



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
scientifique

جامعة العربي التبسي - تبسة

Université Larbi Tébessi – Tébessa

معهد المناجم

Institut des mines



MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention d'un diplôme de Master

Filière : Génie minier

Option : Electromécanique minière

Thème

Contribution à la maintenance d'une pelle hydraulique CAT 390F « Cas de la mine Djbel Onk - Bir el Ater »

Présenté et soutenu par

Gasmi Mohamed et Baizid Zakaria

Devant le jury :

Président : Louafi Messaoud

Pr Université Larbi Tébessi

Encadreur : Aoulmi Zoubir

MCA Université Larbi Tébessi

Examineurs : Rais Khaled

MCB Université Larbi Tébessi

Moghrani Redhouane

MAB Université Larbi Tébessi

Promotion 2019-2020

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement
Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université Larbi Tebessi – Tébessa
Institut des Mines
Département Electromécanique



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة العربي التبسي - تبسة
معهد المناجم
قسم الالكتروميكانيك

Année universitaire : 2019/2020

Tébessa le : --/--/2020

Lettre de soutenabilité

Nom et prénom des étudiants :

1 : Gasmi Mohamed

2 : Baizid Zakaria

Niveau : Master 2

Option : Electromécanique minière

Thème : Contribution à la maintenance des machines minières « Cas de Djbel Onk »

Nom et prénom de l'encadreur : Aoulmi Zoubir

Chapitres réalisés	Signature de l'encadreur
Chapitre I : Généralités sur la maintenance	
Chapitre II : Généralités sur les machines de chargement	
Chapitre III : Méthodes d'optimisation de la maintenance	
Chapitre IV : Application de l'AMDEC sur la pelle hydraulique CAT 390F L	

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



Dédicace

*À ma chère mère **Ouahiba**, pour ses sacrifices depuis qu'elle m'a mis au monde,*

*À mon cher père **Abd Allah**, qui m'a toujours soutenu et aidé à affronter les difficultés,*

*À mes très chères frères, **Amar, Abd errazak, Takoua et Aridj**, pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,*

Pour tous ce qui a fait pour que je puisse les honorer,

À toute ma famille.

À tous mes amis.

Je dédie ce modeste travail.

Zakaria BAIZID



Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A mes chers parents : Que dieu les garde en bon santé...

A ma famille

A mes amis...

A tous les gens que j'aime...

Mohamed GASMI

Remerciement

*Avant tout nous remercions **Allah** qui nous a donné la patience et la force nécessaire pour terminer ce travail.*

Le travail présenté dans cette mémoire a été effectué au département d'électromécanique de l'Institut des mines, Tébessa.

*Ainsi, on tient également à exprimer nos vifs remerciements à notre encadreur le docteur « **Aoulmi Zoubir** » pour avoir d'abord proposé ce thème, pour suivi continuel tout le long de la réalisation de cette thèse et qui n'a pas cessé de me donner ses conseils et remarques.*

Nos sincères remerciements aux messieurs les membres du jury pour l'honneur qu'ils me font en participant au jugement de ce travail.

On tient tenons à remercier vivement toutes personnes qui m'aidé a élaboré et réalisé cette mémoire, ainsi à tous ceux qui nous a aider de près ou de loin accomplir ce travail.

Nous remercions tous les enseignants de département de Mine et D'Électromécanique spécialement les enseignants qui ont contribué à ma formation.

*Les meilleurs sentiments sont destinés pour la famille « **BAIZID** » « **Zourig** », et la famille « **GASMI** », « **OGBA** ». On remercie également tous les amis et tous les potes.*

On remercie également tous les amis et tous les potes.

Si on a oublié quelqu'un, on le prié de me pardonner.

RESUME

Dans notre travail, nous avons exposé les pelles hydrauliques, ainsi que les méthodes de maintenance. L'analyse critique de l'utilisation de **la pelle hydraulique CATERPILLAR 390F**, nous a donné une identification systématique et un traitement de la qualité de défaillance. La méthode AMDEC a été utilisée comme méthode de maintenance. De plus, nous avons proposé une gamme type d'entretien basée sur les recommandations du constructeur.

Mots clés : Analyse critique, Maintenance, AMDEC, pelle hydraulique.

المخلص

في عملنا هذا، قدمنا نبذة عن الحفارات الهيدروليكية ، وكذلك طرق الصيانة. كما قمنا بتحليل النقدي لاستخدام الجرافة الهيدروليكية **CATERPILLAR 390F** ، من خلال تحديد وتحليل منهجي ودائم لوجود الأعطال. تم استخدام طريقة AMDEC كطريقة للصيانة. بالإضافة إلى ذلك اقترحنا برنامج محكم للصيانة بناء على توصيات الشركة المصنعة.

الكلمات المفتاحية : تحليل نقدي, صيانة, AMDEC, جرافة هيدروليكية.

Abstract

In our work, we expose the hydraulic excavators, as well as the methods of maintenance. The critical analysis of the use of **the hydraulic excavator CATERPILLAR 390F**, consists of a systematic and permanent identification and an analysis of the presence of failures. The AMDEC method has been used as a maintenance method. In addition, we have proposed a standard range of maintenance based on the manufacturer's recommendations.

Keywords: Critical Analysis, Maintenance, AMDEC, Hydraulic Excavator.

NOTATIONS

<i>AFNOR</i>	Association Française de Normalisation
<i>CEN</i>	Comité européen de normalisation
<i>MTTR</i>	Moyenne des temps techniques de réparation
<i>MTTA</i>	Moyenne des temps techniques d'arrêt
<i>MTBF</i>	Moyenne des temps de bon fonctionnement
<i>AMDEC</i>	Analyse des modes de défaillance, de leur effet et leur criticité
<i>G</i>	La gravité
<i>F</i>	La fréquence
<i>D</i>	La détectabilité
<i>C</i>	La criticité
<i>TQM</i>	Total quality management (gestion global de la qualité)
<i>CAT</i>	Caterpillar
<i>SOMIPHOS</i>	Société des mines de phosphate
<i>TD</i>	Taux de disponibilité
<i>TU</i>	Taux d'utilisation
<i>TM</i>	Taux de marche

LISTE DES FIGURES

<i>N°Fig</i>	<i>Titre de figure</i>	<i>N°Page</i>
CHAPITRE 1		
<i>Figure 1.1</i>	<i>Classification des types de la maintenance</i>	06
<i>Figure 1.2</i>	<i>Principe de la maintenance conditionnelle</i>	10
<i>Figure 1.3</i>	<i>Place du service maintenance dans l'entreprise</i>	13
<i>Figure 1.4</i>	<i>Temps caractéristiques lors d'une intervention</i>	14
<i>Figure 1.5</i>	<i>Organigramme du choix de la maintenance</i>	17
CHAPITRE 2		
<i>Figure 2.1</i>	<i>Pelle hydraulique</i>	20
<i>Figure 2.2</i>	<i>Pelle en rétro</i>	21
<i>Figure 2.3</i>	<i>Pelle en butte</i>	22
<i>Figure 2.4</i>	<i>Chargeuse sur pneus</i>	23
<i>Figure 2.5</i>	<i>Chargeuse sur chenilles</i>	24
<i>Figure 2.6</i>	<i>Dragline</i>	26
<i>Figure 2.7</i>	<i>Excavateur à godets multiples</i>	26
<i>Figure 2.8</i>	<i>Benne preneuse</i>	27
CHAPITRE 3		
<i>Figure 3.1</i>	<i>Déroulement d'AMDEC</i>	31
<i>Figure 3.2</i>	<i>Méthode d'optimisation de la maintenance par AMDEC</i>	38
<i>Figure 3.3</i>	<i>Diagramme Ishikawa</i>	39
<i>Figure 3.4</i>	<i>La courbe ABC (Diagramme de Pareto)</i>	41
<i>Figure 3.5</i>	<i>Diagramme AUTOMAINTEANCE</i>	42
CHAPITRE 4		
<i>Figure 4.1</i>	<i>Carte de situation géographique et géologique des gisements de Djebel Onk (D'après Prian et Cortial, 1993)</i>	47
<i>Figure 4.2</i>	<i>Organigramme du complexe de Djebel Onk</i>	51

LISTE DES FIGURES

Figure 4.3	<i>Pelle hydraulique CAT 390 F</i>	52
Figure 4.4	<i>Pelle hydraulique CAT 390 F</i>	53
Figure 4.5	<i>Dimensions Pelle Hydraulique CAT 390F</i>	55
Figure 4.6	<i>Plages de fonctionnement</i>	57
Figure 4.7	<i>Organigramme des méthodes de maintenance utilisé dans l'entreprise</i>	59
Figure 4.8	<i>Répartition des pannes de la pelle CAT 390F par type</i>	60
Figure 4.9	<i>Répartition des pannes de la pelle CAT 390D par type</i>	61
Figure 4.10	<i>Répartition des pannes de la pelle LIEBHERR R974 C par type</i>	61
Figure 4.11	<i>Répartition des heures de pannes par mois</i>	62
Figure 4.12	<i>Plan de maintenance actuel du Pelle Hydraulique CAT 390F année 2019</i>	63
Figure 4.13	<i>Heures de marche, panne et arrêt planifié de la pelle CAT 390F année 2019</i>	64
Figure 4.14	<i>Diagramme de Pareto</i>	66
Figure 4.15	<i>Diagramme cause- effet</i>	69
Figure 4.16	<i>Filtre à carburant</i>	75
Figure 4.17	<i>Croisillon de cardan</i>	75
Figure 4.18	<i>Joint spi</i>	75
Figure 4.19	<i>Pompe d'injection</i>	75
Figure 4.20	<i>Roulement boite à vitesse</i>	75
Figure 4.21	<i>Joint torique</i>	75
Figure 4.22	<i>Diagramme des éléments défaillants par criticité</i>	77
Figure 4.23	<i>Histogramme de nombre des éléments défaillants</i>	77
Figure 4.24	<i>Présentation des criticités</i>	78

LISTE DES TABLEAUX

<i>N°Tab</i>	<i>Titre de tableau</i>	<i>N°Page</i>
CHAPITRE 1		
<i>Tableau 1.1</i>	<i>Les fonctions du service maintenance</i>	12
CHAPITRE 3		
<i>Tableau 3.1</i>	<i>Grille de cotation de la fréquence sur 4 niveaux</i>	34
<i>Tableau 3.2</i>	<i>Grille de cotation de la gravité sur 5</i>	35
<i>Tableau 3.3</i>	<i>Grille de cotation de la probabilité de non détection</i>	36
<i>Tableau 3.4</i>	<i>Les actions à engager</i>	37
CHAPITRE 4		
<i>Tableau 4.1</i>	<i>Dimensions Pelle Hydraulique CAT 390F</i>	56
<i>Tableau 4.2</i>	<i>Distribution des heures de panne (pelles)</i>	60
<i>Tableau 4.3</i>	<i>Les heures de pannes par mois de la pelle CAT 390F année 2019</i>	62
<i>Tableau 4.4</i>	<i>Type de maintenance actuel de la pelle CAT 390F année 2019</i>	63
<i>Tableau 4.5</i>	<i>Heures de marche et pannes année de la pelle CAT 390F année 2019</i>	64
<i>Tableau 4.6</i>	<i>Nombre et heures de panne de sous-ensemble</i>	65
<i>Tableau 4.7</i>	<i>Cumul des heures de panne en pourcentage</i>	66
<i>Tableau 4.8</i>	<i>AMDEC machine -analyse des modes de défaillance</i>	71
<i>Tableau 4.9</i>	<i>Classement décroissant des causes de défaillance par criticité</i>	76
<i>Tableau 4.10</i>	<i>Nombre des éléments défaillants pour chaque criticité</i>	77
<i>Tableau 4.11</i>	<i>Présentation des criticités</i>	78
<i>Tableau 4.12</i>	<i>Evaluation de la criticité</i>	79
<i>Tableau 4.13</i>	<i>Programme d'entretien pelle hydraulique CAT 390F</i>	80

SOMMAIRE

Dédicaces	
Remerciements	
Abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	01
Chapitre I : Généralités sur la Maintenance	
I-1-Introduction	03
I-2-Définition de la maintenance	03
I-3-Les objectifs de la maintenance	04
I-4-La stratégie de maintenance	04
I-5- L'importance de la maintenance dans l'entreprise	05
I-6- Les différentes formes (méthodes) de maintenance	05
I-6-1- La maintenance corrective	07
I-6-1-1-Définition	07
I-6-1-2-Types d'intervention	07
I-6-1-2-1- Le dépannage	07
I-6-1-2-2- La réparation	07
I-6-1-3- Evolution de la maintenance corrective	07
I-6-2- La maintenance préventive	08
I-6-2-1- Types d'opérations de maintenance préventive	08
I-6-2-1-1- Les inspections	08
I-6-2-1-2- Les visites	08
I-6-2-1-3- Les contrôles	08
I-6-2-1-4- Autres opérations	08
I-6-2-2- La maintenance préventive systématique	09
I-6-2-3- La maintenance préventive conditionnelle	10
I-6-2-4- La maintenance préventive prévisionnelle	11
I-7- Situation dans l'entreprise	11
I-7-1- La centralisation	11
I-7-2- La décentralisation	11
I-8-Domains d'action du service maintenance	11
I-9-Fonctions et tâches associées à la maintenance	12
I-9-1- Etude	12
I-9-2- Préparation	12
I-9-3- Ordonnancement	12
I-9-4- Réalisation	12
I-9-5- Gestion	12
I-10- Place du service maintenance dans l'entreprise	13
I-11- Les temps de la maintenance	14
I-11-1- La MTBF	14
I-11-2- La MTTR	14
I-11-3- La MTTA	14
I-12- Les cinq niveaux de maintenance	15
I-12-1- Premier niveau	15

I-12-2- Deuxième niveau	15
I-12-3- Troisième niveau	15
I-12-4- Quatrième niveau.....	16
I-12-5- Cinquième niveau	16
I-13- La politique de la maintenance.....	16
I-14- Le choix de la politique de maintenance.....	16
I-15- Conclusion	18

Chapitre II : Généralités sur les machines de chargement

II-1-Introduction	20
II-2- Les différents types de machines de chargement et d'excavation	20
II-2-1 Les pelles hydrauliques	20
II-2-2 Les pelles mécaniques.....	21
II-2-3 Les différents équipements des pelles	21
II-2-3-1 Pelle équipée en rétro.....	21
II-2-3-2 Pelle équipée en butte.....	22
II-2-4- Les chargeuses	23
II-2-4-1- Chargeuse à godet unique	24
II-2-4-2- L'utilisation des chargeuses	24
II-2-4-3- Le cycle de travail de chargeuse	25
II-2-4-4- Les types de godets	25
II-2-4-5- Les principales caractéristiques d'une chargeuse.....	25
II-2-5- En dragline	26
II-2-6- Excavateur à godets multiples (ou trancheuse).....	26
II-2-6-1- L'utilisation des excavateurs levages.....	27
II-2-7- En benne preneuse.....	27
II-3- Conclusion.....	28

Chapitre III : Méthodes d'optimisation de la maintenance

III-1- Introduction.....	30
III-2- La méthode AMDEC.....	30
III-2-1 Les étapes de la méthode.....	31
III-2-2- Evaluation de la criticité.....	32
III-2-3- Les grilles de cotation.....	33
III-2-4- Proposition des actions correctives.....	36
III-3- La méthode ISHIKAWA.....	38
III-3-1- Présentation	38
III-3-2- Mise en pratique.....	39
III-4- Le diagramme PARETO.....	39
III-4-1- Construire un diagramme PARETO.....	39
III-4-2- Analyse des résultats.....	40
III-5- La méthode AUTOMAINTEANCE.....	40
III-6- La méthode KAIZEN	43
III-6-1- Présentation.....	43
III-6-2- Démarche.....	43
III-6-2- Objectifs du KAIZEN.....	43
III-6-3- Conclusion.....	44

Chapitre IV : Application d'AMDEC sur la pelle hydraulique CAT 390F L

IV-1- Introduction	46
IV-2- Les étapes de l'AMDEC	46
IV-2-1- Etape 01.....	46
IV-2-2- Etape 02.....	52
IV-2-3- Etape 03.....	60
IV-2-3-1 Etude de diagramme de PARETO.....	64
IV-2-3-2 Recherche des causes racines (Diagramme ISHIKAWA).....	67
IV-2-3-3- Analyse AMDEC.....	70
IV-2-4- Etape 04.....	76
IV-3- Proposition de gamme d'entretien basé sur les recommandations du constructeur	80
IV-4- Conclusion	83
Conclusion générale	85
Bibliographie	
Annexe	

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Dans l'industrie minière, le minerai doit quitter la mine pour la destination qui peut être soit pour le remblayage sur la plateforme d'alimentation, soit la trémie d'alimentation de l'usine pour les différents traitements chimiques ou métallurgiques, ou un remblai à minerai. Pour se faire, il y a deux opérations fondamentales qui sont le chargement et le transport.

Le chargement dans la mine est un maillon principal de toute la chaîne d'exploitation. Le principe constructif des machines de chargement est simple : ce sont des engins destinés à transférer de la charge au moyen de transport. Parmi les machines de chargement, on a les pelles hydrauliques.

Dans les sociétés minières où le fluide vital est le minerai, les pelles hydrauliques ont obtenu une importance économique majeure. On estime que presque toute la charge minière exploitée ou recueillie transite au moins une fois par une pelle hydraulique.

Cependant, l'utilisation des pelles hydrauliques se heurte à des obstacles à la mesure de leur position : difficultés d'exploitation, dues à l'extrême complexité de l'environnement minier ; difficultés de maintenance également avec les problèmes de poussière, d'encrassement et les pertes de performances qui en découlent.

L'objectif principal de ce mémoire est de présenter une vue générale sur la maintenance. Nous insistons, en premier lieu, sur ces bases méthodologiques et techniques, d'une part. Et d'autre part, nous utilisons l'AMDEC comme solution globale, qui cerne assez bien les problèmes de fonctionnement de la pelle hydraulique CATERPILLAR 390F.

Cette approche est intéressante pour techniciens et ingénieurs puisqu'elle conduit naturellement à sélectionner les pannes les plus critiques, de trouver des solutions fiables.

Le présent travail est représenté en quatre chapitres. Dans un premier chapitre nous parlons des généralités sur la maintenance. Dans le deuxième chapitre, nous exposons une généralité sur machines de chargement et excavation, plus précisément les pelles hydrauliques. Le troisième chapitre est consacré aux méthodes générales de la maintenance et en particulier la méthode AMDEC. Dans le quatrième chapitre nous intéressons à l'application de la méthode AMDEC sur la pelle hydraulique CATERPILLAR 390F destiné aux travaux à ciel ouvert. Une gamme type d'entretien est proposée pour augmenter la durée de vie du moteur d'entraînement à la fin du quatrième chapitre.

Notre travail se termine par une conclusion, qui résume l'ensemble des chapitres.

CHAPITRE I

Généralités sur la maintenance

Chapitre I : Généralités sur la Maintenance

I-1-Introduction :

L'évolution et la complexité des systèmes de production ainsi que le besoin de produire vite et bien, ont obligé les industriels à structurer et à organiser les « ateliers d'entretien » ; ils ont surtout créé de nouveaux concepts d'organisation et de nouvelles manières, d'intervenir sur des structures de production concernant les produits manufacturés.

Aujourd'hui, l'entretien a laissé la place à la maintenance. Ce changement ne réside pas uniquement dans un changement de dénomination, mais aussi dans un bouleversement complet de la manière de faire et de concevoir de ce qui s'appelait « entretien » et que l'on appelle aujourd'hui « maintenance ».

L'acquisition de ces technologies nécessite de nouveaux matériels et des investissements importants dont l'amortissement doit être assuré. Tout arrêt de la production dû à une défaillance imprévue du matériel devient donc trop onéreux pour l'entreprise : non satisfaction des clients dans les délais prévus, d'où risque de perdre des marchés, détérioration de la qualité des produits, etc.

L'entreprise doit donc adopter une stratégie de maintenance ayant pour objectif le maintien du matériel dans un état assurant la production voulue au coût optimal.

Dans le présent chapitre, nous présentons une vue générale sur la maintenance.

I-2-Définition de la maintenance :

➤ Le dictionnaire **LAROUSSE** définit la maintenance comme :

« L'ensemble de ce qui permet de maintenir ou de rétablir un système en état de fonctionnement ».

La fonction maintenance est définie comme celle qui consisterait à maintenir en œuvre tous les moyens disponibles pour maintenir les machines en état de bon fonctionnement, jusqu'au moment où elles doivent être retirées du service.

➤ L'association française de normalisation **AFNOR**, a défini la maintenance par la norme NF-X-60-01 0 comme : « L'ensemble des actions permettant de **maintenir** ou de **rétablir** un bien dans un **état spécifié** ou en mesure d'assurer un **service déterminé** »

Le terme maintenir renferme la notion de prévention sur un système en fonctionnement tandis que rétablir supporte la notion de correction après **défaillance**.

Les termes état spécifié et service déterminé portent la notion de prédétermination d'objectifs à atteindre avec quantification des paramètres mesurables.

- Cette définition **AFNOR** oublie l'aspect économique, lacune comblée dans le document d'introduction NF-X-60-010 qui y a introduit la notion de cout minimum : « bien maintenir, c'est assurer ces opérations au cout global optimal ». [01]
- Le projet du **CEN** (Comité Européen de Normalisation) définit la maintenance par : « L'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de gestion durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise ».

La fonction requise est ainsi définie par : « fonction, ou ensemble de fonctions d'un bien considérées comme nécessaires pour fournir un service déterminé ».

On remarque l'apparition d'un nouveau concept ; le projet européen ajoute une idée intéressante : les actions de la maintenance se rapportent **au cycle de vie** des matériels, ce qui implique une vision à moyen et à long terme de la stratégie de maintenance. [02]

I-3-Les objectifs de la maintenance : (Norme *FD X 60-000*)

Selon la politique de maintenance de l'entreprise, les objectifs de la maintenance seront :

- la disponibilité et la durée de vie du bien ;
- la sécurité des hommes et des biens ;
- la qualité des produits ;
- la protection de l'environnement ;
- l'optimisation des coûts de maintenance...

La politique de maintenance conduit, en particulier, à faire des choix entre : [03]

- maintenance préventive et/ou corrective, systématique ou conditionnelle ;
- maintenance internalisée et/ou externalisée.

I-4-La stratégie de maintenance : (Normes *NF EN 13306 & FD X 60-000*)

La stratégie de maintenance est une méthode de management utilisée en vue d'atteindre les objectifs de maintenance.

Les choix de stratégie de maintenance permettent d'atteindre un certain nombre d'objectifs de maintenance : [03]

- Développer, adapter ou mettre en place des méthodes de maintenance ;
- Elaborer et optimiser les gammes de maintenance ;
- Organiser les équipes de maintenance ;
- Internaliser et/ou externaliser partiellement ou totalement les tâches de maintenance ;
- Définir, gérer et optimiser les stocks de pièces de rechange et de consommables ;
- Etudier l'impact économique (temps de retour sur investissement) de la modernisation ou de l'amélioration de l'outil de production en matière de productivité et de maintenabilité.

I-5- L'importance de la maintenance dans l'entreprise :

La maintenance constituée une fonction essentielle des entreprises. On estime aujourd'hui qu'elle représente près de 5% à 7% du chiffre d'affaire annuel des industries en Algérie (soit 20 milliards d'euros) et plus de 450000 emplois (AFIM, 2007).

La maintenance industrielle, qui a pour vocation d'assurer le bon fonctionnement des outils de production, est une fonction stratégique dans les entreprises. Intimement liée à l'incessant développement technologique, à l'apparition de nouveaux modes de gestion, à la nécessité de réduire les coûts de production, elle est en constante évolution. Elle n'a plus aujourd'hui comme seul objectif de réparer l'outil de travail mais aussi de prévoir et les dysfonctionnements. L'importance de la maintenance dans l'entreprise peut être classifiée selon le domaine de cette dernière : **[04]**

- Importance fondamentale : nucléaire, pétrochimie, chimie, transports (ferroviaire, aérien, etc.) ;
- Importance indispensable : entreprises à forte valeur ajoutée, de processus, construction automobile ;
- Importance moyenne : industries de constructions diversifiées, coûts d'arrêts de production limités, équipement semi automatiques ;
- Importance secondaire : entreprises sans production de série, équipements variés ;
- Importance faible ou négligeable : entreprise manufacturière, faible valeur ajoutée, forte masse salariale.

I-6- Les différentes formes (méthodes) de maintenance : [04]

Le choix entre les méthodes de maintenance s'effectue dans le cadre de la politique de la maintenance et doit s'opérer en accord avec la direction de l'entreprise.

