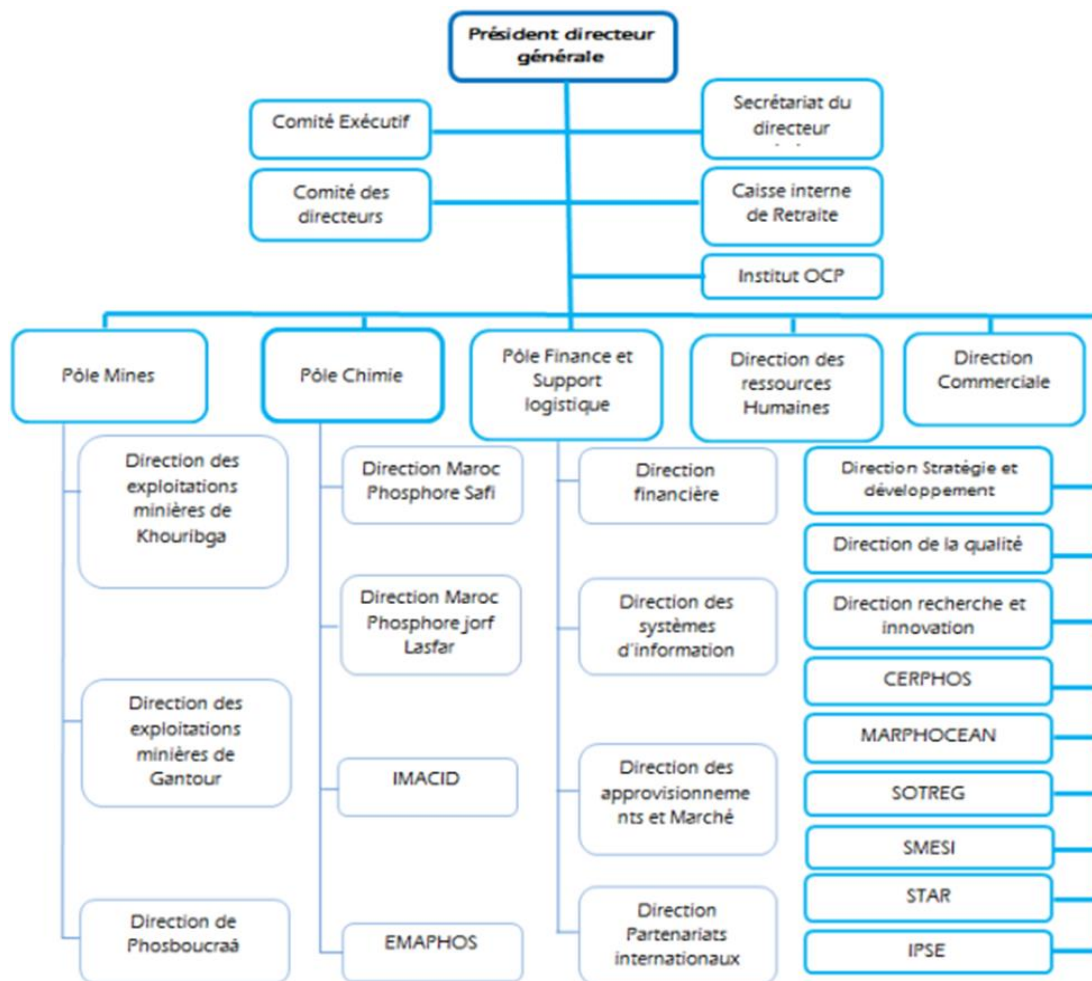


Figure I.1 : Organigramme de l'OCP

2.4. Perspectives de développement

L'Office Chérifien des Phosphates présente désormais des perspectives de développement fort prometteuses. En effet, pour renforcer sa position de leader sur le marché des phosphates en augmentant sa capacité de production de 35 million de tonnes à 55 million de tonnes, l'OCP a adopté une stratégie de développement à long terme.

Cette stratégie porte, pour l'essentiel, sur un plan de développement industriel de 115 milliards de dirhams d'ici 2020. Et ce non seulement dans le but d'améliorer la productivité et diminuer les coûts, mais aussi pour augmenter la compétitivité et contrôler le marché international. Le projet de pipeline, qui servira à transporter les phosphates des sites de Khouribga au port de Jorf Lasfar et se substituera au chemin de fer, en constitue un bel exemple.





Ainsi, le Maroc a quadruplé ses revenus de la devise et détient les brides du marché international des engrais agricoles. En d'autres mots, le Maroc est devenu un acteur incontournable de la sécurité alimentaire mondiale.

Et pour pérenniser son développement industriel et maintenir un leadership dans son secteur, l'OCP relève le défi de l'environnement avec le dessalement de l'eau de mer sur les sites chimiques, la réalisation du projet Maroc central, l'amélioration de la qualité de l'air autour des sites industriels et des rejets industriels.






3. Direction du site d'EL JADIDA

3.1. Pôle industriel d'EL JADIDA (INJ)

Situé sur le littoral atlantique, 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. Ce site a été choisi pour des multiples avantages :

-  Sa proximité des zones minières (en particulier de Khouribga);
-  Existence d'un port profond ;
-  Disponibilité de grandes réserves d'eau ;
-  Présence de terrains pour des extensions futures.


Il est subdivisé en plusieurs industries, à noter :

-  Maroc Phosphore 3 et 4 de JORF LASFAR ;
-  IMACID ;
-  EMAPHOS ;
-  PMP ;
-  BMP ;

3.2. Présentation de la division infrastructures (INJ)


3.2.1. Présentation

La Division Infrastructures de la direction MAROCPHOSPHORE 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 et régulation
- Etude et Amélioration technique des installations

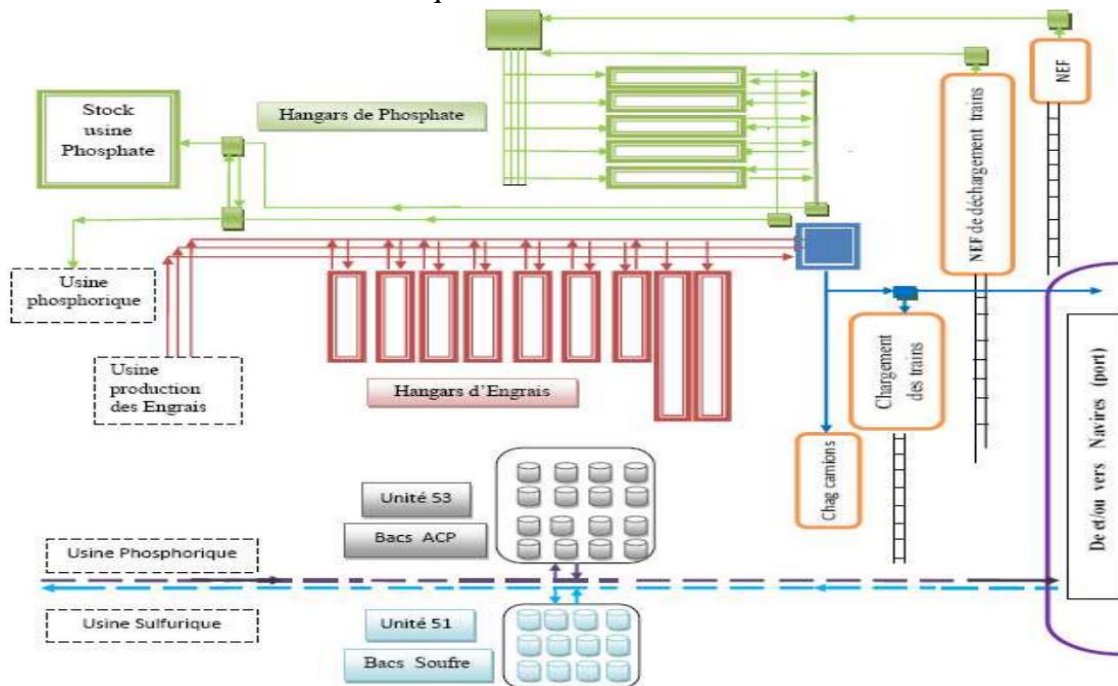


Figure I.4 : Schéma synoptique de l'installation

3.2.2. 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.

3.2.3. Présentation des secteurs d'INJ

A. Exploitation port

a. 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.

b. 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.

c. 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.
- 4 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.

d. Quais n°1 et 2

Le quai n° 1 est doté de deux portiques de capacité unitaire nominale 1200 t/h et d'un ensemble de convoyeurs de manutention. Sa mission est l'export des engrais produits et des phosphates.

Le quai n° 2 est doté de deux portiques mixtes pour le chargement des engrais en vrac ou ensaché

e. Quais n° 6 et 7

Ces deux quais sont destinés à exporter l'acide phosphorique 54% et l'acide purifié ainsi qu'au déchargement de l'ammoniac et de l'acide sulfurique. Il est doté de 6 bras dont trois

réservés pour l'acide phosphorique 54% et les trois autres chacun pour l'ammoniac, l'acide sulfurique et l'acide purifié.

B. Stockage principal

a. 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.

b. 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.

c. Stockage des engrais

Cet ensemble est composé de 7 hangars de stockage de capacité unitaire 50.000 t, et de 7 gratteurs équipant ces hangars pour la reprise des engrais.

Ainsi, d'un atelier de criblage se trouve en amont du circuit de l'export des engrais et d'une station de chargement des trains et camions pour le marché local.

d. 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'engrais est un produit sensible 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 sept hangars : à la 18A, 18B et 18C selon sa qualité, et pour son refroidissement, après il sera transférer par des convoyeurs de reprises RAA, RAB et RAC, dans les hangars HE1, HE2, HE3 et HE4 ; 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 ou HE4), selon sa qualité, Ce choix se fait par système d'aiguillage qui est un volet mobile à deux positions commandé par vérin. L'engrais versé dans RB1 ou RB2 va être criblé puis transférer vers le 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 sont identiques et chacun à une capacité de 54 000 T, ils ont une construction en béton armé dont la forme du toit est ovale.

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

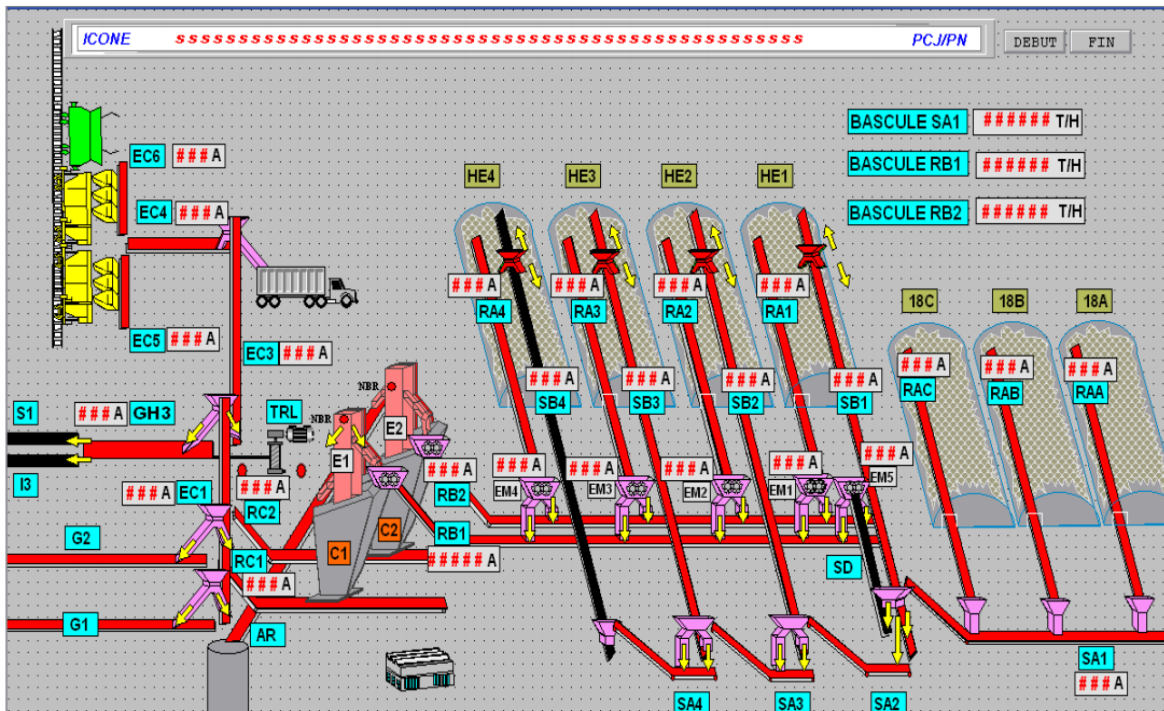


Figure I.5 : Schéma du circuit de stockage des engrais

4. Conclusion

Ce chapitre a été une présentation générale du service d'accueil et les activités abordé par ce service.

L'OCP dispose d'une plateforme ancienne au niveau d'exploitation des engrais. Dans le chapitre suivant, nous allons entamer en détail la machine gratteur et son rôle dans l'exploitation des engrais.

