



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 - تيسة
Université Larbi Tebessi - Tébessa
معهد المناجم
Institut des Mines
قسم الإلكتروميكانيك
Département Electromécanique



MEMOIRE

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

Filière : Electromécanique

Option : Maintenance Industrielle

Contribution à la maintenance des équipements de chargement (cas de la mine Boukhadra)

Par

Fassekh Fatma Zohra et Kharchi Marwa

Devant le jury :

Dr. Aoulmi Zoubir	MCA	Président	Université Larbi Tebessi Tébessa
Dr . Taleb Mounia	MCB	Encadreur	Université Larbi Tebessi Tébessa
Dr. Rais Khaled	MCB	Examineur	Université Larbi Tebessi Tébessa
Houam Ala	MAA	Examineur	Université Larbi Tebessi Tébessa

Promotion 2021-2022

الله أكبر

Remerciements

*Nous remercions, en premier lieu, notre Dieu le plus Puissant
qui a bien*

*Voulu nous donner la force et le courage Pour effectuer Le
présent travail.*

*En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur
"Dr.Taleb monia" pour son sérieux, sa compétence et ses
orientations.*

*Nous remercions également les membres de jury d'avoir
accepté de juger ce travail*

*Nos remerciements vont aussi à tous les enseignants du
département Génie*

Minier qui ont contribué à notre formation.

*Aussi nous tenons à exprimer notre reconnaissance à tous nos
amis et Qui par leur amitié et leur bonne humeur, ont créé une
ambiance de travail parfaite*

DEDICACE

A mon soutien dans la vie après Dieu et Son Messager

A ma chère mère Bakhouche Malika

A mon cher père, Kharchi Saïd

A ceux qui ont porté le fardeau de la vie pour moi, je vous aime

A mes frères et sœurs : Nada, Khawla, Ismail, Jalal, Mohammed à la femme de mon frère, Zahra.

À mes chers amis, rebeh fassekh , et lassoud hadjira .

*A l'amie de ma vie et compagne de mon chemin, Fatima Al-Zohra
fassekh*

À feu Jlialia Imran, le souvenir de ta mort restera une tragédie pour nous, comme nous aurions aimé que tu obtient ton diplôme avec nous

Marwa

DEDICACE

*Je dédie ce travail humble à celui qui à lutté pour mon arrivée mon
cher père fassekh hafnaoui*

*A la source de tendresse et de sécurité ma chère maman
houwam yamina*

*À mes sœurs nadia et amel et mona et zakia et manel et leurs
conjointes et leurs enfants badi et fadi et hiba et isra et sajida*

*A mon cher frère lakhdar et sa femme ghrissi chaima et leur fils
mohammed amir*

Aux amis les plus chers de la vie marwa ,rebeh ,hadjira ,ichrac,haifa

FatmaZohra

NOTATIONS

NOTATIONS

AFNOR Association Française de Normalisation

AMDEC :Analyse des mode de défaillance, de leurs effet et leur criticité

G la gravité

F la fréquence

D la détectabilité

C la criticité

MTBF Moyenne des temps de bon fonctionnement

IPR indice de priorité de risque

NPR nombre de priorité de risque

LISTE DES FIGURES

<i>N°</i>	<i>TITRE</i>	<i>Page</i>
CHAPITRE I		
1	Types de maintenance	6
2	Objectifs généraux de l'entreprise	12
CHAPITRE II		
3	Chargeuse sur chenille	19
4	Chargeuse sur pneu	19
5	Pelle hydraulique	22
6	Pelle en rétro	23
7	Pelle en butte	25
8	Dragline	26
9	Benne preneuse	27
10	Excavateur à godets multiples	28
CHAPITRE III		
11	La démarche AMDEC	34
12	Schéma explicatif d'analyse des défaillances	37
13	Digrammes de cause à effets "Ishikawa"	39
CHAPITRE IV		
14	La mine souterraine	49
15	Organigramme de la mine de boukhadra	50
16	Pelle hydraulique liebherr R9100	52
17	Téléchargement interne	53
18	Téléchargement externe	54
19	Vue devant de la pelle liebherr	54
20	Répartition des pannes de la pelle liebherr R9100	58
21	Plan de maintenance actuel du pelle hydraulique liebherr R9100	59
22	Heures de disponible et de marche et réserve et heure d'arrêts	60
23	Diagramme cause-effet	62
24	Arbre de défaillance	72

LISTE DES FIGURES

25	Arbre de défaillance de l'arbre le plus critique	73
----	--	----

LISTE DES TABLEAUX

N°	Titre	Page
CHAPITRE III		
1	Exemple de feuille d'AMDEC	35
2	Exemple de feuille d'AMDEC	36
3	Mode des défaillances génériques.	37
4	Grille de cotation de la gravité	40
5	Grille de cotation de la fréquence	41
6	Grille de cotation de la probabilité de non détection	41
7	Tableau de la criticité(G, F ,D)	42
CHAPITRE IV		
8	Parc des engins de Chargement	51
9	Mesure de distance de téléchargement interne	53
10	Mesure de distance de téléchargement externe	54
11	Mesure de distance de vue devant	55
12	Distribution des heurs de panne (pelles) moins de février 2022	58
13	Type de maintenance actuel de la pelle liebherr moins de février 2022	55
14	Heures de marche et pannes année de la pelle liebherr moins de février 2022	59
15	AMDEC machine-analyse des modes défaillance	64
16	Classement décroissant des causes de défaillance par criticité	67
17	Evaluation de la criticité	68
18	Actions proposées de maintenance préventive et corrective	69
19	Nouveaux indices de criticité estimée	70
20	Programme d'entretien pelle hydraulique R9100	75

SOMMAIRE

Dédicaces

Remerciements

Abréviations

Liste des figures

Liste des tableau

Introduction Générale.....1

Chapitre I : Généralités sur la maintenance

I.1 Introduction3

I.2 Histoire de lamaintenance4

I.3 Définition de lamaintenance.....4

I.4 Importance de la maintenance au niveau de l'entreprise:.....4

I.5 Méthodes de la maintenance.....5

I.5.1 Maintenance corrective6

I.5.2 Maintenance préventive.....6

I.5.2.1 Maintenance préventive systématique7

I.5.2.2 Maintenance préventive conditionnelle.....8

I.6 But de la maintenance8

I.7 Les opérations de maintenance.....8

I.7.1 Les opérations des maintenance corrective8

I.7.1.1 Le dépannage.....8

I.7.1.2 La réparation.....9

I.7.2 Les opérations de maintenance préventive9

I.7.2.1 Inspection.....9

I.7.2.2 visite9

I.7.2.3 contrôle.....10

I.7.2.4 Révision.....10

SOMMAIRE

I.8 Les niveau de maintenance	10
I.9 objectifs de la maintenance dans l'entreprise.....	12
I.9.1 Objectifs généraux.....	12
I.10 La maintenance et les zéros olympiques	12
I.11 Le Service de maintenance	13
I.11.1 Fonction du service maintenance	13
I.11.1.1 Fonction Préparation	13
I.11.1.2 La fonction réalisation.....	14
I .12Conclusion	16

