Université Sidi Mohammed Ben Abdellah
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES - Fès

MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du

Diplôme de Mater Sciences et Techniques
Spécialité : Génie Mécanique et Productique

Fiabilisation

Etude et Analyse Des engins du parc MERA

Présenté par :

YOUSSEF KHOUYA

Encadré par :

- **EL BIYAALI Ahmed,** Professeur département Génie Mécanique, FST Fès
- **Mme, SEKKAT Zineb,** chef de service BDM, Groupe OCP Khouribga
- **Me, EL BOUZIDI Abdeladim,** chef d'atelier, Groupe OCP Khouribga

Effectué à : OCP Khouribga (BDM MERA)

Soutenu le : 12/06/2017

Le jury :

- **Mr. EL BIYAALI Ahmed, FST Fès**
- **Mr. EL BARKANY Abdelah, FST Fès**
- **Mme.MOUTAOUAKKIL Imane, FST Fès**

Année Universitaire : 2017-2018

Remerciement

Je tien à commencer ce rapport par quelque ligne de reconnaissance, pour exprimer mes gratitude à toute personnes qui ma aidé tout au long de la période de mon stage de projet de fin d'étude.

Ainsi je tien à remercier cordialement mon encadrant pédagogique monsieur AHMED BEIAALI, pour ces importantes recommandations et leur orientation,

Je remercie aussi chaleureusement mon parrain de stage au sien de l'OCP, Mme SEKKAT Zineb responsable de bureau de méthodes au sien du secteur MERA OCP-KHOURIBGA, pour les aides et la coopération qui ma montré, pour la réalisation de cette étude.

Je remercie également et avec un immense plaisir Monsieur, ABD EL ADIM EL BOUZIDI, pour les grandes efforts qui ma consacré à propos de mon sujet, et les recommandations qui ma fournis pour finir ce sujet dans le temps.

Je tien de marquer mes reconnaissances spécialement, à Mr AOUMRANI, Mr BIA, Mr BENSAR, Mr LAHJOUJI, Mr KARMA, Mr EDDENIAOUI ; et à toute personnes qui pris de temps pour rependre à mes différents questions tout au long de la période de stage.

Finalement, j'adresse mais chaleureux gratitudes à mes parents, mes sœurs, mes amis, à Mme, MOUFHIM Warda, pour le soutien impératif, qu'ils ma montré pendant toute la période de stage.

Résumé

Ce sujet inscrit dans le cadre du projet de fin d'étude, effectué au sien du secteur MERA service bureau de méthodes, OCP Khouribga. Il vise à la maitrise des outils de performance des moyens de production, par l'amélioration de la disponibilité de ces équipements.

Pour ce bute on a commencé en première lieu, par une étude de classification des équipements critique du parc matérielle, selon la méthode TDPC.

En deuxième lieu, on a étudié la fiabilité et la disponibilité des équipements critique résultantes de l'étude TDPC. La méthode MBF il permet cette analyse critique, et il nous amène par la suite à proposé des solutions et des améliorations.

En fin, on a subventionné l'étude par une analyse économique, pour visualiser l'objectif et l'intérêt de cette étude.

Abstract

This subject included in the framework of the end-of-study project, carried out at the sector MERA service bureau of methods, OCP Khouribga. It aims at mastering the performance tools for the means of production, by improving the availability of this equipment.

For this purpose we started in the first place, by a classification study of the equipment critical equipment park, according to the TDPC method.

Second, the reliability and availability of the critical equipment resulting from the TDPC study was studied. The method MBF allows this critical analysis, and it brings us later to proposed solutions and improvements.

Finally, the study was subsidized by an economic analysis, to visualize the purpose and the interest of this study.

Table des matières

Fiabilisation 1
Etude et Analyse Des engins du parc MERA..... 1
Remerciement i
Résumé ii
Abstract ii
Table des matières iii
Liste des figures vii
Liste des tableaux viii
Liste des abréviations i
Introduction générale.....ii
Chapitre1 : Présentation D'organisme et L'unité D'accueil 1
I. Présentation générale sur OCP 2
II. OCP en chiffre..... 2
II.1. Commerciale 2
II.2. Production..... 3
III. Les différents sites d'activité au sein du royaume 3
IV. Vision future et développement 4
V. L'organigramme de L'OCP 6
VI. Perspective sur l'unité d'accueil..... 7
II.3. Position géographique 7
II.4. L'organisation de la division..... 7
VII. Présentation du BDM et leur mission 7
VII.1. L'organigramme Bureau De Méthode 8
VII.2. Présentation du service 325 8
Chapitre 2 : Contexte générale et objectif du projet..... 9
I. Cadre générale du projet..... 10
II. Objectif du projet 10
III. Les points à traité par l'étude..... 10
IV. Généralité sur la maintenance 11
IV.1. Définitions..... 11
a. Maintenance..... 11

b. Management de maintenance 12
IV.2. Les types de maintenance 12
IV.3. Les outils de maintenance exploitée dans cette étude 12
V. Définitions et principes 13
V.1. La méthode MBF : 13
a. Définition : 13
b. Objectifs : 13
c. Les étapes de la MBF 13
VI. Généralité sur la méthode TDPC 15
VI.1. Définition : 15
VI.2. Explication des déférents coefficients 16
Chapitre 3 : Etude critique des équipements 18
I. Introduction 19
II. Classification des engins(TDPC) 19
II.1. Les engins concernés par l'étude 19
II.2. Résultats et interprétation 19
III. étude critique de flotte des bulldozers D11 21
III.1. Analyse de la disponibilité des engins 21
III.2. Analyse de temps d'indisponibilité des bulldozers D11-706 et KOM-905 21
IV. Analyse des pannes des bulldozers D11 : méthode Pareto 22
V. Analyse de modes de défaillance de leurs effets et leur criticité 24
V.1. Introduction : 24
V.2. Définition : 25
V.3. Barème de cotation 26
a. Les grilles de cotation 26
b. Indice de criticité : 27
VI. Application de la méthode AMDEC 27
VI.1. Décomposition fonctionnelle 27
VI.2. Fiche AMDEC-circuit de transmission et moteur thermique 27
VI.3. Synthèse 29
VI.4. Action pour réduire la criticité 29
VII. Etablissement d'un plan de maintenance préventive 33
VII.1. Les étapes d'établissement d'un PMP 33

VII.2. Plan de maintenance préventive du moteur thermique et circuit de transmission 34
VIII.Etude de circuit de graissage automatique des axes de godet de la chargeuse CAT H : solution 36
VIII.1. Problématique 36
VIII.2. Schéma de circuit de graissage automatique 36
VIII.3. La conception des bagues 38
VIII.4. Le circuit complémentaire 39
a. Les éléments de circuit 39
b. Réglages du circuit 40
VIII.5. Le graissage manuel : 41
IX. Conclusion 41
Chapitre4 : Approche économique et logistique 42
I. Introduction 43
II. Logistique de maintenance et procédure d'intervention sur les pannes 43
III. Disponibilité versus coût de maintenance 44
IV. Le correctif versus le préventif 45
V. Analyse économique : bulldozers D11 45
V.1. Le taux de maintenance préventive durant l'année 2017 45
V.2. Les pertes de productions 46
V.3. Action et solutions 46
a. La décentralisation du stock de PDR 46
b. Activation de la maintenance autonome sur le terrain 47
c. La planification des OT 47
VI.Approche économique : le système de graissage automatique de la chargeuse CAT H 47
VI.1. Le coût de défaillance 47
a. Coût direct : réparation 47
b. Le coût indirect : perte de production 48
VI.2. Analyse comparatif des trois solutions 48
a. Modification des bagues d'usure 48
b. Circuit complémentaire 48
c. Graissage manuel 49
VII. L'évolution des HM suit à la mise en place des trois solutions 50
VIII. Conclusion : 50

Conclusion générale 51
Bibliographie..... 52
ANNEXES..... 53
Annexe A 54
Annexe B..... 55
Annexe C..... 57
Annexe D 62
Annexe E..... 66

Liste des figures

Figure 1. 1 : OCP bref-commerciale 2
Figure 1. 2 : OCP en bref- production 3
Figure 1. 3: les axes d'activité 4
Figure 1. 5: fiche technique du projet SLURRY PIPELINE 5
Figure 1. 4: la carte du projet SLURRY PIPELINE 5
Figure 1. 6:organigramme OCP 6
Figure 1. 7: organisation de la division MERA 7
Figure 1. 8: organigramme BDM 8
Figure 1. 9: activités du service 325 8

Figure 2. 1: les paramètres de la disponibilité 10
Figure 2. 2: paramètres de coût de maintenance 11
Figure 2. 4: outils de maintenance exploitée 12
Figure 2. 3:les types de maintenance 12
Figure 2. 5:les étapes de la MBF 14

Figure 3. 1 : l'évolution de la disponibilité en 2017 21
Figure 3. 2 Figure : répartition des temps d'indisponibilité 22
Figure 3. 3: les types de la courbe Pareto 23
Figure 3. 4: heures d'arrêt par système 24
Figure 3. 5:les étapes de l'AMDEC 25
Figure 3. 6:décomposition des systèmes 28
Figure 3. 7:processus d'établissement du PMP 33
Figure 3. 8: schéma la chargeuse CAT H 36
Figure 3. 9:circuit simplifié de graissage 37
Figure 3. 10:schéma de la flèche 37
Figure 3. 11:usinage de l'alésage coté flèche 38
Figure 3.12: les bagues de l'alésage 38
Figure 3. 13: la bague d'usure origine 38
Figure 3. 14: la bague d'usure modifiée 38
Figure 3. 15: pistolet de graissage manuel 41

Figure 4. 1: relation service stock de PDR 44
Figure 4. 2:le coût en relation avec la disponibilité 44
Figure 4. 4: répartition des temps de maintenance 45
Figure 4. 3: préventif VS correctif 45
Figure 4. 5: fût de graissage 200 KG 49
Figure 4. 6: l'évolution des HM 50

Liste des tableaux

TABLEAU 1. 1: réserve nationale par site 3

TABLEAU 2 1 : les critères de la démarche TDPC 15

TABLEAU 3. 1: résultats de classification TDPC 20
TABLEAU 3. 2: les temps d'indisponibilité des D11-706 et KOM-905 21
TABLEAU 3. 3:regroupement des donné heures d'arrêt 23
TABLEAU 3. 4: barème de cotation du gravité 26
TABLEAU 3. 5:barème de cotation de la fréquence 26
TABLEAU 3. 6:barème de cotation de la détection 27
TABLEAU 3. 7:forme de maintenance 27
TABLEAU 3.8:regroupement des résultats de l'AMDEC 30
TABLEAU 3. 9: plan de maintenance préventive pour le moteur et transmission 34
TABLEAU 3. 10: les composants du circuit de graissage complémentaire 39
TABLEAU 3. 11: paramètre de graissage par axe 40
TABLEAU 3. 12:paramètres de réglage-quantité 40

TABLEAU 4. 1 :les pertes relatif à chaque système 46
TABLEAU 4. 2/le coût total de mise en état du godet 47
TABLEAU 4. 3:perte lié au circuit de graissage 48
TABLEAU 4. 4:les pertes de production en tonne selon la qualité 48
TABLEAU 4. 5:coût des composantes de circuit complémentaire 49

Liste des abréviations

MBF : maintenance basé sur la fiabilité

OT : ordre de travail

DI : demande d'intervention

BDM : bureau de méthode

TDPC : temps de réparation, degré d'influence, probabilité de panne, criticité

MERA : Merah el ahrach

TPM : totale production maintenance

UE : utilisation d'équipement

HM : heures de marche

Do : disponibilité opérationnelle

CAT : Caterpillar

KPI : key perfermence indicator

PDR : pièces de rechange

MP : maintenance préventive

MA : maintenance autonome

PMP : plan de maintenance préventive

Introduction générale

Dans le cadre d'améliorer les performances des moyens de production, pour augmenter le taux de production et pour une exploitation optimale de ces moyens. Affin de garantir la compétitivité mondiale. Pour ce fait l'OCP mes en évidence la maintenance et considère que la maintenance est un facteur qui emmène à la performance des moyens de production.

C'est dans cette vision que la division MERA secteur maintenance des équipements de production agit pour améliorer la disponibilité en générale. Ce projet proposé par le service bureau de méthode, entre dans le cadre la maitrise des outils de maintenance des équipements du parc surtout ceux qui impact directement la production.

Relativement au cadre du projet on a commencé par le recueillement des données nécessaires à l'analyse. Affin d'envisager les solutions adéquate pour corriger le problème. Ce mémoire commence par une aperspective sur le groupe OCP et sur l'unité d'accueil. En première chapitre.

Le deuxième chapitre consacré à la mise en territoire du projet et leur but. Avec une perspective sur les différents outils de maintenance à exploité.

Le troisième chapitre dédié à la classification des engins du parc selon la démarche TDPC. Après on commence l'étude critique de chaque engin qui apparait dans les premières classe, pour proposé par la suite des solutions sur les causes racine de chaque problème.

Le dernier chapitre c'est au tour d'une approche économique de chaque problème avec leur solution associée.

Chapitre1 : Présentation D'organisme et L'unité D'accueil

I. Présentation générale sur OCP

Fondu le 7/1920 l'office chérifien des phosphates transformé en 1975 au Group OCP. Il a démarré l'extraction au KHOURIBGA en 1921 et après a YOUSSOFIA en 1931, à l'environ de 1965 commence la transformation des phosphates en acide phosphorique et en engrais via la création de la société Maroc Chimie.

Comme le Maroc possède la plus grande réserve mondiale du phosphate, cela rendre nécessaire le développement de la chaine de production pour une meilleure exploitation ; en s'intégrant dans cette chaine de l'extraction à la transformation jusqu'à la commercialisation des produits phosphatées. Tous sa il a permet a OCP de se placer parmi les leaders mondiale de la production de phosphate et ces dérivés.

Etre parmi les experts du monde en production, cela demande une stratégie compétitive très compliqué et moderne. Cette stratégie basé sur l'aspect économique en première lieu c'est-à-dire la production doit être optimale mais sans perdre vision sur la maintenance. Cette dernière elle est considéré pour l'OCP comme un enjeu majeure a fin d'arriver a l'objectif final ce n'est autre qu'un système de production flexible qui repend à l'exigence de clients.

II. OCP en chiffre

II.1. Commerciale

La stratégie commerciale d'OCP est basée sur la pro activité et la facilité d'adaptation. Elle contribue au développement commerciale du payé à l'échelle continentale et mondial grâce à ces activité génératrice de forte valeur ajouté.

Figure 1. 1 : OCP bref-commerciale

II.2. Production

Concernent l'activité de production l'OCP dispose de plus grande installation industrielle conçue selon les meilleurs standards internationaux en terme de matière de processus, technologie et d'outille industriel. Les produits proposés par le group sot de trois variétés comme l'illustre la figure suivante :

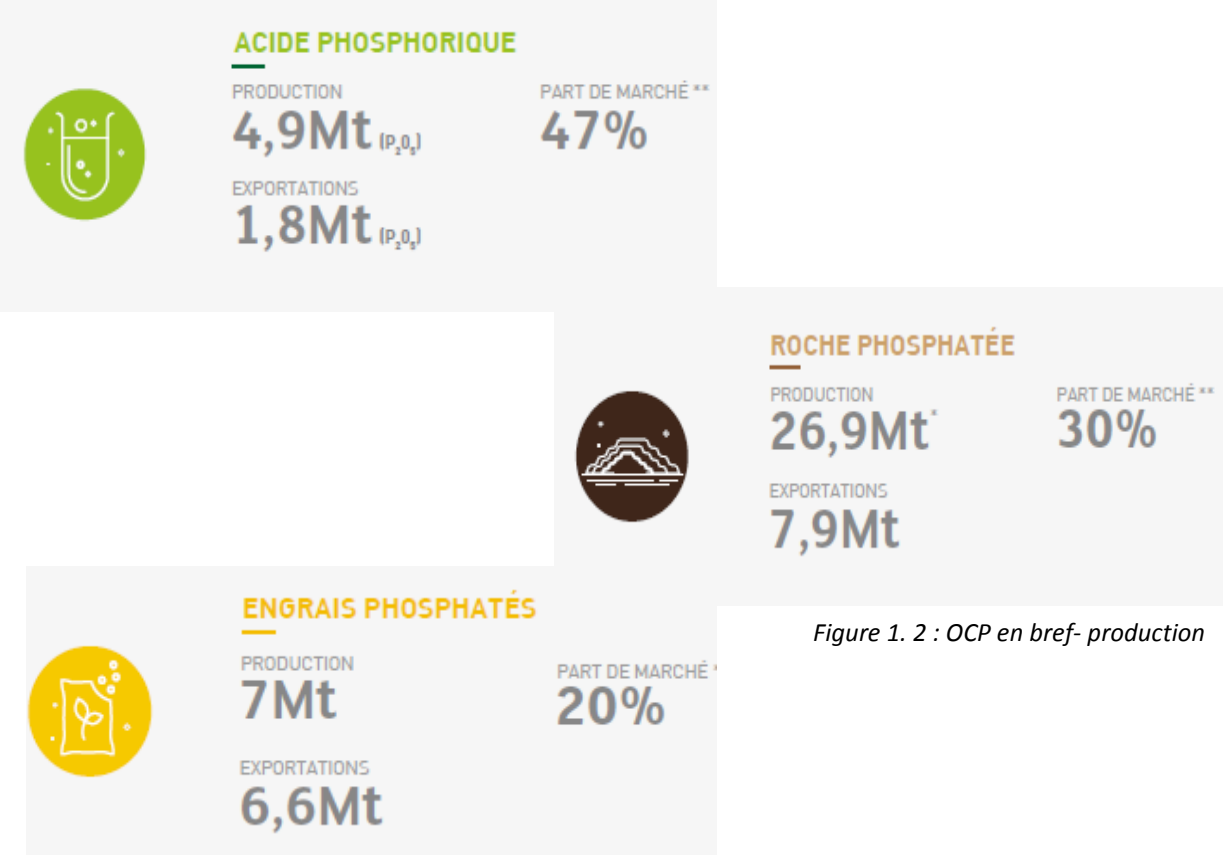


Figure 1. 2 : OCP en bref- production

III. Les différents sites d'activité au sein du royaume

Comme c'est le seule exploiteur des phosphates au Maroc. L'OCP adopte une stratégie d'extraction et de transformation qui lui permet une production de plusieurs variétés à fin de rependre aux besoins clients, cette stratégie il repose sur la division des points de production en trois axes. Les figures suivant vent montrent la capacité et le réserve de chaque site de production :

TABLEAU 1. 1: réserve nationale par site

Site minière	% de réserve national	% de production totale
Khouribga	43	66
Ganteur-Youssofia	37	26
Ganteur-Benguérir	28	
Laâyoun-Boucraâ	2	8