CHAPITRE II

DESCRIPTION DU GRATTEUR

1. Présentation du projet :

1.1. Le sujet de l'étude :

La démarche de l'étude consiste à:

- Comprendre le rôle des gratteurs dans le processus d'exploitation des engrais.
 - Description détaillé des gratteurs et son principe de fonctionnement
- Elaborer une analyse des causes de dégradation des glissières des chaines des gratteurs.
 - Analyse Pareto des arrêts enregistrés,
 - Méthodes de résolution des problèmes par la méthode STANDARD KAIZEN.
- Effectuer une analyse AMDEC pour les gratteurs.
 - L'analyse A.M.D.E.C,
 - L'application de l'analyse A.M.D.E.C.
- Elaboration d'un plan de maintenance préventif.
- Rédaction des standards provisoires de maintenance autonome,

2. Introduction

Après une explication de la problématique et les objectifs à atteindre au terme de ce projet. Il serait peut-être convenable de dédier ce chapitre à la présentation de cette machine (gratteur) qui constitue le cœur de mon projet de fin d'études.



Figure II.1 : Vue sur le gratteur du hangar HE 2

3. Description du gratteur

Lorsqu'un navire regagne le quai dans le port on donne l'ordre pour commencer le chargement d'engrais, est cela s'effectue grâce au gratteur.

Le gratteur est un équipement névralgique dans la chaîne d'exploitation des engrais. Il a pour rôle la reprise des engrais des halls de stockage à l'aide de 3 chaînes de grattage équipées de raclettes et munies de dents, puis le déverser sur un convoyeur pour l'acheminer soit vers le chargement des navires soit vers la station de chargement des wagons ONCF ou des camions via une chaîne de convoyage.

Tableau II.1 : Caractéristiques générales

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

3.1. Le chariot principal (primaire)

Le chariot principal (primaire) est un support en métal robuste qui s'assoit sur des galets en acier dure ; le chariot supporte une cabine de commande qui contient : un pupitre de commande, et une armoire électrique contenant une armoire électrique ou 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 bloques de résistance, ...et en plus il fait l'articulation de deux bras primaires. Ce chariot est solidaire avec la deuxième partie du grateur par : le pont ou l'arc.

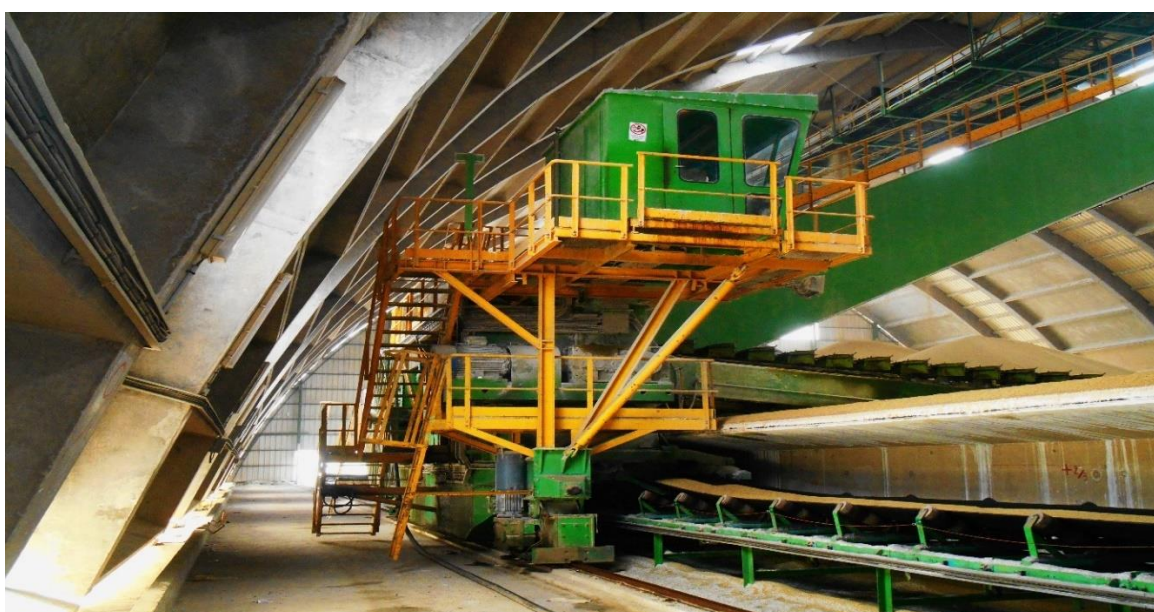


Figure II.2 : Vue sur le chariot principal

3.2. Le pont ou l'arc

Le pont est arc en métal chambré, il fait la liaison entre les deux chariots principales primaire et secondaire, des galets de mouflage sont s'y fixées, elles assurent la montée et la descente des bras primaires il contient aussi (les)un travail avec le système de mouflage qui permettent ensemble de réaliser la montée et la descente des bras secondaire.



Figure II.3 : Vue sur le pont

3.3. Le chariot secondaire

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.

3.4. L'enrouleur

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

L'entraînement de l'enrouleur en rotation se fait à l'aide de deux moteurs couplés à un seul sens de rotation équipé par deux accouplements magnétiques. Si le gratteur se déplace vers les extrémités du hangar, l'enrouleur tourne grâce au poids du câble et grâce à son inertie, et les deux accouplements magnétiques permettent aux deux moteurs de tourner à vide.

Par contre si le gratteur se déplace vers le milieu du hangar l'enrouleur reçoit un couple important exercé sur l'arbre moteur par les deux moteurs, L'extrémité du câble qui alimente le gratteur attaque d'abord un organe appelé : Circulaire



Figure II.4 : Vue sur l'enrouleur du câble du gratteur

3.5. La circulaire

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



Figure II.5 : Vue sur la circulaire de l'enrouleur

3.6. Système de translation

La translation du gratteur s'effectue grâce à deux moteurs à variateurs vitesse, un sur le chariot principal et l'autre sur le chariot secondaire 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.



Figure II.6 : Vue sur l'ensemble de translation

Tableau II.2 : Les caractéristiques techniques de translation

Type de rail	A100	parcours de translation	170 m
Entre axe rails	45.3 m	Vitesse de travail	2.6 m/mn
Diamètre des galets	630 mm	Grande vitesse	21 m/mn
Nombre de galets total	8	Puissance	

3.7. Système de rotation

La rotation de la chaîne s'effectue par des tourteaux liés à l'axe de rotation, le mouvement est commandé par un moteur asynchrone Triphasée à cage d'écureuil et un coupleur hydraulique pour augmenter le couple moteur, et un réducteur à arbre creux, une fois la chaîne est en rotation l'ensemble mécanique aussi. Car elle est constituée d'une glissière qui supporte la chaîne et les palettes.

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

Tableau II.3 : Les caractéristiques techniques de rotation

Bras de grattage	Primaire	Secondaire
Nombre	2	1
Entre axe tourteaux	28.98 m	14.8 m
Pas de chaîne	315mm	315mm
Charge de rupture de la chaîne	85 T	85 T
Largeur de palette	1800mm	1400mm
Hauteur de palette	300mm	400mm
Pas des palettes	630mm	630mm
Vitesse de chaîne	0.67m/s	0.67m/s
Puissance installée	110 kW	55 kW



Figure II.7 : Vue sur les bras de grateur

3.8. Système de montée et descente

La montée et la descente sont assurées par un système de treuillage constitué par un moteur asynchrone triphasé à démarrage direct, un électrofrein, un réducteur de vitesse, un tambour d'enroulement de câble de manutention, ce système de mouflage a pour but de réduire le poids du bras, c'est-à-dire la tension et la force appliquée lors de la montée ou la descente des bras.

La montée et la descente des chaînes se fait en deux vitesses : P.V et G.V

Le trajet parcouru par les chaînes lors de leur montée ou leur descente est divisé en plusieurs niveaux :- le point haut : le point le plus haut pour la montée. Le point bas : le point le plus bas pour la descente, Plus de 3 positions intermédiaires.

Tableau III.4 : Les caractéristiques techniques 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



Figure II.8 : Vue sur le treuil de levage

3.9. Dispositif 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.



Figure II.9 : Vue sur l'ensemble de lubrification

La centrale de graissage est constituée de : Un réservoir d'une capacité utile de 200 litres pour le (bougie A) et 100 litres pour la (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

3.10. Dispositif de graissage

Un certain nombre de points sont regroupés sur des barrettes de façon suivante :

Coté jetée

Translation : 2 barrettes de 5 points

Commandes de chaînes : 2 barrettes de 4 points

Coté pendulaire

Translation : 2 barrettes de 2 points

Commandes de chaînes : 1 barrette de 4 points

Poulies

Palonniers bras primaire : 2 barrettes de 2 points

Poulies de renvoi coté primaire

Les autres points sont graissés directement à savoir :

Poulies coté secondaire, moteurs, réducteurs, pignons de translation, etc....



Figure II.10 : Vue sur les barrettes de graissage coté translation

4. Modes de fonctionnement du gratteur

La mise en route du gratteur nécessite le choix adéquat d'un mode de marche en fonction du mouvement à exécuter, de la position du gratteur et des ordres émis par la salle de contrôle.

4 modes de marche différents peuvent être sélectionnés par l'opérateur grâce au commutateur « mode de marche ».

Marche automatique

Ce mode de marche permet la conduite depuis la salle de contrôle. Il ne nécessite aucune intervention de l'opérateur. C'est le mode de marche normal du gratteur dont tous les mouvements s'effectuent alors en petite vitesse.

4.1. Marche locale

a) Chaînes primaires

Les chaînes primaires ne peuvent être démarrées que si l'une des conditions suivantes est réalisée :

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

La mise en route des chaînes est commandée par une impulsion sur le bouton-poussoir «marche chaîne primaire ». L'arrêt des chaînes peut être commandé à tout moment par appui sur le bouton-poussoir « arrêt chaîne primaire ».

b) Chaîne secondaire

La chaîne secondaire ne peut être démarrée que si l'une des conditions suivantes est réalisée :

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

La mise en route des chaînes est commandée par une impulsion sur le bouton-poussoir « marche chaîne secondaire ». L'arrêt des chaînes peut être commandé à tout moment par appui sur le bouton poussoir « marche chaîne secondaire ».

c) Ampèremètres

Trois ampèremètres implantés sur le pupitre de commande permettent de contrôler la charge approximative de chaque chaîne, ce qui détermine le débit du grateur.

4.1.1. Bras primaires

1) Montée

Choisir la vitesse de treuillage à l'aide du sélecteur implanté sur le pupitre de commande. La montée du bras est commandée par une impulsion sur le bouton-poussoir « montée bras primaire ». L'arrêt de la montée se fait automatiquement par l'arrivée du bras en position haute. L'arrêt de la montée peut être commandé à tout moment par appui sur le bouton poussoir « arrêt bras primaire ».

2) Descente

Choisir la vitesse de treuillage. En grande vitesse, la chaîne primaire doit être à l'arrêt ; en petite vitesse, elle doit être en marche. La descente du bras est commandée par une impulsion sur le bouton-poussoir « descente bras primaire ». En marche normale, la descente des deux bras doit être commandée simultanément.

Un système de contrôle vérifie si les deux bras descendent ensemble: si l'un des bras primaires descend trop loin par rapport à la position de l'autre bras primaire, la descente est stoppée. Cette position des bras est signalée par les voyants « limite bras primaire 1 » ou « limite bras primaire 2 ».

Si la position de descente des deux bras est identique, le voyant « zéro différentiel » est allumé.

Néanmoins, il est possible de descendre (uniquement en petite vitesse) un seul des bras primaire si l'autre reste en position basse. L'arrêt peut être commandé à tout moment par appui sur le bouton-poussoir « arrêt treuil primaire ».

4.1.2. Bras secondaire

1) Montée

Choisir la vitesse de treuillage. La montée du bras secondaire se commande par impulsion sur le bouton-poussoir « montée bras secondaire ». L'arrêt de la montée se fait automatiquement par l'arrivée du bras secondaire en position haute. L'arrêt peut être commandé à tout moment par appui sur le bouton-poussoir « arrêt bras secondaire ».

2) Descente






Choisir la vitesse de treuillage. En grande vitesse la chaîne secondaire doit être à l'arrêt ; en petite vitesse, elle doit être en marche. La descente du bras est commandée par une impulsion sur le bouton-poussoir « descente bras secondaire ». Les bras primaires doivent avoir été descendus jusqu'en position intermédiaire pour pouvoir descendre le bras secondaire au même niveau.

A partir de cette position, l'opérateur doit commander par étapes la descente des bras primaires pour pouvoir continuer la descente du bras secondaire. L'arrêt de la descente se fait automatiquement par l'arrivée du bras secondaire en position basse. L'arrêt peut être commandé à tout moment par appui sur le bouton-poussoir « arrêt treuil secondaire ».

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

4.2. Translation

La course du gratteur est limitée à gauche comme à droite par un détecteur de sur course et par des fins de course. Ces informations sont utilisées dans l'automatisme de la machine. En marche locale, la translation n'est possible qu'en petite vitesse, pour pouvoir démarrer la translation, il faut remplir une des conditions suivantes :

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

La translation gauche ou droite est démarrée par une impulsion sur le bouton-poussoir « translation gauche » ou « translation droite ». L'arrêt de la translation peut être commandé à tout moment par appui sur le bouton poussoir « arrêt translation ». L'arrêt de la translation se fait automatiquement par arrivée du gratteur sur les fins de course « fin de tas ». Pour changer de zone, il est nécessaire de passer la fin de tas, ce qui est possible si les trois bras en position haute.

N.B : Les bras du gratteur sont équipés d'anticollision à câble qui arrête lorsqu'ils sont actionnés.