Chapitre II : Généralités sur les équipements de chargement et d'excavation

II.1 Introduction.....	18
II.2 Les différents types d'équipements de chargement et d'excavation.....	18
II.2.1 Les chargeuse.....	18
II.2.1.1 Chargeuse à godet unique.....	19
II.2.1.2 Cas d'application des Chargeuses.....	20
II.2.1.3 Le cycle de travail de chargeuse	20
II.2.1.4 Les types des godets.....	21
II.2.1.5 Les principales caractéristiques d'une chargeuse.....	21
II.2.2 Les pelles hydrauliques	21
II.2.3 Les pelles mécaniques	23
II.2.4 Les différents équipements des pelles	23
II.2.4.1 Pelle équipée en rétro.....	23
II-2-4-2- pelle équipée en butte	24
II-2-4_3- En dragline	26

SOMMAIRE

II-2-4-4- En benne preneuse	26
II-2-5- Excavateur à godets multiples (ou trancheuse)	27
II-3-Conclusion	28

Chapitre III : AMDEC en général

III.1 Introduction	30
III.2 Historique et domaines d'application.....	31
III.3 Définition L'AMDEC.....	31
III.4 Objectif de l'AMDEC	31
III.5 Types d'AMDEC.....	32
III. 6 Principe de l'AMDEC	33
III.7 Avantages de la méthode AMDEC.....	33
III .8 Les étape de la méthode AMDEC.....	34
III.8.1 Etape 1 : Initialisation.....	34
III .8.2 Etape 2 : L'analyse fonctionnelle	36
III.8.3 Etape 3:Analyse des défaillances.....	37
III.8.4 Etape 4 : Cotation de criticité	39
III.8.5 Etape 5: Action menées	42
III.9Conclusion.....	43

Chapitre IV Analyse de la pelle hydraulique R9100 par la méthode AMDEC

IV.1 Introduction:	45
IV-2- Les étapes de L'AMDEC	45
IV.2.1 Présentation générale de la mine de Boukhadra.....	45
IV 2.1.2 Historique de la mine.....	46
IV.2.1.3 Les dates importantes.....	46
IV.2.1.4 Gisement primaire.....	47

SOMMAIRE

IV 2.1.5 Organigramme de l'entreprise.....	49
IV2.1.6 Inventaire des équipements et des matériels des parcs.....	51
IV.2.2 Etape 02.....	52
IV 2.2.1Description de la chargeuse pelle hydraulique:R9100.....	52
IV.2.2.2Caractéristique techniques	52
IV 2.2.3les mesure :.....	52
IV 2.2.4fiabilité des machines type R9100.....	55
IV 2.2.5Amélioration continue de la gestion de la qualité.....	55
IV 2.2.6Durée de vie optimisée des composants.....	52
IV 2.2.7Structure de train de roulement robuste.....	56
IV 2.2.8Forfait Arctique.....	56
IV 2.2.9Utilisation conforme	56
IV 2.2.10formes de la maintenance adoptée par l'entreprise.....	57
IV.2.3. Etape 03.....	58
IV .2.3.1 Statistiques des heures de pannes par type.....	58
IV .2.3.2 Analyse du plan de maintenance actuel de la pelle hydraulique liebher 9100.....	59
IV .2.3.3 Répartition des heures de marches et heures d'arrêts non planifié	59
IV 2.3.4 Recherche des causes racines (Diagramme ISHIKAWA)	60
IV 2.3.5 Analyse AMDEC.....	63
IV.2.4 Etape04	66
IV.2.4.1 Synthèse ou évaluation de la criticité	66
IV.2.4.2 action de maintenance selon la criticité	68
IV.2.4.3 Arbre de défaillance	71
IV.2.4.4 Proposition d'une gamme d'entretien de la pelle hydraulique R9100 basé sur les recommandations du constructeur.....	74

SOMMAIRE

Iv.5 Conclusion.....	76
Conclusion Générale	
Bibliographie	
Annexe	

Introduction

générale

INTRODUCTION GENERALE

Dans l'industrie minière, la majeure partie du minerai de fer produit dans le monde est extraite de la croûte terrestre par une exploitation à ciel ouvert. Cela implique de retirer le mort terrain en utilisant des explosifs pour exposer le substrat rocheux contenant du minerai de fer.

Le forage est effectué à l'aide de perceuses à colonnes géantes, puis des explosifs sont placés à l'intérieur des trous pour enlever les morts-terrains. Ces explosifs sont généralement de la poudre à canon et des cartouches de gélatine. Le minerai de fer dynamité est empilé et chargé par des chargeurs spécialisés sur de gros camions pour être transporté vers les hauts fourneaux pour la fusion.

Le chargement s'avère comme la principale étape de la chaîne technologique de l'exploitation minière à ciel ouvert. On constate l'obsession des entreprises à produire plus, ce qui les pousse à accroître considérablement les capacités des engins de chargement. Parmi les engins de chargement et d'excavation utilisés dans les carrières, nous citons les pelles hydrauliques (liebherr 9100).

La grande importance des pelles hydrauliques dans divers projets de construction est due aux services rapides qu'elles fournissent dans les réalisations et à la facilité de travail en plus de réduire la proportion de main-d'œuvre.

Cependant, l'utilisation des pelles hydrauliques se heurte à de nombreux inconvénients, notamment; des difficultés d'exploitation, dues à l'extrême complexité de l'environnement minier, difficultés d'entretien dues à la poussière et à la salissure, entraînant la perte de fonction de la machine.

L'objectif principal de ce mémoire est l'étude de la pelle hydraulique par l'analyse de ses différentes parties. Nous insistons, en premier lieu, sur les bases méthodologiques et techniques, d'une part. Et d'autre part, nous utilisons l'AMDEC comme solution globale, pour identifier les pannes les plus critiques de notre engin Pour trouver des solutions adéquates.