Pour choisir, il faut donc être informé des objectifs de la direction, des directions politiques de maintenance, mais il faut connaître le fonctionnement et les caractéristiques des matériels, le comportement du matériel en exploitation, les conditions d'application de chaque méthode, les coûts de maintenance et les coûts de perte de production.

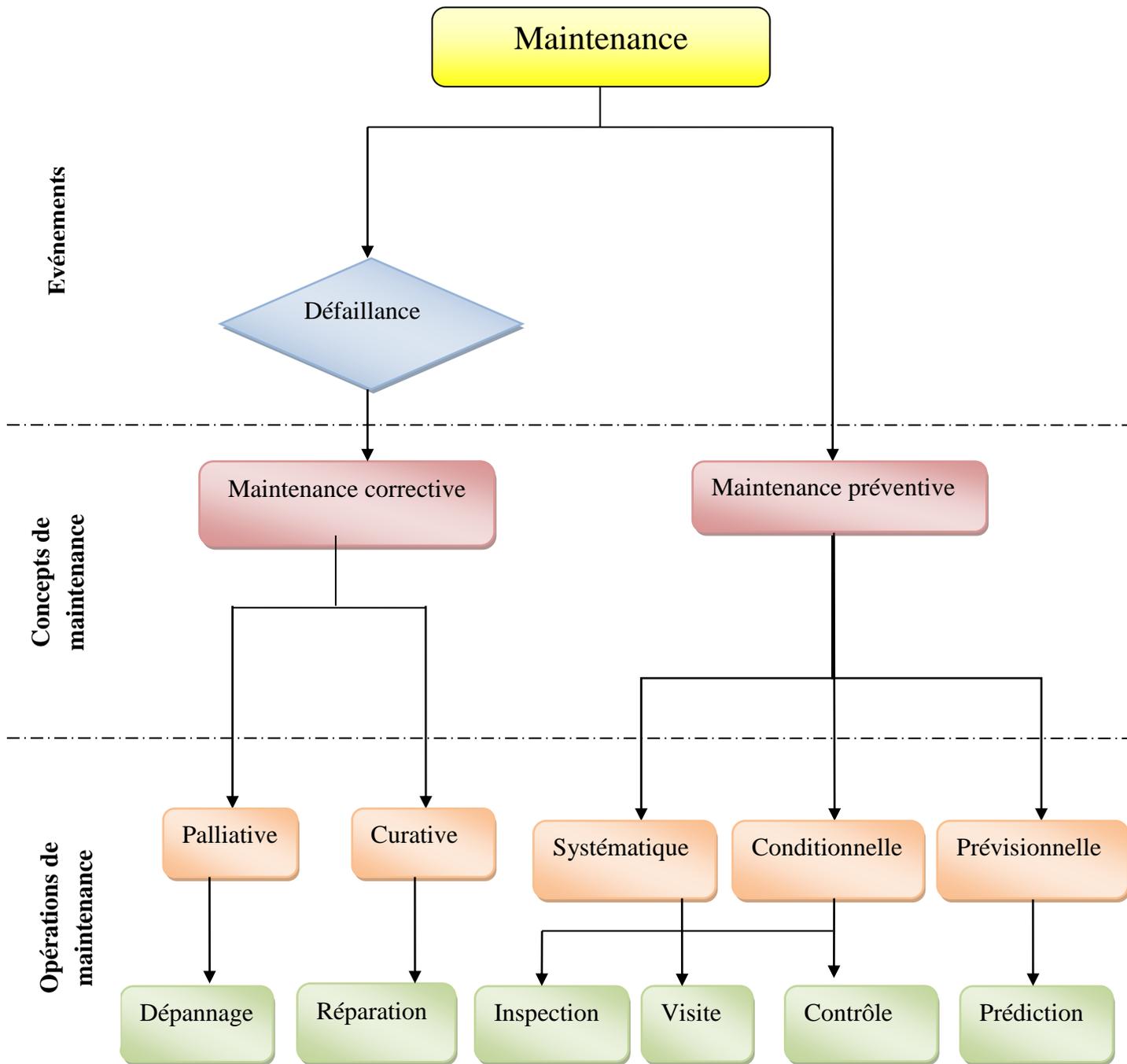


Figure 1.1. Classification des types de la maintenance

I-6-1- La maintenance corrective :

I-6-1-1-Définition : [05]

La maintenance corrective appelée parfois curative (terme non normalisé) a pour objet de redonner au matériel des qualités perdues nécessaires à son utilisation.

La maintenance corrective est « la Maintenance exécutée après détection d'une panne et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise ».

Cette maintenance est utilisée lorsque l'indisponibilité du système n'a pas de conséquences majeures ou quand les contraintes de sécurité sont faibles. (*Extraits normes NF X 60-010*).

I-6-1-2-Types d'intervention :

I-6-1-2-1- Le dépannage :

Action sur un bien en panne, en vue de le remettre en état de fonctionnement. Compte tenu de l'objectif, une action de dépannage peut s'accommoder de résultats provisoires (**maintenance palliative**) avec des conditions de réalisation hors règles de procédures, de coûts et de qualité, et dans ce cas sera suivie de la réparation.

Le dépannage n'a pas de conditions d'applications particulières. Souvent, les opérations de dépannage sont de courtes durées mais peuvent être nombreuses. De ce fait, les services de maintenance soucieux d'abaisser leurs dépenses tentent d'organiser les actions de dépannage. Certains indicateurs de maintenance (pour en mesurer son efficacité) prennent en compte le problème du dépannage.

I-6-1-2-2- La réparation :

Intervention définitive et limitée de maintenance corrective après panne ou défaillance.

L'application de la réparation peut être décidée soit immédiatement à la suite d'un incident ou d'une défaillance, soit après un dépannage, soit après une visite de maintenance préventive conditionnelle ou systématique.

Remarque : la réparation correspond à une action définitive. L'équipement réparé doit assurer les performances pour lesquelles il a été conçu. Tous les équipements sont concernés.

I-6-1-3- Evolution de la maintenance corrective :

L'attitude passive de la maintenance corrective tend à la faire ressembler à l'entretien traditionnel, mais il n'en est rien. En entretien traditionnel, on effectue un dépannage ou une réparation remettant en état le matériel. En maintenance, on effectuera : [05]

- une analyse des causes de défaillance ;
- une remise en état du matériel en utilisant des méthodes de préparation et d'intervention efficaces (préparations anticipées, échanges standard, outillage spécifique, etc.) ;
- une amélioration éventuelle du matériel ;
- une mise en mémoire de l'intervention permettant une exploitation ultérieure.

L'exemple suivant montre cette différence : un roulement est défaillant. En entretien traditionnel, on le remplace. En maintenance, on cherche à connaître la cause de sa défaillance, la fréquence et la criticité, de façon à éviter sa réapparition (remise en cause du

montage, du lubrifiant, des surcharges, etc.) et à minimiser ses effets (surveillance éventuelle par analyse des vibrations, etc.).

I-6-2- La maintenance préventive :

Maintenance effectuée selon des critères prédéterminés, dont l'objectif est de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu.

Elle doit permettre d'éviter les défaillances des matériels en cours d'utilisation.

L'analyse des coûts doit mettre en évidence un gain par rapport aux défaillances qu'elle permet d'éviter.

Buts de la maintenance préventive : [04]

- ❖ Augmenter la durée de vie des matériels.
- ❖ Diminuer la probabilité des défaillances en service.
- ❖ Diminuer les temps d'arrêt en cas de révision ou de panne.
- ❖ Prévenir et aussi prévoir les interventions coûteuses de maintenance corrective.
- ❖ Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions
- ❖ Éviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant, de pièces détachées, etc.
- ❖ Améliorer les conditions de travail du personnel de production.
- ❖ Diminuer le budget de maintenance.

I-6-2-1- Types d'opérations de maintenance préventive :

I-6-2-1-1- Les inspections :

Activités de surveillance consistant à relever périodiquement des anomalies et exécuter des réglages simples ne nécessitant pas d'outillage spécifique, ni d'arrêt de l'outil de production ou des équipements.

I-6-2-1-2- Les visites :

Opérations de surveillance qui, dans le cadre de la maintenance préventive systématique, s'opèrent selon une périodicité déterminée. Ces interventions correspondent à une liste d'opérations définies préalablement qui peuvent entraîner des démontages d'organes et une immobilisation du matériel.

I-6-2-1-3- Les contrôles : [04]

Vérifications de conformité par rapport à des données préétablies suivies d'un jugement. Le contrôle peut :

- ❖ Comporter une activité d'information
- ❖ Inclure une décision : acceptation, rejet, ajournement
- ❖ Déboucher comme les visites sur des opérations de maintenance corrective.

I-6-2-1-4- Autres opérations :

• Révision :

Ensemble des actions d'examen, de contrôles et des interventions effectuées en vue d'assurer le bien contre toute défaillance majeure ou critique, pendant un temps ou pour un nombre d'unités d'usage donné.

Il faut distinguer suivant l'étendue des opérations à effectuer les révisions partielles et les révisions générales. Dans les 2 cas, cette opération nécessite la dépose de différents sous-ensembles.

Le terme révision ne doit en aucun cas être confondu avec les termes visites, contrôles, inspections.

Les 2 types d'opérations définis (révision générale ou partielle) relèvent du 4ème niveau de maintenance.

- **Les échanges standards : [04]**

Reprise d'une pièce ou d'un organe ou d'un sous-ensemble usagé, et vente au même client d'une pièce ou d'un organe ou d'un sous-ensemble identique, neuf ou remis en état conformément aux spécification du constructeur, moyennant le paiement d'une soule dont le montant est déterminé d'après le coût de remise en état.

I-6-2-2- La maintenance préventive systématique : [06]

C'est la maintenance préventive effectuée sans contrôle préalable de l'état du bien conformément à un échancier établi selon le temps, le nombre de cycles de fonctionnement, le nombre de pièces produites ou un nombre prédéterminé d'usages pour certains équipements (révisions périodiques) ou organes sensibles (graissage, étalonnage, etc..).

L'organisation de la maintenance systématique propre à un équipement recouvre deux aspects: la détermination du contenu des interventions et le choix de leur périodicité. Ces éléments sont fréquemment fixés par :

- Le constructeur, dans le «guide d'entretien» de l'équipement (aéronautique, matériel ferroviaire,...),
- Le législateur, dans des normes homologuées éditées par l'AFNOR (ascenseurs, matériel sous pression, matériel électrique,...).

Les avantages de la maintenance systématique sont : [04]

- les interventions et les arrêts sont programmés en accord avec la production ;
- le coût de chaque intervention est connu, donc la gestion financière du service maintenance est facilitée.

Les inconvénients de la maintenance systématique sont :

- Le coût des interventions peut fortement augmenter car leur périodicité est calée sur la durée de vie minimum des équipements ;
- Le démontage d'un matériel pour un remplacement systématique d'une pièce nécessite souvent le changement d'autres pièces par précaution, ce qui augmente encore le coût de l'intervention.

En conclusion, La maintenance systématique coûte cher puisque l'on jette des organes qui n'en sont qu'à la moitié, voire au tiers, de leur durée de vie potentielle. De plus, il se trouve que le taux de panne de beaucoup de machines n'est pas toujours amélioré par le remplacement périodique de pièces usées.

I-6-2-3- La maintenance préventive conditionnelle : [06]

C'est la « maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé (autodiagnostic, information d'un capteur, mesure, etc.) ou à l'analyse de l'évolution surveillée de paramètres significatifs de la dégradation et de la baisse de performance d'une entité ».

Cette surveillance de la dégradation permet de fixer un seuil d'alarme avant un seuil d'admissibilité.

L'objectif de la maintenance préventive conditionnelle s'agit :

- D'éliminer ou de limiter le risque de panne, l'intervention ayant lieu avant que la dégradation n'atteigne un caractère critique,
- De maintenir la production à un niveau acceptable, tant en quantités fabriquées qu'en qualité du produit,
- De diminuer les temps d'arrêt, par limitation du nombre de pannes, par une meilleure préparation des interventions (efficacité) et utilisation des créneaux horaires ne perturbant pas la production (ordonnancement),
- De réduire les dépenses d'entretien en intervenant à un stade précoce des dégradations, évitant ainsi des remises en état très coûteuses,
- D'intervenir dans les meilleures conditions possibles, sans urgence, au moment choisi, avec la préparation adéquate,
- De ralentir le vieillissement.

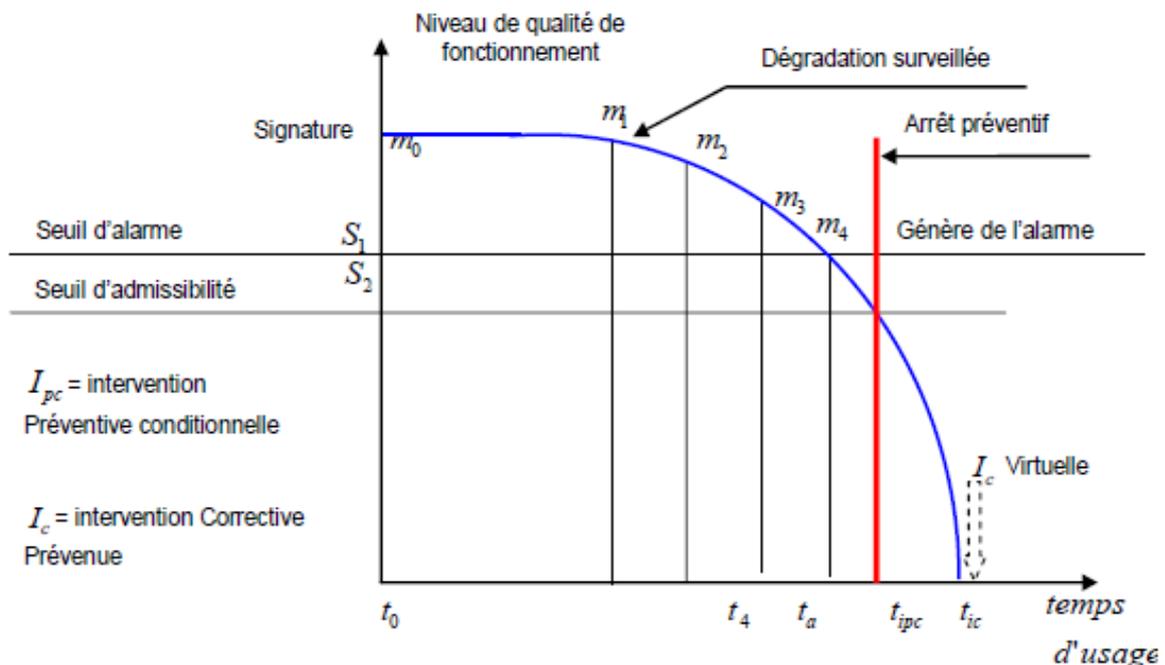


Figure 1.2. Principe de la maintenance conditionnelle

Les avantages de cette méthode sont : [01]

- La connaissance du comportement se fait en temps réel à condition de savoir interpréter les résultats. A ce niveau, l'informatique prend une place primordiale.

- Avec l'évolution actuelle des matériels et leurs tendances à être de plus en plus fiables, la proportion des pannes accidentelles sera mieux maîtrisée.

I-6-2-4- La maintenance préventive prévisionnelle :

La maintenance prédictive est l'étape finale de l'entretien, elle est réalisée d'après les prévisions imaginées de l'analyse et de l'appréciation des critères significatifs de la dégradation du bien.

I-7- Situation dans l'entreprise :

I-7-1- La centralisation :

Où toute la maintenance est assurée par un service. Les avantages sont :

- ❖ Standardisation des méthodes, des procédures et des moyens de communication ;
- ❖ Possibilité d'investir dans des matériels onéreux grâce au regroupement ;
- ❖ Vision globale de l'état du parc des matériels à gérer ;
- ❖ Gestion plus aisée et plus souple des moyens en personnels ;
- ❖ Rationalisation des moyens matériels et optimisation de leur usage (amortissement plus rapide) ;

I-7-2- La décentralisation : [04]

Où la maintenance est confiée à plusieurs services, de dimension proportionnellement plus modeste, et liés à chacun des services de l'entreprise.

Dans ce cas, le service maintenance n'a pas de direction unique. Les différents pôles maintenance adjoints aux autres services de l'entreprise dépendent bien souvent hiérarchiquement de ces derniers.

Les avantages sont :

- ❖ Meilleures communications et relations avec le service responsable et utilisateur du
- ❖ parc à maintenir ;
- ❖ Effectifs moins importants dans les différentes antennes ;
- ❖ Réactivité accrue face à un problème ;
- ❖ Meilleure connaissance des matériels ;
- ❖ Gestion administrative allégée.

Il va de soi que les 2 modèles d'organisation étant contraires, les avantages de l'un sont souvent les inconvénients de l'autre.

I-8-Domains d'action du service maintenance : [07]

Voici la liste des différentes tâches dont un service maintenance peut avoir la responsabilité :

- ❖ La maintenance des équipements : actions correctives et préventives, dépannages, réparations et révisions.
- ❖ L'amélioration du matériel, dans l'optique de la qualité, de la productivité ou de la sécurité.
- ❖ Les travaux neufs : participation au choix, à l'installation et au démarrage des équipements nouveaux.

- ❖ Les travaux concernant l'hygiène, la sécurité, l'environnement et la pollution, les conditions de travail, ...
- ❖ L'exécution et la réparation des pièces de rechanges.
- ❖ L'approvisionnement et la gestion des outillages, des rechanges, ...
- ❖ L'entretien général des bâtiments administratifs ou industriels, des espaces verts, des véhicules, ...

Ce qui prouve le bien-fondé d'une formation polyvalente.

I-9-Fonctions et tâches associées à la maintenance : (Norme FD X 60-000) [03]

Tableau 1.1. *Les fonctions du service maintenance*

Les fonctions de la maintenance	Etude
	Préparation
	Ordonnancement
	Réalisation
	Gestion

I-9-1- Etude :

Sa mission principale est l'analyse du travail à réaliser en fonction de la politique de maintenance choisie. Elle implique la mise en œuvre d'un plan de maintenance avec des objectifs chiffrés et des indicateurs mesurables.

I-9-2- Préparation :

La préparation des interventions de maintenance doit être considérée comme une fonction à part entière du processus maintenance. Toutes les conditions nécessaires à la bonne réalisation d'une intervention de maintenance seront ainsi prévues, définies et caractérisées. Une telle préparation devra bien sûr s'inscrire dans le respect des objectifs généraux tels qu'ils sont définis par la politique de maintenance : coût, délai, qualité, sécurité,...

I-9-3- Ordonnancement :

L'ordonnancement représente la fonction "chef d'orchestre". Dans un service maintenance caractérisé par l'extrême variété des tâches en nature, en durée, en urgence et en criticité, l'absence de chef d'orchestre débouche vite sur la cacophonie quel que soit le brio des solistes.

I-9-4- Réalisation :

La réalisation consiste à mettre en œuvre les moyens définis dans le dossier de préparation dans les règles de l'art, pour atteindre les résultats attendus dans les délais préconisés par l'ordonnancement.

I-9-5- Gestion :

La fonction gestion du service maintenance devra être capable d'assurer la gestion des équipements, la gestion des interventions, la gestion des stocks, la gestion des ressources humaines, et la gestion du budget.

I-10- Place du service maintenance dans l'entreprise : [01]

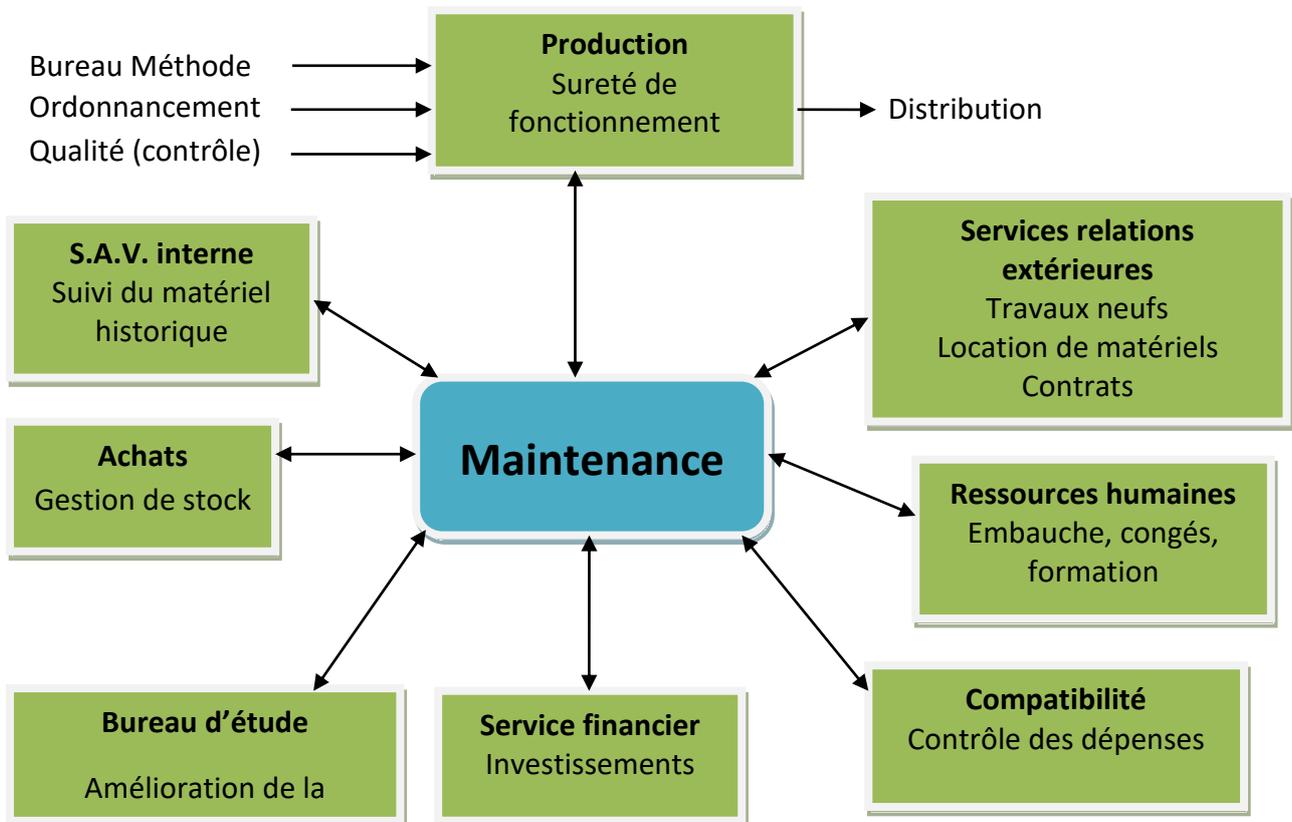


Figure 1.3. Place du service maintenance dans l'entreprise

Les installations, les équipements, tendent à se détériorer dans le temps sous l'action de causes multiples : usures, déformations dues au fonctionnement, action des agents corrosifs (agents chimiques, atmosphériques, etc.).

Dans tous les cas ces détériorations engendrent des coûts directs ou indirects supplémentaires.

Le service maintenance, comme le service de sécurité, devient une interface entre toutes les entités qui composent l'entreprise.