4.3. Marche en translation grande vitesse

Dans ce mode de marche, il est uniquement possible de translater. Les chaînes et les treuils ne peuvent donc pas fonctionner, avant de passer en translation grande vitesse, relever en marche manuelle les trois bras en position grande vitesse, relever en marche manuelle les trois bras en position haute. La mise en route effectuée, la translation gauche ou droite est commandée par une impulsion sur le bouton-poussoir « translation gauche » ou « translation droite ».

L'arrêt peut être commandé à tout moment par appui sur le bouton-poussoir « arrêt translation ».

Le gratteur s'arrête lorsqu'il arrive sur l'un des fins de course « fin de tas ».

4.4. Correction déhanchement :

Ce mode de marche permet à l'opérateur de corriger un déhanchement éventuel ayant entraîné l'arrêt du gratteur.

5. Conclusion

Ce chapitre a été dédié pour connaître tous les équipements du gratteur qui représente une grande partie dans mon projet de fin d'études et un pilier très important dans l'exploitation des engrais

CHAPITRE III

IDENTIFICATION ET ANALYSE DES PANNES MECANIQUES ENREGISTREES SUR LE GRATTEUR

1. introduction

Dans ce chapitre on va commencer par une analyse Pareto pour déterminer les équipements les plus critiques, ensuite on va identifier et analyser les causes qui font les gratteurs tombent fréquemment en panne

2. Analyse Pareto

Le diagramme de Pareto permet de positionner les équipements critiques (selon le critère défini) d'après une répartition de type 80/20 : 20% des équipements produisent 80% des pannes. Les équipements sont classés selon un ordre décroissant par rapport au critère. Un graphique affiche les fréquences cumulées et les compare au seuil paramétré (ex : 80%). Le point de la courbe ou le cumul croise le seuil délimite les équipements critiques.

Le tableau suivant représente le nombre des pannes mécaniques enregistrés dans les sept gratteurs au court des années 2013 et 2014

Tableau III.1 : Classement des gratteurs par le nombre des pannes mécaniques durant les deux dernières années

Repère du gratteur	Nombre de panne	Fréquence	Fr. cumulée
HE 2	27	34%	34%
18 B	26	33%	67%
HE 1	9	11%	78%
HE 3	8	10%	88%
18 A	4	5%	93%
18 C	3	3%	96%
HE 4	2	2%	98%

Total 79

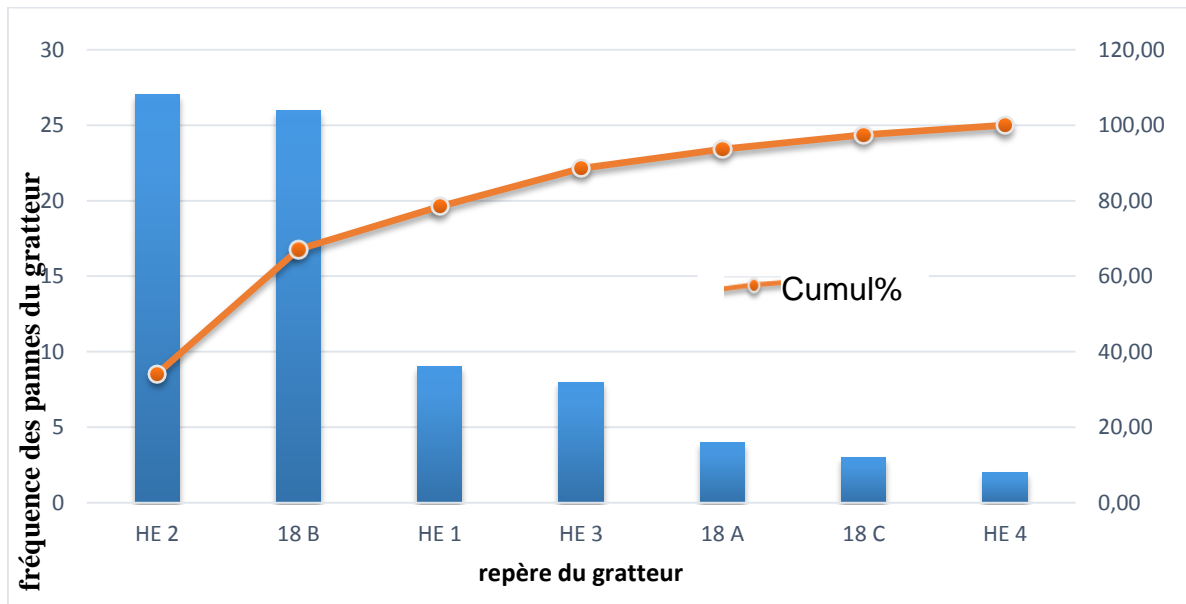


Figure III.1 : Diagramme de Pareto des pannes mécaniques entre 2013 et 2014

D'après l'analyse de l'historique des pannes des différents gratteurs, nous avons remarqué que les éléments les plus névralgiques sont:

➤ Les gratteurs HE 2 et 18 B

Durant les deux dernières années 2013 et 2014 plusieurs modes de défaillances se sont présentés au niveau des gratteurs à savoir :

- 1 Dégradation des glissières
- 2 Fuite au niveau de circuit de lubrification
- 3 Endommagement de la pompe
- 4 Cisaillement des chaînes
- 5 Déformation des palettes
- 6 Endommagement des paliers
- 7 Réducteur de rotation
- 8 Réducteur de l'enrouleur

Le diagramme suivant présente la fréquence des modes de défaillances des ensembles des gratteurs

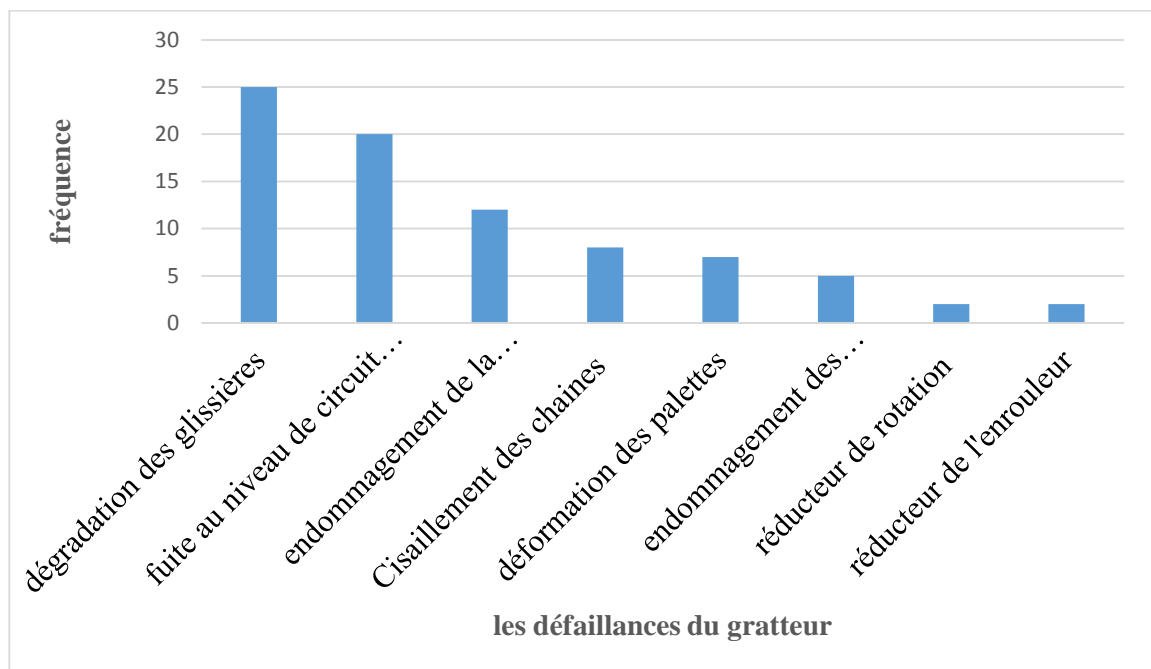


Figure III.2 : Diagramme sur la fréquence des modes de défaillances des ensembles des gratteurs

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



Fuite au niveau du circuit de graissage

Pour l'analyse de ces problèmes on a adopté l'une des méthodes de la résolution des problèmes, et plus précisément la méthode STANDARD-KAIZEN qui est l'une des piliers de la maîtrise des outils de la production.

3. Résolution du problème : STANDARD-KAIZEN

Pour mener cette analyse nous avons tout d'abord commencé, pour chaque problème, par l'état des lieux, en identifiant le phénomène de la défaillance, et son impact sur l'exploitation. Et avant de passer à l'analyse des causes racines du problème, nous avons déjà décrit le fonctionnement du système, dans les conditions réelles de fonctionnement. Après, en creusant dans les détails nous avons identifié les causes racines du phénomène. Ensuite, on a enchaîné par des actions et contre-mesures pour éliminer les causes racines, et en fin conclure avec des actions de verrouillages pour assurer la pérennisation des solutions mis en place

3.1. Sujet 1 : Dégradation des glissières du gratteur

1. Clarification du problème (QOQPC)

Quoi : Dégradation des glissières

Qui : Maintenance mécanique.

Où : les grateurs, production des engrais Section stockage

Quand : Durant les quatre derniers années.

Par quel : chaîne non lubrifié, un matériau non approprié....

Comment : Apparition du problème avec une moyen d'une fois par mois, et on remarque que les galets des chaînes frottent sur les surfaces des glissières au moment de la rotation des chaînes.

2. Objectifs

- ✓ Eliminer les arrêts des grateurs causés par la dégradation des glissières
- ✓ Réduire les pertes de l'exploitation
- ✓ Réduire les couts de maintenance. (Réduire la consommation des pièces de rechange.

3. Comment ça marche

Les glissières sont des tôles en acier qui assurent la translation des chaînes entre les guidages et les tourteaux, il y a des glissières supérieures d'une forme rectangulaire qui sont soudés au-dessus du bras et fixés par des équerres en L. Autres glissières inférieures en U sont installés au-dessous du bras et fixés eux aussi par les mêmes équerres.



Figure III.3 : Vue sur les glissières



Figure III.4 : Vue sur des glissières dégradées

4. Identification des causes racines

Les origines des anomalies sont souvent difficiles à étudier sans passer par une analyse détaillée, c'est pour cela qu'on a procédé par la méthode de 5 pourquoi pour dégager les causes racines de ces anomalies soulevées.

Cet outil d'analyse des 5 pourquoi permet de déterminer le classement des causes les plus probables par leurs origines communes de façon judicieuse et acceptée ! Judicieuse car elle indique la gravité et l'occurrence de certaines causes et acceptée car elle doit, en effet, être réalisée avec tous les acteurs concernés de près ou de loin par les difficultés rencontrées par la production

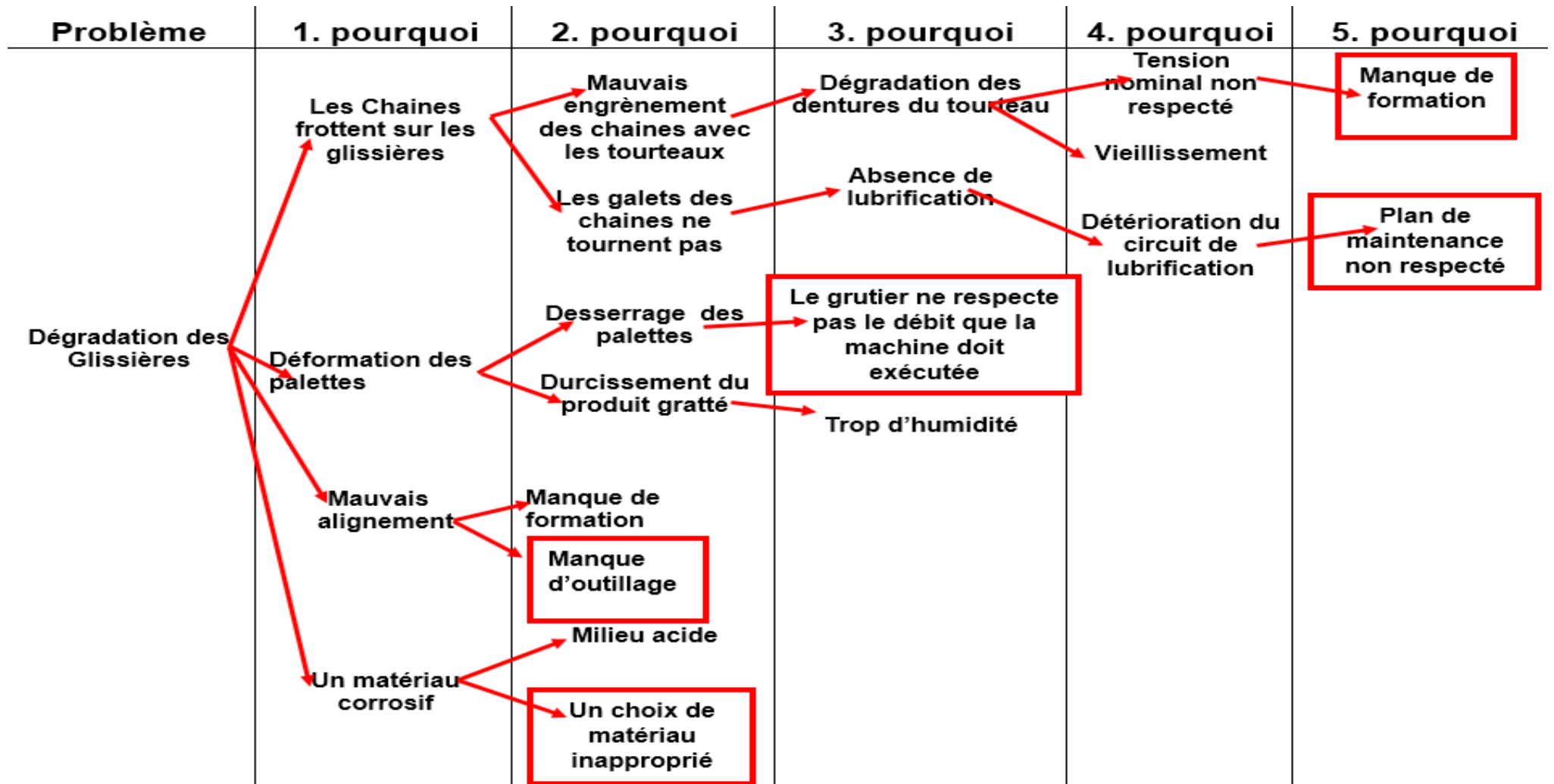


Figure III.5 : Arbre des causes (dégradation des glissières)