Le présent travail est présenté en quatre chapitres. Dans un premier chapitre nous parlons des généralités sur la maintenance. Dans le deuxième, nous exposons des généralités sur les 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 appliquons la méthode AMDEC sur la pelle hydraulique LIEBHERR R9100, par la suite nous avons dressé l'arbre de défaillance pour identifier les effets et les causes des défaillances.

Nous finalisons notre étude par la proposition d'une gamme d'entretien préventive.

Chapitre 1
Généralités sur la
Maintenance

I.1 Introduction

Le mot Maintenance est apparu dans le vocabulaire industriel dans les années 1950, par contre les concepts de maintenance, tels que nous les connaissons aujourd'hui, remontent en fait à la plus haute antiquité, depuis le développement de l'homme des premières machines.

Pour souligner l'importance de la maintenance dans le fonctionnement de l'entreprise, elle est nommée « Fonction maintenance ». Il s'agit même d'une fonction vitale puisque, sans maintenance, tout processus industriel cesse, généralement à court terme, de produire les biens ou les services pour lesquels il a été conçu.

La fonction maintenance a été considérée pendant longtemps comme une activité secondaire à l'intérieur de l'entreprise, qui génère des dépenses non productives. Assimilée souvent à l'entretien qui consistait aux réparations subites et aux dépannages des outils de production. L'Association Française de la Normalisation AFNOR, définit la maintenance comme étant « L'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé »[2]. Dans cette définition, l'aspect économique de la fonction maintenance n'apparaît pas, chose qui a été traitée dans le document d'introduction : « bien maintenir, c'est assurer ces opérations au coût global optimal ».

Dans le nouveau contexte industriel, les entreprises sont sujettes de grandes pressions de la part de leurs clients. Ces derniers sont de plus en plus exigeants, demandant des produits et des services de qualité, à moindre coût et dans les délais impartis. Pour cela, les entreprises doivent assurer au coût minimal, la disponibilité et la fiabilité de leurs outils de production, par une bonne gestion de maintenance bien choisie et adaptée. Ce n'est pas une tâche facile. Certes, les concepts de maintenance proposent des façons pour optimiser la performance globale de l'entreprise, mais cela nécessite des ressources humaines compétentes, des moyens matériels adaptés aux équipements à maintenir, des systèmes de gestion de pièces de rechange et d'informations adéquats.

I.2 Histoire de la maintenance

L'histoire de la maintenance peut se décomposer en trois étapes :

D'abord la première période, les machines étaient simples et peu nombreuses, mais la main d'œuvre de fabrication est importante, la maintenance était très élémentaire et son budget était noyé dans les frais généraux de l'entreprise. Dans la seconde période, avec le développement de la machine, la main d'œuvre diminue en qualité et la maintenance prend plus d'importance, elle a son budget autonome. Cette situation existe encore dans de nombreuses entreprises.

Ans la troisième période, la période de l'ouverture des marchés et avec le développement de l'automatisme. Dans les industries des processus, la plus grande part des effectifs de production appartient à la maintenance, dont les coûts et le budget se sont considérablement accrus. Le rapport entre les effectifs de maintenance et ceux de la fabrication est passé de 1/50 à 1/5. [9]

I.3 Définition de la maintenance

La maintenance est un ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé. Bien maintenir, c'est assurer opérations au coût optimal. [8]

I.4 Importance de la maintenance au niveau de l'entreprise

Aucune autre fonction dans une installation de production, à l'exception peut-être de la recherche et du développement (bureau d'études), n'implique une aussi large gamme d'activités que celle de la maintenance. Dans le management de cette fonction, on trouve les problèmes de planning, d'approvisionnement, de personnel, de contrôle de qualité, de gestion et des problèmes techniques. Dans certaines usines, notamment dans l'industrie chimique, l'importance de cette fonction est égale à celle de la production, et son personnel est souvent plus nombreux que le personnel de production. Ceci n'est évidemment pas le cas dans les petites entreprises, mais les mêmes problèmes s'y posent également. Par suite de la large gamme d'activités dans la fonction de maintenance, celle-ci ne peut être satisfaisante que si ses activités sont aussi bien définies que celles de la production. Il avait souvent une grave disparité entre la production et la maintenance, mais les ennuis de la production ne peuvent être évités que par une maintenance efficace.

Pendant longtemps, la maintenance était considérée comme une charge à l'entreprise, cependant, le progrès technologique ainsi que l'évolution de la conception de la gestion des entreprises ont fait que la maintenance est devenue de nos jours une fonction importante dans l'entreprise dont la direction exige l'utilisation des techniques précises et dont le rôle dans l'atteinte des objectifs de l'entreprise est loin d'être négligeable. Ainsi la fonction maintenance est devenue l'affaire de tous et doit être omniprésente dans les entreprises et dans les services. Elle est devenue un enjeu économique considérable pour tous les pays qui souhaitent disposer des outils de production disponibles et performants. [7]

I.5 Méthodes de la maintenance

Pour choisir les méthodes de maintenance on doit s'effectuer 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 être informé des objectifs de la direction, des décisions politiques de maintenance, mais on doit aussi 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.[1]