I-11- Les temps de la maintenance : [07]

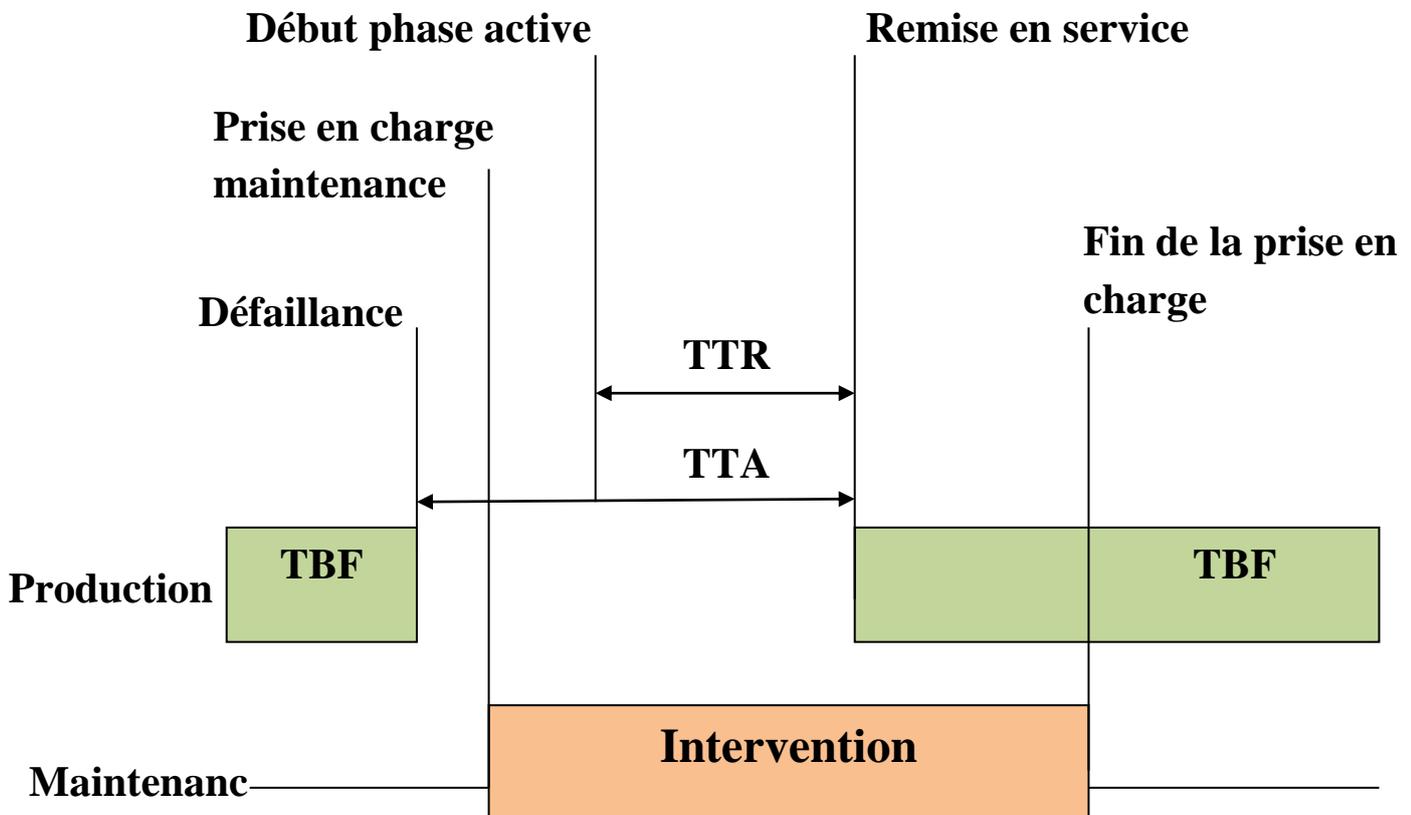


Figure 1.4. Temps caractéristiques lors d'une intervention

I-11-1- La MTBF :

La MTBF est la moyenne des temps de bon fonctionnement (TBF).
Un temps de bon fonctionnement est le temps compris entre deux défaillances.

➤ **Remarque :** En anglais, MTBF signifie mean time between failures (norme X60-500).

I-11-2- La MTTR :

La MTTR est la moyenne des temps techniques de réparation (TTR).
Le TTR est le temps durant lequel on intervient physiquement sur le système défaillant. Il débute lors de la prise en charge de ce système jusqu'après les contrôles et essais avant la remise en service.

➤ **Remarque :** En anglais, MTTR signifie mean time to restoration (norme X60-500).

I-11-3- La MTTA :

La MTTA est la moyenne des temps techniques d'arrêt (TTA).
Les temps techniques d'arrêt sont une partie des temps d'arrêt que peut connaître un système de production en exploitation. Ils ont pour cause une raison technique et, ce faisant, sont à

distinguer des arrêts inhérents à la production (attente de pièce, de matière, d'énergie, changement de production, etc.).

I-12- Les cinq niveaux de maintenance : (Norme FD X 60-000) [08]

La maintenance et l'exploitation d'un bien s'exercent à travers de nombreuses opérations, parfois répétitives, parfois occasionnelles, communément définies jusqu'alors en cinq niveaux de maintenance.

Les niveaux de maintenance sont définis par rapport aux éléments suivants :

- Personnel de production.
- Nature de l'intervention.
- Qualification du personnel de maintenance.

I-12-1- Premier niveau :

Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement, ou échanges d'éléments consommables accessibles en toute sécurité, tels que voyants ou certains fusibles, etc.

Commentaire : Ce type d'intervention peut être effectué par l'exploitant du bien, sur place, sans outillage et à l'aide des instructions d'utilisation. Le stock de pièces consommables nécessaires est très faible.

I-12-2- Deuxième niveau :

Dépannages par échange standard des éléments prévus à cet effet et opérations mineures de maintenance préventive, telles que graissage ou contrôle de bon fonctionnement

Commentaire : Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien habilité de qualification moyenne, sur place, avec l'outillage portable défini par les instructions de maintenance, et à l'aide de ces mêmes instructions.

On peut se procurer les pièces de rechange transportables nécessaires sans délai et à proximité immédiate du lieu d'exploitation.

I-12-3- Troisième niveau :

Identification et diagnostic des pannes, réparations par échange de composants ou d'éléments fonctionnels, réparations mécaniques mineures, et toutes opérations courantes de maintenance préventive telles que réglage général ou réaligement des appareils de mesure.

Commentaire : Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien spécialisé, sur place ou dans le local de maintenance, à l'aide de l'outillage prévu dans les instructions de maintenance ainsi que des appareils de mesure et de réglage, et éventuellement des bancs d'essais et de contrôle des équipements et en utilisant l'ensemble de la documentation nécessaire à la maintenance du bien ainsi que les pièces approvisionnées par le magasin.

I-12-4- Quatrième niveau :

Tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction. Ce niveau comprend aussi le réglage des appareils de mesure utilisés pour la maintenance, et éventuellement la vérification des étalons de travail par les organismes spécialisés.

Commentaire : Ce type d'intervention peut être effectué par une équipe comprenant un encadrement technique très spécialisé, dans un atelier spécialisé doté d'un outillage général (moyens mécaniques, de câblage, de nettoyage, etc.) et éventuellement des bancs de mesure et des étalons de travail nécessaires, à l'aide de toutes documentations générales ou particulières.

I-12-5- Cinquième niveau :

Rénovation, reconstruction ou exécution des réparations importantes confiées à un atelier central ou à une unité extérieure.

Commentaire : par définition, ce type de travail est donc effectué par le constructeur, ou par le reconstruteur, avec des moyens définis par le constructeur et donc proches de la fabrication.

I-13- La politique de la maintenance : [09]

La politique de la maintenance est la définition, au niveau de l'entreprise, des objectifs technico-économiques relatifs à la prise en charge des équipements par le service maintenance. C'est dans le cadre de cette politique que le responsable du service de maintenance, conjointement à celui du projet, met en œuvre les moyens adaptés aux objectifs fixés.

La politique de maintenance générale doit définir le cadre des activités de maintenance, afin que les différents acteurs ainsi que les services connexes disposent de bases et références pour comprendre et organiser.

La définition de la politique de maintenance doit comporter :

- La définition du budget maintenance.
- Le choix du type de maintenance et les actions de réductions des coûts.
- La politique en matière d'investissements.
- La stratégie en matière de gros entretiens.
- La stratégie en matière de sous-traitance.
- La politique d'amélioration continue propre au service et/ou la contribution à ces programmes dans l'entreprise.
- La politique de gestion de compétences.

I-14- Le choix de la politique de maintenance :

Le choix d'une politique de maintenance dépend au moins de trois critères :

- 1) L'impact de la maintenance sur les enjeux de sécurité, de disponibilité et de coûts ;
- 2) Les données caractérisant la dégradation et la qualité des inspections réalisées.

Lorsque l'impact d'une maintenance préventive est faible, on préfère attendre la défaillance : la maintenance corrective doit donc être adoptée pour les composants

défaillants. En revanche, si son impact est élevé, la maintenance préventive devient nécessaire.

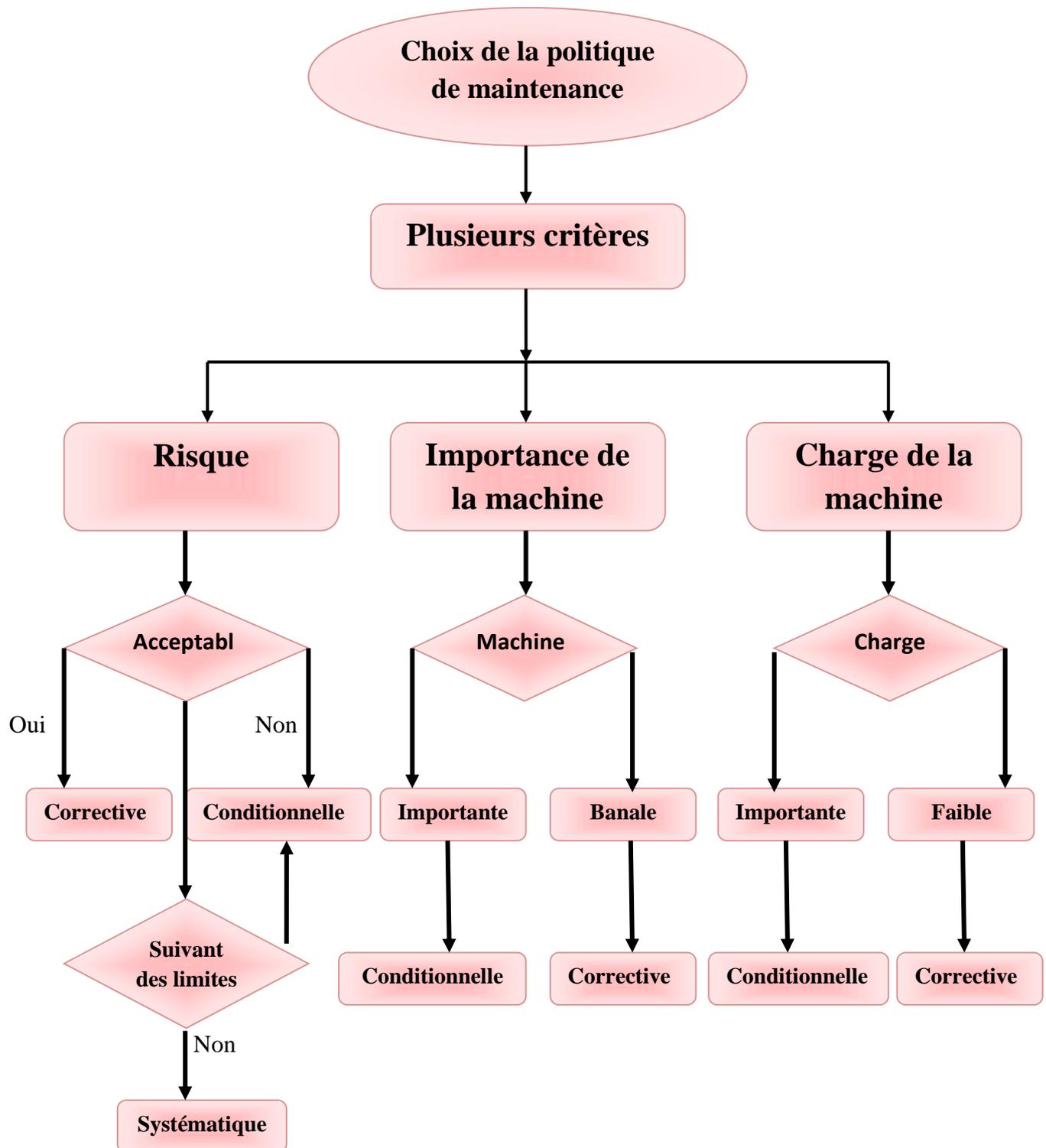


Figure 1.5. Organigramme du choix de la maintenance

I-15- Conclusion :

Selon l'étude bibliographique faite, il existe actuellement de nombreux modèles qui illustrent les différentes hypothèses posées les différents types de maintenance, leurs forme, leurs méthodes et techniques d'application.

Il en résulte que de nombreux travaux visent à développer des modèles d'évaluation des performances de maintenance, en termes de coûts et souvent de disponibilité.

Cependant, l'application des modèles développés n'est pas toujours immédiatement adaptée. Certains modèles semblent en effet peu propices à une utilisation concrète, le plus souvent par manque de données nécessaires à leur mise en œuvre. Il faut donc trouver un équilibre entre un niveau de disponibilité des équipements que l'on veut garantir et un niveau acceptable des coûts directs de maintenance (personnel, matériels).

CHAPITRE II

Généralités sur les machines de chargement

Chapitre II : Généralités sur les machines de chargement

II-1-Introduction :

Les travaux d'extraction et de chargement consistent en abattage des roches du massif ou préalablement ameubli et leur chargement dans les engins de transport. Dans certains cas on déplace les roches directement au terril. Pour leur exécution, on utilise les excavateurs de différents types, chargeuses, et d'autres engins.

Dans cette catégorie on trouve de très gros matériels comme les draglines et de faible mobilité et à l'opposé des machines très mobiles, pouvant exécuter des travaux variés tels que les chargeuses sur pneumatiques.

II-2- Les différents types de machines de chargement et d'excavation :

II-2-1 Les pelles hydrauliques : [10]

Ce type de pelles a connu ces dernières années un développement considérable. Initialement conçues pour les chantiers de travaux publics ces machines se sont imposées en carrière et découverte grâce à leur souplesse d'emploi due à la transmission hydraulique.



Figure 2.1. *Pelle hydraulique*

Les possibilités de travailler en butte ou en rétro à diverses hauteurs offre au mineur un choix de solutions techniques qui en font un outil polyvalent. Par ailleurs sa force de pénétration élevée ainsi que le mouvement de cavage du godet conduit assez fréquemment la suppression de l'abattage à l'explosif et par voie de conséquence une diminution significative du coût d'extraction.

Enfin, la précision et la souplesse de manœuvre du godet, sa course plane au sol, sa possibilité d'attaquer à la hauteur voulue pour disloquer les matériaux ou purger un front d'abattage sont autant d'éléments qui contribuent à son développement. Les caractéristiques principales des pelles hydrauliques sont :

- Une bonne aptitude au cavage et à la pénétration au tas.
- La possibilité de travailler en butte ou en rétro.
- Une assez bonne mobilité et des possibilités de franchissement importantes.
- Une faible pression au sol.
- Des commandes hydrauliques qui facilitent le déplacement, la rotation de la tourelle, les mouvements de la flèche et du godet.

II-2-2 Les pelles mécaniques :

Un excavateur (ou la pelle mécanique, comme il est appelé encore), est un engin de terrassement qui travaille en station, c'est-à-dire que son châssis porteur sert uniquement aux déplacements sans participer au cycle de travail.

Après l'équipement de travail, les excavateurs peuvent être :

II-2-3 Les différents équipements des pelles :

II-2-3-1 Pelle équipée en rétro :

Avec cet équipement, l'engin creuse généralement au-dessous du sol d'assise de l'engin, et dans ce cas, le godet se remplit en raclant le sol de l'extérieur vers la pelle.



Figure 2.2. Pelle en rétro

a-Travail de pelle en rétro :

La pelle est dite « en rétro » lorsque son godet est disposé d'une ouverture vers le bas. Le godet à dents rapportées et couteaux latéraux et il est monté à l'extrémité d'un bras articulé en balancier en tête de flèche, elle-même articulée en pied sur la plate-forme. [11]

Dans ce cas la pelle est toujours au niveau de la benne du camion, et la rotation nécessaire pour la tourelle est de 45° maximum. Le roulage de camions est distinct de celui de la pelle, ce qui fait que le carreau de chargement est plus facile à entretenir.

b- L'utilisation de pelle en rétro :

Est indiquée dans les cas suivants : [11]

- ❖ L'extraction de matériau au-dessous de l'aire d'assise de la pelle ;
- ❖ Le creusement de tranchée étroite ;
- ❖ Le creusement de canal (assainissements ou irrigations) ;
- ❖ Le curage de fossé ;
- ❖ L'excavation des fondations ;
- ❖ Le travail de démolition.

c- Les principales caractéristiques d'une pelle en rétro :

Sont les suivantes :

- ❖ Profondeur maximale d'excavation ;
- ❖ Portée maximale au niveau de sol ;
- ❖ Hauteur maximale en fin de vidange ;
- ❖ Hauteur minimale de déchargement ;
- ❖ Hauteur minimale de déchargement ;
- ❖ Profondeur maximale de fouille pour fond plat ;
- ❖ Profondeur maximale de la fouille ;
- ❖ Portée maximale, etc.

II-2-3-2 Pelle équipée en butte :

Dans ce cas elle travaille devant un front de taille dont la hauteur ne doit pas dépasser la hauteur maximale d'élévation du godet, qui se remplit en raclant le front de taille de base en hauteur. [11]



Figure 2.3. *Pelle en butte*

a-Travail de pelle en butte :

La pelle est dite « en butte », lorsque son godet est disposé l'ouverture vers le haut. Le fond du godet dans ce cas est constitué par une porte ou trappe mobile de vidange.

b- L'utilisation de pelle en butte :

Est indiquée en suivant cas :

- ❖ L'excavation de parois verticales ;
- ❖ La mise au tas et le chargement sur camion ;
- ❖ Le nivellement et le décapage ;
- ❖ Le travail en déblais, etc.

c- Les avantages de pelles en butte :

Sont les suivants : [11]

- ❖ Relativement facile à charger, compte tenu de la force de pénétration importante du godet et du bras support ;
- ❖ Bien adaptées pour reprendre des matériaux (stockage, transport) et travail en conditions difficiles (carrières, rocheux, sol compact, etc.) ;

II-2-4- Les chargeuses :

La chargeuse est un engin sur pneus ou sur chenilles, équipée d'un godet ou benne, relevable au moyen de deux bras latéraux articulés, automoteur, qui exécute les opérations suivantes : [11]

- ❖ Excave le matériau ou reprend au cordon ou au tas un matériau déjà excavé ;
- ❖ L'élève à l'aide de sa coupe ;
- ❖ Le déverse sur camions-bennes.



Figure 2.4. Chargeuse sur pneus



Figure 2.5. Chargeuse sur chenilles

II-2-4-1- Chargeuse à godet unique :

La chargeuse à godet unique est destinée à charger les roches ou le minerai abattu dans les berlines, ou les autres moyens de transport, lors du creusement des galeries souterraines et de l'exploitation des minerais.

Elle charge la roche avec les dimensions des morceaux jusqu'à 350mm et, elle est prévue pour le travail dans les sections des galeries supérieure 5m² et d'une hauteur supérieure 2.3 mètre elle peut être utilisée dans la galerie d'un angle jusqu'à 8°.

Les chargeuses de ce type ont trouvés une grande application dans la pratique à cause de leur productivité importante, ainsi la facilité de commande. [10]

La chargeuse est commandée par vérin hydraulique, d'un dispositif de pilotage, ce dernier possède un godet fixé sur la coulisse et treuil de levage, le cycle de travail comprend les opérations suivantes : [10]

- ❖ Descente du godet à la position inférieure ;
- ❖ Rotation de la plateforme dans le sens nécessaire ;
- ❖ Avancement de la machine vers le front de taille ;
- ❖ Remplissage et levage du godet (et déchargement du godet) ;
- ❖ Remise (retour) de la machine à la position initiale.

II-2-4-2- L'utilisation des chargeuses :

- ❖ Chargement des matériaux foisonnés, c'est la spécialité du chargeur à pneu ;
- ❖ Chargement de matériau non foisonné, c'est la spécialité de la chargeuse sur chenille, qui aura plus d'adhérence et pourra ainsi mieux caver matériaux, que la chargeuse à pneu. Dans cette cause la chargeuse à chenille a pour spécialité le décapage de terre végétale chargé sur camions ;

- ❖ Transport des matériaux foisonnés, il est efficace quand il s'agit des distances < 200 mètres ;
- ❖ Transport des matériaux non foisonnés- dans ce cas on utilise aussi la chargeuse sur chenille, qui sur un distance de 100-150 mètres aura une efficacité comparable au bulldozer.

II-2-4-3- Le cycle de travail de chargeuse :

Est composé par les phases suivantes :

- ❖ Chargement ;
- ❖ Transport allé ;
- ❖ Vidage ;
- ❖ Retour.

La reprise en tas s'effectue en attaquant le tas par le bas, le bord pré d'attaque du godet au ras du sol. Pour ça le conducteur doit choisir la vitesse permettant la pénétration sans choc dans le tas, et en attaquant le matériau à plein gaz. Quand la chargeuse ralentit, verrouiller les bras de levage en position basse et donner ensuite un mouvement de va-et-vient au levier de commande de vidange, pour « pomper » le matériau et remplir ainsi complètement le godet. [10]

II-2-4-4- Les types de godets :

Qui sont utilisés par chargeuses sont :

- ❖ Godet court, renforcé pour carrières ;
- ❖ Godet à nervures ou à bord d'attaque en (V) pour reprises des roches ;
- ❖ Godet à rehausse pour chargement de matériaux foisonnés ;
- ❖ Godet dit « quatre en un » ou tous travaux, etc.

II-2-4-5- Les principales caractéristiques d'une chargeuse :

- ❖ Portée à hauteur maxime ;
- ❖ Hauteur maximale de déversement ;
- ❖ Profondeur.

II-2-5- En dragline :

Dans ce cas l'excavateur a une flèche qui peut pivoter en plan vertical de $+ 60^\circ$, autour d'un axe horizontal, maintenue par un jeu de haubans en câble métallique, au-dessus de cabine de l'opérateur, et avec un godet de forme spéciale.



Figure 2.6. *Dragline*

II-2-6- Excavateur à godets multiples (ou trancheuse) :

Il est composé en principe d'une élinde, qui est un bras inclinable dans le plan vertical et supportant une chaîne de godets sans fin.

Dans ce cas les godets sont de type sans fond et pendant leur basculement autour des tourteaux de tête, ils déversent la terre par l'arrière sur un convoyeur navette transversal, qui jette les déblais latéralement, d'un côté à l'autre, à distance variable. [11]



Figure 2.7. *Excavateur à godets multiples*

II-2-6-1- L'utilisation des excavateurs levages :

Dépend essentiellement de :

- ❖ La position du centre de gravité de la machine et de son poids ;
- ❖ La position du point de levage ;
- ❖ La puissance de machine, etc.

Pour un excavateur, un cycle de fonctionnement est composé par les phases :

- ❖ Chargement (ou fouillage) ;
- ❖ Rotation de la tourelle ;
- ❖ Déchargement.

II-7- En benne preneuse :

Une benne preneuse est un outil composé de deux godets « en pince » qui se referment sur les matériaux à excaver ou à charger.

Elle s'utilise suspendue aux câbles d'une grue à treillis ou d'une pelle portuaire, ou à la place du godet d'une pelle mécanique, sous un pont roulant ; elle peut être munie d'un « rotateur » hydraulique ou mécanique permettant une rotation de l'outil à 250° ou 360°. [11]

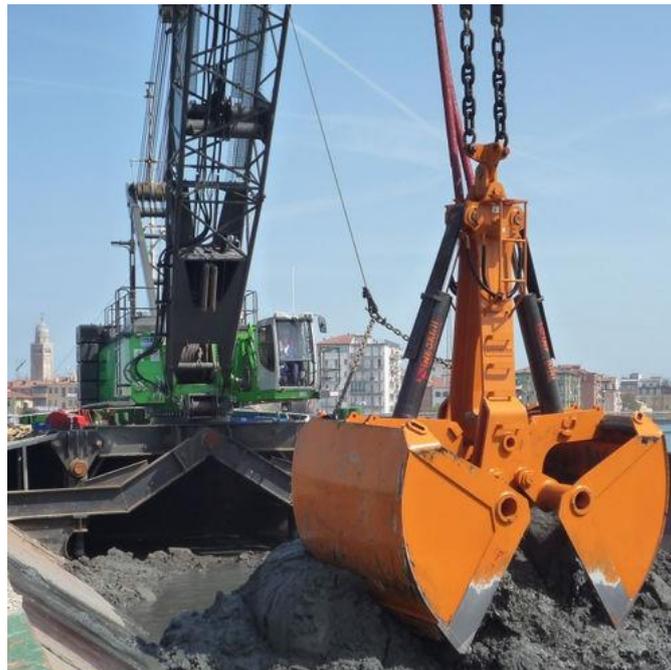


Figure 2.8. *Benne preneuse*

II-3- Conclusion :

Nous avons présenté dans ce chapitre une synthèse bibliographique sur les machines de chargement et d'excavation, leurs différentes caractéristiques, équipements et leurs principes de travail. Ces engins sont les suivants : des chargeuses, des excavateurs (les pelles mécaniques), qui peuvent être pelle équipée en rétro, pelle équipée en butte, dragline et benne preneuse. Notre travail se base sur les pelles hydrauliques sur chenilles.

CHAPITRE III

Méthodes d'optimisation de la maintenance

Chapitre III : Méthodes d'optimisation de la maintenance

III-1- Introduction:

Dans le contexte actuel d'ouverture des marchés, les entreprises doivent améliorer leur compétitivité et donc leur productivité. « Produire plus pour moins cher » c'est avoir une meilleure disponibilité des moyens de production et c'est dépenser moins. Or la maintenance influe sur les deux facteurs : une maintenance mieux ciblée, c'est moins d'indisponibilité ; une maintenance mieux maîtrisée, c'est moins de dépenses.