La figure suivant illustre les trois axes sur quelle j'ai parlés auparavant :

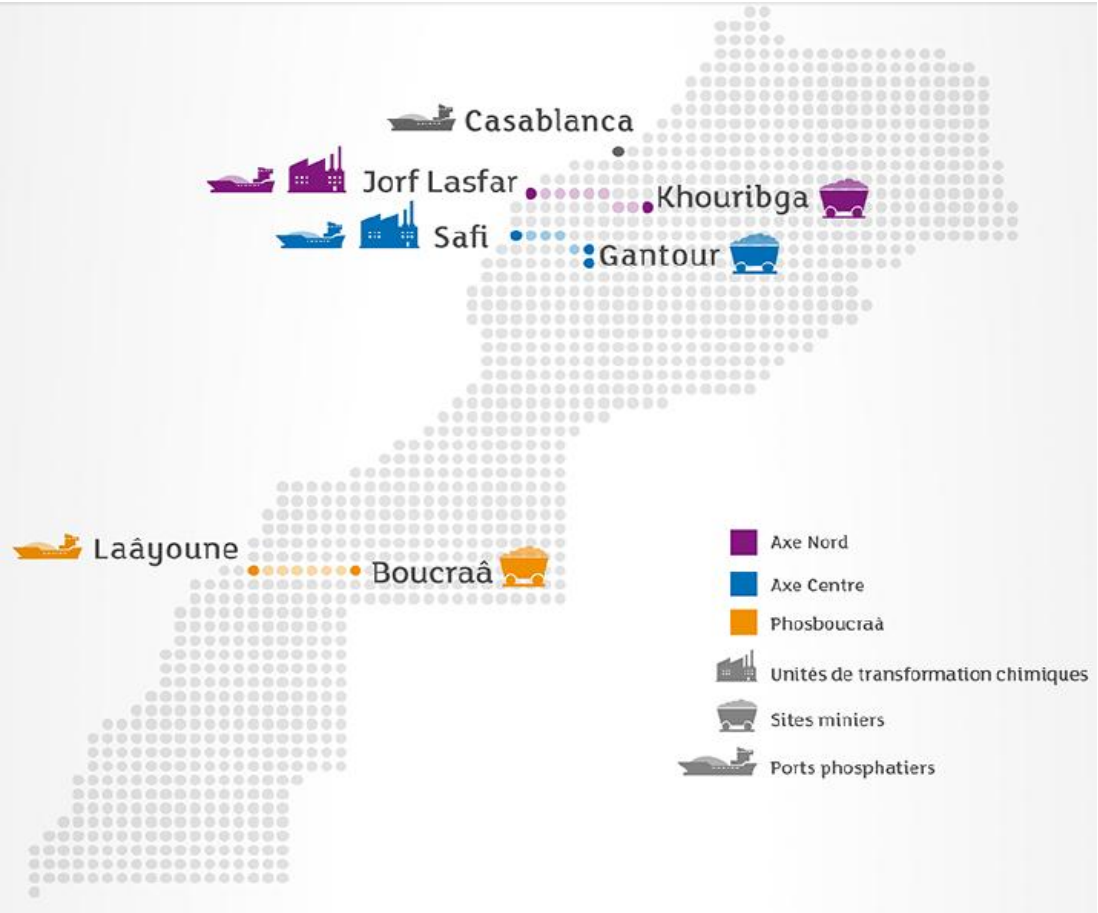


Figure 1. 3: les axes d'activité

Cette division stratégique en trois axes, elle visualise sur le terrain la performance des outilles de gestion et de management de production que L'OCP adopte dans sa chaine de production et de valorisation de phosphate. En fait il permet une flexibilité de production, il simule une organisation des moyennes de production sous forme des unités de production et non pas une ligne rigide, c'est l'un des points fortes du groupe OCP.

IV. Vision future et développement

Avec une stratégie des années précédentes qui a donné ses fruits, puisque OCP occupe la place de leader dans la production d'acide phosphorique et des engrais avec des volumes respectifs de 5 million de tonnes et de 7 million de tonnes dans l'année 2016.

L'essentielle de la production de valorisation et concentré sur les sites de JORF LASFAR et de SAFI, OCP prévoient de tripler la production de subventionné sa présence mondiale.

C'est dans ce contexte que le groupe lance un nouveau projet dans ce qui concerne le transport des phosphates.la technologie de transport par conduite qui s'appelle SLURRY PIPELINE installé entre Khouribga, comme un site de production vital et Jorf Lasfar.

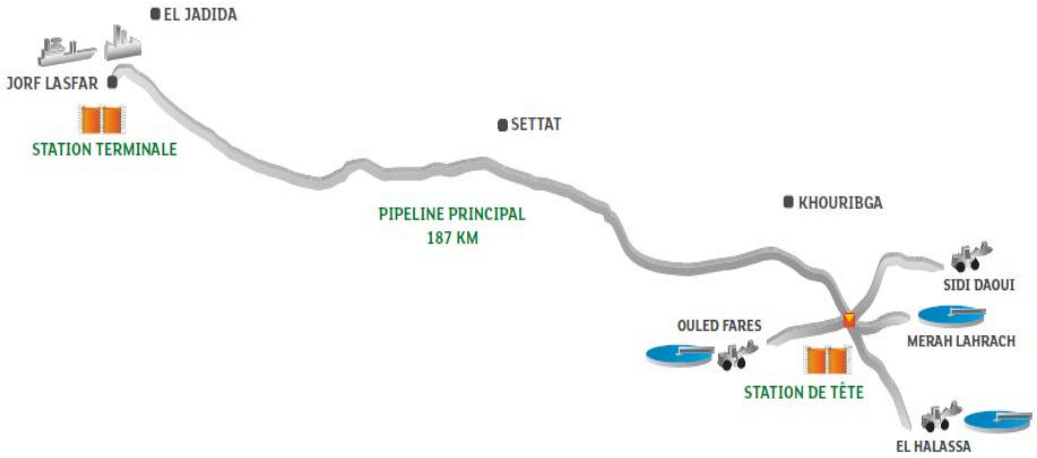


Figure 1. 4: la carte du projet SLURRY PIPELINE

SLURRY PIPELINE :

Une véritable résolution technologique, le slurry pipeline : ligne intégrée, assure le transport de la pulpe de phosphate des mines de Khouribga ver la plateforme de Jorf Lasfar, pour la transformation en produits dérivé ou directement aux ports pour l'exportation en roche. Cette mutation permet de réaliser d'importantes économies en eau, énergie et en coût de transport. La fiche suivante résume tous les données technique et économique sur la station :

- *Coût d'investissement : 4.5 milliards de dirhams*
- *Economie d'eau annuelle : 3millionm^3.*
- *Un tracé favorise l'écoulement gravitaire optimise la consommation en eau et énergie*
- *Réduction annuelle des émissions en CO_2 : 93000 tonnes*
- *Zéro poussière*
- *Capacité de transport : 38 millions tonnes*
- *90% réduction de coût logistique comparé au mode de transport actuel*

Figure 1. 5: fiche technique du projet SLURRY PIPELINE

V. L'organigramme de L'OCP

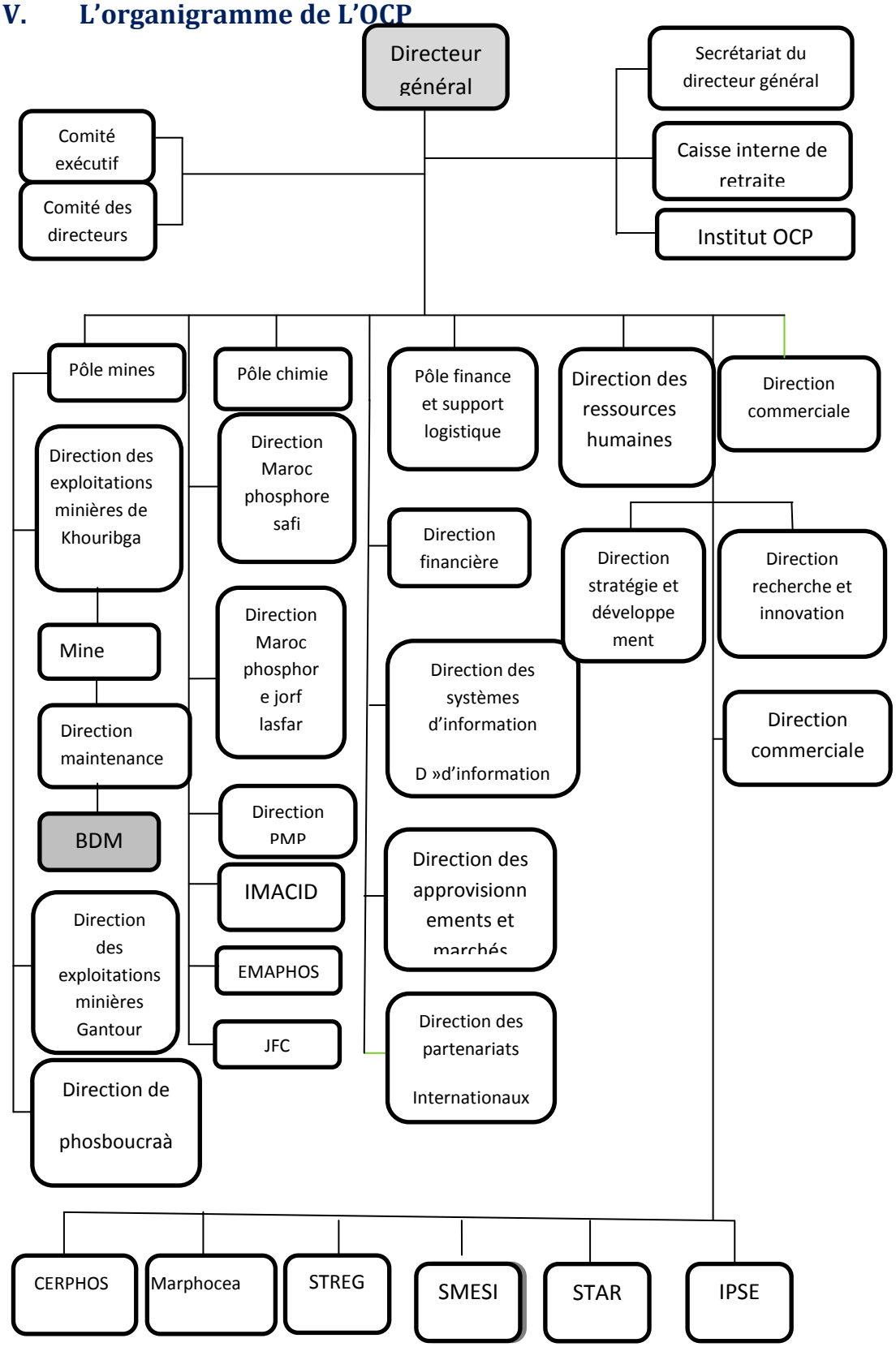


Figure 1. 6:organigramme OCP

VI. Perspective sur l'unité d'accueil

II.3. Position géographique

La mine MEA est l'une des plus grand mines d'extraction du phosphate au Maroc, et la grande au Khouribga avec une production moyenne annuelle de 10 millions de tonnes. L'extraction dans la mine a démarré depuis 1965, la mine s'étale sur une surface de 6995 hectare. Elle s'éloigne de 24 km au sud de Khouribga sue la route nationale N° 11 ver EL FKIH Ben Salh.

II.4. L'organisation de la division

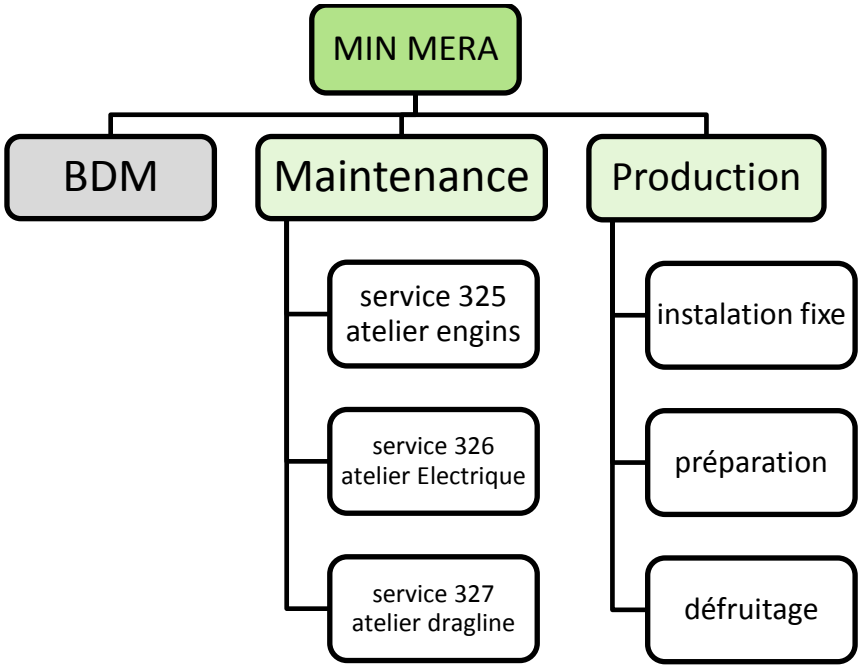


Figure 1. 7: organisation de la division MERA

VII. Présentation du BDM et leur mission

Comme c'est d'déjà indiqué, la direction minière de Khouribga représente une source vitale de production avec un pourcentage d'environ de 66% de la production totale annuelle. Ceci charge une grande responsabilité sur les différentes divisions, et précisément sur la division de MERA comme c'est la plus grande mine au Khouribga. La plus grand part de cette mission complexe est supporté par le service de maintenance(les trois ateliers). C'est dans ce but vienne l'idée de la création d'un BDM. Chargé de la coordination des travaux de maintenance entre les ateliers engins, Electrique et dragline, chacune entre eux composé de plusieurs cellules de rôle et de travaux déférents. Dans ce qui suis-je présentera l'organigramme de BDM et la mission de chacune de ses partitions.

VII.1. L'organigramme Bureau De Méthode

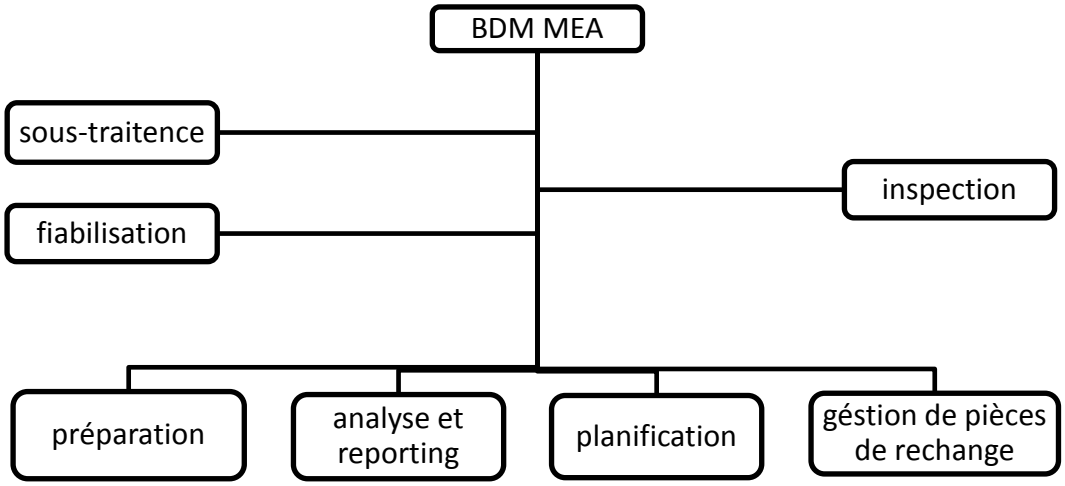


Figure 1. 8: organigramme BDM

VII.2. Présentation du service 325

Le service 325 est un atelier chargé de la maintenance des moyennes de production précisément pour les bulldozers et les camions. En appliquent tous les formes de maintenance pour s'assurer de la fiabilité et de la disponibilité des engins, affin d'atteindre les objectifs fixés au sein du site MERA. C'est l'une des taches les plus délicates dans l'exploitation des phosphates. A la suite je vous montre l'organisation du service 325.

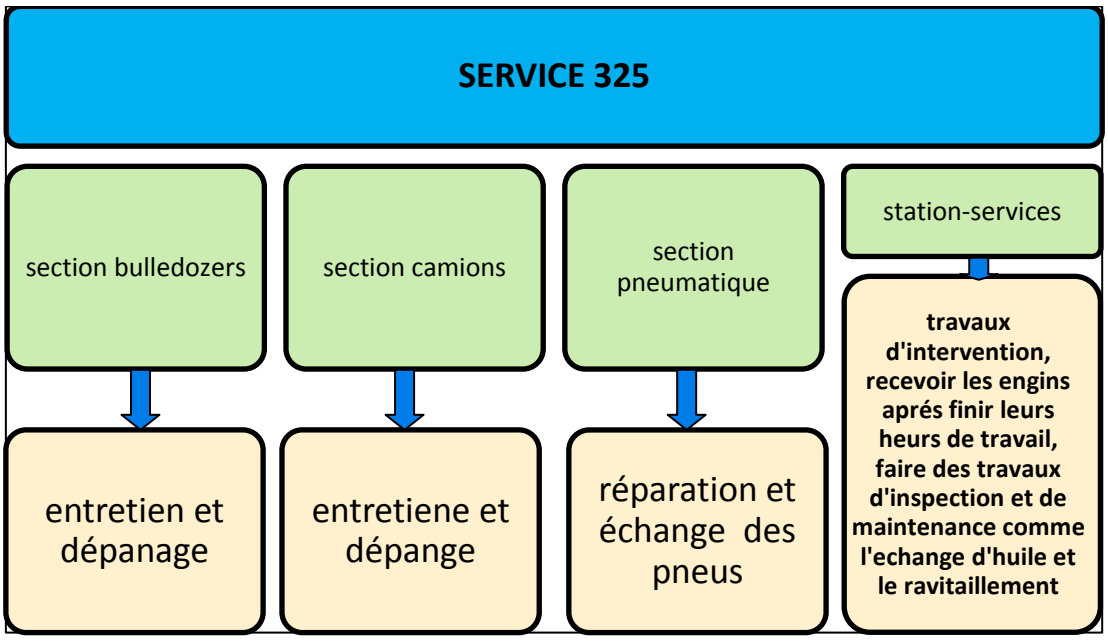


Figure 1. 9: activités du service 325

Chapitre 2 : Contexte générale et objectif du projet

I. Cadre générale du projet

D'une manière générale, les entreprises ont dû gérer leur production pour imposer leur efficacité. Ceci ne peut arriver que si ces dernières lutent contre toutes les causes qui engendrent des pertes.