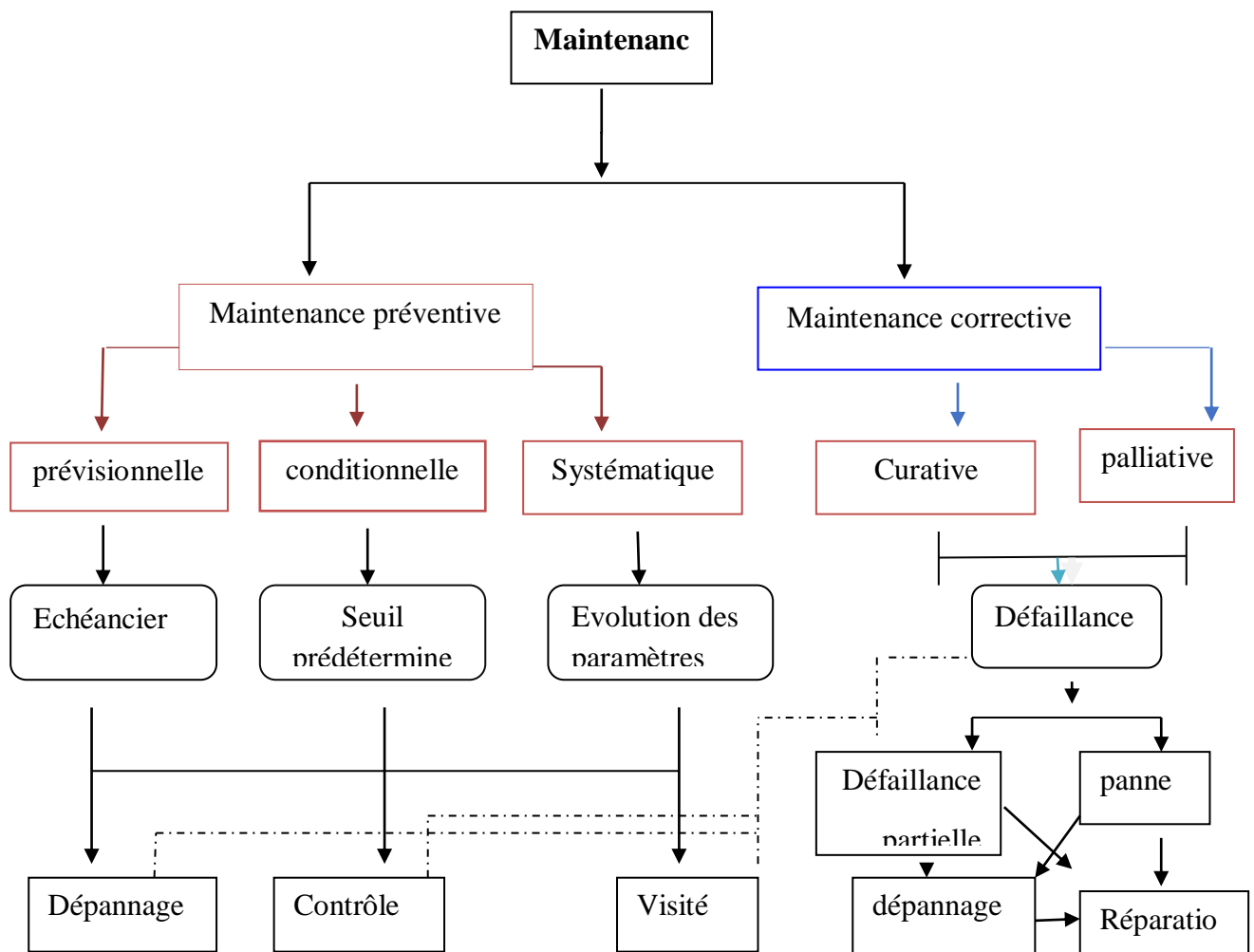


Figure 1 N° : Types de maintenance [4]

➤ I.5.1 Maintenance corrective

C'est une maintenance après la défaillance. La maintenance corrective a pour objectif de redonner au matériel des qualités perdues nécessaires à son utilisation. Les défauts, pannes ou avaries diverses exigeant une maintenance corrective entraînent une indisponibilité immédiate ou à très brève échéance des matériels affectés ou / et une dépréciation en quantité ou / et en qualité des services rendus.

➤ I.5.2 Maintenance préventive

La maintenance préventive effectuée selon des critères prédéterminés, dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation du service rendu.

Elle permet d'éviter des 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.

Le but de la maintenance préventive est de :

- Augmenter la durée de vie des matériels ;
- Diminuer la probabilité des défaillances en service ;
- Diminuer le temps d'arrêt en cas de révision ou de panne ;
- Prévenir et aussi prévoir les interventions de la maintenance corrective coûteuse.

Elle permet de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions ;

- Eviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant, etc.;
- Diminuer le budget de la maintenance ;
- Supprimer les causes d'accidents graves.

➤ I.5.2.1 Maintenance préventive systématique

La maintenance préventive est effectuée selon un échéancier établi selon le temps ou le nombre d'unités d'usage.

Ce type d'intervention est déterminé à partir de la mise en service ou après une révision partielle ou complète. Cette méthode nécessite de connaître le comportement du matériel ; les usures ; les modes de dégradations ; le temps moyen de bon fonctionnement entre deux avaries autrement dit le M.T.B.F

La maintenance systématique peut être appliquée dans les cas suivants :

- Equipements soumis à la législation en vigueur (sécurité réglementée) ;
- Equipements dont la panne risque de provoquer des accidents graves ;
- Equipements ayant un coût de défaillance élevé ;
- Equipements dont les dépenses de fonctionnement deviennent anormalement élevées au cours de leur temps de service.

➤ I.5.2.2 Maintenance préventive conditionnelle

La maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé, (autodiagnostic, information d'un capteur, mesure d'une usure, ...), révélateur de l'état de dégradation du bien. La maintenance conditionnelle est donc une maintenance dépendant de l'expérience et faisant intervenir des informations recueillies en temps réel. Cette surveillance de la dégradation permet de fixer un seuil d'alarme avant un seuil d'admissibilité. Le principal intérêt d'une telle stratégie est de pouvoir utiliser les entités au maximum de leur possibilité mais aussi de diminuer le nombre des opérations de maintenance corrective.

La maintenance préventive conditionnelle se caractérise par la mise en évidence des points faibles. Suivant les cas, il est souhaitable de les mettre sous surveillance et à partir de là, nous pouvons décider d'une intervention lorsqu'un certain seuil est atteint, mais les contrôles demeurent systématiques et font partie des moyens de contrôle non destructifs.

La maintenance préventive conditionnelle se fait par des mesures pertinentes sur le matériel en fonctionnement.[1]

I.6 But de la maintenance

La maintenance a pour rôle :

- Le maintien du capital machine.
- Minimiser les arrêts et les chutes de production.
- Améliorer la sécurité de personnel et la protection de l'environnement.

I.7 Les opérations de maintenance

Il existe plusieurs opérations de la maintenance, nous citons les plus importantes

I.7.1 Les opérations de maintenance corrective

I.7.1.1 Le dépannage

Action sur un bien en panne, en vue de le remettre en état de fonctionnement. Compte tenu d'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. La connaissance du comportement du matériel et des modes de dégradation sont à la base d'un bon diagnostic et permettent souvent de gagner du temps.

I.7.1.2 La réparation

Est une intervention définitive et limitée de maintenance corrective après panne ou défaillance.