Au vu de l'importance du processus maintenance et de son impact sur les performances des installations, des méthodes d'optimisation ont été développées permettant d'aider les responsables de maintenance à construire ou à modifier les stratégies de maintenance telle que la méthode **AMDEC**, la méthode **Ishikawa** (ou le diagramme Causes Effets), Le diagramme de **Pareto**, méthode des **5S**, la méthode **KAIZEN**, la méthode d'**AUTOMAINTENANCE**...

III-2- La méthode AMDEC : [12]

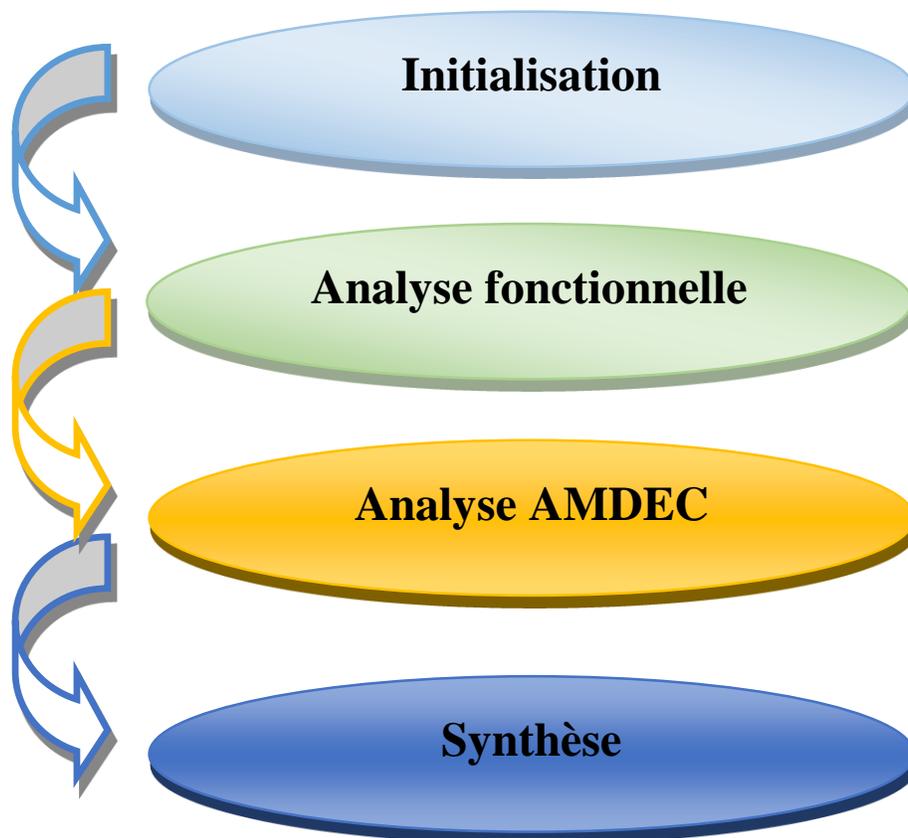


Figure 3.1. Déroulement d'AMDEC

AMDEC machine est analyse de la conception et / ou de l'exploitation d'un moyen ou d'un équipement de production pour améliorer la sûreté de fonctionnement (sécurité, disponibilité, fiabilité, maintenabilité).

L'**AMDEC** est une technique d'analyse qui a pour but d'évaluer et de garantir la sûreté de fonctionnement des machines par la maîtrise des défaillances. Elle a pour objectif final l'obtention, au meilleur coût, du rendement global maximum des machines de production et équipements industriels.

Son rôle n'est pas de remettre en cause les fonctions de la machine mais plutôt d'analyser dans quelle mesure ces fonctions ne peuvent plus être assurées correctement.

L'étude de l'**AMDEC** machine vise à :

Réduire le nombre de défaillances

- ✓ Prévention des pannes
- ✓ Fiabilisation de la conception
- ✓ Amélioration de la fabrication, du montage, de l'installation
- ✓ Optimisation de l'utilisation et de la conduite
- ✓ Amélioration de la surveillance et des tests
- ✓ Amélioration de la maintenance préventive
- ✓ Détection précoce des dégradations

Réduire le temps d'indisponibilité après défaillance

- ✓ Prise en compte de la maintenabilité dès la conception
- ✓ Amélioration de la testabilité
- ✓ Amélioration de la maintenance corrective
- ✓ Améliorer la sécurité

III-2-1 Les étapes de la méthode :

Etape 1 : initialisation

- ✓ Définition du système à étudier
- ✓ Définition de la phase de fonctionnement
- ✓ Définition des objectifs à atteindre
- ✓ Constitution du groupe de travail
- ✓ Etablissement du planning
- ✓ Mise au point des supports de l'étude

Etape 2 : décomposition fonctionnelle

- ✓ Découpage du système
- ✓ Identification des fonctions des sous-ensembles
- ✓ Identification des fonctions des éléments

Etape 3 : analyse AMDEC

Phase a : analyse des mécanismes de défaillance

- ✓ Identification des modes de défaillance
- ✓ Recherche des causes

- ✓ Recherche des effets
- ✓ Recensement des détections

Phase b : évaluation de la criticité

- ✓ Estimation du temps d'intervention
- ✓ Evaluation des critères de cotation
- ✓ Calcul de la criticité

Phase c : proposition d'actions correctives

- ✓ Recherche des actions correctives
- ✓ Calcul de la nouvelle criticité

Etape 4 : synthèse

- ✓ Hiérarchisation des défaillances
- ✓ Liste des points critiques
- ✓ Liste des recommandations

a) La gravité G:

La gravité est le premier facteur de la criticité à définir, on commence par celui-ci car en fonction de sa note, on doit ou pas continuer l'AMDEC. Il faut définir la gravité d'une défaillance pour chacun des 4 points : la sécurité, la production, la qualité, l'impact environnemental. Si un des points a un score plus haut que les autres, on prendra la note la plus haute afin de faire ressortir le point critique.

b) La fréquence F:

Pour définir l'occurrence d'une panne, il faut se baser sur l'expérience propre, celle de l'opérateur ou des techniciens maintenance (historique de pannes). On peut aussi faire des comparaisons avec d'autres équipements connus relativement similaire.

III-2-2- Evaluation de la criticité : [13]

Cette phase d'analyse consiste à évaluer la criticité des défaillances de chaque élément à partir de plusieurs critères de cotation, pour effectuer cette évaluation, on utilise des grilles de cotation définies selon 3,4 ou 5 niveaux en s'appuyant sur :

- Les connaissances des membres du groupe sur les dysfonctionnements ;
- Les banques de données de fiabilités.

Il est possible de doser le poids relatif de chaque critère par des coefficients de pondération. Dans le cas où on utilise des grilles de cotations à 4 niveaux pour **F** et **D** et une grille à 5 niveaux pour **G**. ($C=F \times D \times G$, varie donc de 1 à 80).

Les défaillances peuvent alors être classées en deux catégories par comparaison avec un seuil de criticité admissible prédéfini **Clim**= **16** dans ce cas.

- Défaillances critiques pour lesquelles $C \geq \text{Clim}$;
- Défaillances non critiques pour lesquelles $C < \text{Clim}$.

III-2-3- Les grilles de cotation : [14]

Ces grilles proposent des choix possibles de critères selon le type du système à étudier :

Tableau 3.1. Grille de cotation de la fréquence sur 4 niveaux

Niveau de Fréquence : F		Définition des niveaux
Fréquence très faible	1	Défaillance rare : Moins d'une défaillance par an
Fréquence faible	2	Défaillance possible : Moins d'une défaillance par trimestre
Fréquence moyenne	3	Défaillance fréquente : Moins d'une défaillance par semaine
Fréquence forte	4	Défaillance très fréquente: plusieurs défaillances par semaine

Tableau 3.2. Grille de cotation de la gravité sur 5

Niveau de gravité : G		Définition des niveaux
Gravité mineure	1	Défaillance mineure : -arrêt de production inférieur à 2 heures. -aucune dégradation notable du matériel.
Gravité significative	2	Défaillance significative : -arrêt de production de 2 heures à 4 heures. -remise d'état de courte durée ou une petite réparation sur place nécessaire.
Gravité moyenne	3	Défaillance moyenne : -arrêt de fonction de 4 heures à 8 heures. -changement du matériel défectueux nécessaire.
Gravité majeure	4	Défaillance majeure : -arrêt de fonction de 8 heures à 12 heures. -intervention importante sur sous-ensemble.
Gravité catastrophique	5	Défaillance catastrophique : - arrêt de fonction supérieur à 12 heures. -intervention lourde nécessitant des moyens coûteux. -problème de sécurité du personnel ou d'environnement.

Tableau 3.3. Grille de cotation de la probabilité de non détection

Niveau de la probabilité de non détection : D		Définition des niveaux
Détection évidente	1	Défaillance détectable a 100%. -détection à coup sûr de la cause de défaillance. -signe avant-coureur évident d'une dégradation. -dispositif de détection automatique d'incendie.
Détection possible	2	Défaillance détectable : -signe avant-coureur de la défaillance facilement détectable mais nécessitant une action particulière de l'opération (visite, contrôle visuel).
Détection improbable	3	Défaillance difficilement détectable : -signe avant-coureur de la défaillance facilement détectable, nécessitant une action ou des moyens complexes (démontage ou appareillage).
Détection impossible	4	Défaillance indétectable. -aucun signe avant-coureur de la défaillance.

III-2-4- Proposition des actions correctives :

La proposition des actions correctives consiste à proposer des actions amélioratrices ayant pour but de faire chuter la criticité, et cela en agissant sur les critères de cotation F, G et D. On peut alors recalculer le niveau de la criticité et s'assurer que celui-ci est conforme au niveau souhaité. Pour chaque combinaison cause-mode-effet les actions correctives sont des moyens dispositifs, procédures ou documents permettant la diminution de la valeur d'un ou plusieurs niveaux.

Elles sont en trois types :

- Action de prévention de défaillance ;
- Action de détection préventive de défaillance ;
- Action de réduction des effets.

Les actions à engager selon le niveau de la criticité sont représentées sur le tableau, ci-dessous :

Tableau 3.4. Les actions à engager

Niveau de criticité		Action corrective
Criticité entre $1 \leq C < 12$	Criticité négligeable	Maintenance préventive systématique
Criticité entre $12 \leq C < 16$	Criticité moyenne	Amélioration des performances de l'élément Maintenance préventive systématique
Criticité entre $16 \leq C < 20$	Criticité élevée	Révision de la conception des sous-ensembles et choix des éléments pour surveillance particulière Maintenance préventive conditionnelle
Criticité entre $20 \leq C < 80$	Criticité interdite	Remise en cause complète de la conception

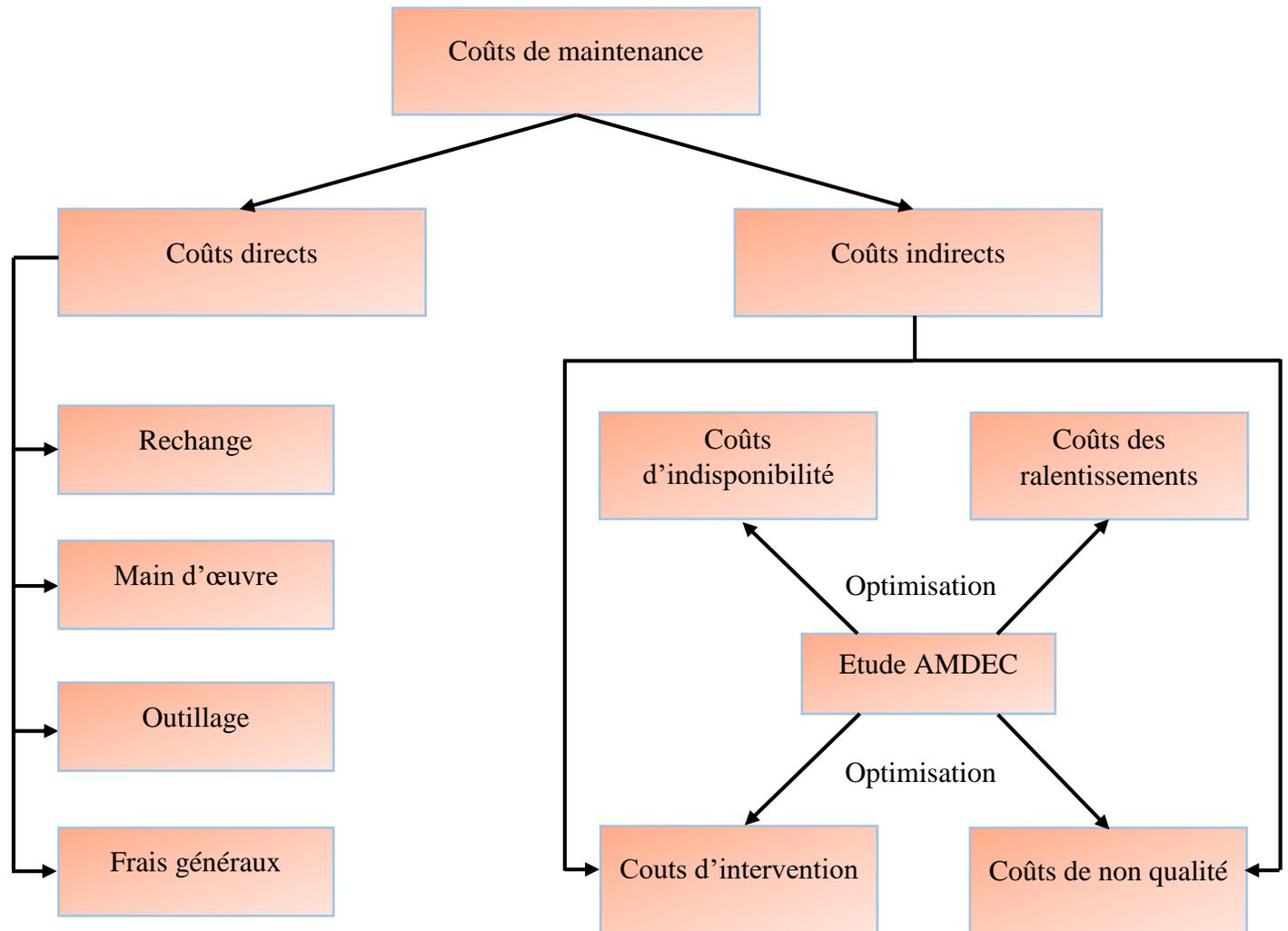


Figure 3.2. Méthode d'optimisation de la maintenance par AMDEC [15]

III-3- La méthode ISHIKAWA : [15]

III-3-1- Présentation :

Le diagramme d'ISHIKAWA , ou de causes à effet, est une représentation structurée de toutes les causes qui conduisent à une situation .Son intérêt est de permettre aux membres d'un groupe d'avoir une vision partagée et précise des causes possibles d'une situation .Le schéma comprend les facteurs causaux identifiés et catégorisés selon la règle des " 5M ".En effet ,il à été repéré que les facteurs causaux relèvent généralement de ces cinq catégories : La matière ou les matériaux ; le matériel employé ; le milieu ou le contexte ; les méthodes et la main d'œuvre. Il est possible dans certaines utiliser des catégories telles les moyens financiers et le management.

Selon Remi BECHELET, Enseignant chercheur à l'école Centre de Lille le diagramme d'Ishikawa est un outil des méthodes de résolution des problèmes. Introduit dans les chantiers navals Kawasaki dans les années 60 par le Japonais KAORU ISHAKAWA, le diagramme d'Ishikawa est de nos jours un des sept outils de base de management de qualité que sont :

- Les histogrammes ;
- Les diagrammes de Pareto ;
- Les feuilles de relevés ;
- Les cartes de contrôle ;
- Les diagrammes de flux/organigrammes ;
- Les diagrammes de dispersion.

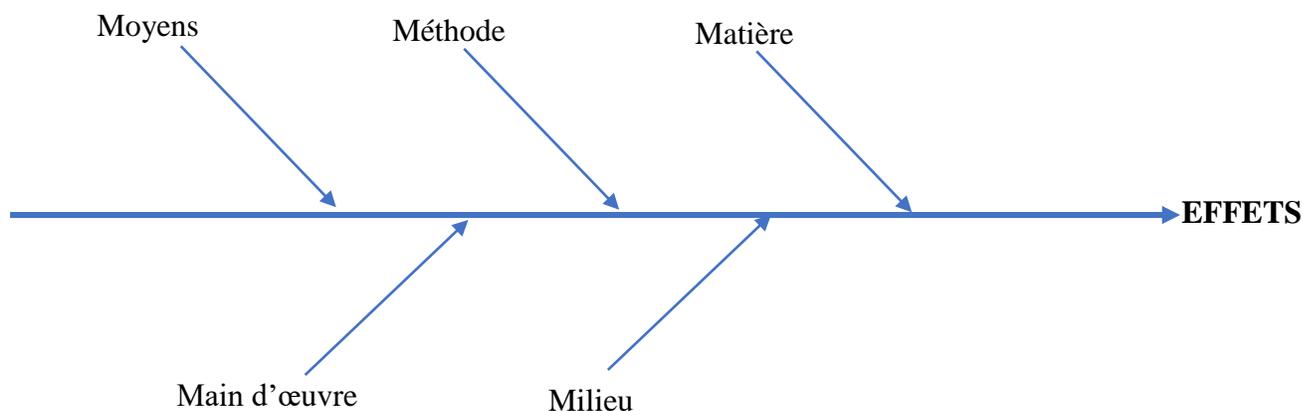


Figure 3.3. Diagramme Ishikawa [15]

Cette analyse peut être conduite de façon beaucoup plus spécifique pour un mode de défaillance particulier. Dans ce cas, il suffit de remplacer l'effet générique « Variation de la fiabilité » (au sommet de l'arête d'Ishikawa), par le mode de défaillance à étudier.

III-3-2- Mise en pratique :

De la même façon qu'une **AMDEC**, l'utilisation de cette méthode va demander l'intervention de tous les maillons de la chaîne maintenance. En effet, qui connaît mieux la machine que le technicien de maintenance, qui connaît mieux le milieu que l'opérateur de production, qui connaît mieux les moyens financiers que le superviseur de maintenance. Le rôle de ce dernier sera également d'animer les séances de réflexion ayant pour objectif de remplir le diagramme.

Bien qu'assez théorique à première vue, cette méthode permet de bien s'intégrer dans la résolution d'un problème et dans la recherche de pannes ou plus généralement de dysfonctionnements techniques.

Elle peut être mise en pratique dans plusieurs cas :

- Suite à une **AMDEC** faisant ressortir des problèmes particuliers sur un équipement ;
- Dans le cas de pannes récurrentes d'origine inconnue ; Appliquer Ishikawa de façon plus générique à l'ensemble des équipements d'un centre de production constitué d'un grand nombre de machines ne sera pas intéressant car c'est une méthode qui demande beaucoup de ressources humaines, de temps de réflexion et qui peut par conséquent vite devenir coûteuse.

Appliquer **Ishikawa** de façon plus générique à l'ensemble des équipements d'un centre de production constitué d'un grand nombre de machines ne sera pas intéressant car c'est une méthode qui demande beaucoup de ressources humaines, de temps de réflexion et qui peut par conséquent vite devenir coûteuse.

III-4- Le diagramme PARETO : [15]

Le diagramme de **Pareto**, également connu sous le nom de la loi des **80/20** est une méthode d'optimisation et de résolution de problème très connue dans le milieu industriel.

De façon générale, on s'aperçoit que dans la plupart des situations, **80%** des conséquences sont entraînées par **20%** des causes. Rapporté à la maintenance, cela signifie que **80%** des arrêts d'équipements vont être causés par seulement **20%** des causes de pannes référencées. Seulement, pour arriver à de telles conclusions, une analyse préliminaire est nécessaire, chose que nous allons détailler dans la suite à travers un exemple simple.

III-4-1- Construire un diagramme PARETO :

La construction du diagramme de Pareto va se faire en plusieurs étapes :

- Le recensement de la récurrence des pannes en fonction des causes.

On liste l'ensemble des causes de défaillance, et on y associe le nombre de pannes qui en sont les conséquences.

- On classe ensuite par ordre décroissant de récurrence les causes de défaillance.
- On réalise le cumul des causes de défaillance, puis on ramène cela en pourcentage du total des défaillances, de façon à faire apparaître en premier les causes les plus problématiques.
- On sélectionne les causes principales qui sont à l'origine de 80% des pannes matériels.
- Tracer le courbe pourcentage des valeurs cumulées de ces causes.

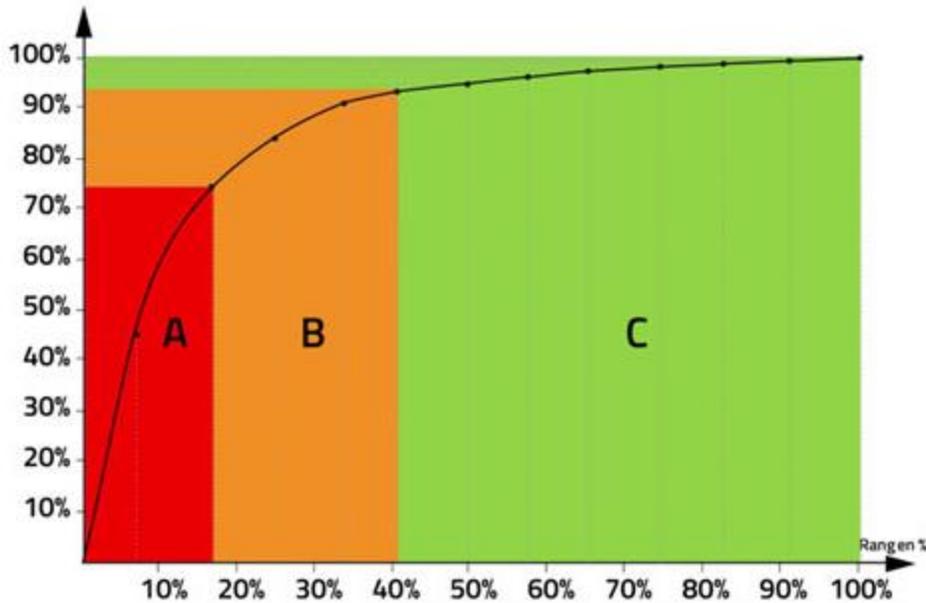


Figure 3.4. La courbe ABC (Diagramme de Pareto) [16]

III-4-2- Analyse des résultats :

Le travail d'analyse de causes peut s'avérer très utile afin de se focaliser sur les sources de pannes impactant le plus la production. Il suppose cependant un historique fiable et complet à partir duquel on pourra extraire des chiffres justes de façon à ne pas se tromper de direction dans la suite de la résolution des pannes.