Plus souvent les pertes de production sont dues aux pannes liées aux équipements. Donc toute intervention prévisionnelle doit être faite dans le cadre de corrigé et d'éliminer les causes de ces arrêts de production.

Dans toute la chaine de production des phosphates précisément la partie extraction. L'OCP utilise des engins dont la maintenance et confié au service de maintenance en coordination avec le BDM. Dans cette étude je focus l'analyse sur les engins les plus critiques pour la production.

II. Objectif du projet

La grande performance de production, nécessite une meilleure disponibilité des moyens de production y comprit les engins et les machines. L'objectif c'est d'améliorer cette disponibilité précisément celle des engins qui on un grande impact sur la production et la maintenance(le coût) qui doit être le minimum possible; qu'elle démarche a suivre et qu'elles sont les points clés à traiter pour trouver le meilleur compromis entre la disponibilité et le coût de maintenance .

III. Les points à traité par l'étude

Pour qu'on puisse améliorer la disponibilité de ces engins, il va falloir lutter contre toute sorte de perte et d'intervenir sur les facteurs clés qui influence la disponibilité. Ainsi d'une façon globale la disponibilité il dépende des facteurs suivants :

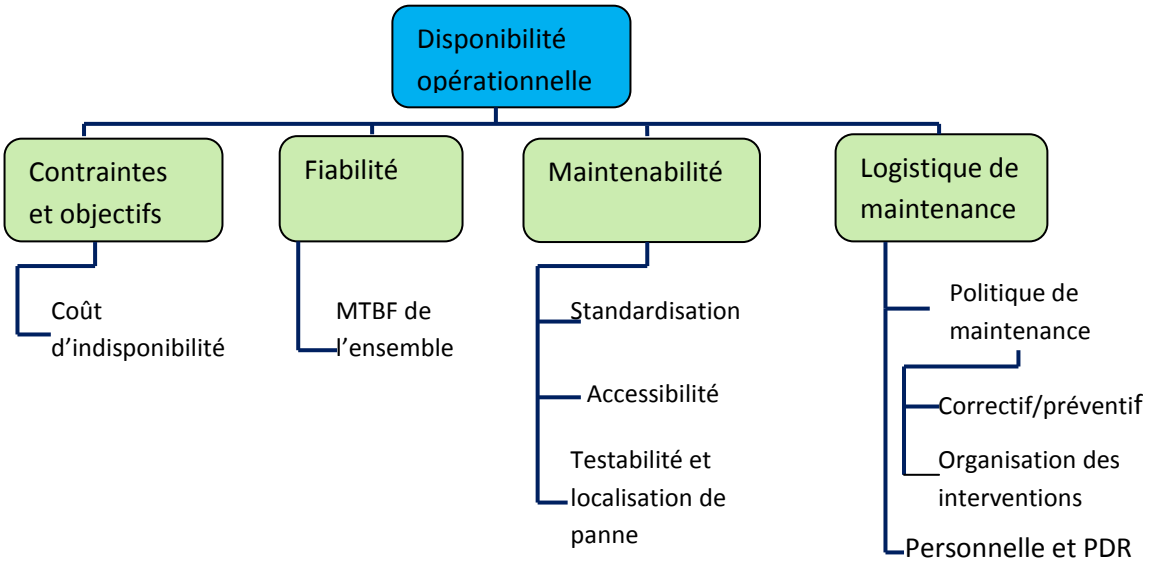


Figure 2. 1: les paramètres de la disponibilité

Comme c'est déjà mentionné -l'objectif du projet- Le but c'est d'améliorer la disponibilité. Pour cela on commence par une analyse qualitative de la disponibilité réaliser sur trois ou bien quatre nivaux en introduisent l'aspect économique.

La première chose à faire c'est d'analyser la ou les défaillances pénalisantes la disponibilité(PARETO).

Deuxième : achever une analyse sur les critères de la disponibilité, la fiabilité et la maintenabilité de l'équipement.

Finalement une analyse sur les conditions d'intervention ou la série des interventions. Il s'agit de mètre en évidence la logistique de la maintenance.

La contrainte qui se pose c'est qu'il faut garder un niveau de coût le plus minimum possible pour une meilleure disponibilité Et obtenir une disponibilité performante, avec une meilleure implantation des moyennes logistiques. C'est ce qu'entende par l'approche économique.

Dans cette figure on vous montre un résumé sur le travail que nous doivent réaliser pour achever l'étude. Cette étude on va la détaillé dans les chapitres qui vienne après.

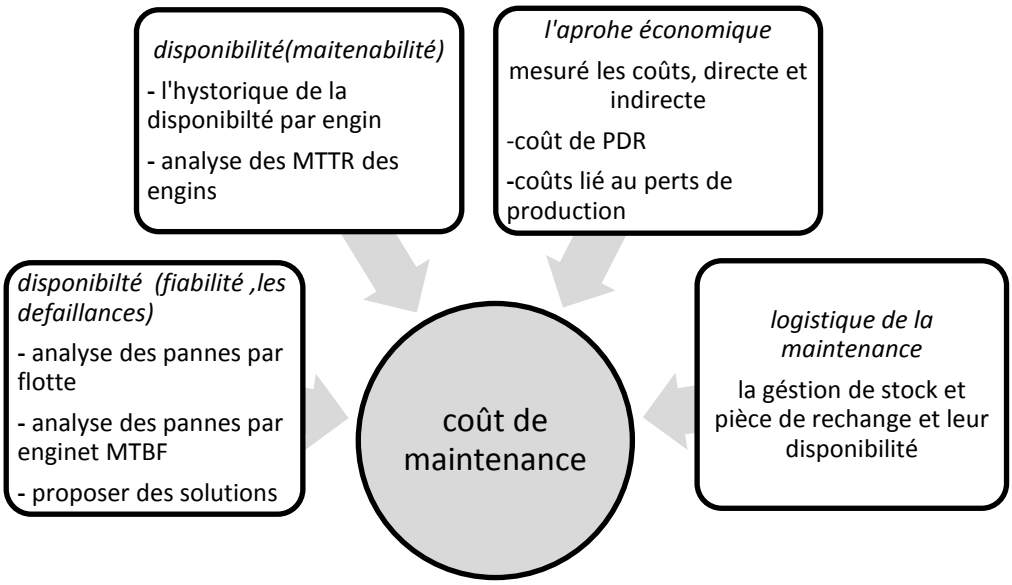


Figure 2. 2: paramètres de coût de maintenance

IV. Généralité sur la maintenance

IV.1. Définitions

a. Maintenance

NF EN 13306(juin 2001) Ensemble de tout les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destiné à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise.

b. Management de maintenance

FD X60-000 (mai 2002)

Tous les activités des instances de direction qui déterminent les objectifs, la stratégie et les responsabilités concernent la maintenance et qui les mettent en application par des moyens tel que la planification, la maitrise et le contrôle de la maintenance, l'amélioration des méthodes dans l'entreprise y compris dans les aspects économique.

IV.2. Les types de maintenance

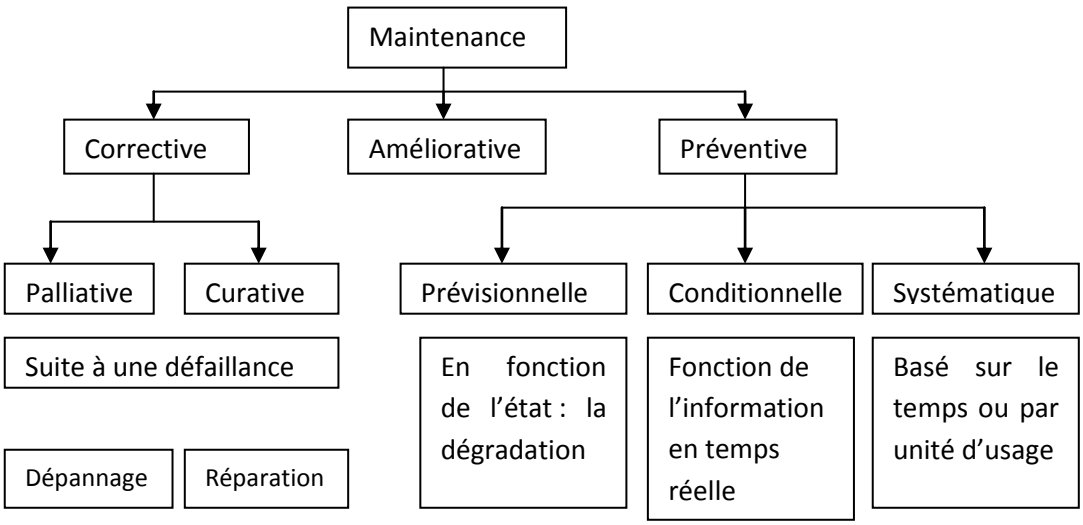


Figure 2. 3:les types de maintenance

IV.3. Les outils de maintenance exploitée dans cette étude

Plusieurs moyens et démarche pour formaliser et structurer les différents activités de maintenance, mais a chaque problématique elle corresponde une ou plusieurs démarches, outils et méthode de management. Bien entendue l'application de ces moyens il permet l'amélioration et la résolution de certains activités. Le choix de ces moyens il dépende de l'objectif, la politique de maintenance et les donnés sur le problème je vous proposez les différents moyens que je vais explorer pour l'analyse de cette situation. Représenté sur le tableau suivant :

Démarche de management	Méthodes	Outils
- TPM - OPS	- MBF - TDPC	- Pareto - AMDEC

Figure 2. 4: outils de maintenance exploitée

V. Définitions et principes

V.1. La méthode MBF :

a. Définition :

La **M**aintenance **B**asé sur la **F**iabilité et une méthode destinée à établir un programme de maintenance préventive permettant l'amélioration progressivement le niveau de disponibilité des équipements critique. La méthode repose profondément sur la maîtrise du comportement fonctionnel et dysfonctionnel des équipements.

b. Objectifs :

L'objectif final est d'améliorer la disponibilité à partir de la fiabilité du faite que les deux sons dépendants. Cette amélioration il passe par :

- La réduction des pannes, maintenance préventive efficace.
- Réduction des durés des pertes par la répartition des taches entre la production et la maintenance.

L'autre objectif qui est très important celui de la maîtrise des coûts à laide des plans de maintenance préventive optimisée, par l'élimination des taches non productives.

La MBF il se base sur trois principes :

1. **Principe d'autolimitation** : il se mettre aux criticités des équipements et à des niveaux successifs :
   Equipement critique ➔sous-ensembles fragiles ➔leurs défaillances ➔les causes ➔les tâches de maintenance.
2. **Principe de subordination** : les tâches de maintenance dépendent obligatoirement de la connaissance précise et fiabiliste des défaillances et de leurs causes.
3. **Principe de participation** : c'est une méthode collaborative, implique tous les acteurs production, maintenance et qualité.

c. Les étapes de la MBF

Pour que la méthode soit efficace il faut respecter les étapes présenté dans le schéma ci-après :

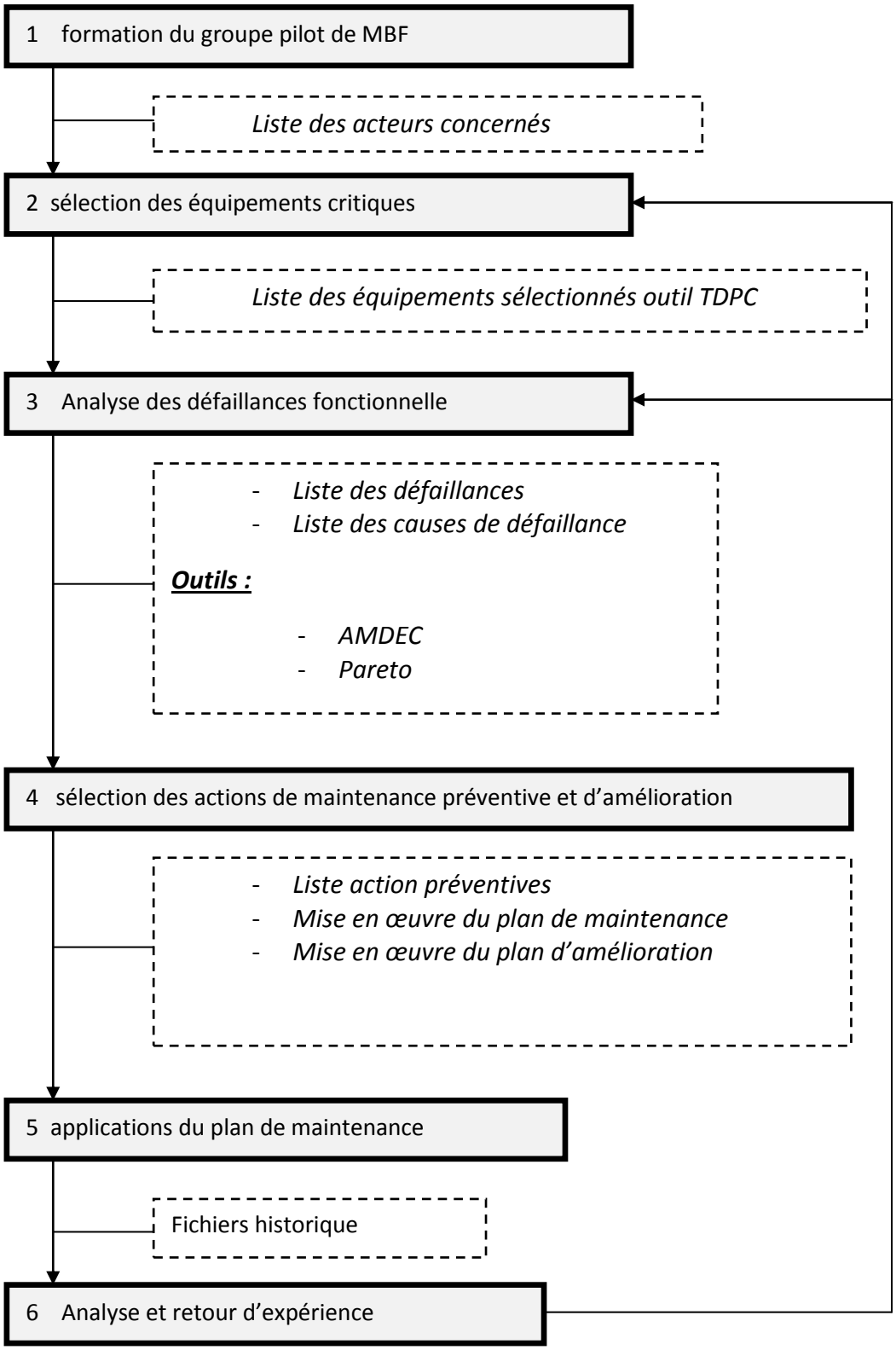


Figure 2. 5:les étapes de la MBF

VI. Généralité sur la méthode TDPC

Est une méthode qui fait partie de l'ensemble des outilles de L'OPS

VI.1. Définition :

La méthode TDPC est un outil de classification des équipements selon quatre critères. **T** : temps d'intervention **D** : degré d'influence **P** : probabilité de panne **C** : criticité de la panne. Chaque critère il se compose en plusieurs coefficients ; le tableau suivant il résume tous les coefficients ?

TABLEAU 2 1 :les critères de la démarche TDPC

Classification	N°		Critère
Temps de Réparation (T)	1	Arrêts moyen (perte de production)	MTTR<0,5h (5points)
			MTTR<4h (10points)
			MTTR<10h (20points)
			MTTR<16h (30points)
			MTTR<24h (32points)
			MTTR>24h (35 points
	2	Utilisation de l'équipement	UE=100% (5 points)
			60%<UE<100% (4 points)
			40%<UE<60% (3 points)
			20%<UE<40% (2 points)
			UE<20% (1 points)
Degré d'Influence (D)	3	Impact sur la Qualité produit	Impact >10% (5 points)
			sans effet (1 points)
	4	Coût d'un non qualité (Réclamation client)	Coût d'une non qualité >25000 MAD (5 points)
			Coût d'une non qualité =2500 MAD (1 points)
	5	perte d'énergie	démarrage à vide> 800h/mois (5points)
			50h/mois<démarrage à vide <200h/mois (2points)
			démarrage à vide<50h/mois (1points)
	6	rendement sur la chaine de production	Perte > 20% de production (5 points)
			Perte < 10% de production (<4 points)
	7	Aspect sécurité de l'anomalie	Très fort risque pour le personnel (5 points)
			sans risques = 1 (1 point)
	8	Aspect environnement de l'anomalie	Fort impact (5 points)
			faible impact (1 point)
Probabilité de Panne (P)	9	Fréquence des pannes	Nombres de Pannes par mois>10 (35 points)
			Nombres de Pannes par mois5<>10 (10

			points)
			Nombres de Pannes par An<5 (1 points)
Criticité de l'équipement (C)	10	Criticité de l'équipement en fonction des arrêts de production	Pas d'impact sur production d'un atelier (20points)
			impact sur la production d'un atelier <24h (40points)
			impact sur la production d'un atelier >24h (60points)
			impact sur production plusieurs atelier<24h(80)
			impact sur production plusieurs atelier>24h(100)
Score de classification = T + D + P + C			

Cette démarche TDPC et valable dans des déférents contextes. C'est-à-dire selon l'objectif derrière, pour cela on est décidé de changer plusieurs coefficients afin de contribuer le coût de maintenance dans l'analyse. Parmi les critères modifiés celui de coût de non qualité remplacer par le coût de maintenance par ans.

VI.2. Explication des déférents coefficients

Première critère : temps de réparation

Il se compose de deux coefficients

1. Arrêts moyen (perte de production) :
   On se basera sur les MTTR de chaque engin pour calculer la moyenne des MTTR pour chacune des flottes. Ce coefficient il mesure la maintenabilité des engins
2. Utilisation de l'équipement :
   UE=$\frac{les\ heures\ de\ marche\ totale\ 2017}{cumulle\ des\ heures\ de\ marche\ depuis\ l'aquisition\ au\ parc\&}$ c'est un indice qui renvoi l'exploitation de l'équipement

Remarque : on calcule toujours par la moyenne justement pour les flottes qui contient des engins ou machins identique. Pour le reste on distingue les équipements l'un de l'autre.

Deuxième critère : degré d'influence

Il résume l'effet sur la sécurité du personnel, l'environnement et les coûts. Il s'évaluera a partir de six coefficients suivants :

1. Impact sur la qualité du produit
   Représente l'impacte de la défaillance sur la qualité du phosphate, dans notre cas les équipements étudiés n'ont aucun impact sur la qualité. Ainsi le coefficient sera prise égal à 1 pour tous les équipements.