Son application 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. [11]

I.7.2 Les opérations de maintenance préventive

Dans laquelle nous parlons des :

I.7.2.1 Inspections

Activités de surveillance qui consistent 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.7.2.2 visite

Sont des opérations de surveillance qui, dans le cadre de la maintenance préventive systématique s'opèrent selon une périodicité déterminée. Ils correspondent à une liste d'opérations définies préalablement qui peuvent entraîner des démontages d'organes et une immobilisation du matériel. Une visite peut entraîner une action de maintenance corrective.

I.7.2.3 contrôle

Cette opération a pour objectif de vérifier des critères ou des données définis. Elle a pour base des références de vérification parfaitement établies.

I.7.2.4 Révision

Ensemble des actions d'examens, 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.[11]

I.8 Les niveau de maintenance

1er 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.... 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 des pièces consommables nécessaires est très faible.

2ème niveau

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

3ème 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 réalignement des appareils de mesure. 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.

4ème 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 du travail par les organismes spécialisés. Ce type d'intervention peut être effectué par une équipe comprenant un encadrement technique très spécialisé, dans un atelier spécialisé.

5ème niveau

Rénovation, reconstruction ou exécution des réparations importantes confiées à un atelier central ou à une unité extérieure. Par définition, ce type de travaux est donc effectué par le constructeur, ou par le reconstruteur, avec des moyens définis par le constructeur et donc proches de la fabrication.[12]

I.9 objectifs de la maintenance dans l'entreprise

I.9.1 Objectifs généraux

Les objectifs poursuivis par la fonction maintenance résultent des objectifs généraux qui, dans le cas d'une entreprise portent essentiellement sur la rentabilité, la croissance, la sécurité, ainsi que sur des objectifs sociaux.

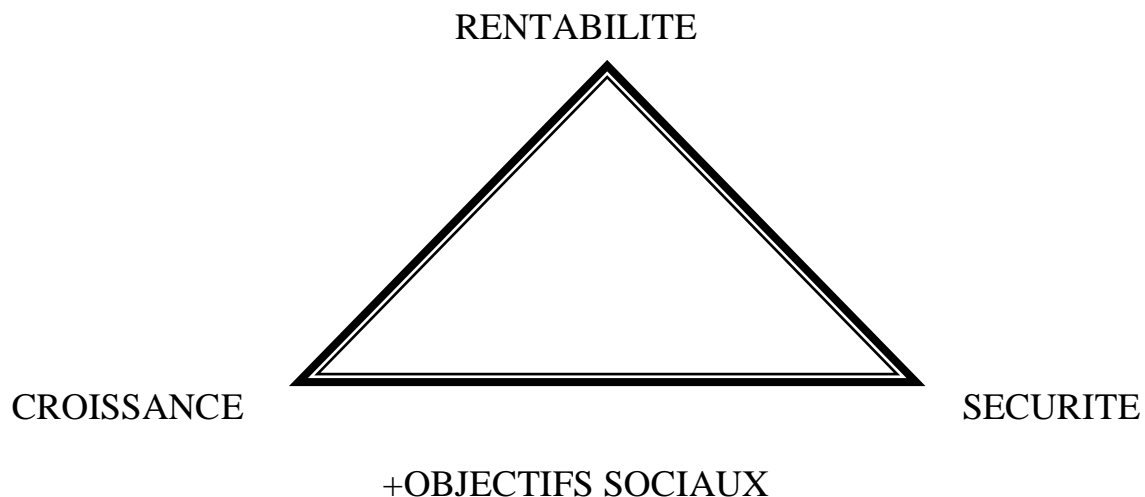


Figure N° 2 : Objectifs généraux de l'entreprise.[1]

La fonction maintenance doit, comme les autres fonctions, contribuer à la réalisation de cet objectif essentiel, à savoir la rentabilité et la compétitivité des entreprises et l'efficacité des administrations.

La sécurité des personnes et des biens constitue une composante prioritaire des objectifs de la maintenance.

I.10 La maintenance et les zéros olympiques

Les 5 zéros olympiques, dont il s'agit désignent un ensemble d'objectifs opérationnels de management des entreprises consistant en :

- Zéro panne
- Zéro défaut
- Zéro stock
- Zéro délai

- Zéro papier

Les stocks et les frais financiers correspondants ont pu être réduits considérablement. Pour rester compétitives, les entreprises concurrentes sont obligées de chercher à faire au moins aussi bien. Une politique judicieuse de maintenance peut y contribuer efficacement, en particulier dans les industries utilisant des équipements coûteux :

- **L'objectif zéro panne** concerne essentiellement la maintenance. Il s'agit d'un impératif en ce qui concerne les fonctions mettant en jeu la sécurité des personnes.

- **L'objectif zéro défaut** intéresse la gestion de la qualité, mais la maintenance s'y trouve étroitement liée, car la qualité de la production dépend fortement de l'état des équipements.

- **L'objectif zéro stock** concerne également la maintenance en particulier pour L'organisation à flux tendus ou les stocks intermédiaires sont fortement réduits.

Un résultat ne peut être obtenu qu'avec une fiabilité satisfaisante des équipements en amont.

- **L'objectif zéro délai** intéresse la fonction maintenance en ce qui concerne la durée d'intervention en cas d'incident, pour réduire au maximum la durée d'immobilisation.

- **L'objectif zéro papier** concerne moins directement la maintenance, mais l'application de l'informatique à de nombreuses fonctions de maintenance contribue à sa réalisation.[1]

I.11 Le Service de maintenance

I.11.1 Fonction du service maintenance

I.11.1.1 Fonction Préparation

La préparation des interventions de maintenance doit être considérée comme une fonction à part entière 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,...

Quel que soit le type d'intervention à réaliser, la préparation sera toujours présente. Elle sera :

- Implicite (non formalisée) : dans le cas de tâches simples, l'intervenant assurera lui-même, par expérience et de façon souvent automatique la préparation de ses actions ;
- Explicite (formalisée) : réalisée par un préparateur, elle donne lieu à l'établissement d'un dossier de préparation structuré qui, faisant partie intégrante de la documentation technique, sera utilisé chaque fois que l'intervention

Sera réalisée. Il sera donc répertorié et conservé sous réserve de mises à jour ultérieures.

I.11.1.2 La fonction réalisation

A. Pilotage

Le pilotage de la réalisation des actions de maintenance consiste principalement à gérer des moyens : hommes, outillage, pièces de rechange, etc.

B. 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.

La réussite de cette phase repose souvent sur l'usage de moyens de communication appropriés.

La réalisation peut nécessiter un diagnostic (une identification et une caractérisation de la défaillance) impliquant la mise en œuvre d'outils méthodologiques appropriés.