Donc d'après cette analyse on a soulevé les causes racines suivantes :

- × Plan de maintenance non respecté
- × Tension nominal non respecté
- × Détérioration du circuit de lubrification
- × Un matériau inapproprié
- × Manque de contrôle
- × Le grutier ne respecte pas le débit que la machine doit exécutée

5. Actions et contre-mesures

Tableau III.2 : Actions et contre-mesures

Actions	Contre-mesures
Plan de maintenance non respecté	Rédiger un plan de maintenance.
Tension nominal non respecté	Contrôler et ajuster la tension de la chaîne.
Détérioration du circuit de lubrification	Entretien et contrôle des constituants.
Un matériau inapproprié	L'acier E 36 ne marche pas dans ces conditions il est préférable de choisir le premier matériau utilisé dans le gratteur (acier auto-patinable) galvanisé.
Manque de contrôle	Effectuer un contrôle hebdomadaire des équipements critiques du gratteur.
Le grutier ne respecte pas le débit que la machine doit exécutée	Effectuer une formation aux grutiers.

6. verrouillage et pérennisation :

Afin d'assurer la continuité des différentes solutions mis en place, on a élaboré un calendrier de maintenance préventif systématique du gratteur (inspection, réglage, remplacement....) plus un calendrier et une carte de graissage du gratteur (voir annexe II).

3.2. Sujet 2 : Détérioration du circuit de graissage

1. Clarification du problème (QOQPC)

Quoi : Détérioration du circuit de graissage

Qui : Maintenance mécanique.

Où : les gratteurs, production des engrais Section stockage

Quand : Durant les quatre derniers années.

Par quel : manque de contrôle

Comment : Apparition du problème avec une moyen d'une fois par mois, et on remarque que l'huile n'arrive pas à la chaîne au moment de leur rotation.

2. Objectifs

- ✓ Eliminer les arrêts des gratteurs causés par la dégradation des glissières
- ✓ Réduire les pertes de l'exploitation
- ✓ Réduire les couts de maintenance. (Réduire la consommation des pièces de rechange.

3. Comment ça marche

Chaque chaîne est équipée d'un ensemble de lubrification comportant un moteur électrique à faible puissance et une pompe immergé dans un réservoir d'huile. La lubrification des chaînes se fait par injection de l'huile par goutte sur les galets.



Figure III.6 : Vue sur l'ensemble de lubrification

4. Identification des causes racines

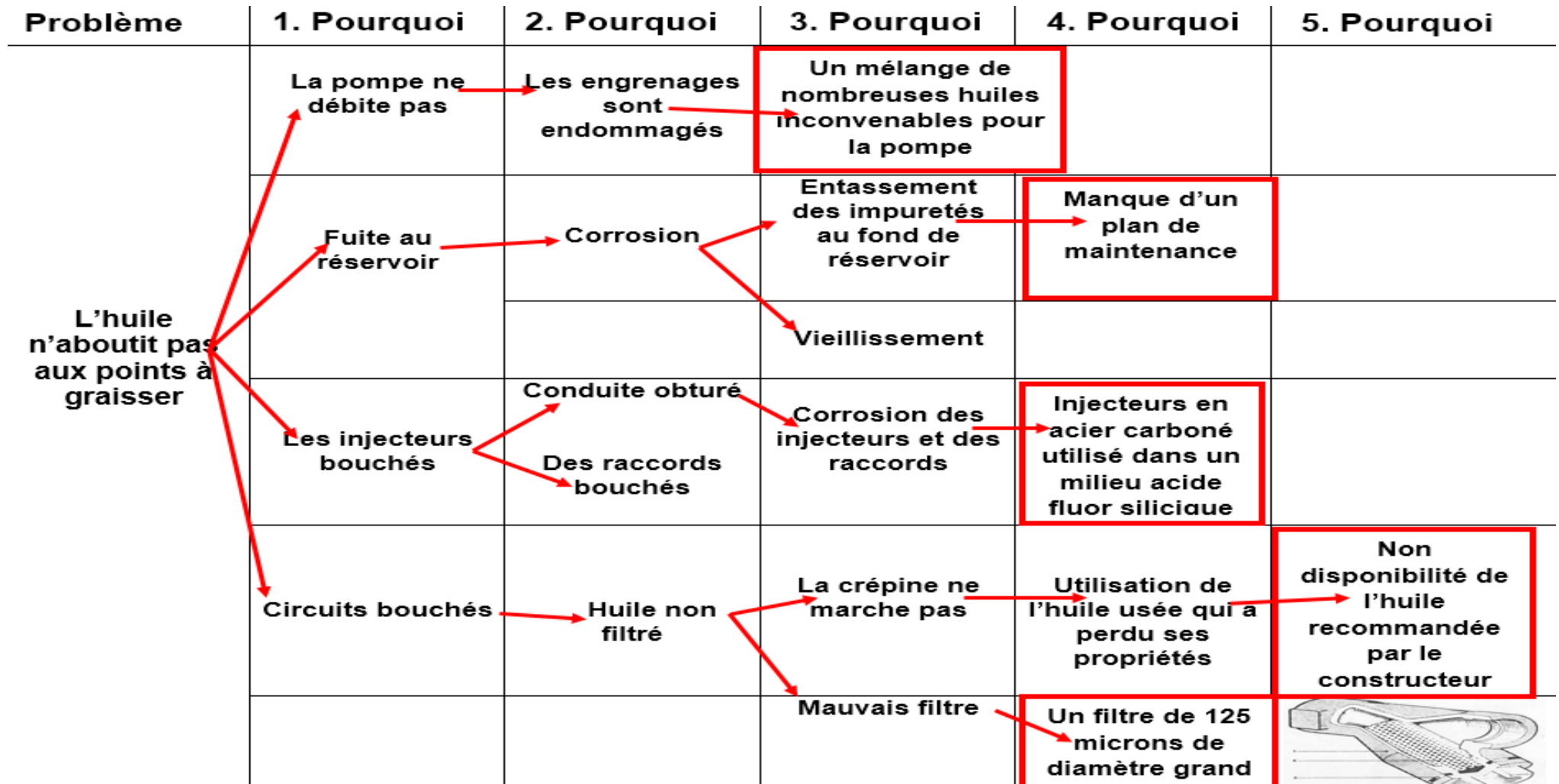


Figure III.7 : Arbre des causes (détérioration de l'ensemble de lubrification)

Donc d'après cette analyse on a soulevé les causes racines suivantes :

- ✗ Non disponibilité de l'huile recommandée par le constructeur
- ✗ Manque d'entretien
- ✗ Injecteurs en acier carboné utilisé dans un milieu acide fluor silicique
- ✗ Utilisation des différents types d'huile

5. Actions et contre-mesures

Tableau III.3 : Actions et contre-mesures

Actions	Contre-mesures
Non disponibilité de l'huile recommandée par le constructeur	Utiliser l'huile recommandée par le constructeur
Manque d'un plan de maintenance	Rédiger un plan de maintenance pour Préserver les glissières
Injecteurs en acier carboné utilisé dans un milieu acide fluor silicique	Installer des injecteurs en PVC à la place des autres en Acier
Utilisation des différents types d'huile	Arroser la chaine par un seul type d'huile usée qui n'a pas perdu encore ses propriétés

6. verrouillage et pérennisation

Afin d'assurer la continuité des différentes solutions mis en place, on a élaboré un calendrier de maintenance préventif systématique du gratteur (inspection, réglage, remplacement....) plus un calendrier et une carte de graissage du gratteur (voir annexe II).

4. Les matériaux utilisés dans la fabrication des glissières depuis 1985

Le choix d'un matériau pour une application donnée dépend de nombreux facteurs techniques et économiques : caractéristiques mécaniques, résistance à la fatigue, soudabilité, usinabilité, résistance à l'usure, résistance à la corrosion, coût, dans notre cas l'OCP cherche un matériau qui résiste à l'usure, la corrosion et qu'il soit de faible cout.

Lors de la première installation les glissières ont été galvanisé et peint, après un certain temps d'utilisation ce matériau E36 s'est dégradé à cause de frottement, suite à cet usure le groupe OCP a mis en service un autre type de matériau l'acier inoxydable martensitique X20C13

4.1. Le premier matériau utilisé E 36 galvanisé

E 36 (aussi connu sous le nom d'acier résistant aux intempéries) est un type d'acier qui peut être utilisé sans traitement de surface et qui reste protégé de l'attaque par la corrosion de l'environnement. L'acier E 36 présente la particularité de former une couche auto protectrice d'oxydes sur le métal de base sous l'influence des conditions atmosphériques. Cette couche d'oxydation protège le matériau sous-jacent sur lequel l'oxydation supplémentaire est

considérablement retardée. En outre cet acier a été galvanisé et avait reçu une couche de peinture vert anti rouille ce qui l'a donné une résistance à la corrosion incomparable. Dans des conditions agressives celle où la machine est installée, ce type de matériau a résisté un peu plus que c'est probable.

Tableau III.4 : Les constituants de l'acier E36

Normes Produits	Nuance	% Max								Galvanisation
		C	Si	Mn	P	S	N	Cu	Ceq	
EN 10025 - 2	S275J0	0.18	–	1.50	0.030	0.030	0.012	0.55	0.40	Classe 1
	S275J2	0.18	–	1.50	0.025	0.025	–	0.55	0.40	Classe 1
	S355JR	0.24	0.55	1.60	0.035	0.035	0.012	0.55	0.45	Non *
	S355J0	0.20	0.55	1.60	0.030	0.030	0.012	0.55	0.45	Non
	S355J2	0.20	0.55	1.60	0.025	0.025	–	0.55	0.45	Non

Suite à cette usure le groupe OCP a mis en service un autre type de matériau l'acier inoxydable martensitique X20C13

4.2. Acier inoxydable

L'une des propriétés la plus importante des aciers inoxydables dit inox est sa résistance à la corrosion. La résistance de ces alliages métalliques aux attaques chimiques des produits corrosifs, provient de leur faculté à s'auto protéger par la formation spontanée à leur surface d'un film complexe d'oxydes et d'hydroxydes de chromes, appelé « couche passive », qui protège le substrat métallique de la corrosion généralisée et des attaques localisées. Cette couche rend la vitesse de corrosion négligeable.

Les aciers inoxydables peuvent être classés en quatre grandes familles possédant chacune leurs propres caractéristiques.

- Les aciers inoxydables austénitiques
- Les aciers inoxydables martensitiques
- Les aciers inoxydables ferritiques
- Les aciers inoxydables austéno-ferritiques également appelés « duplex »

Les glissières ont un matériau inoxydable martensitique de premier groupe C1

Tableau III.5 : les constituants de l'acier inoxydable X20C13

Groupe de composition	Nuance	Composition chimique % (m/m) ¹								
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu
Austénique	A1	0,12	1	6,5	0,2	0,15 à 0,35	16 à 19	0,7	5 à 10	1,7 à 2,25
	A2	0,1	1	2	0,05	0,03	15 à 20	- ⁵⁾	8 à 19	4
	A3	0,08	1	2	0,045	0,03	17 à 19	- ⁵⁾	9 à 12	1
	A4	0,08	1	2	0,045	0,03	16 à 18,5	2 à 3	10 à 15	1
	A5	0,08	1	2	0,045	0,03	16 à 18,5	2 à 3	10,5 à 14	1
Z20C13 Martensitique	C1	0,09 à 0,15	1	1	0,05	0,03	11,5 à 14	-	1	-
	C3	0,17 à 0,25	1	1	0,04	0,03	16 à 18	-	1,5 à 2,5	-
	C4	0,06 à 0,15	1	1,5	0,06	0,15 à 0,35	12 à 14	0,6	1	-
Ferritique	F1	0,12	1	1	0,04	0,03	15 à 18	- ⁶⁾	1	-

4.3. conclusion

Après la rupture de stock de l'acier inoxydable X20C13, l'OCP a revenu encore à utiliser l'acier E 36 mais cette fois ci non galvanisé ce qui a mis les glissières en changement périodique car ce matériau est plus fragile que les deux autres.

4.4. La corrosion des matériaux

La corrosion est une interaction physico-chimique entre un métal et son environnement entraînant des modifications dans les propriétés du métal et souvent une dégradation fonctionnelle du métal lui-même, de son environnement ou du système technique constitué par les deux facteurs...