2. Le coût de non qualité
   Remplacé par le coût de maintenance, puisque la qualité de phosphate ne dépende pas des équipements pilot de production. Obligatoirement le coût de non qualité ne sera pas influencer par ces dernières. C'est la raison pour laquelle on a remplacé se facteur par le coût de maintenance, pour converger l'analyse vers l'objectif (analyse de coût de maintenance).
3. Pertes d'énergie
   Egalement on a remplacé ce facteur par celui de la flexibilité des équipements, qui reflète la simplicité de manipulation. Ce facteur est simple à contrôler via la vitesse de déplacement. Souvent ces pertes sont dues au déplacement à vide.
4. Rendement sur la chaine de production
   Se facteur il est calculer à partir des HM réalisé durant toute l'année 2017 que diviser par les HM prévus.
5. Aspect sécurité de l'anomalie
   En générale les anomalies ils ont une influence soit en temps réel ou durant la réparation.
6. Aspect environnement de l'anomalie
   L'OCP et engagé dans des accordes qui exige le respect de l'environnement. Pour nous les anomalies qui impacte plus l'environnement ce sont les fuites d'huile hydraulique et de gasoil, Ils apparaissent plus souvent sur les engins qui se fonctionnent à l'aide de l'énergie hydraulique comme les pelles hydraulique et les bulldozers D11.

Troisième critère : la probabilité de tomber en panne

Ce critère il se caractérise par la fréquence mensuelle des pannes. Il renvoi à la fiabilité des équipements. Un équipement considéré comme critique, si le nombre des pannes dépasse 5 pannes par mois.

Dernière critère : la criticité de l'équipement

C'est l'indice le plus significatif de cette étude. On notera cet indice en fonctionne des arrêtes de production ; c'est-à-dire comment l'équipement affect la chaîne de production.

Chapitre 3 : Etude critique des équipements

I. Introduction

Dans ce chapitre nous allons commencer par la première étape de la démarche MBF, à savoir classification de tous les équipements actifs dans le parc 7900. Pour ce fait on va procéder selon la méthode TDPC. La deuxième partie sera destinera à l'étude critique des engins de la classe AA comme la classe A.

II. Classification des engins(TDPC)

On explore les déférentes étapes de la démarche MBF annoncé dans le chapitre précédent. Nous somme obligé de passer par cette étude de classification. Pour définir les équipements les plus critiques, afin de justifier tous intervention et action qui vienne par la suite. Alors quels équipements étudier? Pourquoi ? Et comment peut-on évaluer les déférents facteurs, Et quelles données nécessaires ?

II.1. Les engins concernés par l'étude

Les engins à classifier, ceux qui pilotent la production. Après une discussion avec le responsable nous avons pris la liste suivant :

- Dragline 7900M
- Dragline 9W
- Dragline 200B
- Sondeuses SK
- Sondeuses SKF
- Chargeuse CATRPILLAR
- Camions KOUMATSU
- Bulldozers D11
- Bulldozers D9
- Pelles hydraulique
- Paydozers
- Draglines 195M1/M2

Pourquoi ?

Les engins qui on un contacte directe avec l'extraction du phosphate, ils ont une priorité dans cette étude, car chaque heure d'indisponibilité relatif à ces équipements elle engendre une grande perte de production.

Calcule des facteurs

Les facteurs comme MTTR, le nombre des panes par mois sont relever des historiques voir Annexe [A].

II.2. Résultats et interprétation

Une fois le tableau Annexe [B] et remplis, on a classé les engins dans un ordre décroissant ; après nous avons calculé le pourcentage de chaque engin et machine. Le classement se fait selon quatre classes :

- Classe AA : représente 5% (équipements névralgique)
- Classe A : représente 15% (équipements critiques)
- Classe B : représente 60% (équipement avec impacte moyen)
- Classe C : représente 20% (équipement avec impacte faible)

Les résultats obtenus sont représenté dans le tableau suivant :

TABLEAU 3. 1: résultats de classification TDPC

Equipement	Points	Classe
7900	165	AA
Chargeuse	164	A
Bulls D11	158	A
Camoin	149	B
195M1/M2	144	B
Sondeuse SK	144	B
Sondeuse SKF	137	B
9W	126	B
Pelles hydraulique	122	B
200B	91	B
Paydozers	89	C
Bulls D9	85	C

Interprétation

Dragline 79000 : elle apparaître dans cette classe via sont taux horaire de production élevé 800 m³/h, leur coût de maintenance élevé. De plus c'est la machine unique qui travail dans les grandes profondeurs.

Chargeuse CAT : équipement de la classe A car c'est un engin on contacte directe avec le produit (phosphate), le coût de maintenance très élevé. De plus il influence le rendement total des camions. Avec un rendement de 400m³/h

Bulldozers D11 : également de la classe A à cause de leur unicité dans le décapage des primaire, et le pré-décapage, leurs pannes fréquente qui diminue la disponibilité et augment automatiquement les coûts indirecte de maintenance.

III. étude critique de flotte des bulldozers D11

III.1. Analyse de la disponibilité des engins

Le graphe ci-après montre l'évolution de la disponibilité de chaque engin dans la flotte des bulldozers D11 durant toute l'année 2017 :

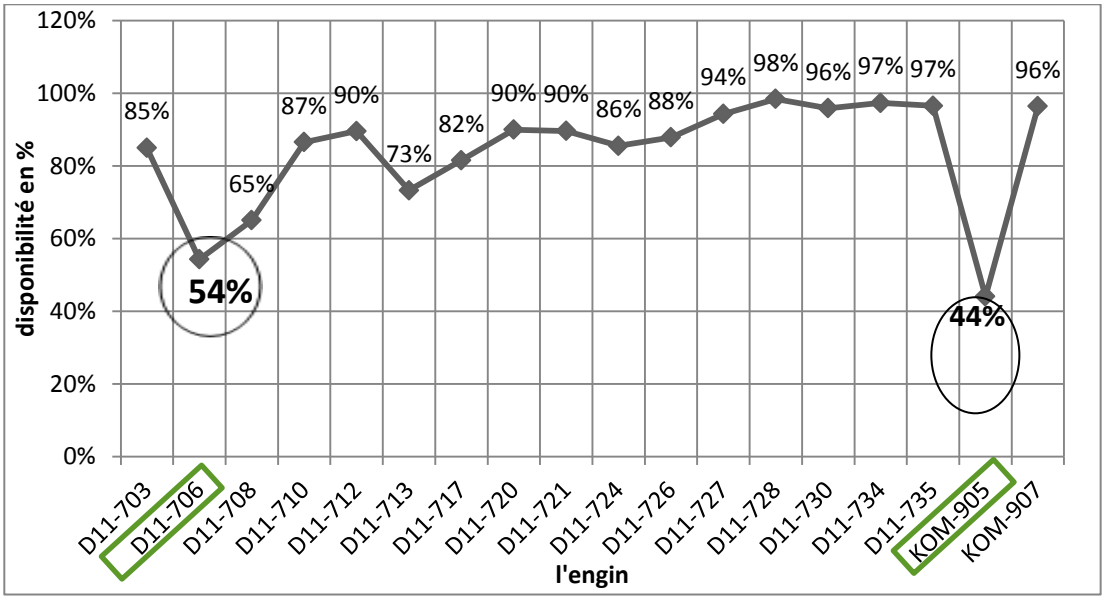


Figure 3. 1 : l'évolution de la disponibilité en 2017

D'après le graphe on constate que la disponibilité des engins est en générale stable avec un seuil minimum de 85%, sauf pour les deux engins D11-706 et KOM-905. Alors qu'elle cause derrière cette chute vive de la disponibilité ; et quelle solution adopté pour la future relativement à ce type de problème. Ainsi l'indisponibilité du bulldozer D11-706 il revient au faite que cette dernière était on charge des travaux de fiabilisation (révision générale). Pour l'engin KOM-905 sa disponibilité est diminuée à cause d'un problème dans le circuit de transmission précisément dans la boite à vitesse.

III.2. Analyse de temps d'indisponibilité des bulldozers D11-706 et KOM-905

Le diagramme et le tableau suivants montre la répartition de temps d'indisponibilité relativement à ces deux engins :

TABLEAU 3. 2: les temps d'indisponibilité des D11-706 et KOM-905

Engin	Total des heurs d'arrêts	Temps totale de réparation	Total des heurs d'attente	% des heurs d'attente/ total d'arrêt
D11-706	4005	1485	2520	63
KOM-905	4900	3100	1800	36.7

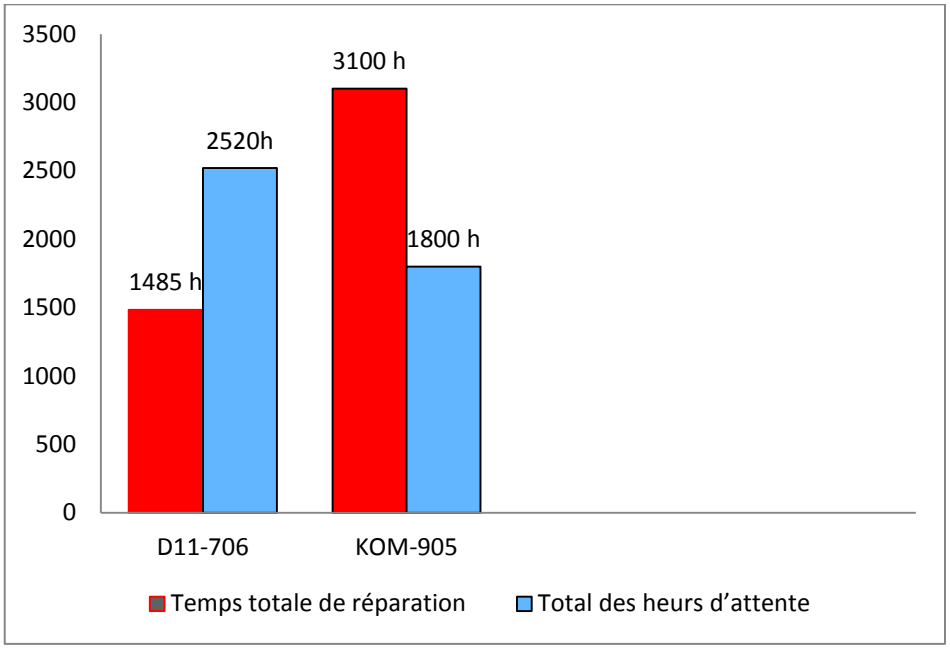


Figure 3. 2 Figure : répartition des temps d'indisponibilité

D'après le diagramme on constate que les attentes on une influence considérable sur le temps total des arrêts, mais il faut savoir que ces attentes ne sont pas à la charge du Service lui-même. Cependant ils sont dus aux autres services qui sont en relation directe avec celui-ci généralement le service de révision des sous-ensembles (pompe, moteur, boit à vitesse etc.

IV. Analyse des pannes des bulldozers D11 : méthode Pareto

Pour la classification des systèmes les plus critiques et qui sanctionnent la disponibilité totale de la flotte, nous allons appliquer l'outil Pareto. On s'appuie sur l'historique des pannes de l'année 2017, après une filtration par système (moteur thermique, circuit hydraulique etc.) avec comme critère le nombre totale des heurs d'arrêts. De faite qu'on cherche à analyser la disponibilité d'une façon générale, c'est pour cela qu'on à choisi ce facteur de temps comme un indicateur de la disponibilité

Remarque

Il existe trois formes de courbe ABC, selon lesquelles les résultats sont interprétés et les décisions sont prisent. La figure suivante explique la nature de décision selon la forme de graphe :

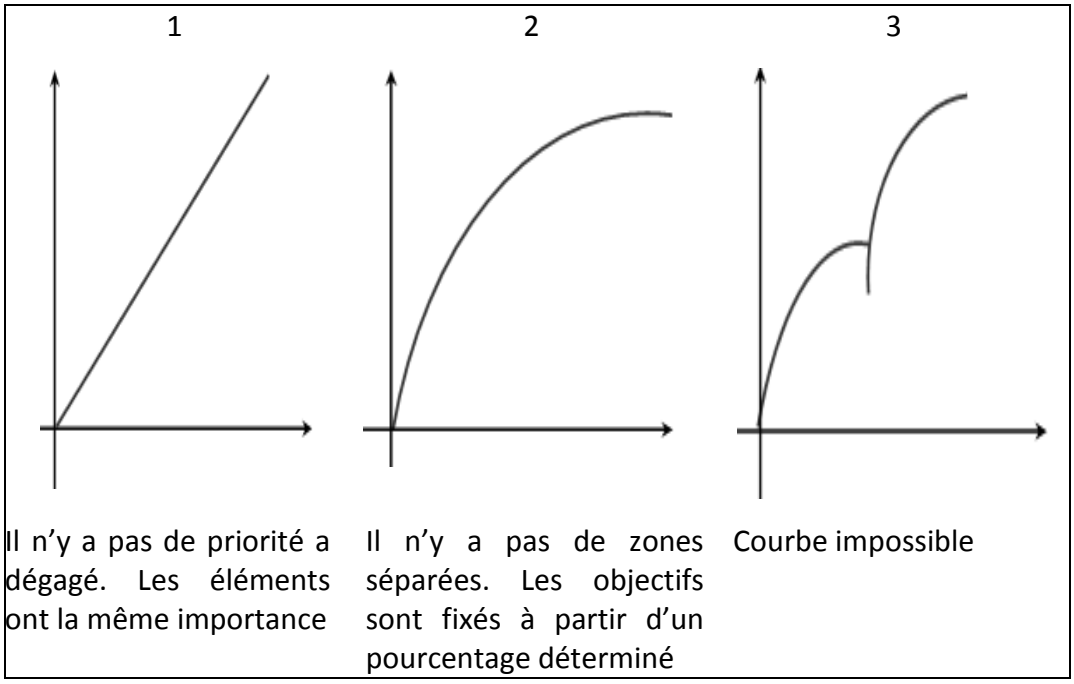


Figure 3. 3: les types de la courbe Pareto

Le tableau ci-dessous il représente le groupement des données :

TABLEAU 3. 3:regroupement des donné heures d'arrêt

système	totale des heures d'arrête	nombre cumulé des heures d'arrêt	% cumulé
transmission	5442	5442	40,66%
moteur thermique	3403	8845	66,08%
circuit hydraulique	1693	10538	78,74%
structure	1493	12031	89,89%
électrique	1170	13201	98,63%
cabine	137	13339	99,66%
autre	45	13384	100,00%

La représentation graphique ci-après visualise la répartition des temps d'arrêt :

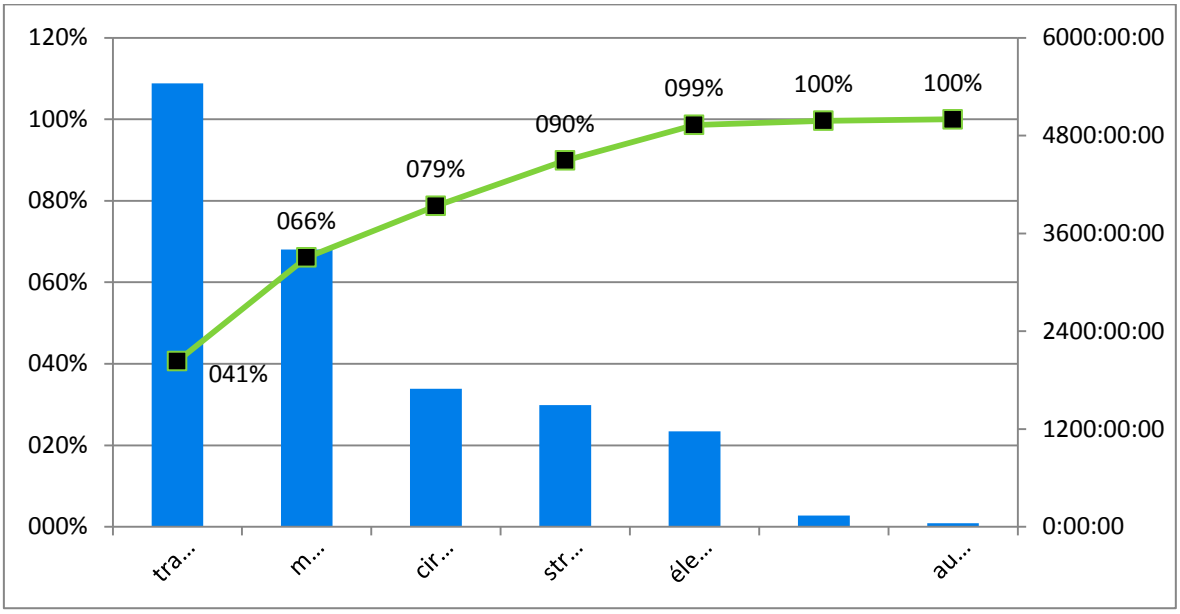


Figure 3. 4: heures d'arrêt par système

Le graphe des pourcentages cumulées ci-dessus il rassemble à celui du $2^{éme}$ cas voir la figure ci-dessus (figure 3-3). Donc on est sur le point d'adopter une décision qu'on choisissons à partir d'un pourcentage déterminé, nous avons pris 66% de temps totale d'arrêt ce qui corresponde à deux systèmes, **moteur thermique** et **circuit de transmission** . Nous allons donc consacrer notre étude pour ces deux systèmes.

V. Analyse de modes de défaillance de leurs effets et leur criticité

V.1. Introduction :

Dans le contexte de l'étude critique des bulldozers, en relation avec la troisième étape de la démarche MBF. Afin de comprendre les modes de défaillance de chaque système ainsi les cause derrière. L'AMDEC nous permettrons de ce fait.

Il existe cinq types d'AMDEC :

- AMDEC procédé
- AMDEC machine ou moyen de production
- AMDEC produit
- AMDEC processus
- AMDEC service

Pour notre cas nous avons opté l'AMDEC moyen de production.car elle va permettre de cité les différents défaillances et leurs causes, affin d'envisager les actions correctifs.

V.2. Définition :

AMDEC machine est un outil d'analyse de la conception et/ ou l'exploitation d'un moyen ou d'un équipement de production, pour améliorer la sûreté de fonctionnement (sécurité, disponibilité, fiabilité, et maintenebilité) de celui-ci. à comme objectif aussi la maîtrise du coût en général.