Dans certains cas il peut être nécessaire de chercher l'assistance d'un spécialiste approprié, pour déterminer la véritable cause d'une panne. De la même façon, les techniques de diagnostic des pannes sont de plus en plus utilisées. Ces moyens comprennent par exemple la façon de lire les plans, les techniques de management, l'établissement d'arbres des causes et effets, les courbes de Pareto, et peuvent comprendre également les méthodes conçues spécialement par les fabricants pour des équipements spécifiques.[2]

C. Organisation

Le directeur du service maintenance assume plusieurs responsabilités à savoir

- Une responsabilité technique du patrimoine qui lui est confié. A ce titre, il a - Une connaissance approfondie des équipements et des défaillances (et de leurs causes) qui les menacent,
- Une connaissance des risques encourus (financiers, techniques, humains) lors d'un n arrêt de production, qu'il soit consécutif à une défaillance ou alors volontaire pour une intervention.
- Une responsabilité sociale puisqu' il devra gérer des moyens humains

(Disponibilité et constitution des équipes, etc..).

- Une responsabilité économique du matériel confié et de son service. A ce titre, il devra :
- Analyser et optimiser les coûts de maintenance,
- Gérer les stocks de rechange et les outillages,
- Gérer les interventions sur les équipements afin d'optimiser sa disponibilité.
- Une responsabilité politique puisqu'il devra positionner stratégiquement son service dans l'entreprise, ce qui n'est pas toujours une simple affaire.

Il est clair que ces quatre responsabilités ne pourront être assumées que s'il s'entoure de compétences affirmées. Ces compétences devront se retrouver dans les grandes fonctions du service maintenance.[2]

I.12 Conclusion

La maintenance en tant que technologie mal menée gagne de jour en jour ses titres de noblesse et devient une fonction clef de l'entreprise. Par son effet, elle agit comme facteur de productivité, élément de sécurité, argument de promotion et réputation de la classe de l'entreprise. Dans ce chapitre, nous avons exposé une vue générale sur les différents types de maintenance industrielle ainsi leur choix qui devenue avec le temps de plus en plus importante. Pour être efficace, il faut d'abord avoir une idée aussi claire que possible des mécanismes qui influent sur les grandeurs significatives (nombre de pannes, temps de réparation, délais logistiques, coûts de maintenance préventive, coûts du stockage des matières, actions de communication, etc.). Il faut ensuite mesurer ces grandeurs et construire des indicateurs pour juger de l'état du système.

Chapitre II

*Généralités sur les équipements
de chargement et d'excavation*

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.

Pour leur exécution, on utilise les excavatrices de différents types, de chargeurs et d'autres engins.

Les excavatrices se caractérisent par des capacités d'accélération élevées. Leurs capacités de transmission sont faibles et sont déterminées par le rayon d'action de ces machines. Les elles sont divisées en plusieurs groupes selon leur objectif et leur puissance. Si la machine effectue toutes les opérations dans un certain ordre et les répète à certains intervalles, cela fait référence aux machines à travail intermittent (cyclique).

Si elle effectue toutes les opérations simultanément, au moyen d'une machine continue. Les excavatrices à godet unique sont des excavatrices intermittentes, et les excavatrices à plusieurs godets, sont des excavatrices continues.

II.2 Les différents types d'équipements de chargement et d'excavation

II.2.1 Les chargeuse

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 :

- Excave le matériau ou reprend au cordon ou au tas un matériau déjà excavé ;
- L'élevé à l'aide de sa coupe ;
- Le déverse sur camions-bennes. [4]



Figure N° 3: Chargeuse sur chenille [4]



Figure N° 4 : Chargeuse sur pneus

II.2.1.1 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 ($5m^2$) 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.

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:

- 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.[10]

II.2.1.2 Cas d'application 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 les matériaux, que la chargeuse à pneu. Pour cette raison la chargeuse à chenille a pour spécialité les décapages 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, pour des distances de 100-150 mètres aura une efficacité comparable au bulldozer.

II.2.1.3 Le cycle de travail de chargeuse

Est composé des 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.2.1.4 Les type des godets

- 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 foisonnes ;
- Godet dit « quatre en un » ou tous travaux, etc.

II.2.1.5 Principales caractéristiques des chargeuses

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

II.2.2 Les pelles hydrauliques

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.

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. [4]



Figure 5:Pelle hydraulique [4]

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.2.3 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.

II.2.4 Les différents équipements des pelles :

II.2.4.1 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 N°6 : Pelle en rétro[4]

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.

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 :

- 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 :

- 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-2-4-2- 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. [10]



Figure 7 : Pelle en butte [4]

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 la pelle en butte

Est indiquée en dans les cas suivant :

- 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 des pelles en butte

Sont les suivants :

- 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.) ; [10]

II-2-4_3- En dragline

Dans ce cas l'excavateur a une flèche qui peut pivoter en plan vertical de + 60°, 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. [4]



Figure N° 8 : Dragline[4]

II-2-4-4- En benne preneuse

Suspendue à l'extrémité de la flèche et composée de deux semi coquilles, munies des dents, elle tombe librement en position ouverte sur le terrain à excaver, et après la benne est relevée, ce qui entraîne sa fermeture. [10]



Figure N° 9: Benne preneuse[10]

a-Travail en benne preneuse

La benne preneuse est composée soit de deux coquilles Jointives, pouvant s'ouvrir et se fermer comme des mâchoires et possédant tantôt des bords coupants, tantôt des dents amovibles ; soit formée d'un ensemble de 4 à 6 griffes articulées, jointives dans la benne en système « en écorce d'organe ».

b- L'utilisation de la benne preneuse :

Est indiquée dans les cas suivants :

- la manutention des matériaux chargement, déchargement, stockage, reprise, mise en trémie, en wagon, en camion, etc.
- le forage des puits profonds, et dans ce cas la benne est équipée d'une rallonge ;
- le creusement des tranchées, des fossés, des canaux ;
- les fouilles et extractions à sec ou sous l'eau, etc.

II-2-5- 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. [4]



Figure N° 10: Excavateur à godets multiples [4]

II-2-5-1- 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 ;

II-3-Conclusion

Dans ce chapitre nous avons exposé les différents types d'équipements de chargement et d'excavation. à savoir (les chargeuses, les excavateurs (les pelles mécaniques)),(pelle en rétro, pelle en butte, dragline et benne preneuse).