Il existe plusieurs types de corrosion

i. Corrosion galvanique

Il s'agit de l'attaque préférentielle de la phase la moins noble d'un alliage comportant deux phases ou de la corrosion pouvant exister entre au moins deux matériaux métalliques placés dans le même environnement. Il y a formation d'une pile. En cas de couplage, plus les métaux en présence sont éloignés sur l'échelle galvanique, plus la pile formée dispose d'énergie pour provoquer les transformations. Les phénomènes de corrosion sont amplifiés à la fois dans la

cinétique de dégradations dans la génération d'ions dans le milieu biologique.

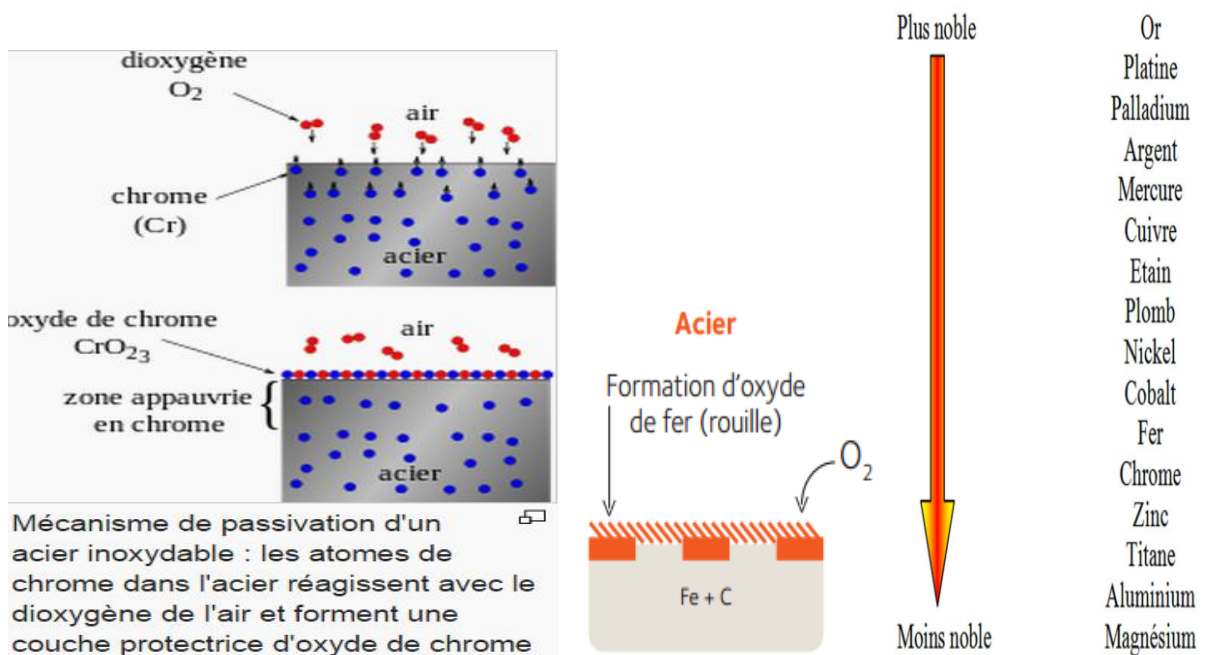


Figure III.8 : Le mécanisme de corrosion des matériaux

La partie la moins noble est l'anode et la plus noble est la cathode. Le rapport de surface anode/cathode joue un rôle très important. Il faut retenir que, plus l'anode est de petite taille, plus la vitesse de dissolution est élevée. Ce fait a une grande importance dans la pratique clinique en odontologie, en particulier lors du choix des alliages utilisés pour les réalisations prothétiques.

ii. Corrosion par frottement

C'est la détérioration qui se produit à l'interface entre des surfaces en contact, suite à la conjugaison de la corrosion et d'un faible glissement réciproque des deux surfaces.

iii. Corrosion sous contrainte et fatigue-corrosion

C'est une fissuration du métal qui résulte de l'action commune d'une contrainte mécanique (force de traction) et d'une réaction électrochimique. La corrosion sous l'effet de la fatigue est due à l'application répétée des contraintes.



Figure III.9 : Vue sur les matériaux dégradés des glissières

5. Conclusion

Après l'application de la méthode STANDARK KAIZEN de résolution des problèmes nous avons identifié le matériau qu'il faut utiliser dans les glissières ainsi que les actions préventives que les opérateurs doivent effectuer pour que les glissières ne se dégradent pas trop vite.

CHAPITRE IV

ETUDE AMDEC DU GRATTEUR

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.

2. Présentation de l'AMDEC

2.1. Définition

AMDEC ou Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité est l'équivalent français de FMECA (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis). Cette méthode est à vocation préventive. Elle permet de s'assurer de la faisabilité d'un cahier des charges en respect des spécifications clients et réglementaires. L'AMDEC ou plutôt le FMEA est née au sein de l'industrie aéronautique durant les années 1960. L'industrie automobile l'a ensuite adoptée. Aujourd'hui, les applications de l'AMDEC comme outil d'analyse des risques sont multiples.

2.2. Etapes de réalisation d'une AMDEC

L'AMDEC est une méthode inductive d'analyse de systèmes, utilisée pour l'étude systématique des causes et des effets des défaillances selon les cinq étapes suivantes:

➤ Définition du système, de ses fonctions et de ses composants

Cette étape consiste à donner une définition précise du système, déterminer les fonctions qu'il réalise ainsi que les spécifications relatives à son fonctionnement et au fonctionnement de ses composants.

➤ Recherche des modes de défaillances des composants et leurs causes

C'est l'étape de recensement des modes de défaillance, de chaque composant du système dans l'état de fonctionnement étudié pour ce dernier, et de la recherche des causes possibles pour ces modes.

La source de données relatives à ces défaillances peut être :

- Le retour d'expérience pour les composants déjà utilisés.

- Référence à des composants, fonctions similaires aux celles du système étudié ou une analyse de fiabilité prévisionnelle, pour les composants de nouvelle conception.

➤ Etude des effets des modes de défaillance

Le but de cette étape est l'étude systématique des effets de chaque mode de défaillance sur les fonctions du système et de chacun de ses composants.

➤ Analyse de la criticité

Cette analyse se base sur une grille de notation adoptée pour faire une évaluation, pour chaque mode, des critères suivants :

- Fréquence « F »: Probabilité que la cause apparaisse et qu'elle entraîne le mode de défaillance.

- Gravité « G »: Gravité des effets du mode de défaillance sur la disponibilité et sur la sécurité des personnes et des biens.

- Détection « D »: Probabilité que le mode de défaillance ne soit pas détecté.

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

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

2.3. 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 connaissances des membres du groupe AMDEC.

Les données disponibles de fiabilité, historiques de défaillance, retours d'expérience etc.

En se basant sur ces données, nous avons adopté la grille de notation suivante :

Tableau IV.1 : Indice de fréquence F (1)

Valeurs de F	Fréquence d'apparition de la défaillance
1	Défaillance pratiquement inexistante sur les installations similaires en exploitation, au plus un défaut sur la durée de vie de l'installation.
2	Défaillance rarement apparue sur un matériel similaire existant en exploitation (exemple : un défaut par an) Ou Composant d'une technologie nouvelle pour lequel toutes les conditions sont théoriquement réunies pour prévenir la défaillance, mais il n'y a pas d'expérience sur du matériel similaire.

3	Défaillance occasionnellement apparue sur du matériel similaire existant en exploitation (exemple : un défaut par trimestre).
4	Défaillance fréquemment apparue sur un composant connu ou sur du matériel similaire existant en exploitation (exemple : un défaut par mois) Ou Composant d'une technologie nouvelle pour lequel toutes les conditions ne sont pas réunies pour prévenir la défaillance, et il n'y a pas d'expérience sur du matériel similaire.
(1) L'indice de fréquence F est établi pour chaque association composant, mode, cause.	

Tableau IV.2 : Indice de gravité G

Valeur de G	Valeur de G Gravité de la défaillance (1)
1	Défaillance mineure : aucune dégradation notable du matériel (exemple : TI<10min).
2	Défaillance moyenne nécessitant une remise en état de courte durée (exemple 10min<TI<30min).
3	Défaillance majeure nécessitant une intervention de longue durée (exemple 30min<TI<90min) Ou Non-conformité du produit, constatée et corrigée par l'utilisateur du moyen de production.
4	Défaillance catastrophique très critique nécessitant une grande intervention (exemple TI>90min) Ou Non-conformité du produit, constaté par un client aval (interne à l'entreprise) Ou Dommages matériels importants (sécurité des biens).
5	Sécurité/Qualité : accident pouvant provoquer des problèmes de sécurité des personnes, lors du dysfonctionnement ou lors de l'intervention Ou Non-conformité du produit envoyé en clientèle.
(1) L'effet de la défaillance s'exprime en termes de durée d'arrêt, de non-conformité de pièces produites, de sécurité de l'opérateur. TI : temps d'intervention.	

Tableau IV.3 : Indice de non-défectabilité D

Valeurs de D	Non-détection de la défaillance (1)
1	Les dispositions prises assurent une détection totale de la cause initiale ou du mode de défaillance, permettant ainsi d'éviter l'effet le plus grave provoqué par la défaillance pendant la production.
2	Il existe un signe avant-coureur de la défaillance mais il y a risque que ce signe ne soit pas perçu par l'opérateur. La détection est exploitable.
3	La cause et/ou le mode de défaillance sont difficilement décelables ou les éléments de détection sont peu exploitables. La détection est faible.
4	Rien ne permet de détecter la défaillance avant que l'effet ne se produise : il s'agit du cas sans détection.
(1) Signes avant-coureur : bruit, vibration, accélération, jeu anormal, échauffement, visuel...	

3. Application de l'analyse A.M.D.E.C

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 :


- * EL HAKKIOUI : Stagiaire ;
- * BENNANI : chef d'atelier de maintenance mécanique ;
- * ROUABBA : agent de production;
- * IDRRISSI : chef d'équipe en maintenance mécanique ;

Après avoir défini chaque constituant de gratteur dans le chapitre précédent, il est important de réaliser un document synthèse du matériel.


Tableau IV.4 : L'ensemble des équipements du gratteur

Gratteur	Système de translation	Enrouleur
		Galets verticaux
		Galet de réactions horizontales
		Moteur à variateur de vitesse(2)
		Réducteur à arbre creux (2)
		Embrayage

		Rouleaux caoutchoutés antichoc
		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
	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		

 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 06/04/2015 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


				-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							

 AMDEC MACHINE_ ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE						Service INJ/H/MS			
Système : GRATTEUR			Sous-ensemble : Système de rotation			Le 06/04/2015 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 niveau 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 chaîne	Capteur de rotation	1	1	1	4
		Echauffement	-Surcharge -Excès d'huile	Arrêt de la rotation de la chaîne	Température élevé	1	1	4	4

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

 AMDEC MACHINE_ ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE						Service INJ/H/MS			
Système : GRATTEUR			Sous-ensemble : Système de levage			Le 06/04/2015 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	Augmentation de la température	1	2	3	6
Tambour		Usure des rainures	Frottement, Manque de graisse, vieillissement,	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 -Vieillissement -Surtension	-Usure des gorges des poulies de déviation	Visible	1	2	2	4
		Rupture complète	-Usure des poulies -Vieillissement -Cassure gorge poulie	Relâchement du bras -Arrêt du gratteur	Capteur mou de câble	1	2	2	4
Articulation de palonnier	Faciliter la montée et le descente du bras	usure	Vieillissement	Lâcher le bras sous le sol	visuelle	1	2	2	4

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

 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 06/04/2015 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	3	4	2	24
Crépine D'aspiration	Filtrer le lubrifiant	Colmatage	Présence d'impuretés au remplissage	Arrêt de l'ensemble de lubrification	Visuelle	2	3	4	24
		Mauvais filtrage	Détérioration crépine	Usure pompe	Visuelle	2	3	4	24
Pompe à Engrenage	pomper le lubrifiant	La pompe marche sans montée de pression	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	3	3	18
		Absence de circulation d'huile	Bouchage ou rupture d'une conduite	Blocage d'huile	Frottement de la chaîne	2	3	3	18

Le résultat de l'analyse AMDEC appliqué aux gratteurs est montré dans le tableau ci-dessus.