Une étude AMDEC reste cernée si elle n'était pas complétée par une mise en place des actions envisagées par le group pilote. Avec un accompagnement par le contrôle systématique. Un chantier AMDEC comporte 4 étapes principales successives, avec 21 opérations, la figure suivant résume tous les étapes et les opérations :

ETAPE 1 : INITILISATION

1. Définition du système à étudier
2. Définition de la phase de fonctionnement
3. Définition des objectifs à atteindre
4. Construction du groupe de travail
5. Etablissement du planning
6. Mise au point des supports de l'étude

ETAPE 2 : DECOMPOSITION FONCTIONNELLE

7. Découpage du système
8. Identification des fonctions des sous-ensembles
9. Identification des fonctions des éléments

ETAPE 3 : ANALYSE AMDEC

a) analyse des mécanismes de défaillance

10. identification des modes de défaillances
11. recherche des causes
12. recherche des effets
13. recensement des détections

b) évaluation de la criticité

14. estimation du temps d'intervention
15. évaluation des critères de cotation
16. calcul de la criticité

c) proposition des actions correctives

17. recherche des actions correctives
18. calcule de la nouvelle criticité

ETAPE 4 : SYNTHESE

19. Hiérarchisation des défaillances
20. Liste des points critique
21. Liste des recommandations

Figure 3. 5:les étapes de l'AMDEC

V.3. Barème de cotation

Le barème de cotation il consiste à évaluer chaque critère selon des valeurs (cote), Qui va permet par la suite de calculer la criticité affin de classifier les modes les plus grave et critique.ces critère de cotation sont :

- La fréquence d'apparition d'une défaillance associée au niveau **F**, il doit refléter la probabilité d'apparition du mode de défaillance résultant d'une cause donnée.
- La gravité **G :** représente la sévérité relative à l'effet de la défaillance.
- La probabilité de non détection **N :** elle doit représenter la probabilité de ne pas détecter la cause ou le mode de défaillance avant que l'effet survienne.

Pour effectuer cette évaluation, on utilise des grilles défini selon 3 ou 4 ou 5 nivaux, on s'appuis alors sur

- Les connaissances des membres de groupe sur les dysfonctionnements
- Les banques de données, fiabilité, historique et retour d'expérience.

Calcul de la criticité : calculer le niveau de criticité, pour chaque combinaison cause / mode / effet, à partir des niveaux atteint par les critères de cotation. La valeur de la criticité est calculée par le produit des niveaux atteints par les critères de cotation.

$$C=F\times G\times N$$

a. Les grilles de cotation

La gravité :

TABLEAU 3. 4: barème de cotation du gravité

La gravité	L'impacte des défaillances	valeur
Mineur	Sans arrêt de l'engin	1
moyen	Arrêt de l'engin avec TI<1H	2
majeur	Arrêt de l'engin avec TI>1H	3
catastrophique	Arrêt prolongé demande de PDR	4

La fréquence :

TABLEAU 3. 5:barème de cotation de la fréquence

Type	Fréquence d'apparition	valeur
Défaillance rare	Plus qu'une fois par trimestre	1
Défaillance occasionnelle	Au moins une fois par mois	2
Défaillance fréquente	Au moins une fois par semaine	3
Très fréquente	Au moins une fois par jours	4

La probabilité de non détection :

TABLEAU 3. 6:barème de cotation de la détection

Niveau de détectabilité	définition	valeur
Evident	Facilement détectable par l'operateur	1
possible	L'anomalie est détectée par une recherche	2
improbable	La recherche n'est pas facile	3
Aucun moyen de détection	Nécessite une expertise	4

b. Indice de criticité :

Les interventions et les actions envisager relativement à chaque combinaison mode/ cause/ effet, sont choisi selon les valeurs de la criticité C. le tableau ci-dessous montre les types de maintenance en fonction de C :

TABLEAU 3. 7:forme de maintenance

Valeur de C	Type de maintenance
1<C<10 négligeable	Aucune modification Maintenance corrective
10<C<18 Moyenne	Amélioration Maintenance préventive systématique
18<C<27 Elevé	Surveillance particulière Maintenance préventive conditionnelle
27<C<64 Interdite	Remise en cause complète du système

VI. Application de la méthode AMDEC

VI.1. Décomposition fonctionnelle

Nous allons décomposer les deux systèmes des bulldozers (moteur thermique et circuit de transmission) voir figure 3-6

VI.2. Fiche AMDEC-circuit de transmission et moteur thermique

Après avoir regroupé les données concernons les deux systèmes (moteur thermique et circuit de transmission). A savoir l'historique et les modes de fonctionnement normal de chaque composante. Le traitement de ces données il nous permet d'extraire les causes et de remplir la fiche AMDEC. Les tableaux d'analyse AMDEC sont fournis dans l'annexe [C].

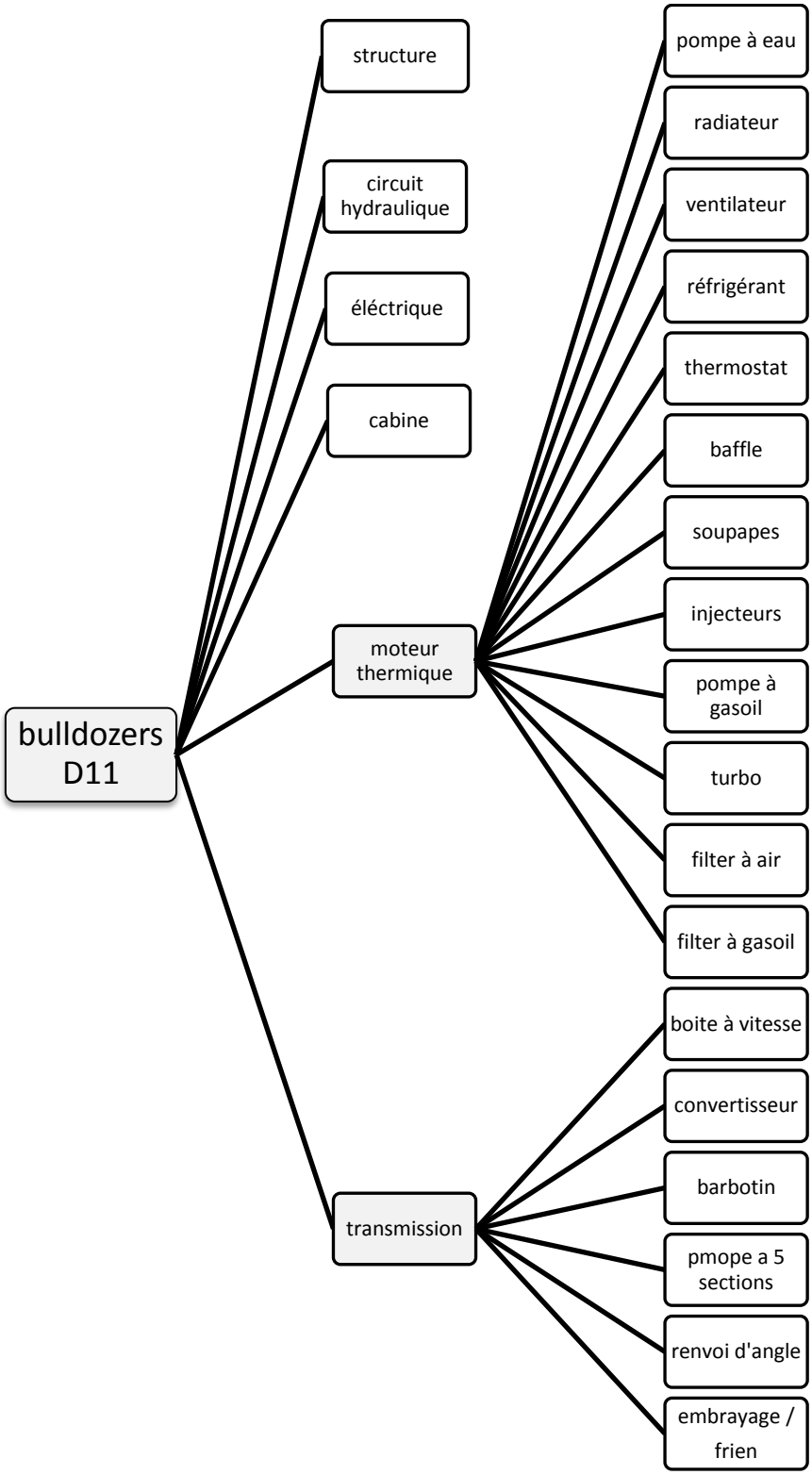


Figure 3. 6:décomposition des systèmes

VI.3. Synthèse

Comme c'est mentionné dans le tableau (tableau 3-7), l'indice de criticité qui permet d'introduire et d'envisager des actions de MP par ces deux formes c'est 10. Ainsi, le tableau (tableau 8) ci-après il résume tous les éléments ayant une criticité dépasse 10, qui sont par la suite font la base d'un PMP qui va permettrai de diminuer la criticité de ces éléments.

VI.4. Action pour réduire la criticité

Pour diminuer la criticité des ces éléments, il va falloir réduire les trois facteurs on appliquant les actions suivants :

- Réduire la fréquence d'apparition par l'application d'un PMP sur ces éléments.
- Réduire la non-détectabilité par la mise en marche de tous les éléments de suivi (capteurs, compteurs).
- Réduire la gravité par la préparation du personnelle et du PDR nécessaire pour chaque intervention.

L'étape qui vient par la suite selon la démarche MBF c'est l'élaboration du plan de maintenance préventive relativement à ces éléments. Pour chaque cause et effet on va proposer des actions et des opérations de MP.

TABLEAU 3.8:regroupement des résultats de l'AMDEC

		organe/ composante	fonctions	mode de défaillance	causes	Effets	Criticité C	Action à envisager
moteur thermique	partie refroidissement	pompe à eau	circulation de l'eau dans le circuit de refroidissement	basse débit	usure des aubes de	échauffement moteur	16	• contrôle régulière de niveau d'eau par l'operateur. L'état de moucharde • Prélèvement des échantillons pour vérifier PH
		radiateur	échange thermique de liquide de refroidissement	colmatage	calcification de l'eau, rouille, boue		12	• utiliser les produits antigel • contrôle • mesure de PH de l'eau et nettoyage
				fuite d'eau	conduite d'eau percée		12	Contrôle des fuites
		réfrigérants	échange thermique entre le liquide de refroidissement et l'huile moteur	colmatage	calcification de l'eau		48	• interdit d'utilisation d'eau normale • contrôle le PH d'eau
				fuite externe	manque d'étanchéité ou usure des joints		24	• inspection régulière par les opérateurs en première, • suivi des heures de marche fixé par le constructeur

								• joint approprié • contrôle d'états de surface d'étanchéité
	partie injection	soupapes	permettent l'admission et l'échappement	fonctionnement anormal	dégradation et déréglage	faible puissance	16	• Contrôle de lubrification • Mise au point de la chaine d'injection
					usure des culbuteurs des soupapes		16	Contrôle de lubrification
		injecteurs	apport de gasoil dans la chambre de combustion		filtre à gasoil colmaté		16	• Adopter les filtres appropriés • Mise au point des injecteurs
		pompe de gasoil	alimentation des injecteurs & mise le gasoil sous pression	chute de pression	fuite externe, joint usé		18	Entretien de la pompe
		turbo	alimenter le moteur par l'air comprimé	défectueux	dégradation des paliers lisse (fuite)		12	• Contrôle de la température • Contrôle de lubrification
transmission		convertisseur	modifier le couple moteur en fonction de la charge, joue le rôle d'accouplement,	défectueux	fuite d'huile interne	absence de mouvement, faible puissance,	12	• Contrôle d'échauffement • Contrôle Niveau d'huile
					usure des ailettes		16	

		amortisseur de choc			manque de direction		• Contrôle d'état d'huile
	barbotin (train Epicycloïdale)	réducteur finale de la chaîne cinématique	usure	usure ou casse des pignons		16	• Contrôle de température par le thermomètre digital • Contrôle niveau d'huile
	boite à vitesse	l'orientation du mouvement, il joue un rôle de réducteur	défectueuse	échauffement BV		32	• Contrôle d'état d'huile • Niveau d'huile
		l'orientation du mouvement il joue un rôle de réducteur		fuite d'huile BV		16	Inspection visuelle
	embrayage /freins	freinage, direction et braquage	défectueux	usure des disques		16	Vérification de pression
				fuite interne au niveau des pistons		16	
	pompe à 5 sections (engrenage)	3 pompe d'alimentation successive de convertisseur de couple, boite à vitesse et embrayage et frein. 2 pompes de récupération	défectueuse	usure des dents	absence de mouvement, manque de direction	12	Contrôle de filtration
				cardon d'entrainement		12	expertise joint de cardon

VII. Etablissement d'un plan de maintenance préventive

L'élaboration d'un **PMP** rendre facile le lancement des travaux de maintenance.les actions de maintenance qu'on peut planifier ou programmer doivent être de modalité fixe, une périodicité unité fabriquée heure de marche etc. les actions de **MP** peuvent être soit :

- ✓ Nettoyage
- ✓ Lubrification
- ✓ Inspection ou surveillance
- ✓ Les visites
- ✓ Remplacement de **PDR**
- ✓ Contrôle ou vérification de conformité

VII.1. Les étapes d'établissement d'un PMP

Processus de préparation d'un plan de maintenance préventive

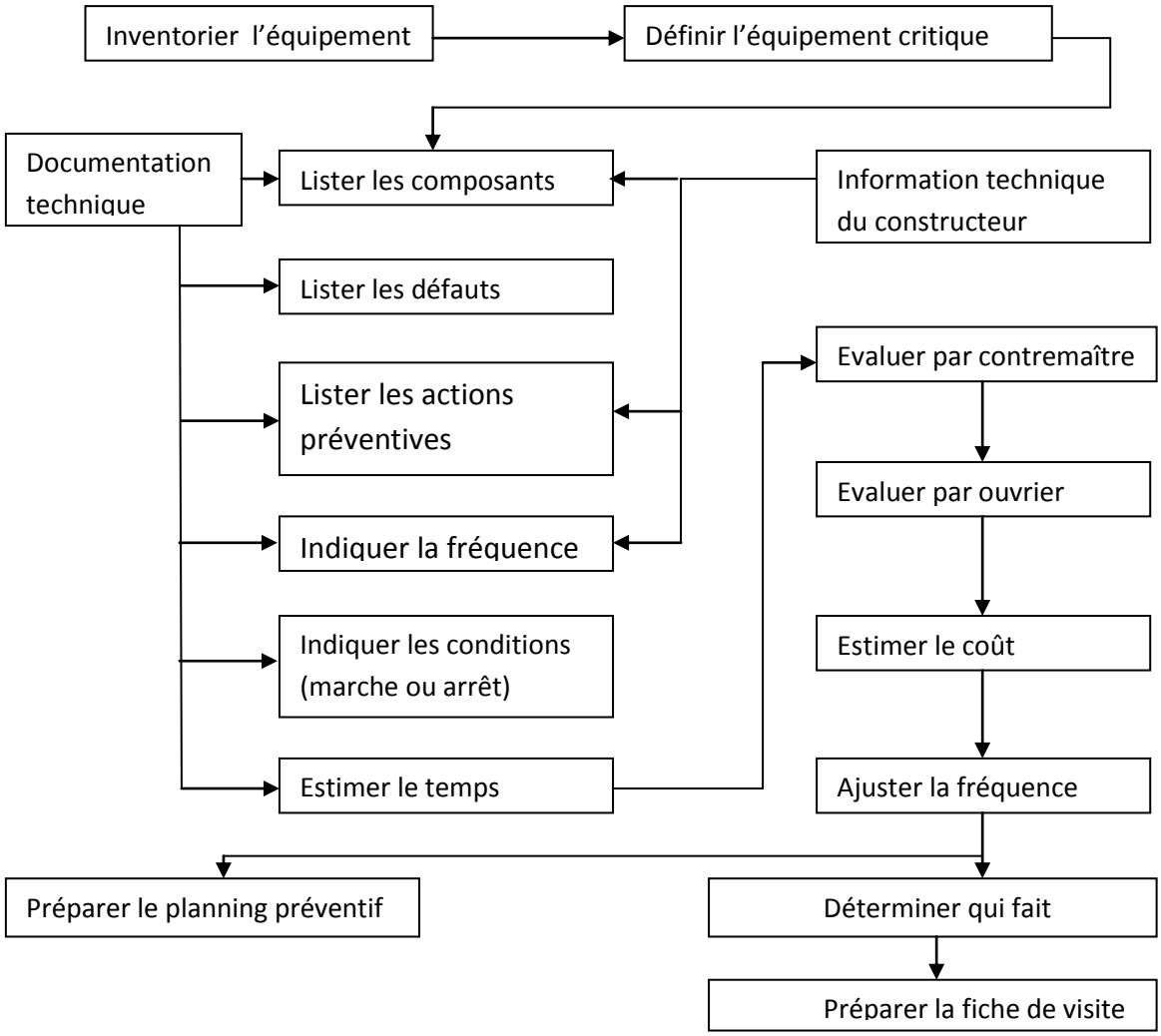


Figure 3. 7:processus d'établissement du PMP

VII.2. Plan de maintenance préventive du moteur thermique et circuit de transmission

Ce PMP il comporte les opérations de maintenance préventive que se soit systématique ou conditionnelle, qu'il faut exécuter sur le moteur et circuit de transmission pour éviter les pannes imprévue. La périodicité est déterminée à partir de l'historique et en discussion avec le responsable sur chaque sous-ensemble.