Chapitre III

Méthode AMDEC en général

III.1 Introduction

L'existence d'une entreprise est basée sur des interrelations entre son personnel et ses clients d'une part, et ses actionnaires, ses dirigeants et son personnel d'autre part. L'ensemble de ces interrelations est régi par un processus d'affaires qui interagit aussi avec des partenaires externes, en amont et en aval. La stratégie qui vise la satisfaction simultanée de toutes ces parties est la qualité totale. Simple à définir, complexe à réaliser.

Le processus d'affaires consiste en un ensemble de systèmes qui doivent être parfaitement organisés et intégrés. Un système se compose de plusieurs processus, un processus de plusieurs procédés, un procédé de plusieurs activités et tâches. Si on identifie tout ce qui ne pourrait pas fonctionner dans les systèmes et si on peut éliminer les causes probables des défaillances qui peuvent survenir, tous les systèmes fonctionneraient alors correctement, sans conflits, sans arrêt, dans une optique qualité totale. Cette logique conduit à prendre des actions à priori et non à posteriori, comme on le faisait par le passé et comme certains le font encore. D'où l'importance et la nécessité d'une approche préventive pour réaliser la qualité totale.

Les approches telles que l'inspection et le contrôle du produit ainsi que le contrôle statistique des procédés sont insuffisantes pour résoudre, prévenir et éviter les problèmes qui peuvent apparaître ultérieurement dans les différents systèmes du processus d'affaires d'une entreprise. Parmi les outils et techniques de prévention des problèmes potentiels, la méthode AMDEC s'avère une méthode simple et très efficace. AMDEC est l'acronyme de «Analyse des modes de défaillances, de leurs effets et leur criticité» (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA). Cette technique a pour but d'étudier, d'identifier, de prévenir ou au moins de réduire les risques de défaillances d'un système, d'un processus, d'un produit.

L'Association française de normalisation (Afnor) définit l'AMDEC comme étant "une méthode inductive qui permet de réaliser une analyse qualitative et quantitative de la fiabilité ou de la sécurité d'un système". La méthode consiste à examiner méthodiquement les défaillances potentielles des systèmes (analyse des modes de défaillance), leurs causes et leurs conséquences sur le fonctionnement de l'ensemble (les effets). Après une hiérarchisation des défaillances potentielles, basée sur l'estimation du niveau de risque de défaillance, soit la criticité, des actions prioritaires sont déclenchées et suivies.

III.2 Historique et domaines d'application :

L'AMDEC a été créée aux États-Unis par la société Mc Donnell Douglas en 1966. Elle consistait à dresser la liste des composants d'un produit et à cumuler des informations sur les modes de défaillance, leur fréquence et leurs conséquences. La méthode a été mise au point par la NASA et le secteur de l'armement pour évaluer l'efficacité d'un système. Dans un contexte spécifique, cette méthode est un outil de fiabilité. Elle est utilisée pour les systèmes où l'on doit respecter des objectifs de fiabilité et de sécurité. À la fin des années soixante-dix, la méthode fut largement adoptée par Toyota, Nissan, Ford, BMW, Peugeot, Volvo, Chrysler et d'autres grands constructeurs d'automobiles.

La méthode a fait ses preuves dans les industries suivantes : spatiale, armement, mécanique, électronique, électrotechnique, automobile, nucléaire, aéronautique, chimie, informatique et plus récemment, on commence à s'y intéresser dans les services. Dans le domaine de l'informatique la méthode d'Analyse des Effets des Erreurs Logiciel (AEEL) a été développée. Cette approche consiste en une transcription de l'AMDEC dans un environnement de logiciels. Aujourd'hui, dans un contexte plus large comme celui de la qualité totale, la prévention n'est pas limitée à la fabrication. Il est maintenant possible d'anticiper les problèmes dans tous les systèmes du processus d'affaires et de rechercher à priori des solutions préventives. C'est pourquoi l'application de l'AMDEC dans les différents systèmes du processus d'affaires est très utile, souvent même indispensable. Cette méthode est donc considérée comme un outil de la qualité totale.

Il est important de souligner que l'utilisation de la méthode se fait avec d'autres outils de la qualité et cette combinaison augmente considérablement la capacité et l'efficacité de la méthode. [6]

III.3 Définition

L'AMDEC est une méthode qualitative et inductive qui définit une règle ou une loi à partir de l'expérience : un raisonnement inductif visant à identifier les risques de pannes potentielles contenues dans un avant-projet de produit ou de système, quelles que soient les technologies, de façon à les supprimer ou à les maîtriser. [3]

III.4 Objectif de l'AMDEC

L'AMDEC a pour objectif, dans une démarche inductive rigoureuse, d'identifier les défaillances dont les conséquences peuvent affecter le fonctionnement d'un système et de les hiérarchiser selon leur niveau de criticité afin de les maîtriser. On obtient en sortie

l'ensemble des dysfonctionnements potentiels associés à leur criticité (fréquence d'apparition, gravité des effets et probabilité de détection de la défaillance) ainsi que les plans d'actions à mettre en œuvre afin de diminuer la criticité en faisant varier un des trois facteurs.

L'AMDEC est une technique qui conduit à l'examen critique de la conception dans un but d'évaluer et de garantir la sûreté de fonctionnement (sécurité, fiabilité, maintenabilité et disponibilité) d'un moyen de production.

Elle permet de déterminer les points faibles d'un système et d'y apporter des remèdes, de préciser les moyens de se prémunir contre certaines défaillances, de faire dialoguer les personnes concernées par un projet, mieux connaître le système, et principalement d'étudier les conséquences de défaillance.[3]

III.5 Types d'AMDEC

Il existe plusieurs types d'AMDEC, parmi les plus importants, mentionnons :

- ❖ **L'AMDEC-organisation** : s'applique aux différents niveaux du processus d'affaires : du premier niveau qui englobe le système de gestion, le système d'information, le système production, le système personnel, le système marketing et le système finance, jusqu'au dernier niveau comme l'organisation d'une tâche de travail.
- ❖ **L'AMDEC-produit ou l'AMDEC-projet** : est utilisée pour étudier en détail la phase de conception du produit ou d'un projet. Si le produit comprend plusieurs composants, on applique l'AMDEC-composants.
- ❖ **L'AMDEC-processus** : s'applique à des processus de fabrication. Elle est utilisée pour analyser et évaluer la criticité de toutes les défaillances potentielles d'un produit engendrées par son processus. Elle peut être aussi utilisée pour les postes de travail.
- ❖ **L'AMDEC-moyen** : s'applique à des machines, des outils, des équipements et appareils de mesure, des logiciels et des systèmes de transport interne.
- ❖ **L'AMDEC-service** : s'applique pour vérifier que la valeur ajoutée réalisée dans le service corresponde aux attentes des clients et que le processus de réalisation de service n'engendre pas de défaillances.