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.

pour le gratteur l'AMDEC m'a permis de découvrir tous les modes de défaillance possibles, leurs causes, leurs conséquences et leurs méthodes de détection et d'identifier les sous-ensembles critique de cette équipement comme le montre l'histogramme suivant :

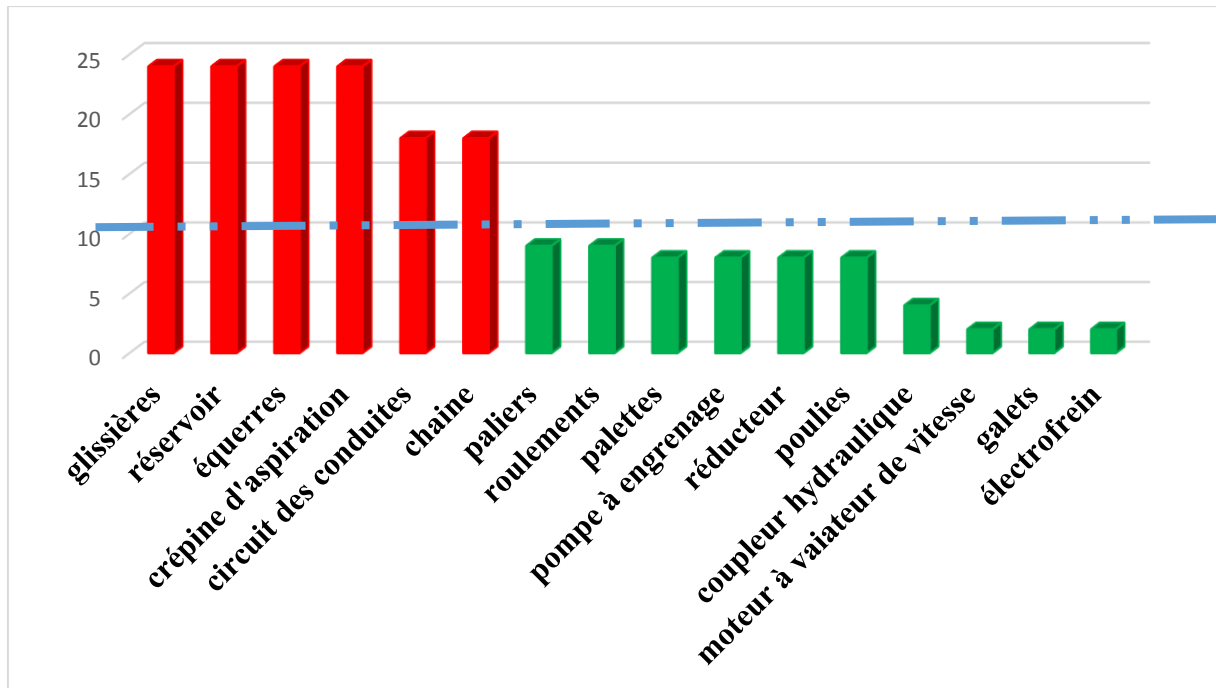


Figure IV.1 : Résultats de 'AMDEC du gratteur

4. Conclusion

Pour réduire la criticité il faut réduire les trois facteurs qui sont la fréquence, la gravité et la non-détection par les méthodes suivantes :

- Réduire la fréquence par la maintenance préventive.
- Réduire la gravité par une bonne préparation avant l'intervention à travers les gammes et la préparation des ressources.
- 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

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 dit gratteur.

2. Les formes de la maintenance

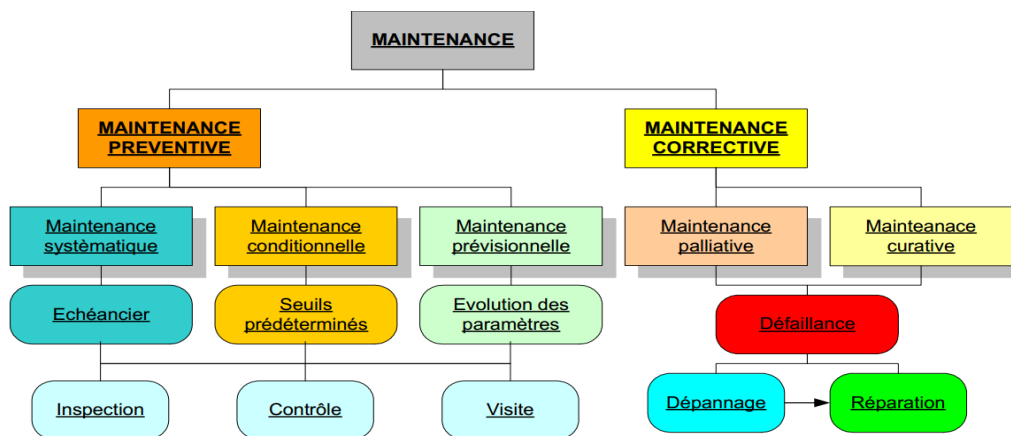


Figure V.1 les formes de la maintenance

2.1. La maintenance préventive

Maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien (EN 13306 : avril 2001).

ainsi la maintenance préventive constitue l'ensemble des activités périodiques effectuée sur l'équipement afin d'éliminer ou de déceler des conditions menant à la détérioration de cet équipement.

Cette forme de maintenance se scinde en deux types : La maintenance systématique et la maintenance conditionnelle.

• La maintenance systématique

« Maintenance préventive exécutée à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du bien. » (Norme NF EN 13306)

• La maintenance conditionnelle

« Maintenance préventive basée sur une surveillance du fonctionnement du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement intégrant les actions qui en découlent. » (Norme NF EN 13306)

Les inspections effectuées au niveau de la maintenance préventive utilisent des moyens de contrôle non-destructifs tel que :

- Sens naturels de l'homme: Écouter, sentir, toucher, regarder ... (pas le goûter).
- Températures: Thermomètre/ Thermocouple, peinture, thermographie.
- Analyse de vibration: Accéléromètre, stéthoscope, stroboscope, laser.
- Défauts de matériel : M.P.I. (Magnetic Particules Inspections), F.P.I. (Fluorescent Particule Inspection), X-ray, Ultrasons, Résonance, Dureté.
- Fuites: Ultrasons, Colorants, Manomètres
- Électrique: Oscilloscope, Analyseur de fréquence, Voltmètre, Ampèremètre.

2.2. La maintenance corrective

« Maintenance exécutée après détection d'une panne et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise» (Extrait norme NF EN 13306 X 60-319).

A l'encontre de la maintenance préventive, la maintenance corrective est exécutée après la défaillance. Ce type de maintenance est effectué souvent sur les équipements non critiques ou ceux qui sont en redondance. Il permet de se passer des travaux de planification et des opérations de contrôle, mais il peut engendrer, parfois, d'énormes pertes (Arrêt très important de la production à cause de la mauvaise gestion de la maintenance, Existence souvent de dégâts collatéraux coûteux, etc.).

Dans la maintenance corrective on distingue :

- La maintenance corrective immédiate (anglais : immediate corrective maintenance), effectuée tout de suite après la panne ;
- La maintenance corrective différée (anglais : deferred corrective maintenance), retardée en fonction de règles de maintenance données.

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 :				
Gamme			Intervention	Compétences					durée	Pièces de rechange	Outilage	Note
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 changées 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 trois gammes pour l'équipement que nous étudions à savoir le gratteur.

Les interventions que décrivent ces trois gammes sont :


- ✚ Le changement d'une glissière
- ✚ Le changement d'une palette
- ✚ Le remplacement d'un tourteau de renvoi

		Gamme opératoire							Equipement : Gratteur				
Gamme		Intervention		Compétences					Durée (H)	Pièces de rechanges	outillage	Note	
Code	libellé	N 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 chaine	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 chaine et -2 Pull lift

		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		
		Totaux		4	2			2	4.76		


		Gamme opératoire							Equipement : Grateur			
Gamme		Intervention		Compétences					Durée (H)	Pièces de rechange	outillage	Note
Code	libellé	N étape	Désignation de l'étape	mec	elec	sou	Inst	Autre				
	Changement d'une palette	01	Equipement de la nouvelle palette	2				1c	0.5	Une Palette vis et écrou	-Clés 36, -Marteau -pull lift, élingue à chaine	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 palette	4					0.25		-Clés 36, Marteau -2 élingue à chaine	
		07	Manutention de l'ancienne Palette	4					0.25		-Elingue à chaine -pull lift	

	08	Manutention de la nouvelle palette	4					0.25		-2élingue à Chaine, pince à talon
	09	Montage de la nouvelle palette	4					0.5		- Clés 36 -2 élingue à chaine
	10	Ramassage de l'outillage	2					0.17		
	11	Déconsignation		2				0.17		
	12	L'essai	1				2p	0.5		
	13	Autorisation de fin de travaux	1				1p	0.17		
	Totaux		4	2			2	3.76		

		Gamme opératoire							Equipement : Grateur			
Gamme		Intervention		Compétences					Durée (H)	Pièces de rechange	outillage	Note
Code	libellé	N étape	Désignation de l'étape	mec	elec	sou	Inst	Autre				
Le remplacement d'un tourteau de renvoi		01	Equipement du nouveau tourteau de renvoi	2				1c	0.5	-Un tourteau -2Roulements à rouleaux	-Clé20&60, marteau, pull lift, élingue à chaine	Port des EPI Obligatoire
		02	Manutention sur site	3				1c	0.5		-Grue	
		03	Préparation de l'outillage	2					0.34			
		04	Consignation		2				0.17		-Cadenas	
		05	Autorisation	1					0.08			
		06	Détendre la chaine	1					0.17		-Clé 60	
		07	Démontage des anciens Paliers	2					0.5		-Clés 20	
		08	Préparation d'une grue					1c	0.08			


	09	Démontage de l'ancien tourteau	3				0.25		-Marteau
	10	Manutention de l'ancien tourteau	3			1c	0.5		-Grue, Chaines -Câble Métallique -Pince à talon
	11	Manutention du nouveau tourteau	3				0.5		-Grue, Chaines -Câble Métallique -Pince à talon
	12	Montage du nouveau tourteau	2				0.5		
	13	Montage des nouveaux Paliers	2				0.5		-Clés 20
	14	Appointe de la graisse	1				0.25		-pompe manuelle
	15	Tendre la chaine	1				0.17		-Clé 60
	16	Fixation et alignement du tourteau	2			1	0.5		
	17	Ramassage de l'outillage	2				0.17		
	18	Déconsignation		2			0.17		
	19	L'essai	1			2p	0.5		
	20	Autorisation de fin de travaux	1			1p	0.17		
	Totaux		3	2		2	6.52		

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	
		<h3 style="color: red;">Système : Gratteur</h3>					
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 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 VI : 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

		<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 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 VI : 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="text-align: center;">Système : Grateur</h3>					
Sous système	Equipement	Opération	Niveau de maintenance	Marche Arrêt	Fréq	Exécutant	
Ensemble de relevage	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	

		<h2 style="text-align: center;">Plan de maintenance préventif</h2>				Service maintenance et stockage INJ/H/MS	
<h3 style="text-align: center;">Système : Gratteur</h3>							
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 raccordements des circuits afin d'assurer qu'aucune fuite n'existe	Niveau 2	Arrêt	2 S	Mécanicien	

4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons établi un plan de maintenance préventif dans le quelle l'opérateur doit avoir pour que les pannes ne se répètent plus.

CHAPITRE VI

MAINTENANCE AUTONOME DU GRATTEUR

1. Introduction

Afin d'améliorer la gestion de la maintenance at après avoir établi dans un premier lieu un plan de maintenance préventif. Il est temps d'effectuer des standards provisoires de maintenance autonomes sur les gratteurs pour que chaque opératoire soit conscient des opérations qu'il doit faire pour améliorer l'état des équipements.

2. La maintenance autonome

La maintenance autonome c'est la médecine japonaise des équipements permettant de prévenir l'apparition des pannes.

Dans une nouvelle installation il est d'une grande importance de protéger les équipements contre les dégradations forcées. Pour cela, l'application de la maintenance autonome dans les nouvelles lignes de production des engrais à fait l'objet de notre chantier.

La maintenance autonome c'est ce que fait chaque opérateur pour protéger lui-même sa machine. C'est l'inspection quotidienne de ses machines, la découverte précoce des anomalies, le graissage.

2.1. Vision et objectifs de la maintenance autonome

La vision de la maintenance autonome c'est de Garantir le 0 panne par une attention permanente et soutenue des opérateurs. Améliorer petit à petit la structure de la machine et son environnement en appliquant la maintenance autonome, c'est traiter le terrain pour éviter la maladie.

Elle a pour objectifs :

- 0 panne ;
- 0 anomalie sans étiquette ;
- 0 erreur humaine.

Grace à la maintenance autonome faite par les opérateurs au contact de leurs machines, nous supprimerons progressivement les pannes et défauts. Le schéma suivant illustre la philosophie de la maintenance autonome.

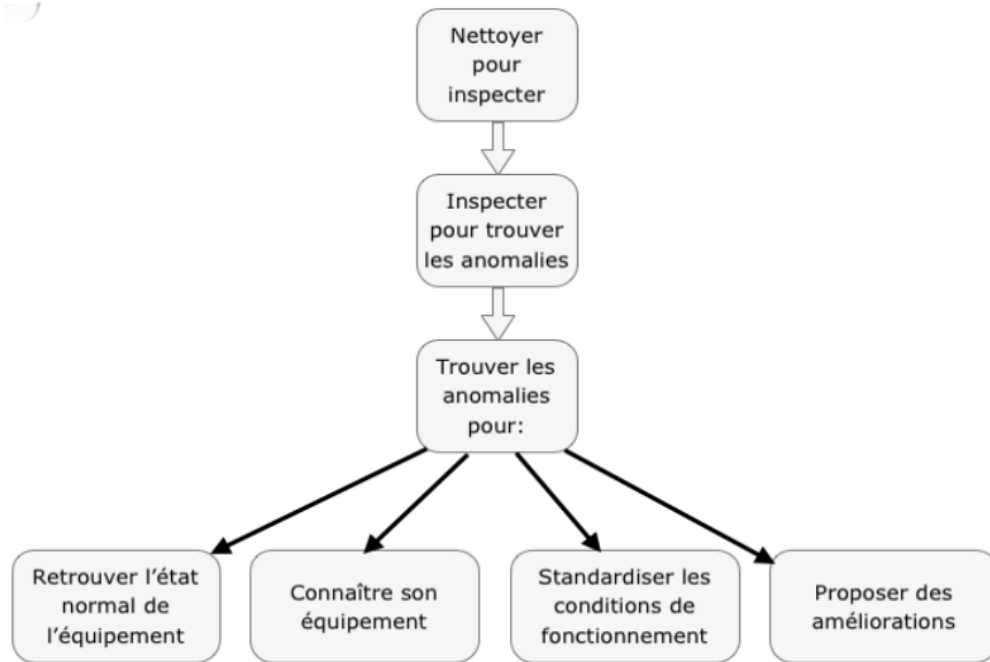


Figure VI.1 : Objectifs de la maintenance autonome

2.2. Les Etapes de la maintenance autonome

Étape 1 : Inspecter/Nettoyer – Détecter les anomalies – Les réparer.