TABLEAU 3. 9: plan de maintenance préventive pour le moteur et transmission

		unité de maintenance MERA		plan de maintenance préventive			
		service: bureau de méthodes		**système : bulldozers D11**			
sous-ensemble	**composante**	**opération**	**fréquence**	**indicateurs**	**chantier**	**atelier**	**exécutant**
moteur thermique	pompe à eau	contrôle régulière de niveau d'eau par l'operateur. L'état de moucharde	Q	fuite dans la pompe	X		opérateur
		Prélèvement des échantillons pour vérifier PH	250 h	0.6≤PH≤1		X	agent de station service
	radiateur	contrôle	Q		X		opérateur
		mesure de PH de l'eau et nettoyage	250 h	0.6≤PH≤1 et DT= 10°C		X	agent de station service
		Contrôle des fuites	Q		X		opérateur
	réfrigérant	contrôle le PH d'eau	250 h	0.6≤PH≤1		X	agent de station service
		inspection régulière	Q		X		opérateur
		contrôle d'états de surface d'étanchéité	12000 h			X	mécanicien
	soupapes	Mise au point de la chaine d'injection	250 h après la révision			X	mécanicien

		Contrôle de lubrification	1000 h	bruit anormale dans l'échappement ou l'admission		X	mécanicien
	injecteur	Mise au point des injecteurs	12000 h			X	mécanicien
	turbo	contrôle de graissage des paliers	1000 h			X	mécanicien
		contrôle de la température	Q		X		opérateur
	pompe de GO	Entretien de la pompe	12000 h			X	mécanicien
transmission	convertisseur	Contrôle d'échauffement et niveau d'huile	Q		X		opérateur
		Contrôle d'état d'huile et pression	250 h	pression d'entre 920±50 kPa	X		inspecteur
				pression d'entre 680±50 kPa	X		
	barbotin	Contrôle de température par le thermomètre digital	250 h		X		inspecteur
		Contrôle niveau d'huile	Q		X		opérateur
	boite de vitesse	Contrôle d'état d'huile	250 h		X		inspecteur
		Niveau d'huile	Q		X		opérateur
		Inspection visuelle					
	embrayage/freins	Vérification de pression	1000h			X	mécanicien
	pompe à 5 sections	Contrôle de filtration (état d'huile)	250 h		X		inspecteur

Q : quotidienne

VIII. Etude de circuit de graissage automatique des axes de godet de la chargeuse CAT H : solution

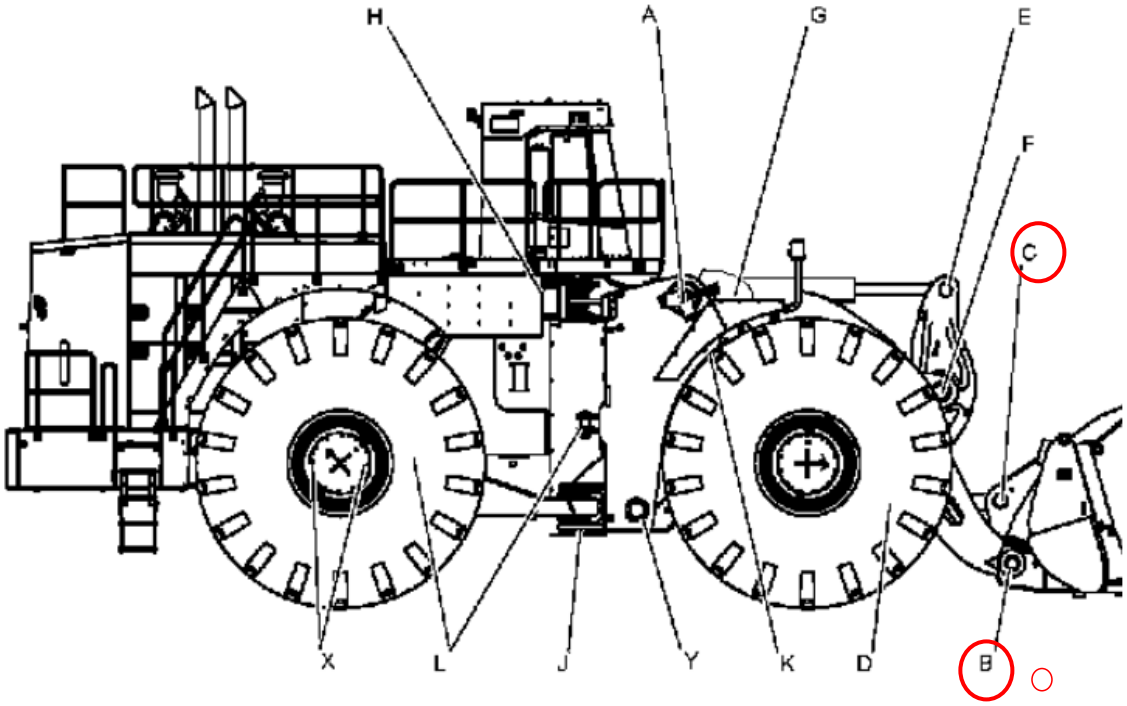


Figure 3. 8: schéma la chargeuse CAT H

VIII.1. Problématique

Dégradation rapide des axes flèche godet (B), (C) suite au manque de graisse. Annexe [E]

VIII.2. Schéma de circuit de graissage automatique

(4) ligne d'alimentation

(5) banque d'injecteur de lubrification pour le levier gauche

(6) banque d'injecteur de lubrification pour le levier droite

(7) banque d'injecteur coté droite arrière

(8) banque d'injecteur coté gauche arrière

(9) banque d'injecteur coté gauche avant

(10) banque d'injecteur coté droite avant

(11) ligne de lubrification

(12) capteur de pression

(13) pompe de lubrification

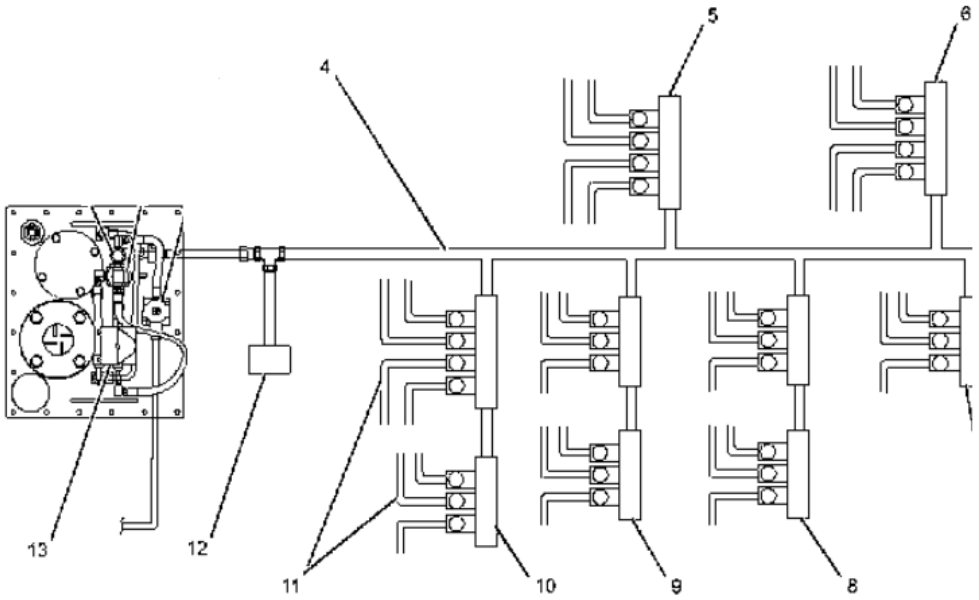


Figure 3. 9:circuit simplifié de graissage

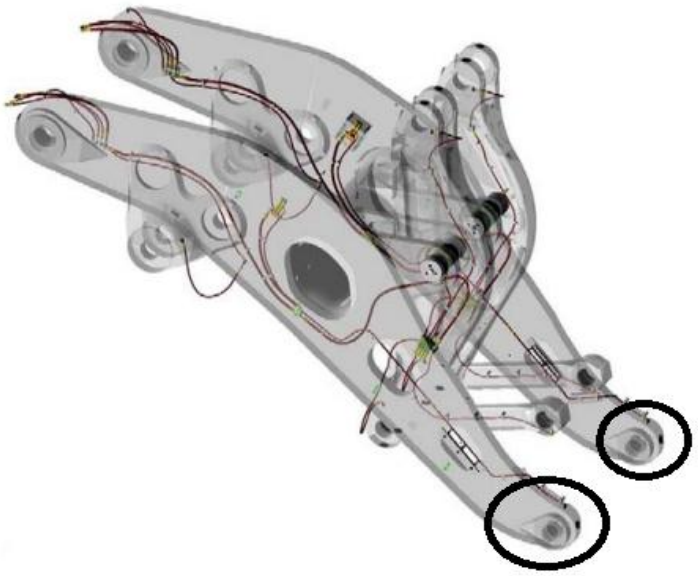


Figure 3. 10:schéma de la flèche

Figure 3. 11:usinage de l'alésage coté flèche

Figure 3.12: les bagues de l'alésage

Les bagues sont utilisées comme des pièces d'usures, pour protéger les axes et leurs alésages. Cependant parfois les axes se cassent et l'alésage se dégrade via le poids énorme du godet.

VIII.3. La conception des bagues

- **Concept actuelle**

ce concept il permet pas le balayage complet par la graisse ce qui favorise le contacte métal-métal axe / bague.

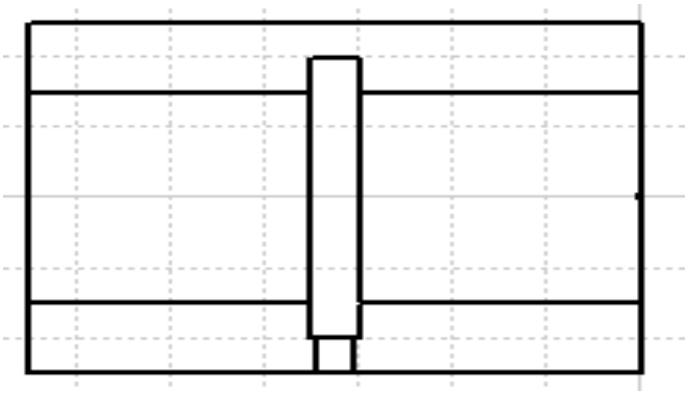


Figure 3. 13: la bague d'usure origine

- **Concept modifié**

Une première amélioration faite dans ce contexte pour augmenter la qualité de graissage. Elle consiste à usiner une rainure à la face intérieure de la bague, qui sera remplisse par la graisse et avec la rotation de l'axe elle va permet d'aspirer de lubrifiant et balayer toute la surface de contacte.

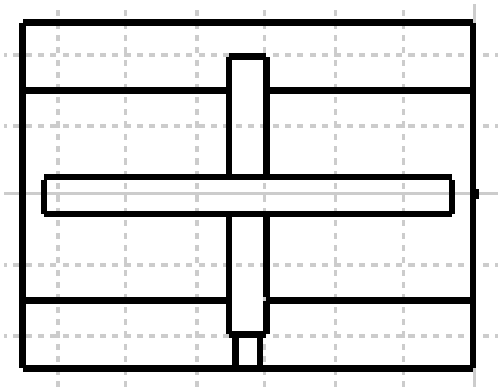


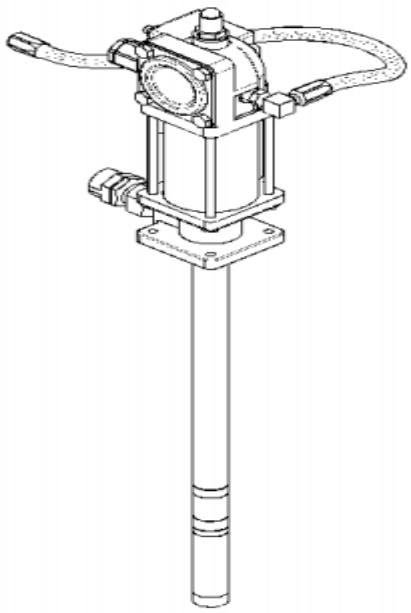
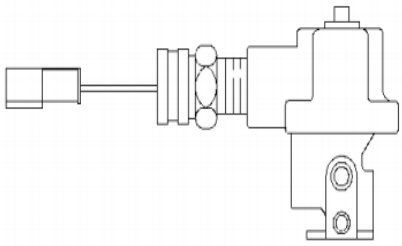
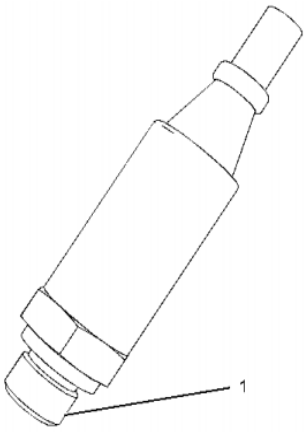
Figure 3. 14: la bague d'usure modifiée

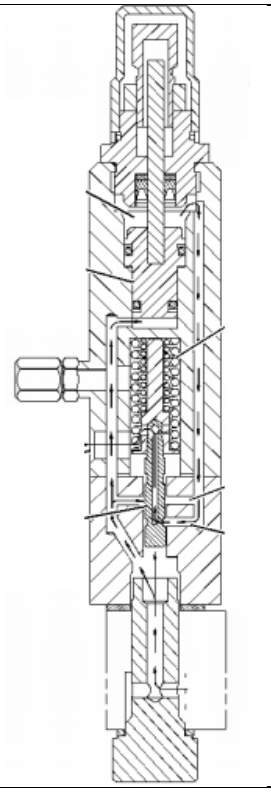
VIII.4. Le circuit complémentaire

Ce circuit il travail en parallèle avec le circuit origine, installé seulement pour les deux paliers des axes inferieures de godet (axe B).

a. Les éléments de circuit

TABLEAU 3. 10: les composants du circuit de graissage complémentaire

Composante		Caractéristiques
Pompe de Lubrification		Il permet l'alimentation depuis le fut avec ces caractéristiques suivantes : - Pression d'air d'alimentation minimum : 207 kPa - Pression d'air d'alimentation maximum : 1034 kPa - Pression maximale de sortie : 51710 kPa Débit : 1,5 L/ min
Electrovanne		Contrôler le circuit : - Il est Normalement **fermé** - Pression de déclanchement : 1207 kPa - Voltage nominale : 24 VC
Capteur de pression		- Couple finale d'installation : 45±5 N.m - Fréquence de sortie : 5000±1000 Hz - Voltage de fonctionnement : 8-32 V - Température de fonctionnement : -40 °C – 110 °C

injecteur		- Volume mini de sortie : 0,229 ml - Volume max de sortie : 1,28 ml - Couple de boulon d'adaptation : 64±3 N.m - Pression mini de fonctionnement : 12800 kPa - Pression maxi de fonctionnement : 24000 kPa

b. Réglages du circuit

TABLEAU 3. 11: paramètre de graissage par axe

Axe	Nombre d'injecteur	paramètre
B	4	6
C	2	4

TABLEAU 3. 12:paramètres de réglage-quantité

Quantité de graisse injectée par injection et par injecteur en cm³	Nombre de Toure antihoraire
1,015998	6
0,753804	4

Le bute derrière cette installation de ce circuit, c'est d'augmenter la fiabilité du circuit de graissage en générale. Et par la suite la disponibilité totale de la chargeuse de faite que c'est un équipement critique et impacte immédiatement la production.

NB : dans cette étude on s'intéresse à l'aspect maintenance et non pas à la conception des systèmes.

VIII.5. Le graissage manuel :

Le graissage manuel consiste à exploiter la pompe de remplissage du réservoir de la machine pour le graissage avec un pistolet installé dans la machine pour ce but. Mais cette solution il nécessite une inspection régulière.

Figure 3. 15: pistolet de graissage manuel

IX. Conclusion

Pour une meilleur maintenance, il faut intervenir dans le temps est sur le vrais problème (équipements critiques). Bien sur avec le coût optimal, la méthode TDPC permet de cibler ces équipements. L'analyse par la démarche MBF nous donne comme sous- ensemble critique, le moteur thermique et transmission pour les bulldozers. Ces deux systèmes engendrent des pertes de production très importantes. Le problème de graissage aussi il génère des grandes pertes qui seront détaillé dans le chapitre qui suit.

Chapitre4 : Approche économique et logistique

I. Introduction

Dans ce paragraphe nous allons approcher et estimer le coût de maintenance. Mais avant il faut distinguer entre deux sortes de productions qui influence ce coût de maintenance. La première, c'et la production du produit c'est-à-dire du phosphate, l'indisponibilité des bulldozers influence l'opération de décapage qui fait retarder le dé-fruitage donc une chute directe de production. La deuxième la « production de la disponibilité des bulldozers, les HM » délégué au service de maintenance.la question qui se pose c'est comment c'est deux sortes de pertes impacte le coût de maintenance ?

Le coût de maintenance est divisé en deux parties : coût direct et indirect. Le coût indirect il englobe tous ce qui est perte de production et d'indisponibilité, pour évaluer ce coût on va se baser sur les heurs d'arrêts des engins. Chaque engin dans le chantier possède un taux de facturation, cette politique il considère que les équipements sont alloués de la part des services de maintenance.

II. Logistique de maintenance et procédure d'intervention sur les pannes

La logistique de maintenance il joue un rôle très important au niveau de la disponibilité opérationnelle des équipements. Toute optimisation des opérations lors d'une intervention conduite vers une amélioration de la disponibilité. Cette procédure il englobe tous les opérations réalisé pour la mise en marche d'un engin après un arrêt déclaré. La figure ci-après montre ces actions :

Une déclaration par l'opérateur reçu par le permanencier du chantier

Le permanencier du chantier informe la permanence d'atelier à propos de **DI**

GMAO

Ce **DI** il déclenche un **OT** immédiatement qui comporte :

- N° de l'OT
- N° d'équipement
- Ensemble des opérations
- **Maine œuvre**
- **Consommable et PDR**
- **Les équipements d'assistance**
- Type d'arrêt (mécanique ou électrique)

Ressource

La partie compliqué dans l'intervention c'est la préparation et l'allocation des ressources y compris le PDR. Le graphe suivent montre la relation entre le service préparation et le magasin centralisé.

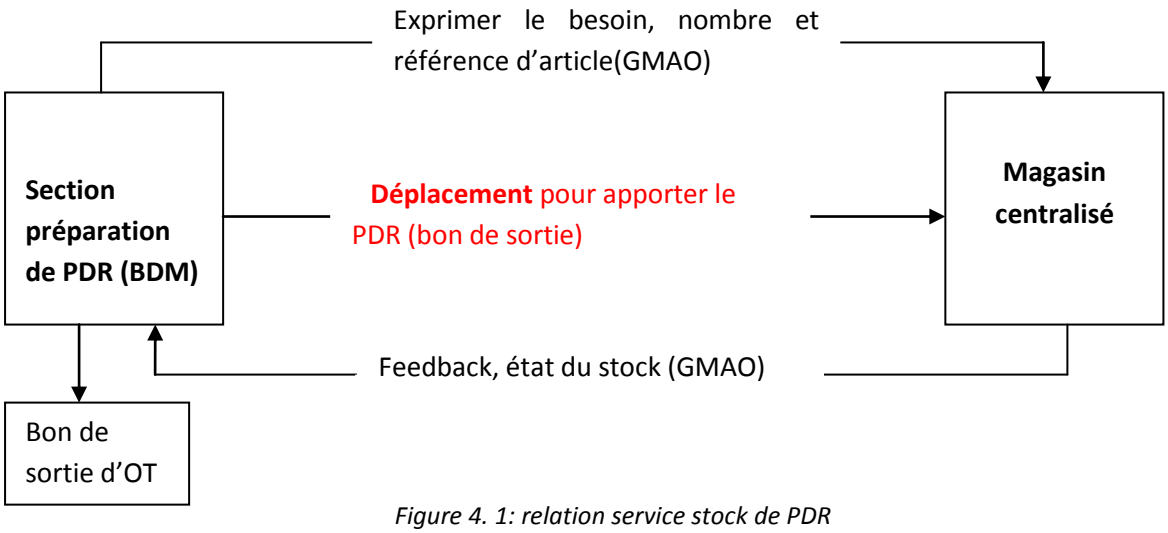


Figure 4. 1: relation service stock de PDR

III. Disponibilité versus coût de maintenance

Avant de détailler les solutions et les actions proposé, il est nécessaire de comprendre la relation entre le C_m et la D_o des équipements.