III-5- La méthode AUTOMAINTEANCE: [12]

Par définition, l'AUTOMAINTEANCE est « la maintenance exécutée à l'endroit où le bien est utilisé et par les personnes qui utilisent ce bien ». Il s'agit avant tout de mettre en application des consignes permanentes de maintien de premier niveau des équipements. Cela comprend : - Les consignes de nettoyage, de propreté et de rangement ; - Les vérifications visuelles de l'état d'équipement à l'arrêt et en marche ; - La surveillance « sensible » du bon fonctionnement ; - La

surveillance de la normalité de paramètres à relever ; - Les procédures d'alerte en cas d'anomalies constatées ; - La maintenance curative de premier niveau ; - Les tâches simples de maintenance systématique ; - La saisie des informations inhérentes à ces tâches ; L'AUTOMAINTEANCE est basée sur la responsabilisation des opérateurs de production vis-à-vis de leurs équipements de travail et est schématisée dans le diagramme suivant :

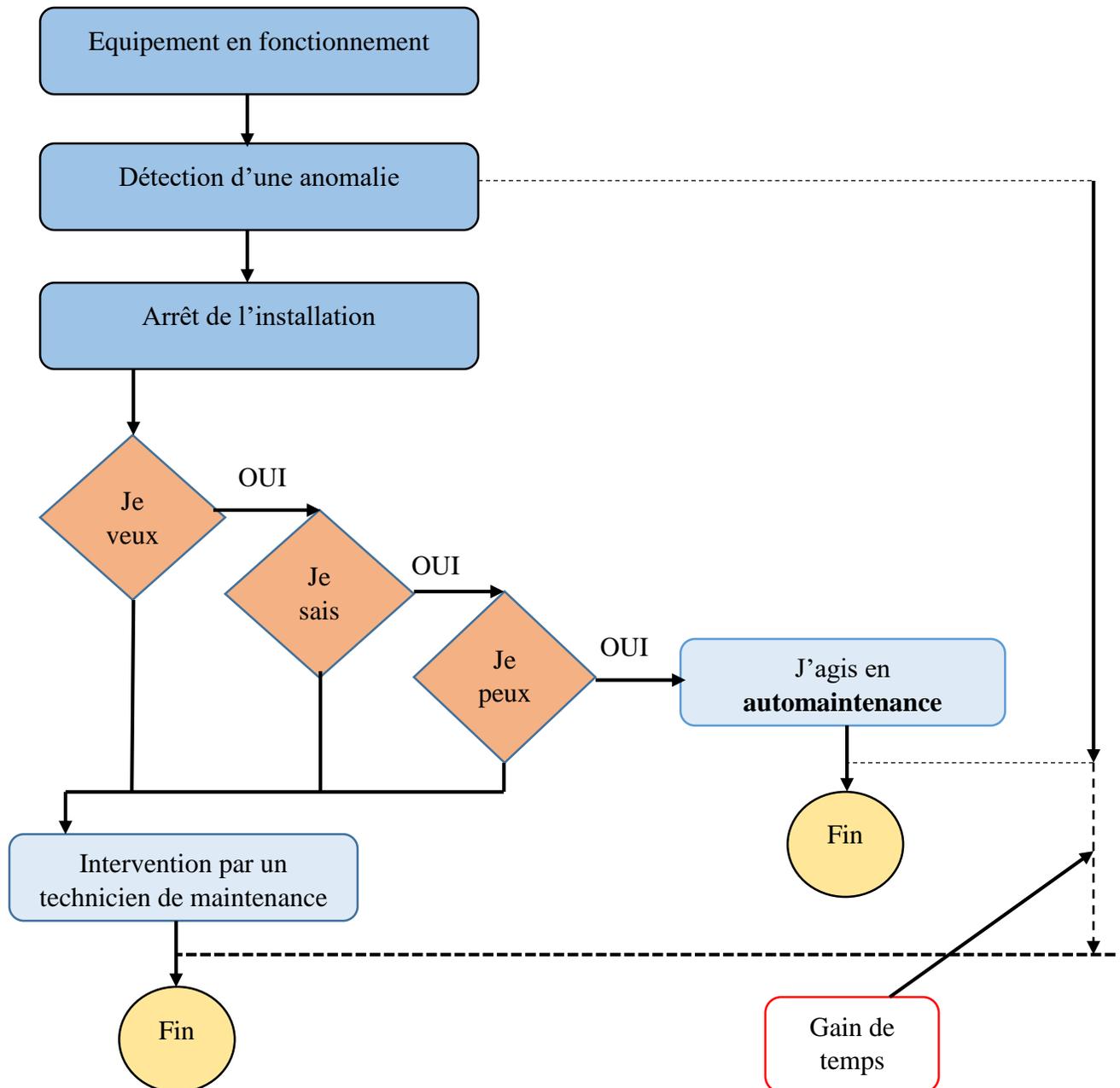


Figure 3.5. Diagramme AUTOMAINTEANCE

Comme on peut le voir, agir en AUTOMAINTEANCE va entraîner un gain de temps. Même si ce gain est élémentaire (car il va notamment s'agir de micro-arrêts, d'opération dites « rapides »...), multiplié plusieurs fois dans une journée, il s'agit d'un levier de performance qui peut se montrer au final fort intéressant. Ce gain passe également par la réduction des procédures administratives liées à la maintenance « classique », d'autant plus que les interventions d'AUTOMAINTEANCE sont généralement répétitives et beaucoup plus courantes que les pannes durables et plus graves. L'AUTOMAINTEANCE permet de sensibiliser et de responsabiliser le personnel de production face à son outil de travail. En effet, cette démarche demande une implication des opérateurs et un contrôle de leur propre travail. Il s'agit là d'encourager l'autocontrôle et d'orienter la maîtrise des équipements vers une attitude de soutien, d'équipe et de conseil. Enfin, l'AUTOMAINTEANCE, par la réalisation d'opérations simples directement effectuées par les opérateurs leur permet de mieux connaître les équipements de travail. L'observation, le contrôle systématique et les interventions de « petites » réparations permettent aux opérateurs de mieux appréhender les différents équipements, de mieux maîtriser leur exploitation et d'anticiper les défaillances après observations et analyses de signes avant-coureurs.

Les trois questions posées révèlent cependant des freins à l'AUTOMAINTEANCE :

- « Je veux » pose le problème de la motivation. Pour y remédier, il est nécessaire de mettre en place une implication directe des techniciens de production et un mode de travail en équipe.

- « Je sais » pose le problème de la compétence et de ses limites. En effet, le rôle premier des opérateurs n'est pas de réparer leurs outils de travail mais faire fonctionner leur outil de production. L'objectif étant pour chacun de devenir autonome, cette opération peut passer par des formations ou plus simplement par la réalisation de fiches de renseignements

- « Je peux » pose le problème de l'organisation et des moyens. Les opérateurs, pour effectuer des interventions d'AUTOMAINTEANCE doivent être disponibles. Il faut également qu'ils aient à leur disposition les outils nécessaires à la réalisation de leurs travaux. Une fois les opérations du « Je veux » et de « Je sais » passées, il serait effectivement dommage de finalement passer par la maintenance pour une simple question matérielle.

L'objectif est de passer au-delà de ces trois problèmes, par la mise en place rigoureuse d'une démarche d'AUTOMAINTEANCE, basée sur des outils concrets, sur une analyse pertinente des équipements et par l'implication des opérateurs dans ce travail. Cela passe d'un point de vue opérationnel par :

- L'analyse de la définition du métier des opérateurs ;
- La rédaction de consignes de maintenance autonome ;
- La rédaction de fiches d'AUTOMAINTEANCE ;
- La détermination de la fréquence des opérations de contrôle.

III-6- La méthode KAIZEN : [12]

III-6-1- Présentation :

Le mot **KAIZEN** est la fusion des deux mots japonais KAI et ZEN qui signifient respectivement « **changement** » et « **bon** ». La traduction française courante est « amélioration continue ». En fait, par extension, on veut signifier « analyser pour rendre meilleur ».

Le **KAIZEN** est un processus d'améliorations concrètes, simples et peu coûteuses réalisées dans un laps de temps très court. Mais le **KAIZEN** est tout d'abord un état d'esprit qui nécessite l'implication de tous les acteurs.

III-6-2- Démarche :

Cette démarche japonaise repose sur des petites améliorations faites au quotidien, constamment. C'est une démarche graduelle et douce, qui s'oppose au concept plus occidental de réforme brutale du type « on jette le tout et on recommence à neuf » ou de l'innovation, qui est souvent le résultat d'un processus de réingénierie.

En revanche, le **KAIZEN** tend à inciter chaque travailleur à réfléchir sur son lieu de travail et à proposer des améliorations. Donc contrairement à l'innovation, le **KAIZEN** ne demande pas beaucoup d'investissements financiers, mais une forte motivation de la part de tous les employés. En conséquence, plus qu'une technique de management, le **KAIZEN** est une philosophie, une mentalité devant être déployée à tous les niveaux de l'entreprise. La bonne mise en œuvre de ce principe passe notamment par :

- ✓ Une réorientation de la culture de l'entreprise.
- ✓ La mise en place d'outils et concepts comme les outils du **TQM** (gestion globale de la qualité), un système de suggestion efficace et le travail en groupe.
- ✓ La standardisation des processus.
- ✓ Un programme de motivation (système de récompense, satisfaction du personnel...).
- ✓ Une implication active du management pour le déploiement de la politique.
- ✓ Un accompagnement au changement, lorsque le passage au **KAIZEN** représente un changement radical pour l'entreprise.

III-6-2- Objectifs du KAIZEN :

- Simplification des flux.
- Amélioration de la qualité.
- Amélioration des délais.
- Amélioration de la productivité.
- Amélioration de la gestion des fournisseurs.
- Développement de nouveaux produits.

III-6-3- Conclusion :

La concurrence effrénée et la course à la compétitivité incitent l'entreprise à rechercher la qualité totale et surtout la réduction des coûts. La maintenance est ainsi devenue l'une des fonctions stratégiques de l'entreprise. Elle vise donc moins à remettre en état l'outil de travail qu'à anticiper ses dysfonctionnements.

CHAPITRE IV

*Application d'AMDEC sur la
pelle hydraulique CAT 390F*

Chapitre IV : Application d'AMDEC sur la pelle hydraulique CAT 390F L

IV-1- Introduction:

Cette étude a été réalisée dans le complexe SOMIPHOS Bir El Ater sur la pelle hydraulique CATERPILLAR 390F L qui est située au service DEMR en vue d'optimiser sa fiabilité, sa maintenabilité et sa disponibilité puisque aujourd'hui, l'intérêt économique de la fonction maintenance réside dans l'anticipation des anomalies potentielles, plus que dans les actions correctives, c'est-à-dire dans la maîtrise de l'ensemble des éléments du processus de fabrication. Dans ce contexte l'AMDEC constitue incontestablement un véritable outil d'optimisation des coûts de maintenance.

IV-2- Les étapes de l'AMDEC:

IV-2-1- Etape 01 :

1- Situation géographique :

La région de Djebel Onk est située au Sud – Est de l'Algérie, à 100 km de la Wilaya de Tébessa et à 20 km de la frontière Algéro–Tunisienne, sur la route qui relie Tébessa à El Oued (**Figure 4.1.**). Cette région constitue la limite géographique naturelle entre les hauts plateaux constantinois et le domaine saharien. Le massif de Djebel Onk forme un ensemble calcaire de 20 km de longueur qui culmine à 1198 m d'altitude au Djebel Tarfaya. Ce massif constitue l'extrémité orientale des monts de Nemencha qui prolonge vers l'Est le massif des Aurès. Les altitudes les plus basses au pied du Djebel Onk sont d'environ 635m.

La région de Djebel Onk est subdivisée en 5 secteurs miniers : (**Figure 4.1.**)

- Gisement de Djemijema,
- Gisement de Kef Essenoun,
- Gisement de Djebel Onk Nord,
- Gisement d'Oued Betita,
- Gisement de Bled El Hadba

Le climat est subaride, caractérisé par un régime continental avec deux saisons très nettes ; un hiver froid et rigoureux et un été où les températures peuvent dépasser 45°C. Les précipitations sont peu abondantes avec une moyenne de 300 mm / an.

La population est peu dense. Sa situation économique s'est améliorée grâce à l'installation du complexe minier de Bir El Ater ; ce qui a contribué à l'agrandissement et au développement de la ville.

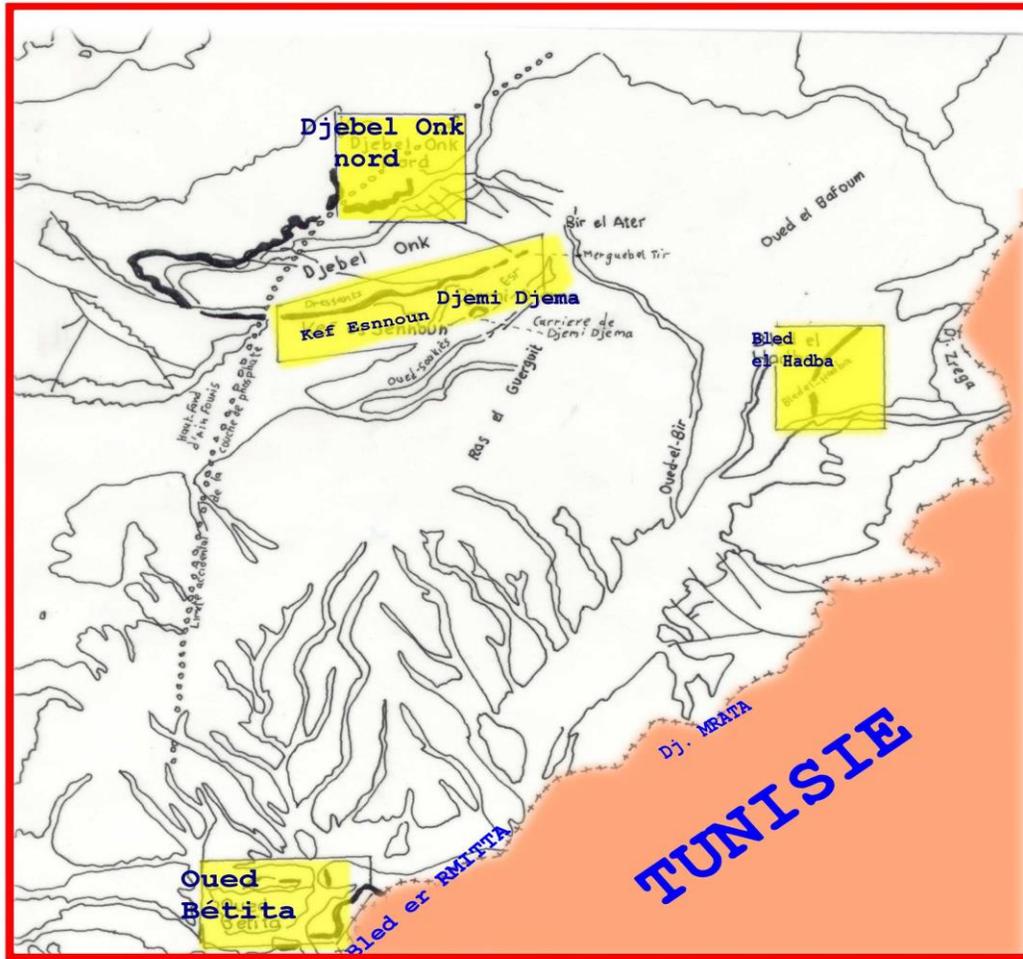


Figure 4.1. Carte de situation géographique et géologique des gisements de Djebel Onk (D'après Prian et Cortial, 1993)

2- Historique et dates importantes de la mine :

Les phosphates Algériens ont été découverts à BOUGHARI par PH.THOMAS en 1873.

Dans la période (1907 -1908) L.JOLEAU à découvert le gisement de Djebel Onk, des informations plus complètes ont été présentées par D.DUSSERT, mais surtout FLANDRIN en 1948 qui contribua à l'apport des nouvelles plus détaillées.

Ce n'est qu'en 1931 que ces phosphates font l'objet d'une première concession par la compagnie des phosphates de CONSTANTINE qui était le principal producteur en Algérie suite à laquelle fût créer la société S.D.O en 1936.

De 1961 à 1963, des essais de prospection radio métrique aéroportée sont effectués au-dessus du gisement de Djebel Onk.

En 1963, les études géologique et minière précédant l'exploitation du gisement de Djami Djema sont réalisées par la société SERMI, pour la société de DJEBEL-ONK (rapports de G.RANCHIN, 1963, A.B.C) parallèlement, la société française SOFREMINE (1962 rédige un avant-projet d'exploitation du gisement de KEF ESSENOUN).

Ce n'est qu'en mois de Février 1965 que débute l'exploitation de Djemi Djema (SOCIETE DU DJEBEL-ONK) qui aurait dû relayer, en 1963, la fin de l'exploitation de DJEBEL-KOUIF commencée en 1894.

En 1971 à 1974, les travaux de recherche et de prospection sur les phosphates dans l'Est de l'Algérie qui ont été relancé par la SONAREM, sont suivis par une campagne de prospection et d'évaluation du district minier de Djebel Onk. (1977 - 1979) : S-3 - K, S-4 - K, S-5 - K. Tranchées dans les dressants.

De 1985 - 1987, l'EN FERPHOS a confié à l'EREM des travaux de recherche et d'évaluation des ressources en phosphate de tous les gisements potentiels de la région du Djebel -Onk, notamment le gisement de KEF ESSENOUN a été reconnu en détail par l'EREM au cours de l'année 1986, grâce à 32 sondages carottés notés S-2 à S-46 réalisés à la maille de 250 x 300 m et 22 tranchées réalisées dans les dressants de KEF ESSENOUN, notées Tr 22 à Tr 44.

En Novembre 1989, l'EN FERPHOS fait connaître son cahier des charges pour des études de développement du Complexe minier de Djebel Onk.

En Avril 1992, signature du contrat entre l'EN FERPHOS et le consultant BRGM/SOFREMINE concernant le rassemblement des éléments techniques et économiques permettant d'arrêter un projet de développement de l'exploitation des gisements de phosphate de Djebel Onk.

En 1993, BRGM a fourni un rapport d'expertise géologique de tous les gisements de Djebel Onk.

3- Organigramme de l'entreprise :

DCM : Direction du Complexe Minier

Sécurité préventif : DSP (garde qui assure la sécurité du complexe du danger extérieur)

Sécurité industrielle : assure la sécurité à l'intérieur du complexe

Service personnel : la gestion administrative des personnels

- formation
- section paie.
- section sociale

Service comptabilité : gestion financière du complexe.

Contrôle de gestion (comptabilité analytique)

MGX : Service Moyens généraux :

- cantina (restaurant), hôtel, social, coopérative

RMQE : Responsable Management Qualité et Environnement ISO 9001-14001

1. Direction extraction : extraire le phosphate du gisement et le transport au concasseur.

- Abattage : stérile, Phosphate
- Carrière : Chargement, Transport
- Sous-produit (n'est pas lié à la production)
 - Vente sable
 - Vente ferrailles
 - Vente pièce de rechange stocke morts
 - Vente entière des engins reformés

2. Direction traitement :

- Voie sèche : Il s'occupe de la production du produit dépoussiéré.
- Voie humide : Il s'occupe de la production du produit débourbé lavé.

3. Direction de la maintenance :

*- **D.E.M.R** : Département Entretien Matériel Roulant : (Bulls, Camions, Chargeuses, Pelles, Sondeuses.....).

- BPM : Bureau préparation et méthodes
- EPGR : Entretien préventif et grosses réparations.
- Entretien Chantier extérieur.
- VL/PL : Véhicules légers et poids lourds.
- Rénovation (électrique et refroidissement).

*- **D.E.M.F** : Département entretien matériel fixe (concasseur, broyeur....)

- BPM : Bureau préparation et méthodes.
- ENT /Mécanique : Réparation mécanique.
- Electrique: Réparation électrique.
- Infrastructures:
- Fours: réparation fours
- Génie : génie civil
 - Maintenance infrastructure
 - Construction

*- **D.E.D** : Département Etude et Développement

- EGM : Etude Géologique Minière
- Carrière
- Enrichissement :
Usine chaîne de traitement

Services liés à la DT :

- 1) Appris et achats : Approvisionnement et Achats
- 2) Magasins Généraux : Gestion de stocks
- 3) Bureau technique :
 - ❖ Statistique
 - heures de marche
 - production
 - ❖ PARC

Rôle du BPM:

La préparation à un grand rôle à jouer. En effet le bureau de préparation est chargé de :

- 1) - La tenue des dossiers entretien machines.
- 2) - La préparation des dossiers réparation.
- 3) - L'établissement des bons de sortie.
- 4) - La préparation des demandes d'achats exceptionnels.
- 5) - Le contrôle de ventilation des bons.
- 6) - La décision de travail ou proposition de réforme.
- 7) - L'établissement du PEP (PLAN ENTRETIEN PREVENTIF)
- 8) - Suivi des travaux.
- 9) - Elaborations des cahiers des charges.
- 10) - Préconisation de la pièce de recharge.

ORGANIGRAMME :

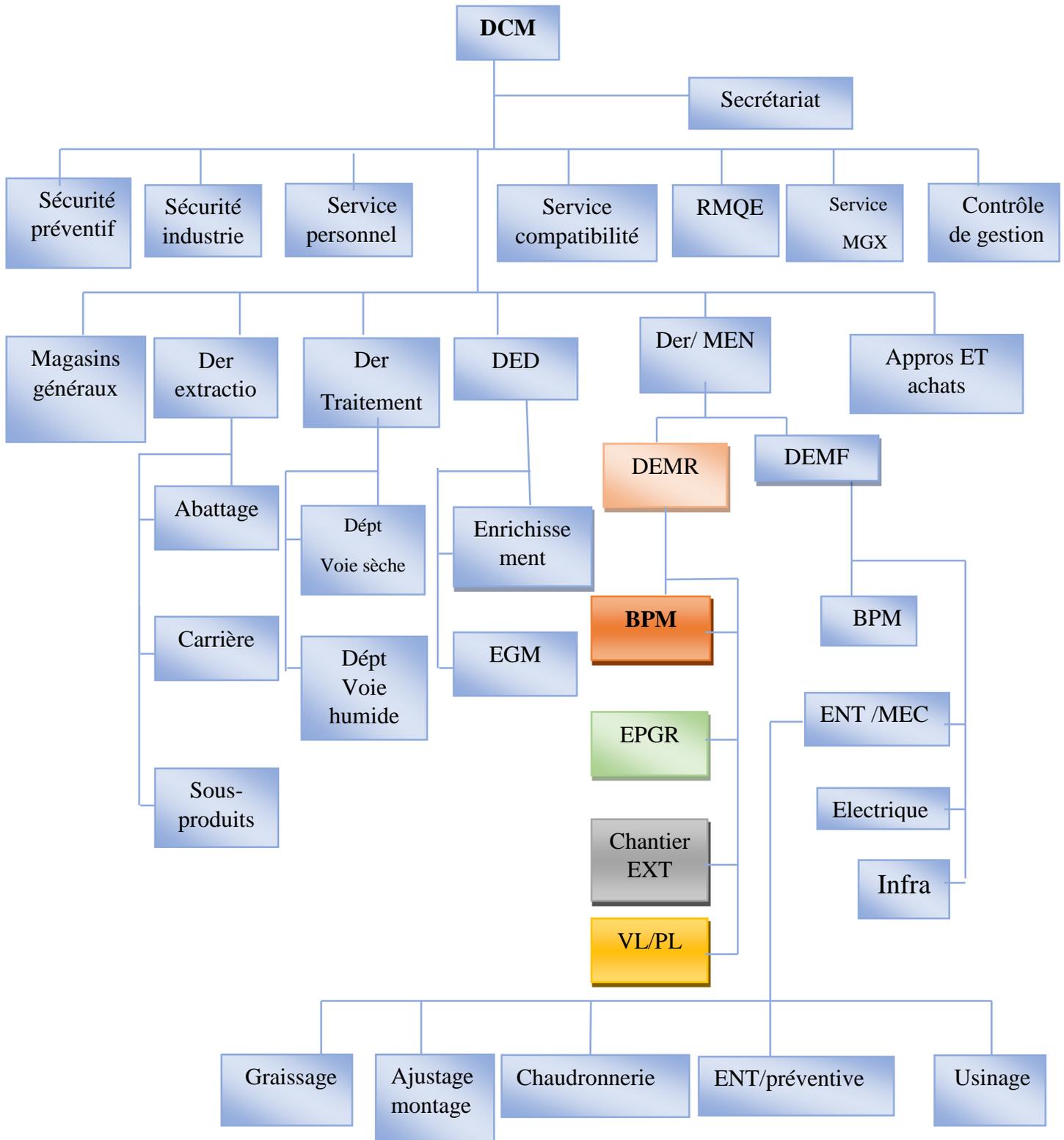


Figure 4.2. Organigramme de complex de Djebel Onk

IV-2-2- Etape 02 :

1- Description de la pelle hydraulique CAT 390 F :

Le Moteur C18 de la machine n'est pas seulement conforme à la norme européenne Niveau IV, il est capable en outre de vous apporter toute la puissance, le rendement énergétique et la fiabilité dont vous avez besoin pour réussir.

Une puissance exceptionnelle grâce au circuit hydraulique. Vous pouvez ainsi déplacer des tonnes de matériau toute la journée avec une vitesse et une précision impressionnantes. En fait, le circuit hydraulique et le moteur travaillent ensemble pour maintenir la consommation de carburant à un minimum absolu, et ce sans impacter votre productivité.

Lorsque l'on ajoute à cela un poste de conduite silencieux assurant confort et productivité, des points d'entretien pratiques facilitant et accélérant l'entretien courant et les nombreux outils de travail Cat capables de s'adapter à un grand nombre de travaux différents, difficile de trouver une machine de 90 tonnes plus performante.