Étape 2 : Supprimer les causes premières d’anomalies – Protéger la machine si on ne sait pas encore faire autrement – Faciliter le nettoyage, la lubrification, le contrôle de la boulonnerie – Améliorer l’accès aux endroits difficiles pour toutes ces opérations.

Étape 3 : Établir avec les opérateurs et les techniciens de maintenance les standards provisoires de nettoyage/inspection, de lubrification et de contrôle de la boulonnerie – Les mettre en œuvre.

Étape 4 : Définir les inspections préventives et les interventions pouvant être réalisées par les opérateurs – Former les opérateurs (connaissances de base et techniques d’inspection) pour les rendre capables d’assurer ces inspections de routine.

Étape 5 : Mettre en œuvre la maintenance autonome (inspections suivant les standards et réparations des anomalies) – Rendre les opérateurs responsables de l’appréciation des standards.

Étape 6 : Étendre et optimiser la maintenance autonome – Les opérateurs gèrent eux-mêmes les performances de leur machine, la disponibilité des outillages et des consommables.

2.3. Faire la chasse aux anomalies

2.3.1. Utilisation d'étiquettes

Pour repérer et visualiser toutes les anomalies sur un équipement. On a utilisé des étiquettes suivant le modèle ci-contre afin de rendre l'équipement à l'état normal pour un délai fixe d'un mois maximum

Elles sont constituées de 2 feuillets autocopiants.

N° 50
Equipement :
Date :/...../.....
Trouvé par :
<hr style="border: 1px solid #0070C0;"/> Anomalie constatée
Traité le :/...../.....
Par :

Le premier feuillet est utilisé pour la gestion de l'anomalie au niveau du tableau d'affichage Maintenance autonome. Le deuxième feuillet cartonné est accroché sur la machine, au plus proche de l'anomalie constatée. Il y restera tant que l'anomalie ne sera pas supprimée.

Elle :

- fait prendre conscience à tous (opérateurs, techniciens maintenance mais aussi encadrement et direction) de l'écart entre l'état actuel de l'équipement et son état normal,
- démontre que si l'on veut voir les vrais problèmes il faut commencer par retrouver cet état normal. Dans les ateliers on met en avant les aspects conception, process, compétences du personnel avant d'être sûr que les équipements sont dans leur état normal,
- rend immédiatement visibles par tous les anomalies détectées, en particulier par les opérateurs des différentes équipes postées,








- définit ce que l'on attend de l'équipement et donc une première approche de sa normalité,
- permet de suivre le retour à l'état normal de l'équipement






Il est important :




- de noter sur l'étiquette le constat d'anomalie et non la solution que l'on a envisagée. Celle-ci sera élaborée plus tard avec la participation éventuelle des spécialistes. Cette précaution évite bien des critique sou même des rejets a priori. D'autant plus que ces étiquettes sont principalement utilisées par les opérateurs.

- que la personne qui a découvert l'anomalie indique son nom sur l'étiquette. C'est à elle que l'on s'adressera pour obtenir des renseignements supplémentaires. C'est elle qui validera la réparation. Cela est surtout important pour l'opérateur à qui on demande d'être responsable de la qualité de son équipement.
- de réserver les étiquettes au repérage des anomalies c'est-à-dire d'une non-conformité par rapport à l'état initial. Les propositions d'améliorations seront mémorisées différemment.






2.4. Les standards provisoires de la maintenance autonome








Dessin ou explication Ensemble de translation	Circuit		Equipement	Période	Auteur				Chef d'équipe de maintenance				
	Engrais		Gratteur	MAI 2015	EL HAKKIOUI				EL IDRISSI				
	Type	N°	Zone	Critère Niveau requis	Méthode, outil, sécurité (type d'huile, action)	Périodicité				Organisation en charge?	Durée actuelle	Durée objective	
				J		H	M	A					
	Inspection	1	Niveau d'huile du réducteur		 Visuel  <i>réducteur doit être à l'arrêt</i>		X				Opérateur	5 min	5 min
		2	Contrôle du réducteur	Repérage de la boulonnerie -Pas de fuite -Pas de bruit anormal	 <i>se tenir loin des organes en mouvement</i>		X				Opérateur	5 min	5 min
	Nettoyage	3	Réducteur Les galets de translation	Pas de poussière	 <i>gratteur doit être à l'arrêt</i> Pinceau Chiffon		X				Opérateur	10 min	10 min





Dessin ou explication Ensemble de translation	Circuit		Equipement	Période	Auteur				Chef d'équipe de maintenance			
	Engrais		Gratteur	MAI 2015	EL HAKKIOUI				EL IDRISSI			
	Type	N°	Zone	Critère Niveau requis	Méthode, outil, sécurité (type d'huile, action)	Périodicité				Organisation en charge?	Durée actuelle	Durée objective
				J	H	M	A					
	Inspection	4	Moteur à variateur de vitesse	-Pas de bruit anormal -Pas de vibrations excessifs -Fixation de la boulonnerie	 Visuel  <i>moteur doit être en marche</i>		X			Opérateur	10 min	7 min
	Nettoyage	5	Moteur à variateur de vitesse	Pas de poussière	 <i>gratteur doit être à l'arrêt</i> Pinceau chiffon		X			Opérateur	10 min	10 min





Dessin ou explication Ensemble de translation	Circuit		Equipement	Période	Auteur				Chef d'équipe de maintenance			
	Engrais		Gratteur	MAI 2015	EL HAKKIOUI				EL IDRISSI			
	Type	N°	Zone	Critère Niveau requis	Méthode, outil, sécurité (type d'huile, action)	Périodicité				Organisation en charge?	Durée actuelle	Durée objective
					J	H	M	A				
	Inspection / Nettoyage	6	Rails	Pas de fissure	 <i>gratteur doit être à l'arrêt</i> Visuel		X			Opérateur	25 min	15 min
		7	Rails	Pas de poussière Pas d'obstacle qui gêne sur l'ensemble de translation	Balais de riz		X			Opérateur	25 min	20 min
	Nettoyage	8	Cabine de conduite	Vitres claires de la cabine Revêtement du sol propre	Balais de riz Chiffons Peau de chamois		X			Opérateur	15 min	12 min







Dessin ou explication Ensemble de translation	Circuit		Equipement	Période	Auteur				Chef d'équipe de maintenance			
	Engrais		Grateur	MAI 2015	EL HAKKIOUI				EL IDRISSI			
	Type	N°	Zone	Critère Niveau requis	Méthode, outil, sécurité (type d'huile, action)	Périodicité				Organisation en charge?	Durée actuelle	Durée objective
				J		H	M	A				
	graisage	9	Graissage des galets horizontaux et verticaux	Jusqu'à la sortie de la nouvelle graisse	Pompe manuelle Graisse universel  <i>grateur doit être à l'arrêt</i>			X		Opérateur	10 min	10 min
	Inspection	10	Goulotte	Pas de fissure	 <i>grateur doit être à l'arrêt</i>			X		Opérateur	5 min	5 min







Dessin ou explication Ensemble de rotation	Circuit		Equipement	Période	Auteur				Chef d'équipe de maintenance			
	Engrais		Gratteur	MAI 2015	EL HAKKIOUI				EL IDRISSI			
	Type	N°	Zone	Critère Niveau requis	Méthode, outil, sécurité (type d'huile, action)	Périodicité				Organisation en charge?	Durée actuelle	Durée objective
				J	H	M	A					
	Inspection	11	Contrôle Moteur électrique	-Pas de bruit anormal -Pas de vibrations excessifs -Fixation de boulonnerie	 Visuel auditive  <i>gratteur doit être à l'arrêt</i>		X			Opérateur	10 min	7 min
	Nettoyage	12	Moteur électrique	Pas de poussière	 <i>gratteur doit être à l'arrêt</i> Pinceau Chiffon		X			Opérateur	10 min	10 min





Dessin ou explication Ensemble de rotation	Circuit		Equipement	Période	Auteur				Chef d'équipe de maintenance			
	Engrais		Gratteur	MAI 2015	EL HAKKIOUI				EL IDRISSI			
	Type	N°	Zone	Critère Niveau requis	Méthode, outil, sécurité (type d'huile, action)	Périodicité				Organisation en charge?	Durée actuelle	Durée objective
				J	H	M	A					
	Inspection	13	Niveau d'huile du réducteur	 L'huile sort du bouchon témoin de niveau	 Visuel  réducteur doit être à l'arrêt		X			Opérateur	5 min	3 min
		14	Contrôle du réducteur	Repérage de la boulonnerie -Pas de fuite -Pas de bruit anormal	 se tenir loin des organes en mouvement		X			Opérateur	5 min	5 min
	Nettoyage	15	réducteur	Pas de poussière	 réducteur doit être à l'arrêt Pinceau chiffon		X			Opérateur	15 min	10 min







Dessin ou explication Ensemble de rotation	Circuit		Equipement	Période	Auteur				Chef d'équipe de maintenance			
	Engrais		Gratteur	MAI 2015	EL HAKKIOUI				EL IDRISSI			
	Type	N°	Zone	Critère Niveau requis	Méthode, outil, sécurité (type d'huile, action)	Périodicité				Organisation en charge?	Durée actuelle	Durée objective
				J	H	M	A					
	Inspection	16	Coupleur hydraulique	Niveau d'huile	 Visuel  gratteur doit être à l'arrêt		X			Opérateur	5 min	5 min
	Nettoyage	17	Coupleur hydraulique	Pas de poussière Pas d'huile usée	Pinceau Chiffon		X			Opérateur	12 min	10 min






Dessin ou explication Ensemble de rotation	Circuit		Equipement	Période	Auteur				Chef d'équipe de maintenance			
	Engrais		Gratteur	MAI 2015	EL HAKKIOUI				EL IDRISSI			
	Type	N°	Zone	Critère Niveau requis	Méthode, outil, sécurité (type d'huile, action)	Périodicité				Organisation en charge?	Durée actuelle	Durée objective
						J	H	M	A			
	Inspection	18	Paliers	-Pas de vibrations -Bon graissage	 Visuel  <i>gratteur doit être à l'arrêt</i>		X			Opérateur	20 min	15 min
	Inspection	19	Palettes	-Pas de déformation -fixation de la boulonnerie des palettes	Visuel Marteau Clé 30  <i>gratteur doit être à l'arrêt</i>		X			Opérateur	20 min	15 min







Dessin ou explication Ensemble de rotation	Circuit		Equipement	Période	Auteur				Chef d'équipe de maintenance				
	Engrais		Gratteur	MAI 2015	EL HAKKIOUI				EL IDRISSI				
	Type	N°	Zone	Critère Niveau requis	Méthode, outil, sécurité (type d'huile, action)	Périodicité				Organisation en charge?	Durée actuelle	Durée objective	
				J		H	M	A					
	Inspection	20	La chaine	-Tension nominal	 Visuel  <i>gratteur doit être à l'arrêt</i>		X				Opérateur	15 min	10 min
	Nettoyage	21	Les équerres	-Fixation de la boulonnerie Des équerres	 Visuel  <i>gratteur doit être à l'arrêt</i>		X				Opérateur	20 min	15 min


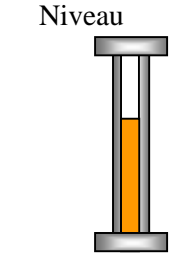



Dessin ou explication Ensemble de rotation	Circuit		Equipement	Période	Auteur				Chef d'équipe de maintenance			
	Engrais		Gratteur	MAI 2015	EL HAKKIOUI				EL IDRISSI			
	Type	N°	Zone	Critère Niveau requis	Méthode, outil, sécurité (type d'huile, action)	Périodicité				Organisation en charge?	Durée actuelle	Durée objective
						J	H	M	A			
	Inspection	22	Les glissières	-Bon alignement des Glissières -Pas de dégradation	 Visuel  <i>gratteur doit être à l'arrêt</i>		X			Opérateur	20 min	20 min
	Inspection	23	Les palettes	-Bon soudage entre les maillons et les palettes	 Visuel  <i>gratteur doit être à l'arrêt</i>		X			Opérateur	15 min	15 min







Dessin ou explication Ensemble de levage	Circuit		Equipement	Période	Auteur				Chef d'équipe de maintenance			
	Engrais		Gratteur	MAI 2015	EL HAKKIOUI				EL IDRISSI			
	Type	N°	Zone	Critère Niveau requis	Méthode, outil, sécurité (type d'huile, action)	Périodicité				Organisation en charge?	Durée actuelle	Durée objective
					J	H	M	A				
	Inspection	24	Contrôle Moteur électrique	-Pas de bruit anormal -Pas de vibrations excessifs -Fixation de boulonnerie	 Visuel  <i>gratteur doit être à l'arrêt</i>		X			Opérateur	10 min	7 min
	Nettoyage	25	Moteur électrique	Pas de poussière	pinceau		X			Opérateur	10 min	10 min