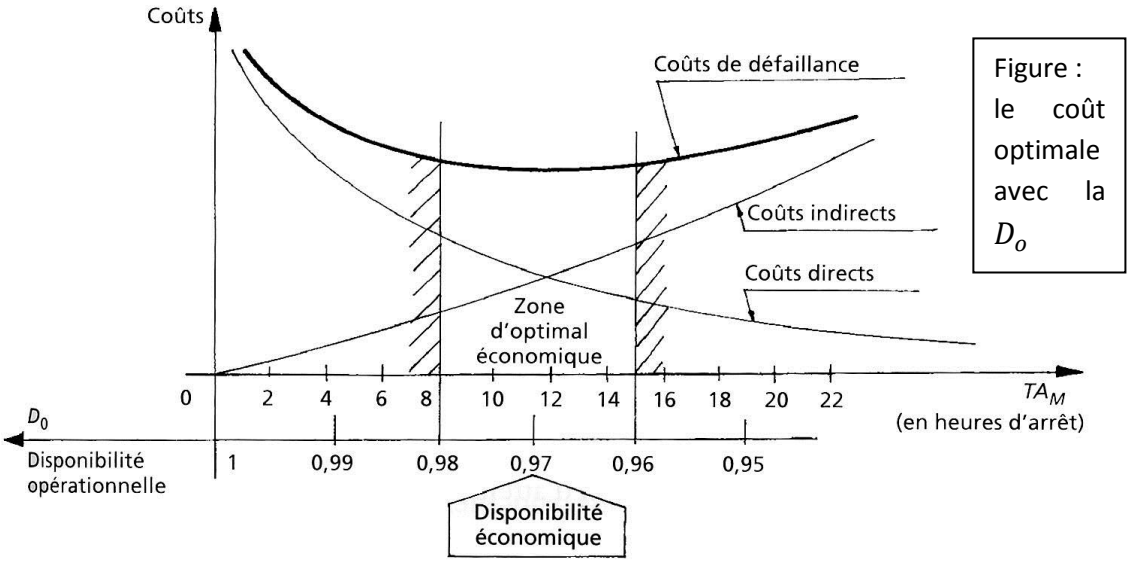


Figure 4. 2:le coût en relation avec la disponibilité

Les coûts directe et indirecte sont inversement proportionnels, ce qui impose une zone économique déterminé selon la stratégie de l'entreprise. Qui va imposer par la suite une optimal de la D_o .

IV. Le correctif versus le préventif

Les opérations de maintenance se divises en deux sortes, soit corrective ou bien préventive. La question qui se pose c'est qu'elle niveau à appliquer pour optimiser le coût total de la maintenance.

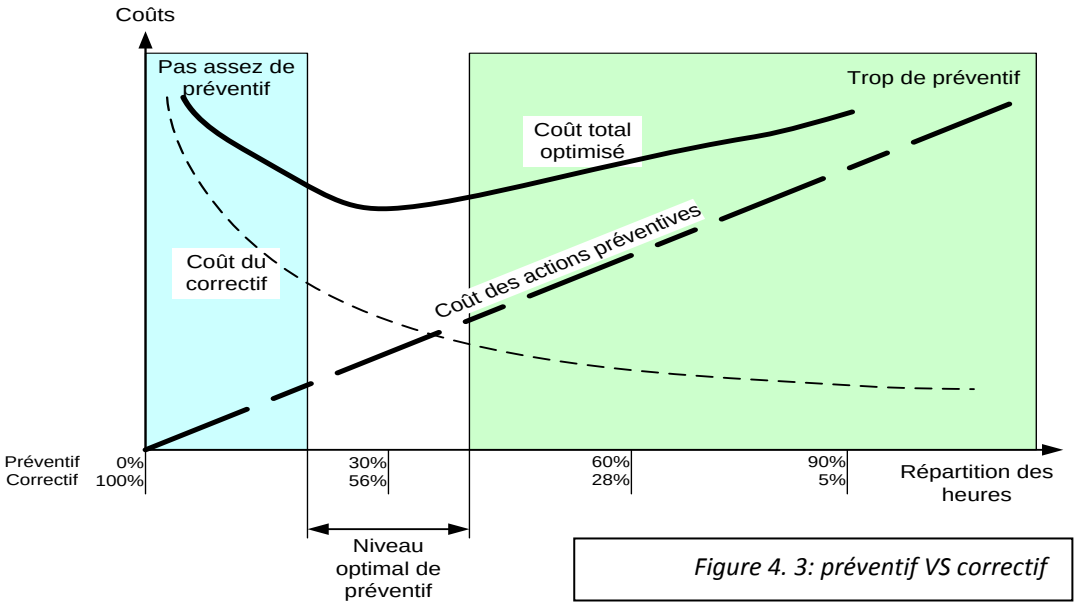


Figure 4. 3: préventif VS correctif

Le graphe il renvois la situation en générale. sa dépend de la stratégie adopté par l'entreprise également de l'environnement et le domaine d'activité. Mais sa n'empêche pas de déterminer un seuil minimale de préventive par rapport au corrective qui est à l'environ de 30%.

V. Analyse économique : bulldozers D11

V.1. Le taux de maintenance préventive durant l'année 2017

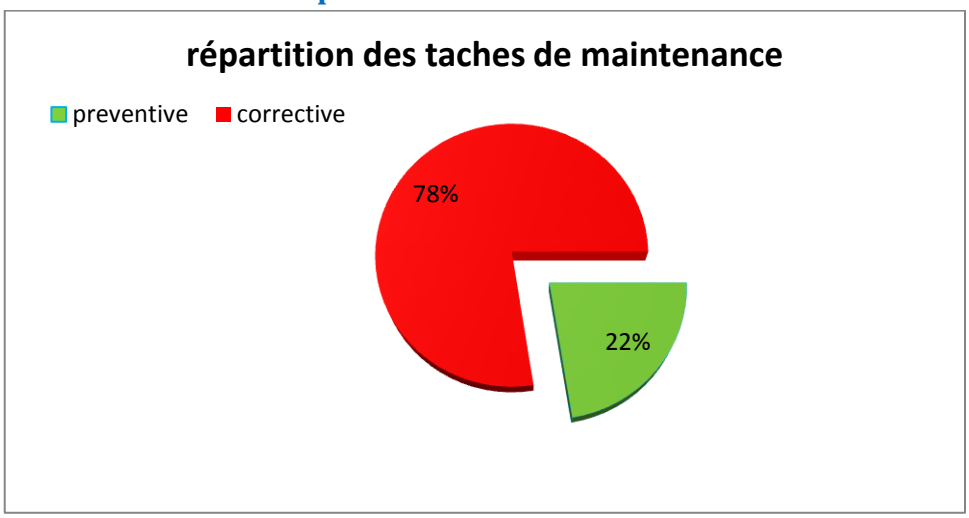


Figure 4. 4: répartition des temps de maintenance

Le diagramme ci-dessous il montre que le type de maintenance dominant c'est le correctif, avec un taux d'environ de 80% ; ce qui implique automatiquement d'après la figure une augmentation du coût de maintenance totale.

V.2. Les pertes de productions

L'ensemble des pertes de production engendré par les arrêtes à cause de ces deux systèmes (moteur thermique et circuit de transmission) sont résume dans ce tableau :

TABLEAU 4. 1 :les pertes relatif à chaque système

système	Moteur thermique	Circuit de transmission	Total
Total des arrêtes en h	5442	3403	8845
Total des attentes	768	2064	2832
Pertes en DH	11382930	10021011	**21403941**
Perte de production en m³ avec η=250 m³ /h	1552500	1366750	2919250

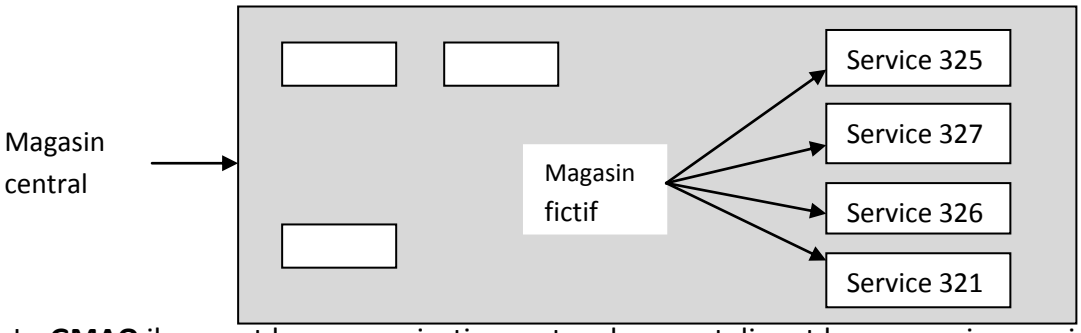
- Le rendement des bulldozers : η=250 m³ /h
- Le taux de facturation : 1833 DH/h

V.3. Action et solutions

L'ensemble de ces pertes c'est à cause d'indisponibilité, les actions pour améliorer la disponibilité s'inspire essentiellement de la fiabilité des engins et de la logistique de maintenance, la maintenabilité, ainsi que la stratégie de maintenance.

a. La décentralisation du stock de PDR

La centralisation du magasin de PDR dans la mine MERA il favorise les pertes en temps qu'on essais d'éviter. L'installation et la forme du magasin actuelle prend la forme suivant :



Le **GMAO** il permet la communication entre chaque atelier et leur magasin associé.

En fait la décentralisation de cette magasin C'est une action qui va permet par la suite de :

- simplifiera le flux entre les sections de BDM (section PDR et préparation).

- Minimiser le trajet de 30 min
- Importer le PDR en $2^{éme}$ et $3^{éme}$ poste
- Une subordination avec la planification des OT qui sera lancé en parallèle

b. Activation de la maintenance autonome sur le terrain

Cette activation consiste à investir dans les compétences du personnelle, pour se fait il va falloir :

- Sensibiliser et former les conducteurs à propos de la MA
- La motivation
- Le plus important c'est de confier à chaque engin (bulldozer D11) une équipe fixe de trois conducteurs

c. La planification des OT

Cette amélioration méthodologique elle consiste à mettre sous planification tous les travaux et leurs OT (statut : sous planification). Cette action permettra au préparateur de louer et de préparer les ressources nécessaires pour chaque intervention avant de commencer les travaux, on se basent sur les CLM Annexe [D] établis auparavant par l'inspecteur sur chaque engin.

VI. Approche économique : le système de graissage automatique de la chargeuse CAT H

Dans ce paragraphe on va déterminer les différentes pertes liées à cette panne. Puis on va lister les gaines relatives à chaque solution déterminé auparavant.

VI.1. Le coût de défaillance

a. Coût direct : réparation

Les opérations qui sont fait pour corrigé cette panne sont listées dans le tableau suivant avec leur coût associé :

TABLEAU 4. 2/le coût total de mise en état du godet

opération		quantité de PDR	montant DH
changement des bagues d'usure		6	32037
mise en place des blocs 2 injecteurs		4	14674,08
joints		1	1153,62
arbre		2	19635,22
kit		1	1111,46
Sous-traitance interne	fraise 3 taille, Øext=80,Øint=27,Z=3, épaisseur=5	2	997,5
	plaquette de filetage extérieure	3	306
TOTAL			**69914,88**

b. Le coût indirect : perte de production

Ce coût il englobe toutes les dépenses et les pertes engendrées par l'arrêt inattendu de la chargeuse. Ces pertes sont calculées pour un arrêt de 10 jours pour la mise en marche.

- La chargeuse travail en moyen 13 heures par jour
- Le taux de facturation égale 1700 DH/h
- Avec un rendement de 400 m³/h

TABLEAU 4. 3:perte lié au circuit de graissage

Type de perte	valeur
Perte de production (tonnage) m³	130*400=52000
Perte sous forme de montant DH	130*1700=221000

La conversion des pertes volumiques 52000 m³ en tonne se fait par la multiplication à des coefficients qui dépendent de la qualité du phosphate :

TABLEAU 4. 4:les pertes de production en tonne selon la qualité

Qualité	Coefficient	Volume en tonne
Haute teneur	1,15	59800
Moyen teneur	1,05	54600
Basse teneur	0,85	44200
Très basse teneur	0,65	33800

Puisque la chargeuse possède une flexibilité importante, qui doit être normalement exploité pour améliorer le taux de production. Donc un arrêt à de ce type il impacte la production d'une façon remarquable. Les solutions élaboré dans le chapitre précédant sont dans le bute de corriger ce problème d'indisponibilité.

VI.2. Analyse comparatif des trois solutions

a. Modification des bagues d'usure

Cette solution améliorative, il permet d'améliorer la qualité du graissage. Les avantages de cette action sont :

- Le coût acceptable
- Il ne demande pas aucun suivi (la maintenance)
- Simple à réaliser

b. Circuit complémentaire

Ce circuit se compose des éléments suivants, avec leur coût détaillé dans le tableau ci-dessous (voir page suivante). Ce qui permet d'évaluer le coût d'installation de ce circuit.

TABLEAU 4. 5:coût des composantes de circuit complémentaire

composante	Coût DH
Pompe	27974
Flexible	511
Bloc 2 injecteurs ×4	14674
Electrovanne	4000
Capteur de pression	1500
total	**48659**

Cette solution il vise à améliorer la fiabilité du système de graissage, pour vaincrai toute sorte de perte qui peut arriver à cause d'une panne inattendu. Comparativement à la première solution cette action elle :

- Un coût élevé
- Permet de remplacer le circuit origine ce qui augmente le taux de disponibilité du système
- Il implique un suivi de maintenance➔contribution dans le coût de maintenance

Pour adapter le fonctionnement des deux circuits en même temps, il faut régler les deux injecteurs dans une position qui permet d'injecter la quantité de graisse optimale.

Le cycle de graissage : marche 5min arrêt : 20min

c. Graissage manuel

Le graissage manuel et une solution de réserve, qui permet l'intervention immédiate des mécaniciens sur le chantier en cas d'urgence sans rentrer l'engin à l'atelier. ➔Amélioration de la maintenabilité. Cette solution est à moindre coût. L'inconvénient c'est il ne permet pas le respecte de cycle de graissage fournie par le fournisseur.
NB : l'installation d'un fût de graisse sur l'engin et nécessaire.

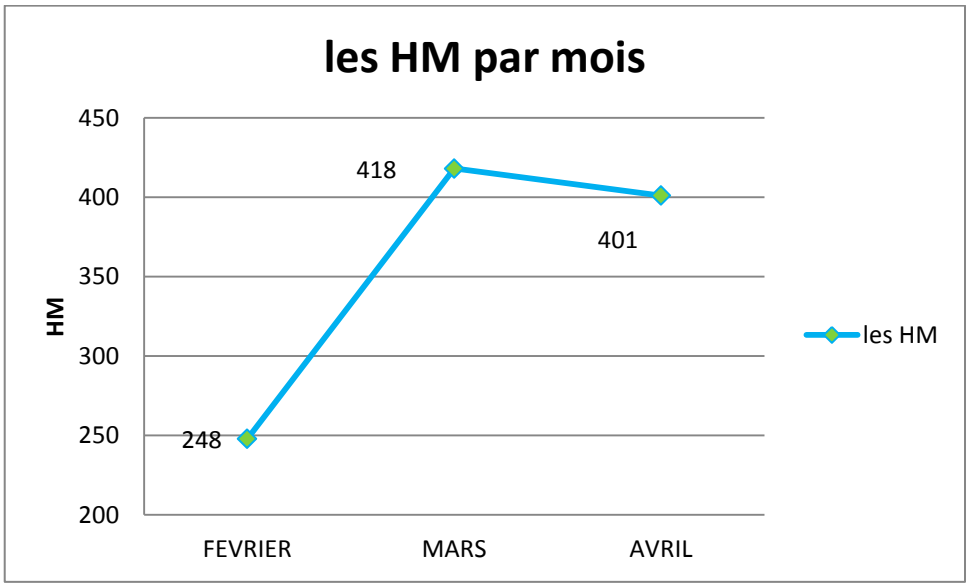
Figure 4. 5: fût de graissage 200 KG

La solution la plus performante c'est l'installation du circuit complémentaire. Car il remplace exactement le circuit d'origine. Ainsi la mise en place des trois solutions en même temps et possible ce qui fiabilise le système.

VII. L'évolution des HM suite à la mise en place des trois solutions

Après la mise en place des trois améliorations à la fin du février, et avec un suivi des HM pendant les deux mois qui suit on a relevé les résultats suivants :

Figure 4. 6: l'évolution des HM



En constate que les HM sont évolué d'environ de 50% après la mise en place des trois solutions. Ce qui montre l'efficacité de ces améliorations.

VIII. Conclusion :

Dans ce quatrième chapitre on a approché les actions élaborées par un aspect économique. Ce qui permet la validation ou non de chaque solution. Ainsi le choix de l'action optimale. Il on résulte que le coût de maintenance et généralement impacté par les pertes de production. Moins que les dépenses directes. La solution c'est augmenté le taux de maintenance préventive.

Conclusion générale

Pour améliorer la compétitivité de l'entreprise, cela consiste à rependre au besoin du marché avec coût, délai et la qualité convenable. Ceci demande une productivité et une flexibilité de l'entreprise.

Ce mémoire avait comme objectif l'amélioration de la disponibilité des engins critiques pour la production.qui sont les bulldozers D11 et la chargeuse CAT H de la mine MERA, site de Khouribga du groupe OCP.

Cette étude est réalisée dans l'enchainement suivant :

- Première étape de la MBF, Etude de classification des engins et les machine du parc MERA selon la démarche TDPC.
- Une analyse des temps de non disponibilité.
- Une analyse Pareto appliqué sur les systèmes de bulldozer D11
- Une analyse AMDEC sur le circuit moteur thermique et circuit de transmission
- Une explication des solutions élaborées pour le problème du circuit de graissage automatique de la chargeuse.

  En fin une étude économique.

Pour conclure ce projet il permet de construire une perspective globale sur le domaine industriel y compris le coté organisationnel et relationnel.

Bibliographie

[1] www.gropeocp.ma

[2] cours BTS MI, Chapitre 7, la maintenance basée sur la fiabilité, 93.

[3] cours BTS MI, Chapitre 5, disponibilité des systèmes réparable, 93.

[4] deuxième congre international Franco-québécoise de Génie industrielle,1997.