Figure 4.3. Pelle hydraulique CAT 390 F



Figure 4.4. *Pelle hydraulique CAT 390 F*

2- Caractéristiques techniques de la pelle hydraulique CAT 390 F :

Numéro intérieure : **625**

Date de 1ère mise en service : **2016**

Marque : **CATERPILLAR**

Type : **390F L**

Genre : **PELLE HYDRAULIQUE**

Série : **GAY00212**

Poids total : **92 020 Kg**

Contenance du godet : **6.0 m³**

Moteur : **CATERPILLAR** modèle : **C18**

Puissance : **391KW (532Ch)** N° de série : **TXW01596**

Transmission : **W** model : **426-15-31001**

Série : **1067986**

Convertisseur : model : **711-59-31002** séries : **106458**

Pont avant : model : **KWA036W-7**série : **10117**

Pont arrière : model : **KWA036 W-8**série : **10117**

Alternateur : model : **600-821-9381**série : **PK014 24V/50A**

Godet : type **ROCHE, BORD en V** avec dents capacité **6.1M³**

Cabine : type **ROPS/FOPS**, avec tableau de bord complet et climatiseur

Moteur :

Modèle de moteur : C18 ACERT Cat

Puissance : 405 kW (551 CH)

Puissance nette : 391 kW (532 CH)

Alésage : 145 mm

Course : 183 mm

Cylindrée : 18,1 l

Poids en ordre de marche :

Minimum : Configuration de portée 86 275 kg

Maximum : Configuration de creusement intensif 92 020 kg

Entraînement :

Vitesse de translation maximale : 4,5 km/h

Effort de traction à la barre d'attelage maximal : 590 KN

Chaîne

Standard : 900 mm

Nombre de patins par côté : 51

Nombre de galets inférieurs par côté : 9

Nombre de galets supérieurs par côté : 3

Mécanisme d'orientation

Vitesse d'orientation : 6,2 tr/min

Couple d'orientation : 260 KNm

Contenances

Contenance du réservoir de carburant : 1 240 l

Circuit de refroidissement : 74 l

Huile moteur : 60 l

Réducteur d'orientation (chacun) : 19 l

Réducteur (chacun) : 21 l

Capacité en huile du circuit hydraulique (réservoir compris) : 997 l

Huile de réservoir hydraulique : 813 l

Circuit hydraulique

- **Circuit principal, débit maximal (total)** :

Équipement : 952 l/min

Translation : 1 064 l/min

- **Pression maximale** :

Équipement, normal 35 000 kPa

Translation : 35 000 kPa

Orientation : 35 000 kPa

- **Circuit pilote :**
 - Débit maximal : 67 l/min
 - Pression maximale : 4 à 4,4 MPa
- **Vérin de flèche :**
 - Alésage 210 mm
 - Course 1 967 mm
- **Vérin du bras :**
 - Alésage : 220 mm
 - Course : 2 262 mm

Dimensions

Toutes les dimensions sont approximatives. (m)

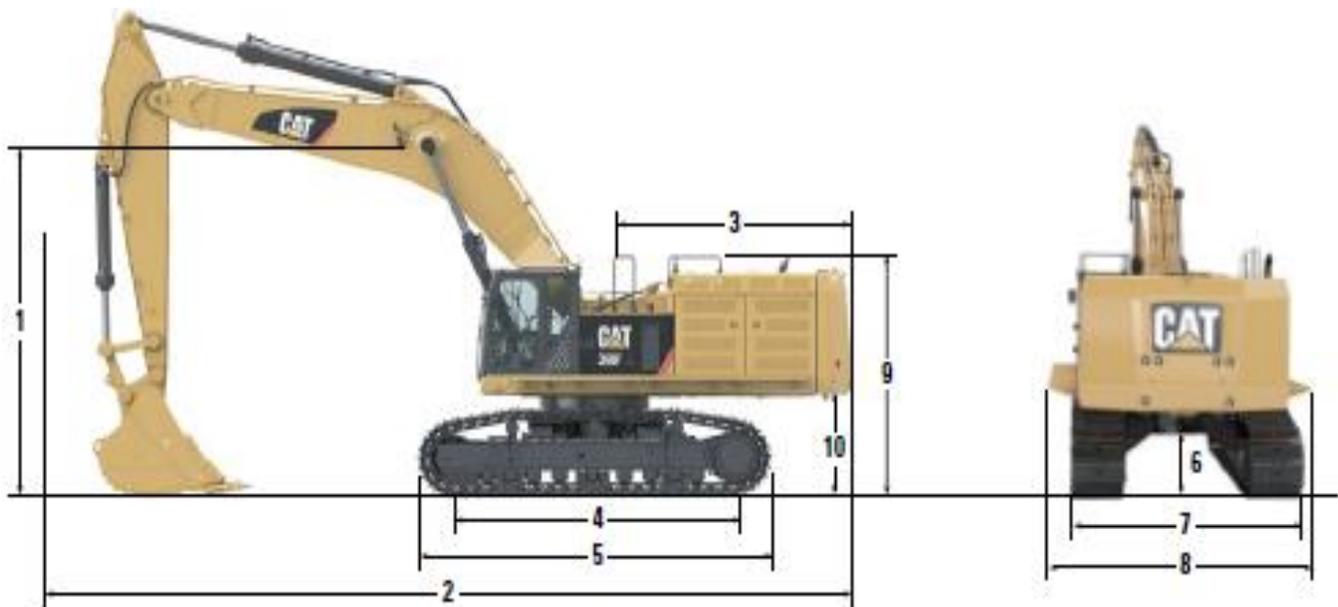


Figure 4.5. Dimensions Pelle Hydraulique CAT 390F

Tableau 4.1. *Dimensions Pelle Hydraulique CAT 390F*

Options de flèche	Flèche pour creusement intensif 7,25 m	
Options de bras	M3,4 m	M2,92 m
1 Hauteur en ordre d'expédition	5 310	4 890
2 Longueur en ordre d'expédition	13 550	13 690
3 Rayon d'encombrement arrière	4 700	4 700
4 Longueur au centre des rouleaux	5 120	5 120
5 Longueur des chaînes	6 358	6 358
6 Garde au sol	900	900
7 Voie des chaînes (rétractée)	2 750	2 750
Voie des chaînes (étendue)	3 510	3 510
8 Largeur de transport		
Patins 650 mm	4 160	4 160
Patins 750 mm	4 260	4 260
Patins 900 mm	4 410	4 410
9 Hauteur du garde-corps	3 830	3 830
10 Hauteur du contrepoids	1 640	1 640
Type de godet	SDV	SDV
Capacité du godet	6,0	6,0
Rayon aux pointes du godet	2 505	2 505

Plages de fonctionnement

Toutes les dimensions sont approximatives :

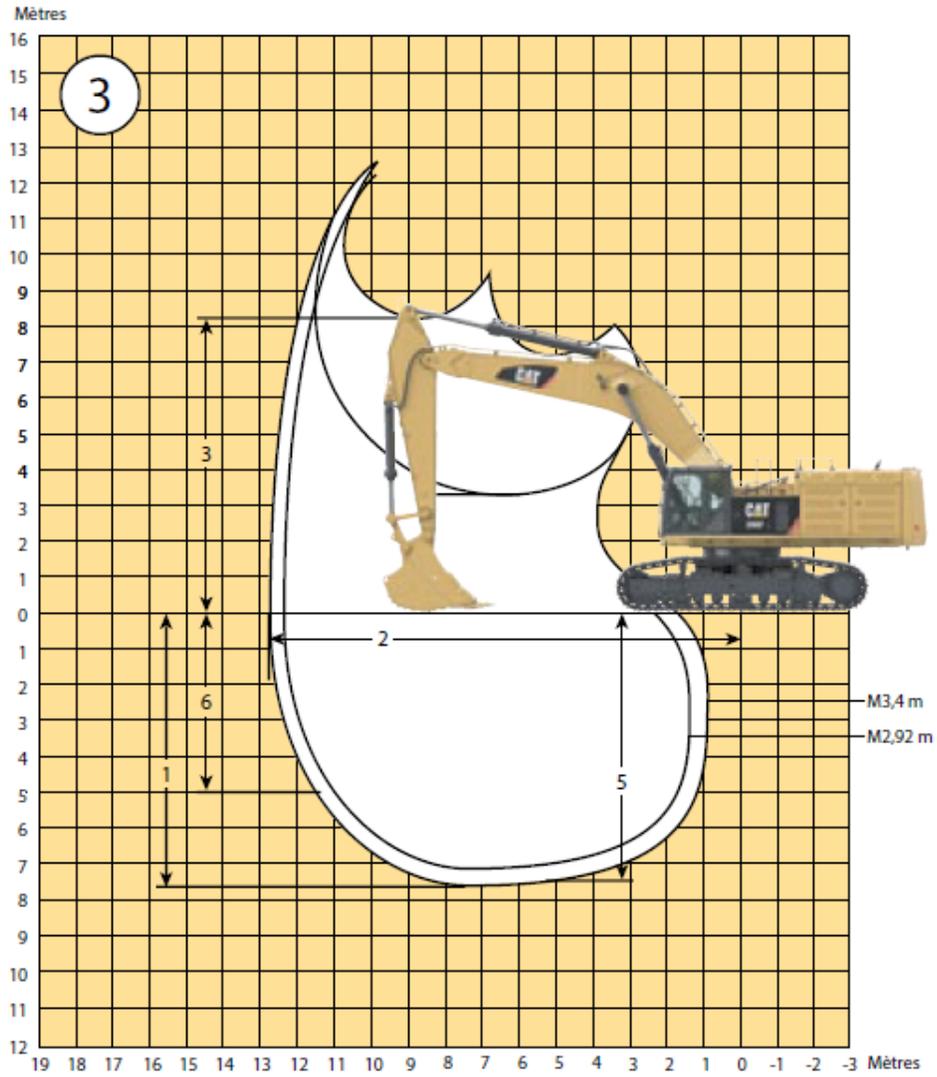


Figure 4.6. *Plages de fonctionnement*

3- Les formes de maintenance adoptée par l'entreprise :

A-Maintenance corrective :

- ❖ Le dépannage sur chantier dans le cas de petits problèmes en raison de remise en état des organes défaillants ;
- ❖ La réparation au niveau des ateliers ou au chantier par les équipes d'interventions en vue d'une remise en état définitif.

B-Maintenance préventive :

- ❖ La maintenance conditionnelle basée sur l'analyse vibratoire et l'analyse d'huile ;
- ❖ Maintenance systématique qui comprend.

C- Les entretiens systématiques :

Sont effectués selon des périodicités fixes préconisées par le service maintenances et qui regroupe les travaux suivants :

- ❖ Graissage ;
- ❖ Nettoyage ;
- ❖ Lubrification ;
- ❖ Vidange d'huile ;
- ❖ Contrôle du niveau d'huile ;
- ❖ Resserrage des boulons.

Ces opérations de maintenance systématique sont appliquées par le mécanicien ou une équipe d'intervention pour éviter la dégradation de la machine.

- ❖ **Les check listes mécaniques :** Ce sont des contrôles quotidiens effectués avant chaque démarrage de la machine.
- ❖ **Les révisions générales :** Après un cumul des heures de marches données, la machine est totalement révisée.

IV-2-3- Etape 03 :

1- Statistiques des heures de pannes du parc de chargement :

Les statistiques des heures pannes, arrêt et entretien dans la durée 01/01/2019 jusqu'au 31/12/2019 au pour les pelles hydrauliques :

Tableau 4.2. *Distribution des heures de panne (pelles)*

Les arrêts (h) Ensembles	Mécaniques	Electriques	Autres	Total
Pelle hyd. CAT 390F (Acquise en 2016)	1396	740	31	2167
Pelle hyd. CAT 390D (Acquise en 2014)	1203	720	28	1951
Pelle hyd. LIEBHERR R974C (Acquise en 2015)	958	607	44	1609

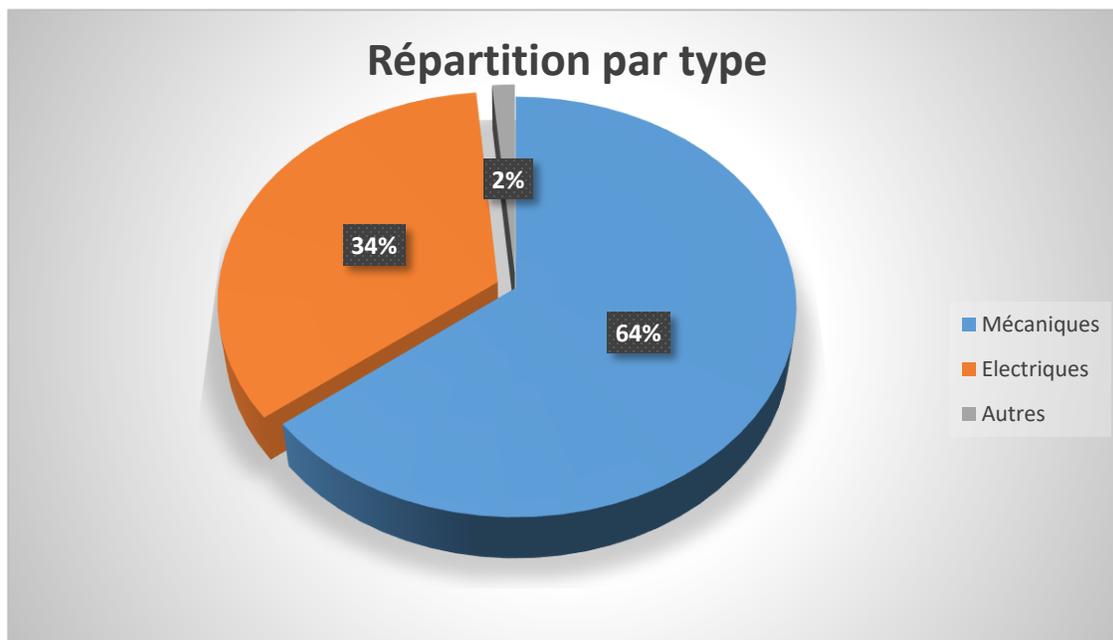


Figure 4.8. *Répartition des pannes de la pelle CAT 390F par type*

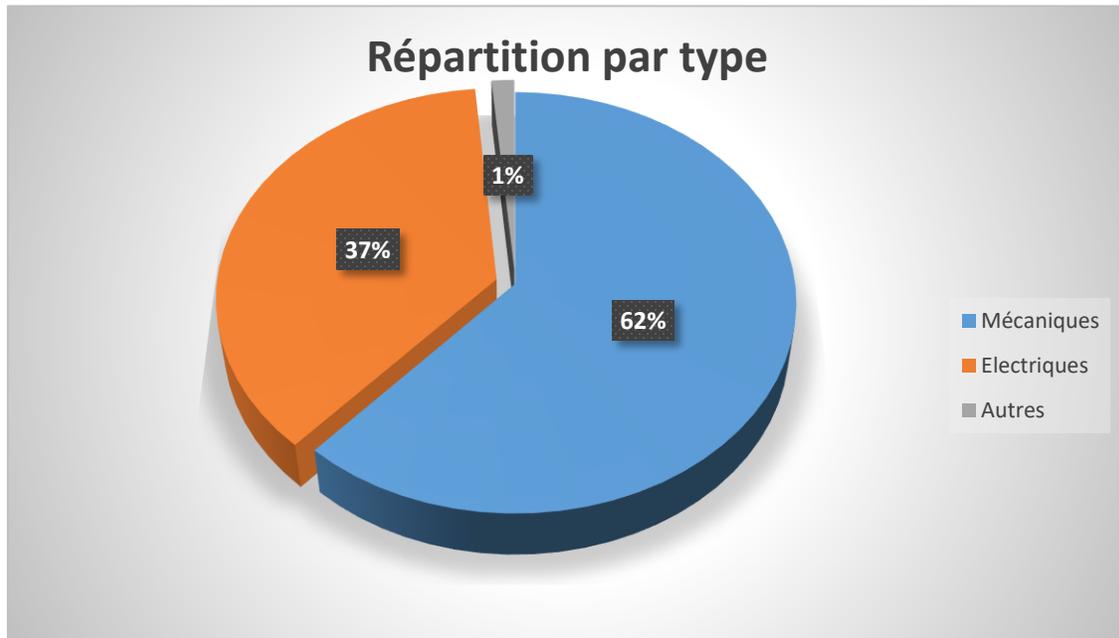


Figure 4.9. Répartition des pannes de la pelle CAT 390D par type

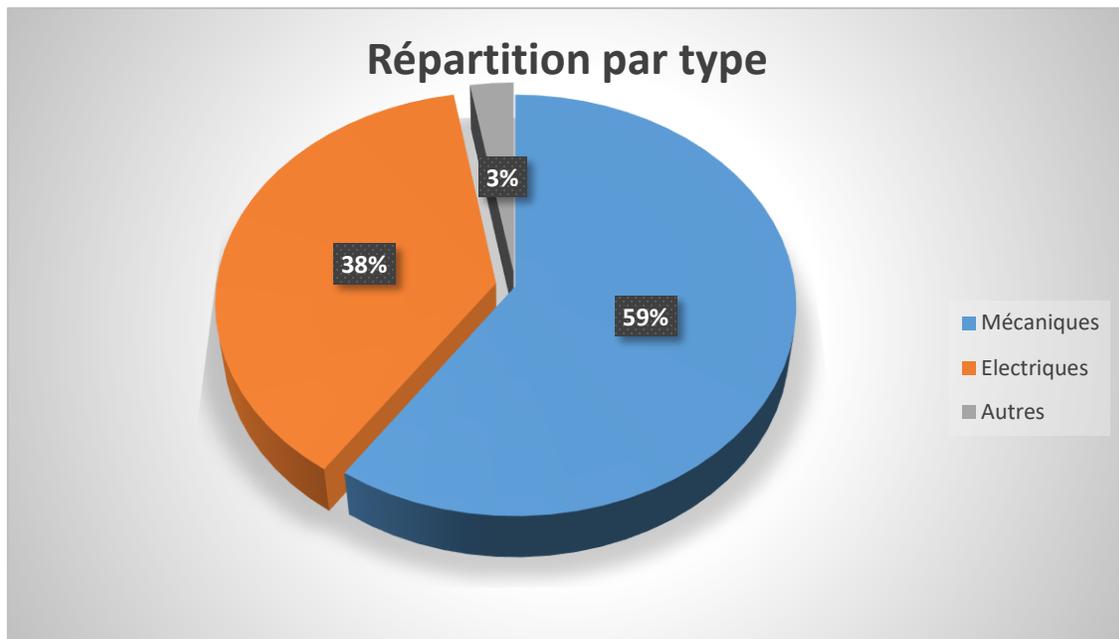


Figure 4.10. Répartition des pannes de la pelle LIEBHERR R974 C par type

Depuis le tableau précédent (Tableau 4.2.) on constate que la pelle CAT 390F à le plus grand nombre d'heures de pannes malgré qu'elle est la plus neuve comparé aux autres pelles. Pour cela on va analyser et traiter les causes de ces pannes par la méthode AMDEC.

Tableau 4.3. Les heures de pannes par mois de la pelle CAT 390F année 2019

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Heures de pannes	180	165	159	192	206	272	250	242	238	90	88	81

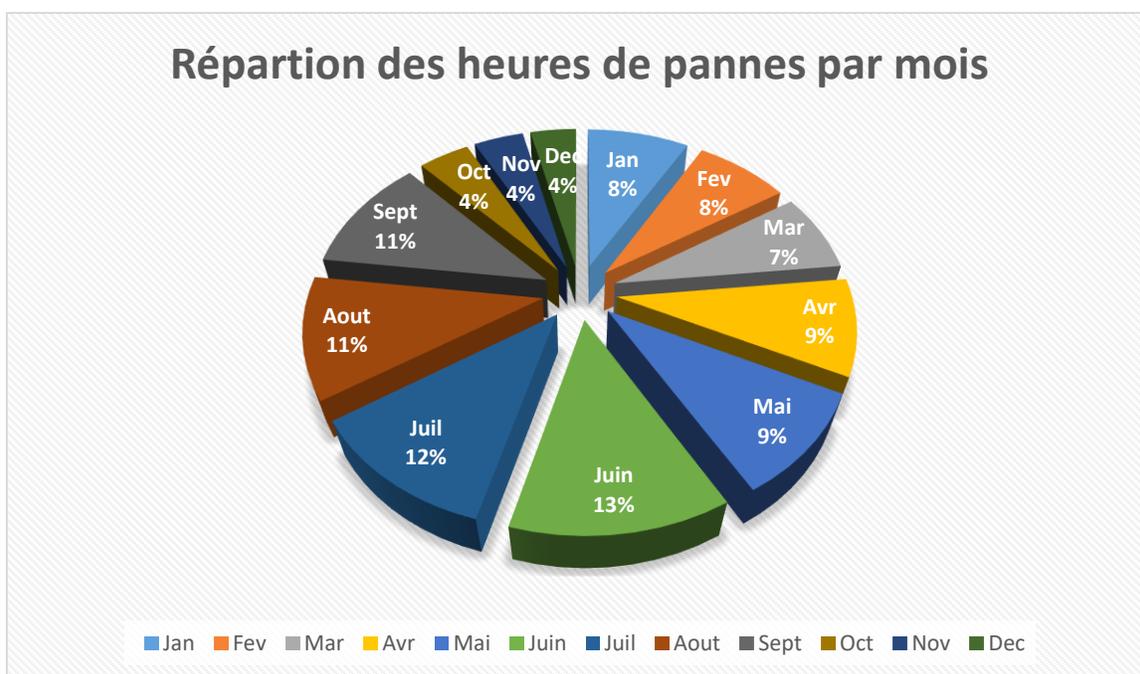


Figure 4.11. Répartition des heures de pannes par mois

Depuis le tableau, on remarque que les pannes tombées dans les mois de Juin, Juillet et Aout sont importantes. Cela revient à des raisons climatiques telles que les températures élevées et la poussière excessive.

2- Analyse du plan de maintenance actuel de la pelle hydraulique CAT 390F :

Après avoir défini les différents types de maintenance, il est impératif avant de se lancer dans l'analyse des données statistiques d'étudier celle adoptée actuellement par le service maintenance, Pour cette partie nous nous sommes basés sur les données acquies pendant la période du 01/01/2019 jusqu'au 31/12/2019. Ces données sont résumées dans les tableaux suivant:

Tableau 4.4. *Type de maintenance actuel de la pelle CAT 390F année 2019*

Plan de maintenance	Conditionnelle	Corrective	Systématique	Amélioration	Total
Temps(h)	73	465	1629	0	2167
Temps(%)	7.86	92.01	0.13	0	100

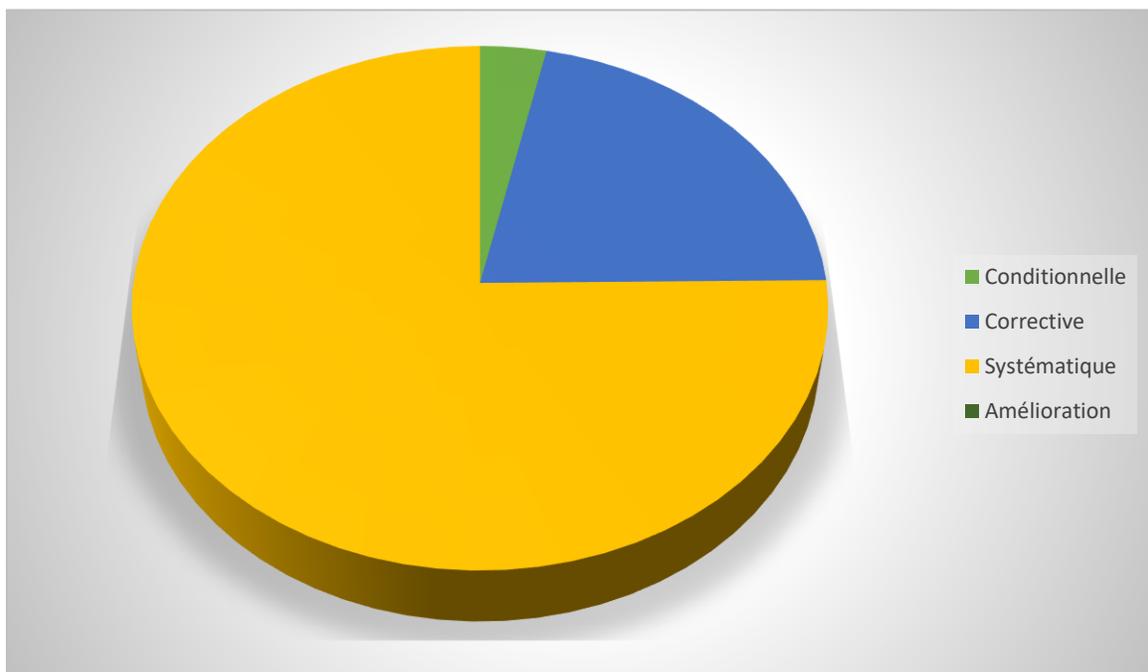


Figure 4.12. *Plan de maintenance actuel du Pelle Hydraulique CAT 390F année 2019*

D'après ce tableau on peut conclure que la maintenance systématique domine les autres types de maintenance.