Dessin ou explication Ensemble de levage	Circuit		Equipement	Période	Auteur				Chef d'équipe de maintenance			
	Engrais		Grateur	MAI 2015	EL HAKKIOUI				EL IDRISSI			
	Type	N°	Zone	Critère Niveau requis	Méthode, outil, sécurité (type d'huile, action)	Périodicité				Organisation en charge?	Durée actuelle	Durée objective
					J	H	M	A				
	Inspection	26	Niveau d'huile du réducteur	 L'huile sort du bouchon témoin de niveau	 Visuel  réducteur doit être à l'arrêt		X			Opérateur	5 min	3 min
		27	Contrôle du réducteur	Repérage de la boulonnerie -Pas de fuite -Pas de bruit anormal	 se tenir loin des organes en mouvement		X			Opérateur	5 min	5 min
	Nettoyage	28	Carter du réducteur	Pas de poussière	Pinceau		X			Opérateur	10 min	5 min

Dessin ou explication Ensemble de levage	Circuit		Equipement	Période	Auteur				Chef d'équipe de maintenance			
	Engrais		Gratteur	MAI 2015	EL HAKKIOUI				EL IDRISSI			
	Type	N°	Zone	Critère Niveau requis	Méthode, outil, sécurité (type d'huile, action)	Périodicité				Organisation en charge?	Durée actuelle	Durée objective
				J	H	M	A					
	Inspection	29	Tambour	Pas de dégradation des rainures	 Visuel  <i>gratteur doit être à l'arrêt</i>		X			Opérateur	10 min	10 min
	Graissage	30	Câbles métalliques	-Bon graissage -Pas de fissure	 Visuel			X		Opérateur	10 min	10 min

Dessin ou explication Ensemble de levage	Circuit		Equipement	Période	Auteur				Chef d'équipe de maintenance			
	Engrais		Gratteur	MAI 2015	EL HAKKIOUI				EL IDRISSI			
	Type	N°	Zone	Critère Niveau requis	Méthode, outil, sécurité (type d'huile, action)	Périodicité				Organisation en charge?	Durée actuelle	Durée objective
				J	H	M	A					
	Inspection	31	Articulation palonnier	Pas de fissure Pas de déformation Bon graissage Des poulies	 Visuel  <i>gratteur doit être à l'arrêt</i>		X			Opérateur	15 min	12 min
	Nettoyage	32	Poulies	-Bon graissage -Pas de dégradation des rainures des poulies	 Visuel  <i>gratteur doit être à l'arrêt</i>		X			Opérateur	10 min	10 min

Dessin ou explication Ensemble de lubrification	Circuit		Equipement	Période	Auteur				Chef d'équipe de maintenance			
	Engrais		Gratteur	MAI 2015	EL HAKKIOUI				EL IDRISSI			
	Type	N°	Zone	Critère Niveau requis	Méthode, outil, sécurité (type d'huile, action)	Périodicité				Organisation en charge?	Durée actuelle	Durée objective
					J	H	M	A				
	Inspection	33	Réservoir hydraulique	Niveau  d'huile entre mini et maxi	 Visuel		X			Opérateur	2 min	2 min
	Nettoyage	34	Conduites métalliques	-Pas de fuite -Pas de déformation	 Visuel		X			Opérateur	10 min	10 min

Dessin ou explication Ensemble de levage	Circuit		Equipement	Période	Auteur				Chef d'équipe de maintenance			
	Engrais		Gratteur	MAI 2015	EL HAKKIOUI				EL IDRISSI			
	Type	N°	Zone	Critère Niveau requis	Méthode, outil, sécurité (type d'huile, action)	Périodicité				Organisation en charge?	Durée actuelle	Durée objective
					J	H	M	A				
	Inspection	35	Moteur Pompe immergé	Pas de bruit anormal Pas de vibrations excessives	 Visuel  <i>gratteur doit être à l'arrêt</i>		X			Opérateur	2 min	2 min
	Inspection	36	Injecteurs en acier carboné	-Pas de fuite -Pas déformation	 Visuel  <i>gratteur doit être à l'arrêt</i>		X			Opérateur	12 min	12 min

3. Conclusion

Pour améliorer la disponibilité des équipements du gratteur on a effectué un plan de maintenance autonome et une formation du personnel, ces deux phases

CONCLUSION GENERALE

Mon passage au service matériel de l'OCP Jorf Lasfar, m'a permis de mettre en œuvre un certain nombre d'outils théoriques et techniques que j'ai acquis durant mon cursus de formation au sein de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès. c'était aussi une occasion particulière pour découvrir six secteurs d'activités chacun faisant le traitement d'un produit différent (Phosphate, Engrais, Ammoniac, Soufre, Acide phosphorique et Acide sulfurique).

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 créé une description pour le grateur, et sur laquelle je me suis basé pour élaborer ce plan de maintenance.

Et en analysant ces modes de défaillance majeures vécus lors des deux dernières années au circuit engrais, par la méthode de résolution de problème STANDARD KAIZEN, j'ai pu identifier les causes racines de chaque phénomène et par suite j'ai défini les contre-mesures à mettre en place sur le grateur.

Afin de garantir la fiabilité des équipements du grateur, éviter les activités de maintenance non planifiées, développer les compétences du personnels de maintenance, d'abord j'ai mis sur place des gammes opératoires, puis l'élaboration d'un plan de maintenance préventif systématique pour les grateurs. Ensuite nous avons créé une méthode des étiquettes qui sert à chasser tous les sortes des anomalies existés dans le grateur, et pour finir on a effectué des standards provisoires de la maintenance autonome.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Jean BUFFERNE Le guide de la TPM Total Productive Maintenance, édition d'Organisation, 2006.
- [2] Techniques de l'ingénieur, <http://www.techniques-ingenieur.fr/>
- [3] AFAILAL Mohamed, «Anticiper et intégrer les piliers fondamentaux de L'OCP PRODUCTION SYSTEME» projet de fin d'études 2013, ENIM.
- [4] Cours de maintenance Pr. Mr Ahmed EL BIAALI, professeur génie mécanique à la faculté des sciences et technique de Fès.
- [5] Jawad AKKOURI, «Amélioration du pilotage de la fonction maintenance au sein de la direction Infrastructures JPH du groupe OCP Jorf Lasfar » projet de fin d'études 2012, EMI.

Annexes

Annexe I : Contrôle de L'allongement de la chaîne

Annexe II : Tableau périodique de graissage

Annexe III : Les points de graissage

Annexe IV : Tableau d'affichage de maintenance autonome

Annexe I : Contrôle de L'allongement de la chaîne

La chaîne de grattage.

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

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) x 192 =, mm
Allongement total estimé, côté droit = ?D	?D = (DMD /35) x 192 = mm
Allongement total maximum = ?T	?T = (60480/100) x0.15 = 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) x 102 = mm
Allongement total estimé, côté droit = ?D	?D = (DMD /35) x 102 = mm
Allongement total maximum = ?T	?T = (23130/100) x0.15 = 34.7 mm

0.15% de sa longueur.

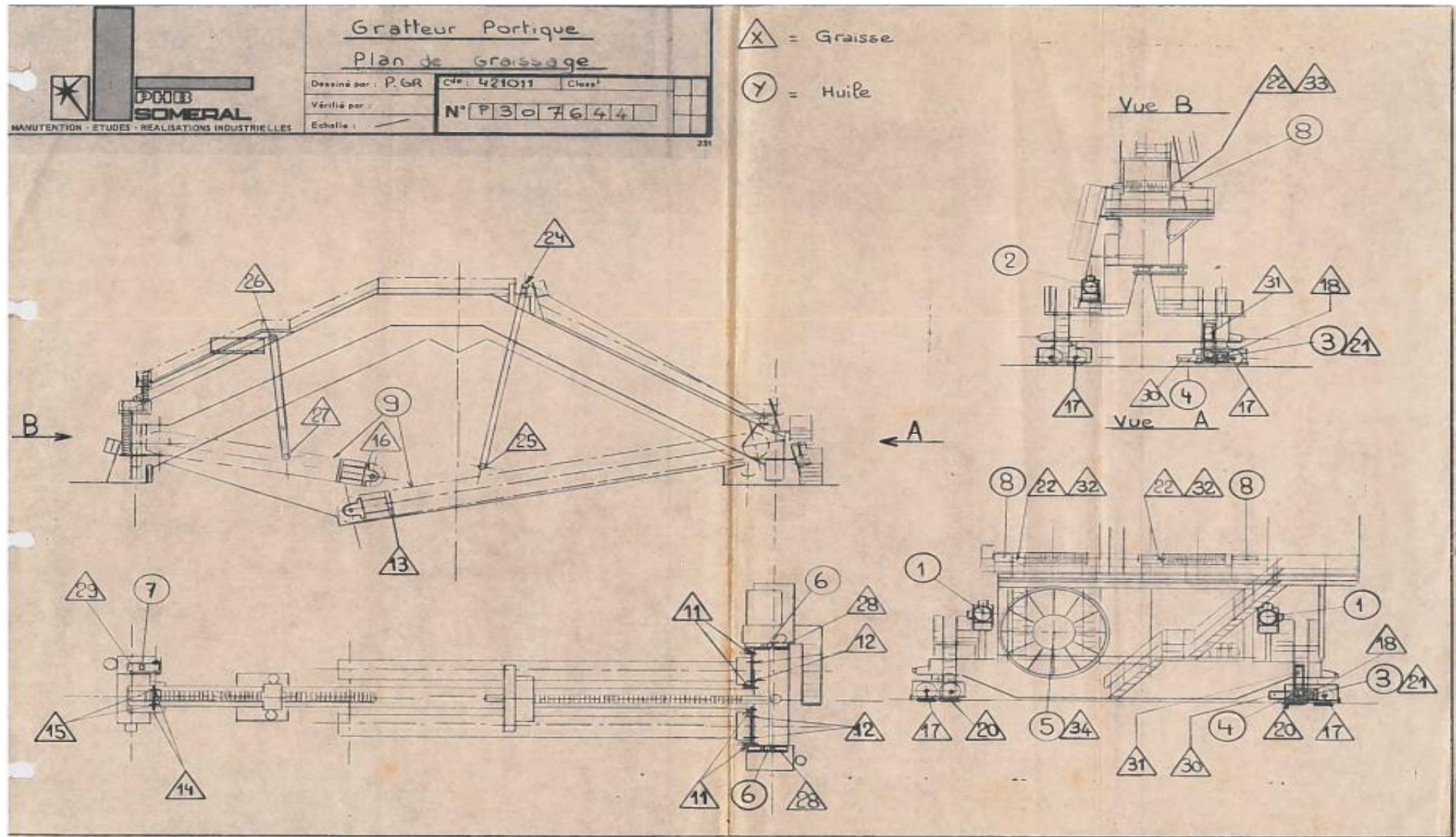
Si les distances DMG et DMD sont différentes de plus de 3 mm, alors les 2 brins doivent être ré alignés et synchronisés.

Annexe II : Tableau périodique de graissage

Désignation des points de graissage	Nombre de points	Quantité	Type de lubrifiant	Périodicité de graissage
Réducteur commande chaine primaire	2	2*62L	375	1 an
Réducteur commande chaine secondaire	1	30L	375	1 an
Réducteur principal commande translation	2	2*30L	375	1 an
Réducteur enrouleur	1	3.5L	366	2 ans
Réducteur treuil de levage	3	3*7.5L	366	1 an
Coupleur hydraulique commande chaine primaire	2	2*11.2L	366	1 an
Coupleur hydraulique commande chaine secondaire	1	6L	366	1 an
Chaine de grattage	12	100L	**	1 mois
Arbre de commande chaine primaire	4	4*20g	2	1 mois
Arbre de commande chaine secondaire	2	2*20g	2	1 mois
Paliers d'articulation bras primaire	4	4*20g	2	1 mois
Paliers d'articulation bras secondaire	2	2*20g	2	1 mois
Tension chaine primaire	4	4*700g	2	1 mois
Tension chaine secondaire	2	2*700g	2	1 mois
Galet de translation	8	8*20g	2	1 mois
Dentures pignon arbre et roue dentée	2	500g	4	1 mois
Galets de réaction horizontaux	6	6*20g	2	1 mois
Câble, guide câble, surface de glissement des butées	3	3*2kg	2	1 mois
Poulies de renvoi pour bras primaire	6	6*40g	2	1 mois
Poulies de renvoi pour bras secondaire	6	6*40g	2	1 mois
Poulies sur palonnier bras primaire	4	4*60g	2	1 mois
Poulies sur bras primaire	2	2*60g	2	1 mois
Moteur commande chaine primaire	4	4*410g	2	1 an
Moteur commande chaine secondaire	2	2*260g	2	1 an
Moteur commande de translation	4		2	1 an
Moteur treuil de levage bras primaire	4	2*12.5g	2	1 an
Moteur treuil de levage bras secondaire	2	2*10g	2	1 an
Cellules réductrices pour enrouleur	1	1.4 kg	2	1 an

** huile de récupération décantée, filtrée 500 microns viscosité cinématique 200mm²/s à 20C

Annexe III : Les points de graissage



Annexe IV : Tableau d'affichage de maintenance autonome

Ensembles Repère des Gratteurs	Ensemble de Translation	Ensemble de Rotation	Ensemble de Levage	Ensemble de Lubrification
18 A				
18 B				
18 C				
HE 1				
HE 2				
HE 3				
HE 4				