ANNEXES

Annexe A

		BULLS-D11										
MOIS	Nbr ENG	N.J	H.M	H.A	N.P	H-Révision	H.AT	HR	dispo	dispo sans attentes	MTBF	MTTR
JANVIER	16	31	4623	2760	217	0	1032	1728	76,8%	85,48%	21	8
FEVRIER	17	28	4979	2929	139	600	1272	1657	74,4%	85,50%	36	8
MARS	17	31	5289	3464	212	439	1632	1832	72,6%	85,52%	25	7
AVRIL	17	30	5354	2754	163	0	1272	1482	77,5%	87,89%	33	9
MAI	17	31	5756	2045	214	0	768	1277	83,8%	89,90%	27	6
JUIN	17	30	5256	1512	239	0	720	792	87,6%	93,53%	22	3
JUILLET	16	31	5385	1547	234	120	360	1187	87,0%	90,03%	23	5
AOÛT	16	31	5027	1115	177	0	240	875	90,6%	92,65%	28	5
SEPTEMBRE	17	30	5058	1143	193	0	432	711	90,7%	94,19%	26	4
OCTOBRE	17	31	5751	2159	265	0	816	1343	82,9%	89,39%	22	5
NOVEMBRE	17	30	4992	1570	160	65	312	1258	87,2%	89,72%	31	7
DÉCEMBRE	17	31	4951	2011	224	528	216	1795	84,1%	85,81%	22	6
CADENCE									82,9%	89,13%	26	6

Annexe B

Classification	N°		Critère	chargeuse	7900	9W	195M	200 B1	SONDEUSE SKF	SONDEUSE SK	D11 CAT	PELL HYD	CAMION KOM	BULL D9	PAYDOZER	
Temps de Réparation (T)	1	Arrêts moyen (perte de production)	MTTR<0,5h (5points)	20	20	20	32	10	20	20	20	10	10	20	20	EVALUATION
			MTTR<4h (10points)													
			MTTR<10h (20points)													
			MTTR<16h (30points)													
			MTTR<24h (32points)													
			MTTR>24h (35 points													
	2	Utilisation de l'équipement	UE=100% (5 points)	3	3	2	3	2	1	2	4	1	3	1	1	
			60%<UE<100% (4 points)													
			40%<UE<60% (3 points)													
			20%<UE<40% (2 points)													
			UE<20% (1 points)													
Facteur d'Influence (D)	3	Impact sur la Qualité produit	Impact >10% (5 points)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
			sans effet (1 points)													
	4	coût de maintenance(PDR)	Coût de maintenance >=2 MDH (10 points)	5	10	1	5	10	5	10	1	5	1	1	1	
			Coût de maintenance 1<C<2 MDH (5 points)													

			Coût de maintenance <1 MDH (1 points)													
	5	flexibilité	vitesse de déplacement >20 Km/h (5points)	5	1	1	1	1	1	1	2	1	5	2	5	
			vitesse de déplacement 10km/h<V<20 km/h (2 points)													
			vitesse de déplacement <10 km/h (1 point)													
	6	rendement sur la chaine de production	Perte > 20% de production (5 points)	5	5	4	5	4	4	5	5	4	4	4	5	
			Perte < 10% de production (<4 points)													
	7	Aspect sécurité de l'anomalie	Très fort risque pour le personnel (5 points)	5	5	1	1	1	5	5	5	5	5	1	1	
			sans risques = 1 (1 point)													
	8	Aspect environnement de l'anomalie	Fort impact (5 points)	5	5	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	
			faible impact (1 point)													
Probabilité de Panne (P)	9	Fréquence des pannes	Nombres de Pannes par mois>10 (35 points)	35	35	35	35	1	35	35	35	10	35	10	10	
			Nombres de Pannes par mois5<>10 (10 points)													
			Nombres de Pannes par An<5 (1 points)													
criticité	10	Criticité de l'équipement en fonction des arrêts de production	impact mineur sur la production (40points)	80	80	60	60	60	60	60	80	80	80	40	40	
			impact moyen sur la production (60points)													
			impact majeur sur production (80)													
Score de classification = T + D + P + C				164	165	126	144	91	137	144	158	122	149	85	89	

Annexe C

sous-ensemble	organe/ composante	fonctions	mode de défaillance	causes	Effets	Détection D	Gravité G	Fréquence F	Criticité C	Action à envisager
MOTEUR THERMIQUE partie refroidissement	pompe à eau	circulation de l'eau dans le circuit de refroidissement	fuite externe	joint usé	échauffement moteur	1	2	1	2	échange du joint
			basse débit	usure des aubes de l'hélice		4	4	1	16	• contrôle régulière de niveau d'eau par l'operateur. L'état de moucharde • Prélèvement des échantillons pour vérifier PH
	radiateur	échange thermique de liquide de refroidissement	colmatage	calcification de l'eau, rouille, boue		4	3	1	12	• utiliser les produits antigel • contrôle • mesure de PH de l'eau et nettoyage
			fuite d'eau	conduite d'eau percée		1	4	3	12	Contrôle des fuites
				collier desserré		1	1	2	2	serrages de collier

				fuite interne dans les tubes du radiateur		1	4	1	4	élimination de la fuit échange d'élément
		ventilateur	la circulation de l'air pour accéléré l'échange thermique à l'intérieur du radiateur	coincement	courroie usée	2	2	1	4	changement de courroie
				dégradation	roulement poulie défectueuse	3	3	1	9	changement de roulement et réglage d'alignement
		réfrigérants	échange thérmique entre le liquide de refroidissement et l'huile moteur	colmatage	calcification de l'eau	4	4	3	48	• interdit d'utilisation d'eau normale • contrôle le PH d’eau
				fuite externe	manque d'étanchéité ou usure des joints	4	3	2	24	• inspection régulière par les opérateurs en première, • suivi des heures de marche fixé par le constructeur • joint approprié • contrôle d’états de surface d’étanchéité
		thermostat	maintenir la température du moteur	reste fermé ou ouverte	coincement de thermostat	3	3	1	9	changement de thermostat
		baffle	l'orientation d'air de ventilateur, il permet l'étanchéité ver le radiateur	dégradation	déformation ou manque de fixation	1	1	1	1	réparation et fixation

	partie injection	soupapes	permettent l'admission et l'échappement	fonctionnement anormale	dégradation et déréglage	faible puissance	4	4	1	16	• Contrôle de lubrification • Mise au point de la chaine d'injection
					usure des culbuteurs des soupapes		4	4	1	16	Contrôle de lubrification
		injecteurs	apport de gasoil dans la chambre de combustion		filtre à gasoil colmaté		4	4	1	16	• Adopter les filtres appropriés • Mise au point des injecteurs
		pompe de gasoil	alimentation des injecteurs & mise le gasoil sous pression	chute de pression	fuite interne: (organes interne usés)		3	3	1	9	Echange pompe de GO
					fuite externe, joint usé		2	3	3	18	Entretien de la pompe
		turbo	alimenter le moteur par l'air comprimé	défectueux	heurs de marche		2	2	1	4	Révision du turbo
					dégradation des paliers lisse (fuite)		3	4	1	12	• Contrôle de la température • Contrôle de lubrification
		filtre à air	élimination des particules dans l'aire	colmatage	il attient les heures de marche		2	2	1	4	échange de filtre
					manque d'étanchéité		2	1	2	4	échange de filtre ou soufflage

	filtre à gasoil	filtration du gasoil à l'entré de la pompe à gasoil	colmatage	dépasse les heures de marche		2	2	1	4	échange de filtre
				présence de la saleté dans le réservoir du gasoil		3	3	1	9	échange de filtre et nettoyage de réservoir
TRANSM ISSION	convertisseur	modifier le couple moteur en fonction de la charge, joue le rôle d'accouplement, amortisseur de choc	défectueux	échauffement	absence de mouvement, faible puissance	3	3	1	9	vérifier le niveau et l'état d'huile
				fuite d'huile interne		4	3	1	12	• Contrôle d'échauffement • Contrôle Niveau d'huile • Contrôle d'état d'huile
				huile dégradé		2	1	1	2	faire la vidange d'huile
				usure des ailettes		4	4	1	16	• Contrôle d'échauffement • Contrôle Niveau d'huile • Contrôle d'état d'huile
	barbotin (train Epicycloïdale)	réducteur finale de la chaîne cinématique	usure	usure ou casse des pignons	absence de mouvement, faible puissance, manque de direction	4	4	1	16	• Contrôle de température par le thermomètre digital • Contrôle niveau d'huile
				joint glace usé		1	4	1	4	changer le joint glace
	boite à	l'orientation du mouvement, il	défectueuse	échauffement BV		4	4	2	32	• Contrôle d'état d'huile • Niveau d'huile

	vitesse	joue un rôle de réducteur		fuite d'huile BV		4	4	1	16	Inspection visuelle
				coincement des vitesses		1	4	1	4	réglage des vitesses
	embrayage /freins	Freinage, direction et braquage	défectueux	usure des disques		4	4	1	16	Vérification de pression
				fuite interne au niveau des pistons		4	4	1	16	
	chenilles	elle assure la translation de l'engin	cassé	casse des maillons	absence de mouvement	1	4	1	4	échange des maillons
	pompe à 5 sections (engrenage)	3 pompe d'alimentation successive de convertisseur de couple, boite à vitesse et embrayage et frein. 2 pompes de récupération	défectueuse	usure des dents	absence de mouvement, manque de direction	3	4	1	12	Contrôle de filtration
				fuite interne usure de joint d'étanchéité		3	3	1	9	changer le joint d'étanchéité

				cardon d'entrainement		3	4	1	12	expertise joint de cardon

Annexe D

Rapport d'inspection

OL: OL Matières et Fournitures KHOURIBGA et Port de Casa

Equipement : K-D11-727
Plan de collecte : K-D11-727 : inspection mécanique

Date de saisie : 03/05/2018
Collection n° : 7643773

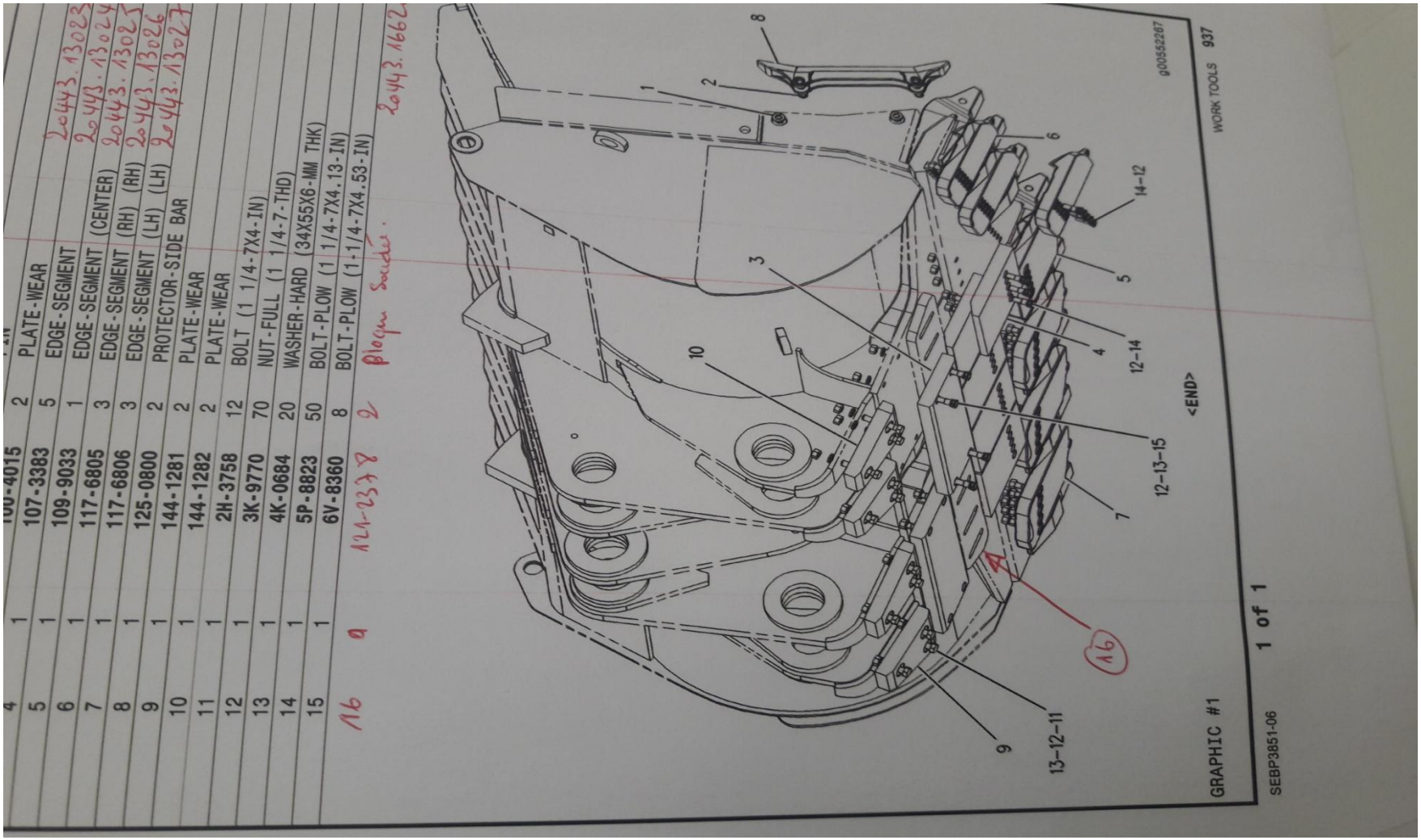
Inspection	Résultat	Fichiers	Observation
1. CAB : Etanchéité cabine	Etat normal		
2. CAB : Vitres AV	Etat normal		
3. CAB : Vitres AR	Etat normal		
4. CAB : Vitres POR D	Etat normal		
5. CAB : Vitres POR G	Etat normal		
6. CAB : Siège conducteur	Etat normal		
7. CAB : Chauffage	Etat normal		
8. CAB : Pattes cabine	Etat normal		
9. CAB : Support extincteur	Etat normal		

10. PELLE : Tirant	Etat normal		
11. PELLE : Sphères tirant	Etat normal		
12. PELLE : Bras D	Etat normal		
13. PELLE : Bras G	Etat normal		
14. PELLE : Lames	Etat normal		
15. PELLE : Coins	Coins usés	15. Changement coin dt et gauche.jpg	
16. Réservoirs gasoil	Etat normal		
17. HYD : Réservoir	Etat normal		
18. HYD : Riper	Etat normal		
19. Axes du nez	Etat normal		
20. Support éclairage AV	Etat normal		
21. Etat de la chenille D	Etat normal		
22. Etat de la chenille G	Etat normal		
23. TRUCK D	Etat normal		
24. TRUCK D : Galets	Etat normal		
25. TRUCK G	Etat normal		
26. TRUCK G : Galets	Etat normal		
27. TRUCK D : Roue folle	Etat normal		
28. TRUCK G : Roue folle	Etat normal		
29. TRUCK G: Silentbloc-pivot	Etat normal		
30. TRUCK D: Silentbloc-pivot	Etat normal		
31. STRUC : Châssis	Etat normal		
32. STRUC : Carter blindage	Etat normal		
33. STRUC : Balancier	Etat normal		
34. STRUC: Rotule D balancier	Etat normal		
35. STRUC: Rotule G balancier	Etat normal		
36. STRUC : Contre poids	Etat normal		
37. TRANS : Barbotin D	Etat normal		
38. TRANS : Barbotin G	Etat normal		

39. TRANS : Pompes	Etat normal		
40. TRANS : Flexibles	Etat normal		
41. TRANS : Couvercle des filt	Etat normal		
42. TRANS : Convertisseur	Etat normal		
43. TRANS : Réfrigérant	Etat normal		
44. TRANS : Selecteur braquage	Etat normal		
45. TRANS : Embray frein-braq	Etat normal		
46. TRANS : Boite de vitesse	Etat normal		
47. TRANS : Pr commande BV	Etat normal		
48. HYD : Sélecteur-pilotage	Etat normal		
49. HYD : Sélecteur principal	Etat normal		
50. HYD : Flexibles	Mauvais état des fléxibles	50. Fuite d'HM par fléxible des filtres.jpg	
51. HYD : Vérins de tilt D	Fuite	51. Fuite hy par vérin dt de tilt.jpg 51. Vérin dt de tilt fissurée.jpg	
52. HYD : Vérins de tilt G	Etat normal		
53. HYD : Vérins de levage D	Fuite	53. Fuite hy par fléxible vérin dt de levage.jpg	
54. HYD : Vérins de levage G	Etat normal		
55. HYD: Chap-vérin-levage G	Etat normal		
56. HYD: Chap-vérin-levage D	Etat normal		
57. MOT: Ventilation-fixation	Etat normal		
58. MOT: Ventilation-circuit	Etat normal		
59. MOT : Cyclonneur	Etat normal		
60. MOT : Admission d'air	Mauvais état des durites de refoulement du turbo	60. Fuite d'air par durite reffoulement turbo dt.jpg	
61. MOT : Echappement	Etat normal		

62. MOT : Caches turbo	Etat normal		
63. MOT : Circuit de gasoil	Etat normal		
64. MOT : Pattes de fixation	Etat normal		
65. MOT : Concentration PH	Etat normal		
66. MOT : Radiateur	Radiateur percé	66. Palpeur d'eau cassé.jpg	
67. MOT : Grille radiateur	Etat normal		
68. MOT : Carter radiateur	Etat normal		
69. MOT : Aftercooler	Etat normal		
70. MOT : Intercooler	Etat normal		
71. MOT : Pression d'huile	Etat normal		
73. MOT : Pré-graissage	Etat normal		
74. MOT: Bloc thermostats	Etat normal		
75. MOT: Pt de graissage	Etat normal		
76. MOT : Groupe	Etat normal		
77. MOT: Capot	Etat normal		
78. MOT: Ridelles	Etat normal	78. Charniére du ridelle gauche cassé.jpg	
72. MOT: Compression/carter	Etat normal		

Annexe E



4	1	100-4015	2	PLATE-WEAR
5	1	107-3383	5	EDGE-SEGMENT
6	1	109-9033	1	EDGE-SEGMENT (CENTER)
7	1	117-6805	3	EDGE-SEGMENT (RH) (RH)
8	1	117-6806	3	EDGE-SEGMENT (LH) (LH)
9	1	125-0800	2	PROTECTOR-SIDE BAR
10	1	144-1281	2	PLATE-WEAR
11	1	144-1282	2	PLATE-WEAR
12	1	2H-3758	12	BOLT (1 1/4-7X4-IN)
13	1	3K-9770	70	NUT-FULL (1 1/4-7-THD)
14	1	4K-0684	20	WASHER-HARD (34X55X6-MM THK)
15	1	5P-8823	50	BOLT-PLOW (1 1/4-7X4.13-IN)
		6V-8360	8	BOLT-PLOW (1.1/4-7X4.53-IN)