3- Répartition des heures de marches et heures d'arrêts non planifié :

Tableau 4.5. Heures de marche et pannes année de la pelle CAT 390F année 2019

Heures de marche	Heures de panne	Heures d'arrêt (planifié)
3486	2167	2642
42.03%	26.12%	31.85%

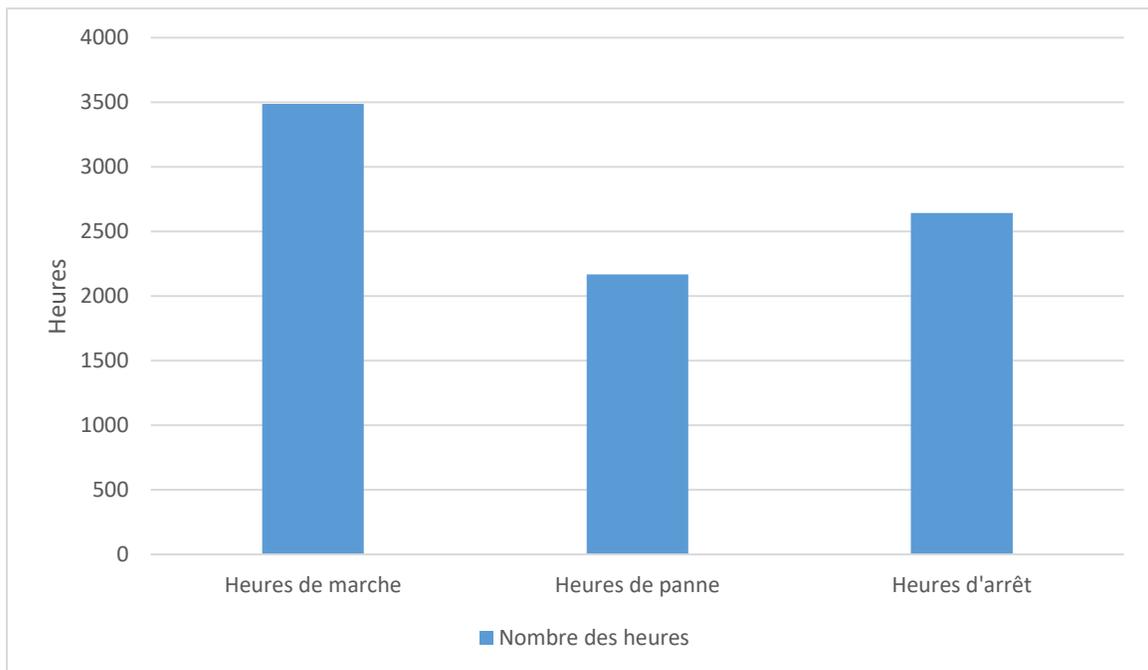


Figure 4.13. Heures de marche, panne et arrêt planifié de la pelle CAT 390F année 2019

IV-2-3-1 Etude de diagramme de PARETO :

A.1. Partage de la machine :

Pour simplifier cette étude statistique, les systèmes de la machinent été subdivisés en plusieurs systèmes fonctionnels:

Moteur et ses éléments connectés :

Entraîne les pompes, comprend la boîte à vitesse et commande de la vitesse et de puissance...

Circuit hydraulique :

Comprends : les pompes (à carburant, la pompe d'injection). Les vérins hydrauliques d'alimentation, les filtres et les valves ...

Circuit de chargement :

La timonerie avant, comprend le châssis de charge qui se consiste du godet, la flèche, les axes de godet)

Circuit de fonctions auxiliaires :

Comprends les chenilles, paliers-supports, les boulons et les écrous

Le tableau suivant comprend les nombres de panne et les heures de panne :

Tableau 4.6 *Nombre et heures de panne de sous-ensemble*

Sous-ensembles	Nombre des pannes	Les heures des pannes(h)
Moteur et ses éléments connectés	6	1036
Circuit hydraulique	10	645
Circuit de chargement	12	144
Circuit de fonctions auxiliaires	10	97

Tableau 4.7. Cumul des heures de panne en pourcentage

Sous-ensembles	Nombre des pannes	Cumul des pannes	Des pannes cumulées %	Heures des pannes	Cumul des heures	Cumul des heures %
Moteur et ses éléments connectés	5	5	9.25%	1036	1036	47.8%
Circuit hydraulique	6	11	20.37%	645	1681	77.57%
Circuit de chargement	19	30	55.55%	289	1970	90.9%
Circuit de fonctions aux	24	54	100%	197	2167	100%

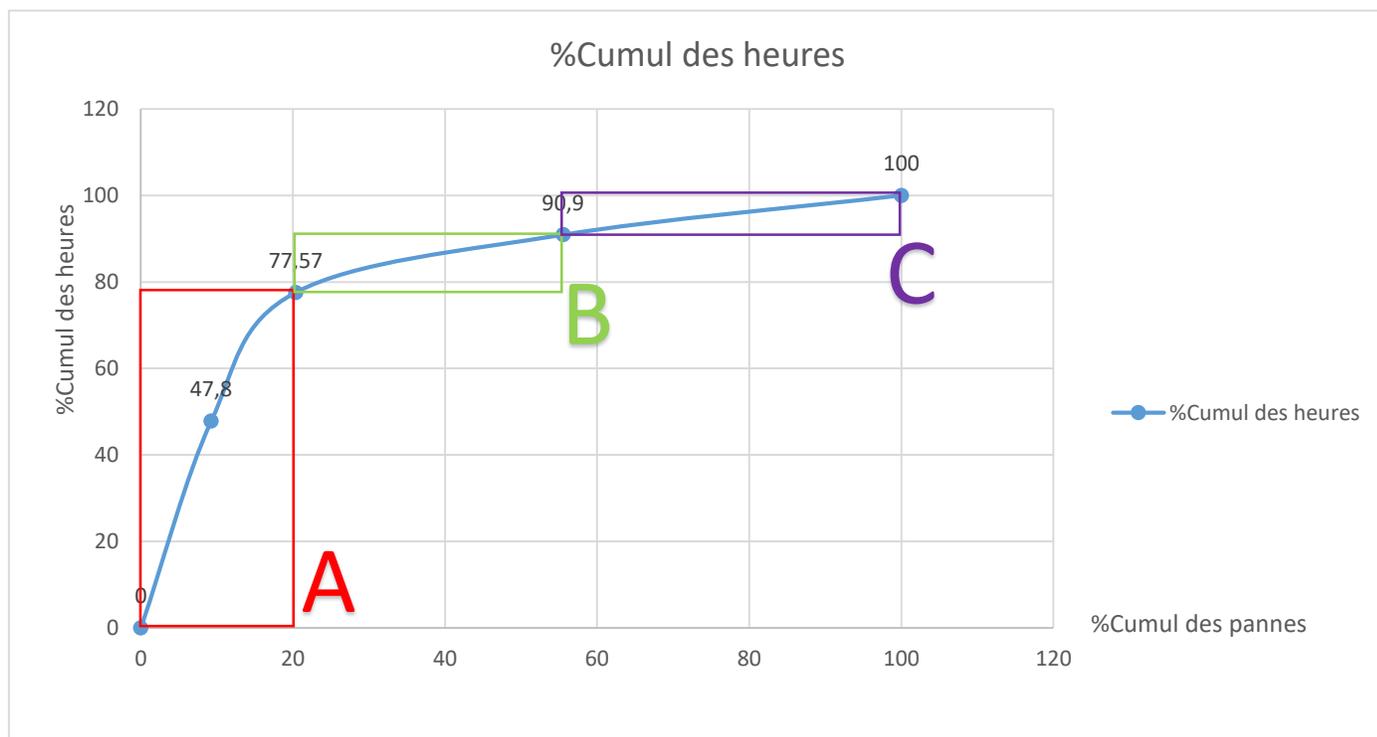


Figure 4.14. Diagramme de Pareto

Interprétation du diagramme de Pareto:

La zone A:

Nous montre que 20.37% des sous-ensembles occasionnent 77.57% des temps de panne ; il s'agit des équipements: Moteur d'entraînement, Circuit d'avance et de forage et Circuit hydraulique donc une attention particulière devrait être réservée à cette zone.

La zone B:

Ensuite nous avons la zone **B** qui indique 35.18% des sous-ensembles sont à l'origine de 13.33% des temps d'arrêts ; il s'agit de Circuit d'air comprimé.

La zone C:

En fin nous avons la zone C constituée de Circuit auxiliaire qui occasionnant seulement 9.1% des temps d'arrêts.

NB: Les équipements appartiennent au un même sous ensemble sont interdépendantes, le dysfonctionnement d'un équipement entraine la perte de production de l'ensemble. Le dysfonctionnement d'un sous ensemble entraine également la perte de production de la mine entière.

IV-2-3-2 Recherche des causes racines (Diagramme ISHIKAWA) :

Après l'étude du graphe de Pareto, nous avons cherché à comprendre pourquoi les heures de panne de ces trois sous-ensembles sont énormes. Pour cette raison, nous avons opté pour l'étude du diagramme d'Ishikawa.

Pour atteindre notre objectif, il faut connaître toutes les causes qui peuvent donner naissance des pannes à savoir "les cinq M": Matériels, Matières, Méthode, Main-d'œuvre et Milieu, Pour déduire les causes.

Le matériel :

- Usure des joints ;
- Bouchage et colmatage des filtres ;
- Fuites internes ;
- Eclatement des flexibles ;
- Usure des roulements ;

La matière :

- Pièces de rechange brutes non conforme ;
- Qualité de lubrifiant ;
- Type de l'huile ;
- Additif de lubrifiant.

La méthode :

- Programmes de maintenance non conformes ;

- Manque de maintenance préventive ;
- Maintenance curative inefficace ;
- Manque d'informations concernant l'état de la machine.

La main d'œuvre :

- La manière de diffusion et de circulation de l'information entre le service production et le service maintenance n'est pas efficace ;
- L'opérateur mal formé ;
- Manque de qualification professionnelle ;
- Erreurs de lectures des instruments de contrôles ;

Le milieu :

- Conditions climatiques difficiles ;
- La poussière ;
- Horaires des travaux difficiles.

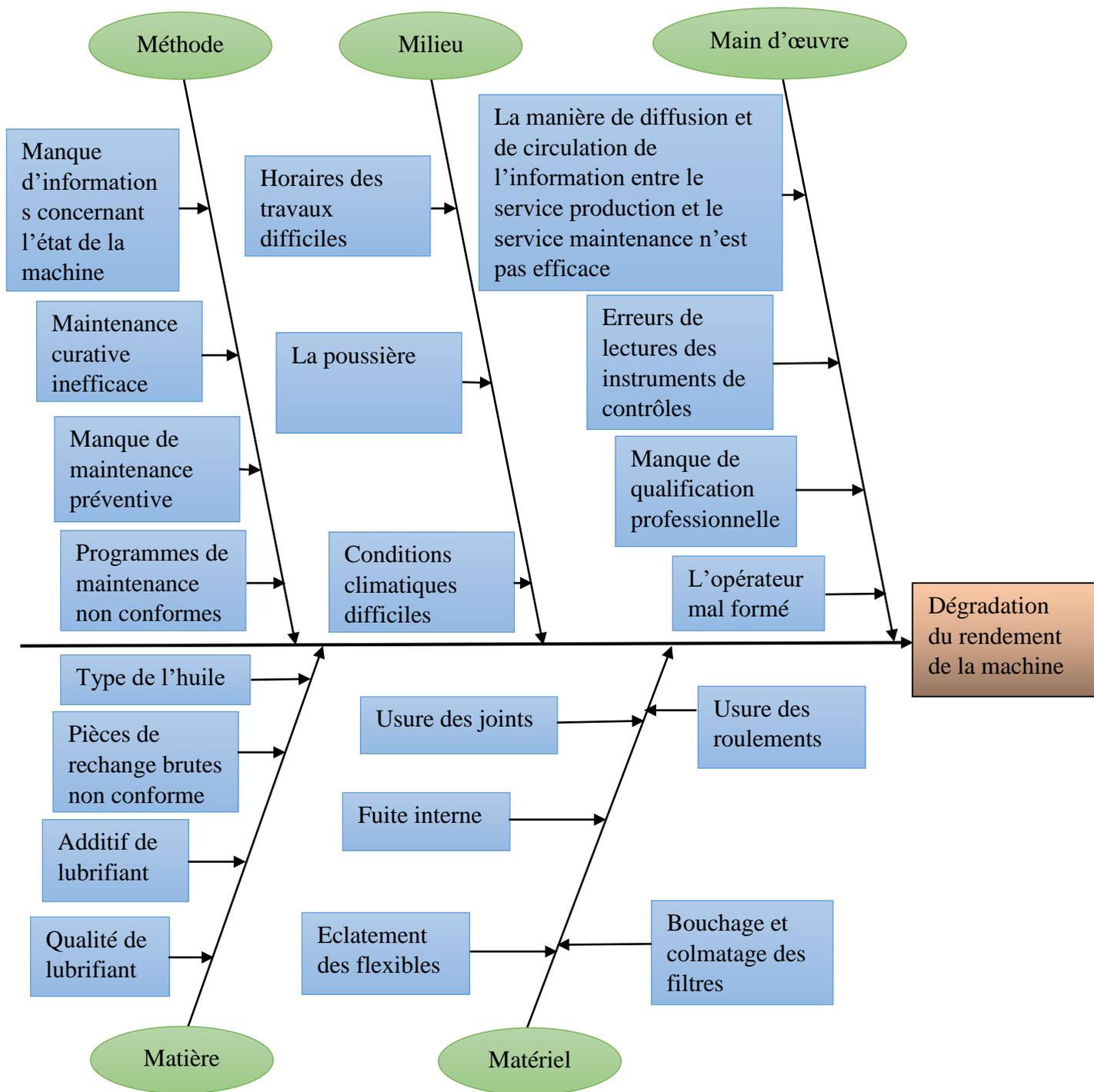


Figure 4.15. Diagramme cause- effet

Interprétation du diagramme ISHIKAWA :

Matière: Pour ce qui concerne la matière, type de l'huile, la qualité de lubrifiant et les pièces de rechange non conforme sont facteurs pénibles sur la rentabilité de la machine.

Milieu: Le milieu poussiéreux et le climat difficile (température élevée) sont les principaux facteurs qui influent sur la disponibilité.

Main d'œuvre: L'absence de formation et le problème de qualification des opérateurs sont des problèmes primordiaux qu'il faut obligatoirement résoudre. L'absence de communication rend les tâches plus difficiles.

Matériel: Les machines sont en général utilisées dans des mauvaises situations (qui cause des fuites interne et éclatement des flexibles ainsi les usures des joints).

Méthode: Le manque d'information sur l'état de la machine ainsi l'inefficacité de la maintenance curative rend la tâche des opérateurs de maintenance difficiles, il devient nécessaire de positionner une équipe d'intervention plus proche de la machine.

IV-2-3-3- Analyse AMDEC :

Après le recensement et l'identification de toutes les causes qui provoquent les pannes de la pelle hydraulique CAT 390F L, nous passons au calcul de la criticité des défaillances fonctionnelles, à l'aide de produit : $F \cdot G \cdot D$, prenant en compte la fréquence et la gravité de défaillance, comme indices de calcul. Nous obtenons le tableau dans les pages suivantes :

Tableau 4.8. AMDEC machine -analyse des modes de défaillance

AMDEC MACHINE -ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEURS CRITICITES						Phase de fonctionnement				
Pelle hydraulique CAT 390F										
Eléments	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de la défaillance	Mode de détection	Criticité				Action corrective
						F	G	D	C	
Le moteur	Tracte l'engin	<ul style="list-style-type: none"> - Surchauffe - Manque tirage 	<ul style="list-style-type: none"> - Les ailettes de refroidissement encrassées. - Faible niveau de liquide de refroidissement dans le radiateur. - Problème de pompe d'injection. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le moteur tourne difficilement. - Manque tirage. 	Inspection visuel	2	3	3	18	<ul style="list-style-type: none"> - Nettoyer les ailettes. - Vérifier le niveau du liquide de refroidissement. - Vérifier et nettoyer les filtres.

Flexibles	Transmission d'huile	<ul style="list-style-type: none"> - Rupture - Fissuration - Eclatement 	<ul style="list-style-type: none"> - Grande charge - Température élevée - Pression élevée 	<ul style="list-style-type: none"> - Perte d'huile influe sur le système hydraulique 	<ul style="list-style-type: none"> - Visuel - Manomètre 	3	3	2	18	Changement du flexible
Roulements de boîte à vitesse	Serve à la rotation primaire secondaire et intermédiaire	<ul style="list-style-type: none"> - Blocage - Déformation 	<ul style="list-style-type: none"> - Usure entrée d'impuretés - Manque huile de la lubrification 	La pelle ne bouge pas	Inspection visuelle	2	4	3	24	Changement de roulements
Croisillon de cardan	Permet pour un cardan d'absorber les déformations de la transmission	Blocage	<ul style="list-style-type: none"> - Usure - Poussière - Manque de graissage 	La pelle ne bouge pas	Inspection visuelle	1	3	2	6	Changement avec graissage
Filtre à gasoil	Filtration du carburant	Perdre sa fonction	Consommation du carburant salée	Dégradation de la fonction	Témoin d'obstruction	2	2	1	4	Changement des filtres
Filtre à huile	Filtration d'huile	Filtre bouché	Poussière et qualité de l'huile	Moteur marche difficile	Témoin d'obstruction	2	2	1	4	Changement des filtres
Filtre à huile de boîte de vitesses	Filtration d'huile	Filtre bouché	Poussière et qualité de l'huile	Usure de roulement de boîte à vitesse	Témoin d'obstruction	1	3	1	3	Changement des filtres
Vérin de levage	Levage	Manque de levage	<ul style="list-style-type: none"> - Manque lubrifié 	Manque levage	Inspection visuelle	2	3	1	6	<ul style="list-style-type: none"> - Graisser le tigre, corps et axe de vérin de levage

			- Pression d'huile trop faible							- Vérifier le niveau de graisse dans le réservoir de lubrification centrale du châssis de charge (option)
Pompe à injection	Crée une pression constante pour distribuer le carburant aux différents injecteurs du moteur	Perdre sa fonction	<ul style="list-style-type: none"> - Une chute de pression de la pompe à injection - Une fuite de pompe à injection - Un problème sur les différentes électrovannes de la pompe à injection - La présence d'eau dans le carburant - Le filtre à carburant colmaté - Le grippage de la pompe à injection 	<ul style="list-style-type: none"> - Perte de puissance et de rendement de la pelle - Démarrage difficile ou impossible - Le moteur cale ou ne s'arrête pas quand on coupe le contact - Odeur de carburant - Présence de fumée à l'échappement - Témoin de gestion moteur allumé 	Inspection visuel	2	4	2	16	<ul style="list-style-type: none"> - Changement régulier du filtre à carburant. - Il faut éviter de laisser un véhicule qui ne roule pas avec le réservoir presque vide parce que l'air contenu dans le réservoir forme de la condensation d'eau.

Joint torique	Séparateur (empêche l'huile de couler)	Déformation	Usure	Perte d'huile	Inspection visuel 2	3	2	2	12	Changement de joint torique
Joint spi	Séparateur (empêche l'huile de couler) entre deux organes mobiles	Déformation	Usure	Perte d'huile	Inspection visuel	2	2	2	8	Changement de joint spi
Godet	Chargement	Cassé ou usé	<ul style="list-style-type: none"> - Contraintes plus élevées (grande charge) - Chute gros roches 	Arrêt de chargement	Inspection visuel	2	3	1	6	<ul style="list-style-type: none"> - Soudure de godet - Remplacement avec un nouveau godet
Filtre à air du moteur	<ul style="list-style-type: none"> - Protéger le moteur - Elimine la poussière contenue dans l'air 	<ul style="list-style-type: none"> - Encrassé - Déchirure - Soupape de décharge bouchée 	<ul style="list-style-type: none"> - Les impuretés du flux d'air 	<ul style="list-style-type: none"> - Manque de puissance à l'accélération - Usure du moteur - Fumé d'échappement 	Indicateur d'obstruction	2	2	1	4	<ul style="list-style-type: none"> - Changement des filtres - Vérifier et nettoyer la soupape de décharge avant chaque changement



Figure 4.16. *Filtre à carburant*



Figure 4.17. *Croisillon de cardan*



Figure 4.18. *Joint spi*



Figure 4.19. *Pompe d'injection*



Figure 4.20. *Roulement boîte à vitesse*



Figure 4.21. *Joint torique*

IV-2-4- Etape 04 :**1- Synthèse ou évaluation de la criticité :**

A partir du tableau AMDEC on a hiérarchisé les défaillances selon le seuil de criticité, les éléments dont la criticité atteint le seuil demande des actions correctives, ainsi ceux qui ont la gravité et la fréquence entre 3 et 4 doivent entraîner une action corrective de conception, même si la criticité n'atteint pas le seuil fixé.

On classe les éléments par ordre décroissant selon leur criticité dans le tableau suivant :

Tableau 4.9. Classement décroissant des causes de défaillance par criticité

Eléments	Criticité	Causes de défaillance
Roulement de boîte à vitesse	24	<ul style="list-style-type: none"> - Usure - Entrée d'impuretés - Manque huile de la fabrication
Flexibles	18	<ul style="list-style-type: none"> - Grande charge - Température élevée - Pression élevée
Moteur	18	<ul style="list-style-type: none"> - Les ailettes de refroidissement encrassées. - Faible niveau de liquide de refroidissement dans le radiateur. - Problème de pompe d'injection.
Pompe à injection	16	<ul style="list-style-type: none"> - Une chute de pression de la pompe à injection - Une fuite de pompe à injection
Joint torique	12	Usure
Joint spi	8	Usure
Croisillon de cardan	8	<ul style="list-style-type: none"> - Usure - Poussière - Manque de graissage
Vérin de levage	6	<ul style="list-style-type: none"> - Manque lubrifie - Pression d'huile trop faible
Godet	6	<ul style="list-style-type: none"> - Contraintes plus élevées - Chute gros roches
Filtre à air du moteur	4	- Déchirure/Bouchage
Filtre à gasoil	4	- Perds sa fonction
Filtre à huile	4	- Filtre bouché
Filtre à huile de boîte à vitesses	3	- Filtre bouché

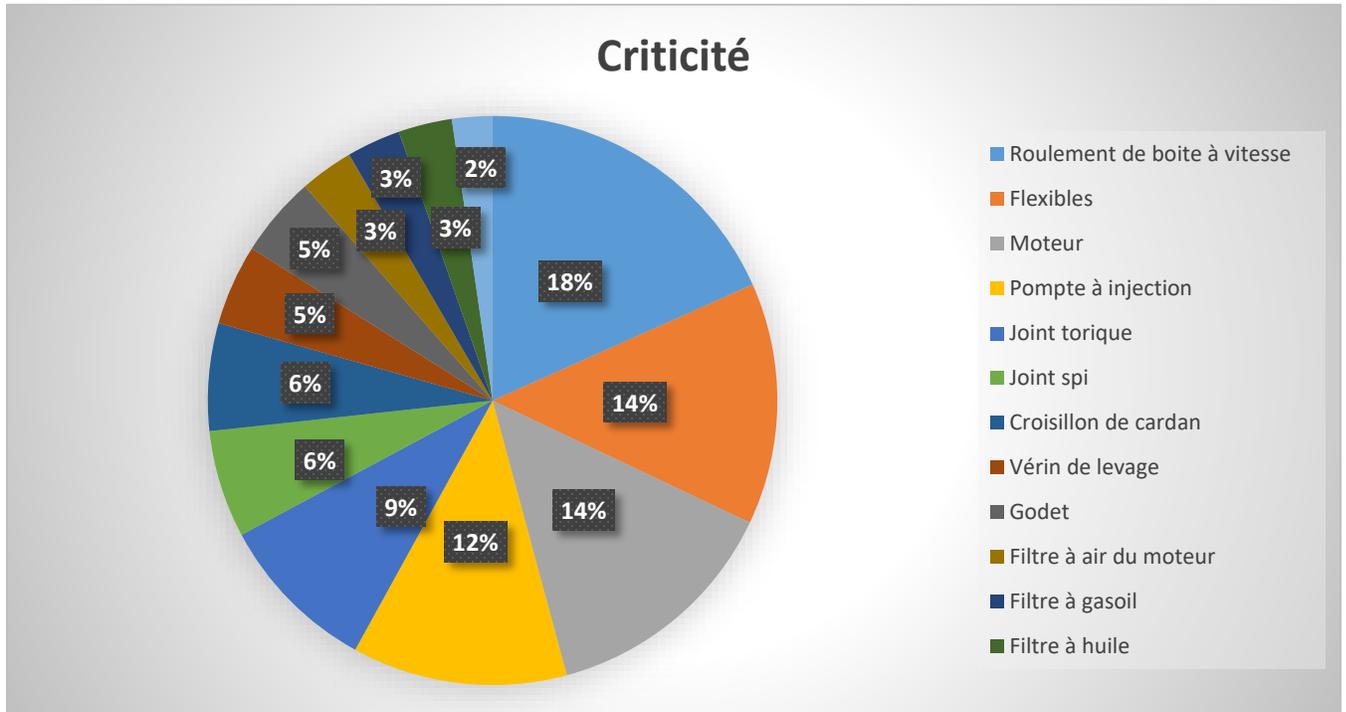


Figure 4.22. Diagramme des éléments défaillants par criticité

Tableau 4.10. Nombre des éléments défaillants pour chaque criticité

criticité	3	4	6	8	12	16	18	24
nombre des éléments	1	3	2	2	1	1	2	1

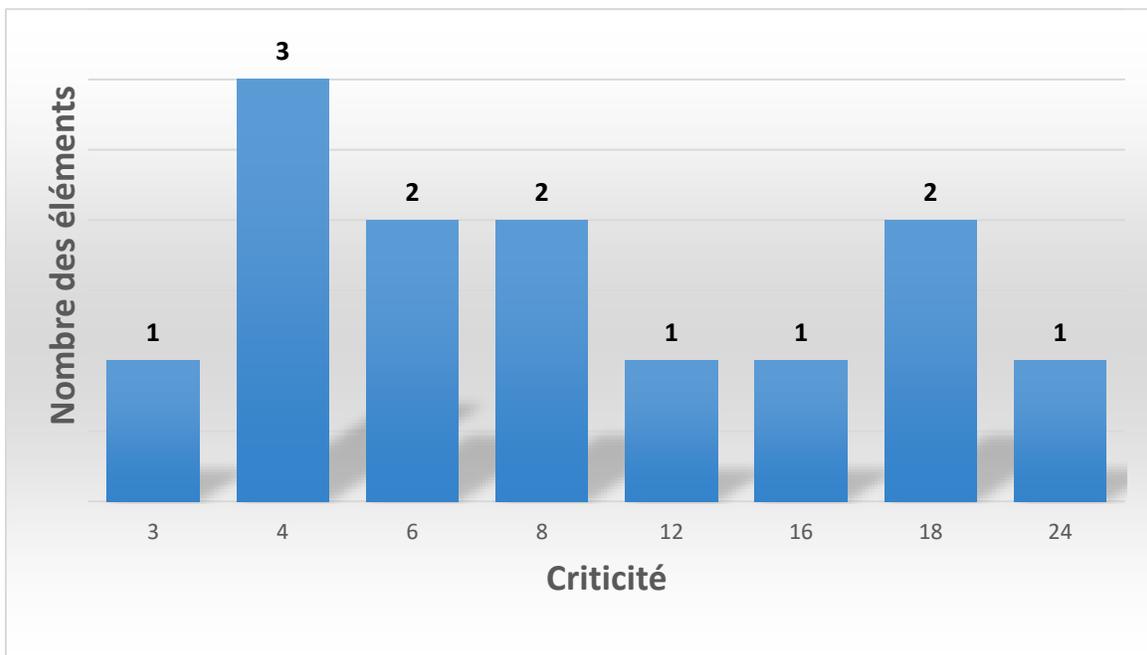


Figure 4.23. Histogramme de nombre des éléments défaillants

Présentation des criticités de nombres des éléments défaillants :

Tableau 4.11. Présentation des criticités

Criticité	Niveau	Causes	Fréquence	Cumulée
$1 \leq C < 12$	négligeable	8	0.615	61.5%
$12 \leq C < 16$	moyenne	1	0.077	69.2%
$16 \leq C < 20$	élevée	3	0.231	92.3%
$20 \leq C < 80$	interdite	1	0.077	100%

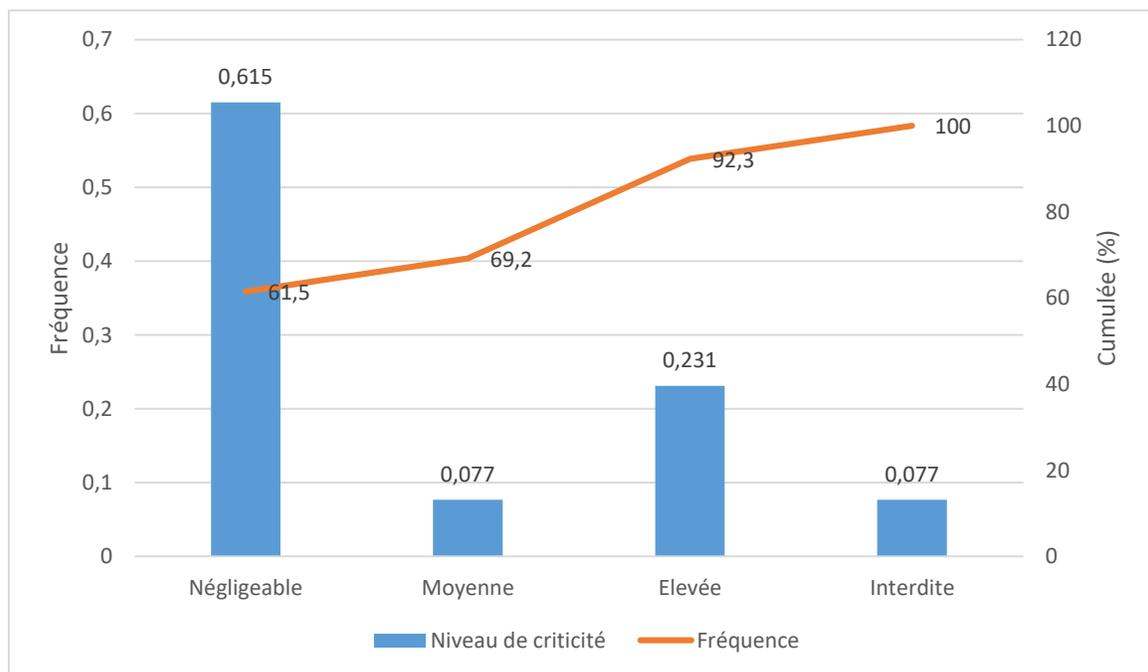


Figure 4.24. Présentation des criticités

❖ Analyse :

A partir de l'histogramme, on constate qu'il y a 4 catégories :

- **Première catégorie :** représente 61.5% des causes qui ont une criticité $1 \leq C < 12$ contient les éléments suivants : Joint spi, Croisillon de cardan, Vérin de levage, Godet, Filtre à air du moteur, Filtre à gasoil, Filtre à huile et Filtre à huile de boîte à vitesses.
- **Deuxième catégorie :** représente 7.7% des causes qui ont une criticité $12 \leq C < 16$ Il s'agit d'un seul élément le joint torique.

- **Troisième catégorie** : représente 23.1% des causes qui ont une criticité $16 \leq C < 20$, contient les éléments suivant : Flexibles, moteur et pompe à injection.
- **Quatrième catégorie** : représente 7.7% des causes qui ont une criticité $20 \leq C < 80$ qui s'agit d'un seul élément les roulements de boîte à vitesse.

Interprétation des actions résumées dans un tableau :

Tableau 4.12. *Evaluation de la criticité*

Niveau de criticité	Eléments	Criticité	Action corrective
$1 \leq C < 12$	Joint spi	8	Maintenance préventive systématique
	Croisillon de cardan	8	
	Vérin de levage	6	
	Godet	6	
	Filtre à air du moteur	4	
	Filtre à gasoil	4	
	Filtre à huile	4	
	Filtre à huile de boîte à vitesses	3	
$12 \leq C < 16$	Joint torique	12	Amélioration des performances de l'élément Maintenance préventive systématique
$16 \leq C < 20$	Flexibles	18	Amélioration de performance de l'élément Maintenance préventive conditionnelle
	Moteur	18	
	Pompe à injection	16	
$20 \leq C < 80$	Roulement de boîte à vitesse	24	Remise en cause complète de la conception Maintenance corrective

IV-3- Proposition d'une gamme d'entretien de la pelle hydraulique CAT 390F basé sur les recommandations du constructeur :

Le reste de ce chapitre sera dédié à une proposition de gamme d'entretien et d'un formulaire de rapport de maintenance au changement d'équipe d'entretien basée sur les recommandations du constructeur.

La pelle doit être entretenue selon un programme d'opérations d'entretien préventif effectuées selon des intervalles de temps, qui survient en premier :

- A- Opération à réaliser chaque 250 heure
- B- Opération à réaliser chaque 500 heure
- C- Opération à réaliser chaque 1000 heure
- D- Opération à réaliser chaque 2000 heure
- E- Opération à réaliser chaque 3000 heure

Tableau 4.13. Programme d'entretien pelle hydraulique CAT 390F

Opération	Travaux à effectuer	A	B	C	D	E
Lavage	Laver la machine	●				
Vidange	Vidanger l'huile moteur	●				
	Vidanger l'huile hydraulique					●
	Remplacer les filtres à huile moteur			●		
	Remplacer le filtre à carburant primaire (séparateur d'eau)		●			
	Remplacer le filtre à carburant secondaire		●			
	Remplacer l'élément de filtre de circuit hydraulique (filtre fin)		●			
	Remplacer l'élément de filtre de circuit hydraulique (retour au carter)		●			
	Remplacer le filtre à huile du circuit hydraulique (pilote)		●			
	Remplacer le filtre du bouchon du réservoir de carburant			●		
	Vidanger l'huile du réducteur d'orientation			●		
Graissage	Graisser la timonerie de flèche et de bras de godet	●				
	Graisser le roulement de tourelle	●				
	Graisser la couronne d'orientation	●				
	Lubrifier la chaîne pour la dépose du contrepoids			●		
Nettoyage	Nettoyer l'élément primaire de filtre à air	●				
	Nettoyer l'élément secondaire de filtre à air	●				
	Nettoyer le pré filtre à air du moteur	●				
	Nettoyer l'éjecteur de poussière du filtre à air	●				
	Nettoyer le faisceau de radiateur	●				
	Nettoyer le bouchon et tamis du réservoir de carburant	●				

	Nettoyer le condenseur (réfrigérant)	●				
Vérification de niveau	Contrôler le niveau d'huile moteur	●				
	Contrôler le niveau d'huile des réducteurs	●				
	Contrôler le niveau d'huile de réducteur d'orientation	●				
	Contrôler le niveau d'huile hydraulique	●				
	Contrôler le niveau du circuit de refroidissement	●				

IV-4- Conclusion :

L'objectif principal de ce chapitre vise en particulier l'amélioration de la maintenance préventive et curative de **LA PELLE HYDRAULIQUE CAT 390F**; c'est pour cette raison, nous avons effectué une analyse critique de l'état actuel de l'engin par la méthode AMDEC, puis un classement basé sur la criticité des éléments qui sont analysés est réalisé et seul l'élément les plus critiques étant suivi par des actions de maintenance préventive. Nos résultats étaient comme ci-dessous :

- ❖ $1 \leq C < 12$: Aucune modification : maintenance préventive systématique (joint spi, croisillon de cardan, vérin de levage, godet, filtre à air du moteur, filtre à gasoil, filtre à huile et filtre à huile de boîte à vitesses)
- ❖ $12 \leq C < 16$: Amélioration de performance de l'élément Maintenance préventive conditionnelle (Joint torique)
- ❖ $16 \leq C < 20$: Amélioration de performance de l'élément Maintenance préventive conditionnelle (Moteur, flexibles et pompe à injection)
- ❖ $20 \leq C < 80$: Remise en cause complète de la conception et maintenance corrective (Roulement de boîte à vitesse)

La méthode consiste à anticiper les dysfonctionnements menant à l'échec avant même que ceux-ci ne se produisent.

La dernière partie du chapitre présente les différentes étapes de processus de planification nécessaires pour la mise en route du plan de la maintenance préventive. Le plan de maintenance proposé est basé sur les recommandations du constructeur.

Il sert à protéger la pelle contre les arrêts répétitifs et augmente sa durée de vie.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

L'exploitation minière requiert en matière de chargement et transport des matériels de type et de puissance variés. Dans ces conditions, la maintenance des machines de chargement, nécessite une attention spéciale.

La pelle hydraulique occupe une place primordiale dans les mines, car il représente un outil principal de toute la chaîne de production. C'est pourquoi la maintenance de la pelle est une préoccupation des constructeurs et utilisateurs.

Après avoir décrit une généralité sur la maintenance, ces méthodes et ces objectifs, nous avons exposé un aperçu sur les engins de chargement et excavation.

L'exposé théorique des méthodes de maintenance, nous a permis, d'appliquer la méthode AMDEC. Cette dernière, nous a permis de sélectionner les éléments les plus critiques qui causent les pannes de la pelle hydraulique CATERPILLAR 390F.

La méthode AMDEC nous a permis de voir les éléments les plus critiques qui causent les majorités des heures d'arrêts.

De plus nous avons proposé un programme d'entretien préventif basé sur les recommandations du constructeur, avec un formulaire de gamme à appliquer dans la mine.

Nous envisageons, en perspectives, d'appliquer cette gamme dans la mine de Djbel Onk Bir El Ater.

BIBLIOGRAPHIE

[01] : Livre Génie Industrielle. Maintenance Industrielle de l'entretien de base à l'opération de la sureté / Jean-Marie AUBERVEILLE / 2004.

[02] : Livre Cours de Maintenance Industrielle/TEC 336/ Smail BENISSAAD/UNIV.MENTOURI-CONSTANTINE/FACULTÉ DES SCIENCES DE L'INGÉNIEUR / 2007-2008.

[03] : AFNOR Maintenance industrielle – Fonction maintenance, FD X60-000, Mai, 2002.

[04] : Bouaifi.A .Stratégies de maintenance.

[05] : Abderrahim Zeghloul. «Maintenance industrielle». Licence Professionnelle. Hydraulique et commandes Associe. Année 2003-2004.

[06] : Institut Supérieur d'Enseignement Technologique de Rosso : Méthodes de maintenance. BABANA OULD MOHAMED LAMINE. 2008/2009.

[07] : Cours de STRATEGIE DE MAINTENANCE / <http://btsmiforges.free.fr/>

[08] : APPLICATION DES TECHNIQUES DE GESTION DE LA MAINTENANCE. KIDDEM ALI/DECEMBRE 2004.

[09] : Christian Hohmann. «Les basiques de maintenance productive».
<http://christian.hohmann.free.fr>

[10] : <http://groupzakymining.com/wp-content/uploads/2019/04/MACHINES-MINIERS-PART-1.pdf>

[11] : «connaissance des différents matériels et travaux de terrassement». Résumé théorique & guide de travaux pratiques.(module 09). Maroc.

[12] : Les outils et méthodes de la gestion de qualité
<http://www.directive.fr/articles/BPR.html>

[13] : Chacha Karim et Korichi Habib, mémoire de fin d'études, analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leurs criticité (AMDEC) du bras de chargement pétrolier et proposition d'une gamme de révision générale , université de Bejaia , 2000-2001

[14] : R. LAGGOUNE, cours analyse fonctionnelle, université de Bejaia 2008/2009

[15] : http://www.ingexpert.com/maintexpert/php_theorie_maintenance_methode_outil_demarche.php

[16] : BOUANAKA MOHAMED LARBI « Contribution à la l'amélioration des performances opérationnelles des machines industrielles » ; Thèse de magister de l'université de Constantine – 2008/2009

ANNEXE

A.1. Engins programmés 2019

OPERATION		NOMENCLATURE DES ENGINs	TAUX DE DISPONIBILITE	PREVU	EXISTANT	ECART	RESERVE
FORATION		760-761-754-753-745-739-751	90%-90%-60%-60%-40%-40%-40%	3	7	4	2
CHARGEMENTS	PELLES	613-618-619-624-625-626-627	50%-60%-40%-70%-70%-70%-70%	3	7	4	2
TRANSPORT		594-595-596-597-598-599-800-801-802-803-579-593-577-578	80%	12	19	7	5
		804-805-806-807-808	90%				
TERRASSEMENTS	BULLS	634-638-639-641-642-643	60%-80%-90%-90%-90%-90%	4	6	2	2
	NIVELLEUSES	746-757-750	60%-80%-60	2	3	1	1
	CAMIONS CITERNES	566-570	60%	2	2	0	0

ANNEXE

A.2. Bilan 1er trimestre 2019

4) pelle hydraulique programmés

N°ENGINE	HEURES					T,D %	T,U %	T,M %
	PREVU	MARCHE	PANNE	ARRET	ENTRET			
618	642	178	1408	597	25	35,14	21,22	8,06
619	1218	94	1761	337	16	19,42	4,89	4,23
624	1218	1342	167	581	118	87,18	69,79	60,85
625	1218	1234	279	590	105	82,58	67,64	55,86
626	1218	1354	127	614	113	89,19	68,87	61,38
627	642	1231	363	497	117	78,10	70,94	55,62
TOTAL	6156	5433	4105	3216	494	65,27	50,56	41,00

A.3. Bilan 2eme semestre 2019

4) pelle hydraulique programmés

N°ENGINE	HEURES					T,D %	T,U %	T,M %
	PREVU	MARCHE	PANNE	ARRET	ENTRET			
618	1284	193	2489	1682	52	42,48	11,29	4,37
619	2436	94	3969	337	16	9,71	2,44	2,11
624	2436	2640	215	1304	257	89,36	67,01	59,82
625	2436	1948	993	1285	190	73,19	59,16	44,10
626	2436	2609	254	1312	241	88,82	66,57	59,11
627	1284	2386	758	1047	225	77,66	69,34	53,97
TOTAL	12312	9870	8678	6967	981	63,54	52,37	37,25

ANNEXE

A.4. Bilan annuel 2019

4) pelle hydraulique programmés

N°ENGIN	HEURES					T,D %	T,U %	T,M %
	PREVU	MARCHE	PANNE	ARRET	ENTRET			
618	2568	701	4835	3075	149	43,17	19,23	8,04
619	4901	94	8313	337	16	4,86	1,22	1,06
624	4901	4564	837	2768	591	83,67	62,03	52,08
625	4901	3486	2167	2642	465	69,93	55,72	39,78
626	4901	4699	441	3008	612	87,98	61,03	53,63
627	2568	4449	957	2756	598	82,25	62,05	50,75
TOTAL	24740	17993	17550	14586	2431	61,98	51,82	34,22

A.5. Suivi d'entretien curatif 2019

<i>Graissage</i>	<i>Changement graisseur</i>	<i>2 h</i>	<i>20/01/2019</i>	<i>Pelle Hyd.CAT 390 F</i>	<i>625</i>
<i>Graisseur (axe de godet)</i>	<i>Changement graisseur axe de godet</i>	<i>6 h</i>	<i>23/01/2019</i>	<i>Pelle Hyd.CAT 390 F</i>	<i>625</i>
<i>Graisseur (axe de godet)</i>	<i>Changement graisseurs sur axe de godet</i>	<i>2 h</i>	<i>29/01/2019</i>	<i>Pelle Hyd.CAT 390 F</i>	<i>625</i>
<i>Fuite d'huile hyd.(flexible)</i>	<i>Changement flexible d'huile hyd.(vérin de godet)</i>	<i>6 h</i>	<i>30/01/2019</i>	<i>Pelle Hyd.CAT 390 F</i>	<i>625</i>
<i>Fuite d'huile hyd.(flexible)</i>	<i>Changement des joints torique</i>	<i>1 h</i>	<i>05/02/2019</i>	<i>Pelle Hyd.CAT 390 F</i>	<i>625</i>
<i>Fuite d'huile hyd.(vérin)</i>	<i>Elimination fuite d'huile hyd.</i>	<i>4 h</i>	<i>07/02/2019</i>	<i>Pelle Hyd.CAT 390 F</i>	<i>625</i>

ANNEXE

Godet (magnette)	Réglage manette de godet	6 h	28/02/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Système de graissage	Montage 0 graisseur neuf et mise en servicce	6 h	28/02/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Fuite d'huile moteur		4h	29/02/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Graissage	Changement flexible de graissage (fleche)	6 h	17/03/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Compresseur (courroie)		2h	18/03/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Moteur (capot)		1h	18/03/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Flexible de graissage	Changement flexible du graissage	2 h	19/03/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Régime moteur		4h	24/03/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Climatiseur	Remplissage du gaz	0,15 h	05/05/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Fuite HYD réservoir		4h	08/05/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Flexible vérin de godet	Changement flexible d'huile hyd.	6 h	16/06/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Eclairage		1h	24/06/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Fuite HYD	Changement flexible d'huile hyd.	6 h	07/07/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Climatiseur		2h	12/07/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Tirage		3h	14/07/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Climatiseur		2h	20/07/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Fuite HYD au niveau vérin	Changement vérin de godet	8 h	23/07/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Système graissage		2h	29/07/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Godet (vérin)	Vérification vérin de godet	2 h	04/08/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Barbotin (goujons)	Serrage goujons de barbotin	1 h	05/08/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Antivol		1h	08/08/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Climatiseur/manette		3h	17/08/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Fuite d'huile hyd.(vérin)	Elimination fuite d'huile hyd.	2 h	21/08/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Graissage	Vérification système de graissage	2 h	03/09/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625

ANNEXE

Godet (graissage)	Vérification système de graissage	2 h	05/09/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Réducteur (boulons)	Serrage boulons réducteur	1 h	07/09/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Climatiseur		3h	09/09/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Climatiseur		2h	12/09/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Eclairage		1h	24/09/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Climatiseur		2h	27/09/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Fleche (flexible graissage)	Réparation système de graissage	6 h	14/10/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Barbotin (goujons)	Vérification,serrage boulons barbotin	6 h	22/10/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Démarrage	Vérification,réparation démarreur	6 h	28/10/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Barbotin (goujons)	Changement goujons de barbotin	6 h	30/10/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Climatiseur	Remplissage gaz et mise en service	2 h	05/11/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Fuite d'huile HYD	élimination fuite et mise en service	2 h	12/11/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Les boulons de la barbotine	Vérification et mise en service	2 h	14/11/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Fissure au niveau de flache de godet	Souder et vérification et mise en service	2 h	17/11/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Fuite d'huile HYD au niveau pompe	Changement flexible et mise en service	1 h	19/11/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Fuite d'huile HYD au niveau vérin	Elimant kite vérin et mise service	4 h	21/11/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Boulons de barbotin	Serrage boulons de barbotin et mise en service	4 h	24/11/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Fuite d'huile moteur au niveau démarrer	Serrage démarre et mise en service	1 h	25/11/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Par-bris *degat*	Changement bare-brise et mise en service	4 h	04/12/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625

ANNEXE

Boulons d'axe de godet déesses	Changement boulons de lax et godet et mise en service	4 h	08/12/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Boulons d'axe de godet déesses				Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Les boulons de barbotins ARR	Changement les boulons de barbotins et mise en service	4 h	09/12/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Flexible de graissage de godet				Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Les boulons de barb				Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Barbotin				Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Eclairage	Réparation et changement 06 lampes et mise en service	2 h	18/12/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Flexible de graissage de godet				Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Echauffement moteur				Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Barbotin desserée	Serrage les boulons de barbotin et mise en service	2 h	29/12/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Fuite d'huile HYD Installation de verin coté G	Changement flexible et mise en service	2 h	29/12/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625
Problème éclairage	Changement lampes et mise en service	1 h	29/12/2019	Pelle Hyd.CAT 390 F	625

ANNEXE

A.6. Gamme d'entretien préventif

GAMME D'ENTRETIEN PREVENTIF							Société	SOMIPHOS	
							Unité	MAINTENANCE	
DI N°	Gamme	Engin	N° Interne	Service concernée	Date	Gamme N°	Division	DEMR	
----	250H	Pelle hydraulique CAT 390F	----	Entretien préventif	--/--/2020	P20- --	Service	BPM	
Operations		Travaux à effectuer			Observations				
Lavage		Laver la machine							
Vidange		Vidanger l'huile moteur							
Graissage		Graisser la timonerie de flèche et de bras de godet							
		Graisser le roulement de tourelle							
		Graisser la couronne d'orientation							
Nettoyage		Nettoyer l'élément primaire de filtre à air							
		Nettoyer l'élément secondaire de filtre à air							
		Nettoyer le pré filtre à air du moteur							
		Nettoyer l'éjecteur de poussière du filtre à air							
		Nettoyer le faisceau de radiateur							
		Nettoyer le bouchon et tamis du réservoir de carburant							
		Nettoyer le condenseur (réfrigérant)							
Vérification de niveau		Contrôler le niveau d'huile moteur							
		Contrôler le niveau d'huile des réducteurs							
		Contrôler le niveau d'huile de réducteur d'orientation							
		Contrôler le niveau d'huile hydraulique							
		Contrôler le niveau du circuit de refroidissement							
					VISA SCE BPM	Intervenant	Temps	H. Compteur	VISA SCE ENT-PRV
									<u>Chef section</u>