- ❖ **L'AMDEC-sécurité** : s'applique pour assurer la sécurité des opérateurs dans les procédés où il existe des risques pour ceux-ci. [6]

III. 6 Principe de l'AMDEC

Recenser les risques potentiels d'erreur (ou les modes de défaillance) et en évaluer les effets puis en analyser les causes.

L'AMDEC est une méthode d'identifier et de hiérarchie les modes potentiels de défaillance susceptibles de se produire sur un équipement, d'en rechercher les effets sur les fonctions principales des équipements et d'en identifier les causes. Pour la détermination de la criticité des modes de défaillance, l'AMDEC requiert pour chaque mode de défaillance la recherche de la gravité de ses effets, la fréquence de son apparition et la probabilité de sa détectabilité. Quand toutes ces informations sont disponibles, différentes méthodes existent pour déduire une valeur de la criticité du mode de défaillance. Si la criticité est jugée non acceptable, il est alors impératif de définir des actions correctives pour pouvoir corriger la gravité nouvelle du mode de défaillance (si cela est effectivement possible), de modifier sa fréquence d'apparition et d'améliorer éventuellement sa détectabilité.[3]

III.7 Avantages de la méthode AMDEC

La méthode AMDEC confronte les connaissances de tous les secteurs d'activité de l'organisation, pour obtenir, dans un ordre que nous avons cherché à rendre significatif, les résultats suivants.

- La satisfaction du client est l'objectif majeur de l'AMDEC, un objectif contre lequel personne ne peut aujourd'hui s'élever. S'il n'y avait que ce seul argument en faveur de l'AMDEC, il devrait suffire à la rendre indispensable dans nos organisations.
- Le pilotage de l'amélioration continue par la gestion. L'élaboration et la gestion de ces plans seront, avec les mises à jour régulières de l'AMDEC sont des moyens majeurs de faire vivre l'amélioration continue et de démontrer sa mise en œuvre.
- Contrairement à ce que certains prétendent, l'AMDEC vous aide à réduire les coûts d'obtention de la qualité, à condition de travailler aussi dans le cadre de l'AMDEC procédé, sur la réduction des rebuts et des retouches : c'est un des objectifs majeurs de la méthode.

_ Un des objectifs majeurs de l'AMDEC se traduira par la mise en place des mesures préventives, voire par l'élaboration des plans d'actions pour l'élimination des causes de défaillances.[9]

III.8 Les étapes de AMDEC

Il se compose de cinq étapes:

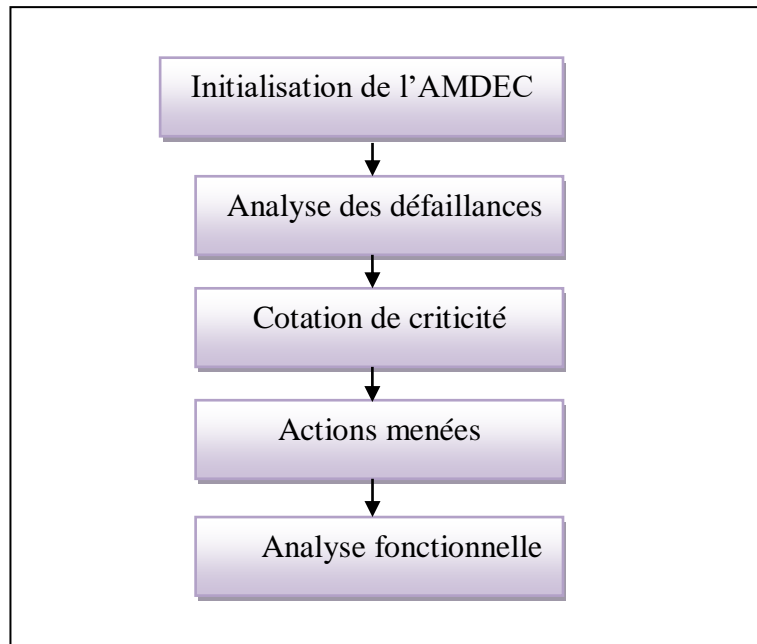


Figure N° 11: La démarche AMDEC[3]

III.8.1 Etape 1 : Initialisation

- ✓ Définition du système et des objectifs à atteindre ;
- ✓ Constitution du groupe de travail ;
- ✓ Mise au point de supports de l'étude ;

III.8.1.1 Définition du système et des objectifs à atteindre :

L'AMDEC est un travail systématique et long, peut générer beaucoup de documents et donc devenir inutilisable. On aura donc intérêt à se limiter à des équipements qui posent problème. De même, les objectifs de l'étude seront précisés en termes d'amélioration attendues de disponibilité, de maintenance ou autre.[3]

III.8.1.2 Constitution du groupe de travail :

Le groupe de travail comprend :

- Un représentant du service procédant à l'investissement du moyen de production.

- Le concepteur du moyen étudié.
- L'utilisateur futur du moyen étudié.
- Le mainteneur futur du moyen étudié.
- Un spécialiste (expert d'un sujet traité ponctuellement).
- Les services : qualité, fiabilité, sécurité,...

III.8.1.3 Mise au point supports de l'étude:

Les méthode d'évaluations des facteurs (Gravité , Fréquence, Détection, Criticité) seront plus détaillées au moment d'évaluation de la criticité. Une feuille d'analyse AMDEC est à réaliser Selon les sources ,il existe plusieurs type de fiches AMDEC [3]:

Tableau 1: Exemple de feuille d'AMDEC [09]

Analyse Fonctionnelle		Analyse de défaillance			Estimation de criticité				Mesure	
Composant		fonction	causes	Effet local	Effet sys	Gravité	Occurrence	Non détection	Criticité (indice)	Mesures envisagées
Nom	Rep									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Tableau 2: Exemple de feuille d'AMDEC [09]

analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité							AMDEC				
Système :..... Sous-système:			Phase de fonctionnement				Date analyses:....	Page :..			
N°	Elément	fonction	Mode de défaillance	Cause	effet	Détection	Criticité				Action correctie
							F	G	D	C	

III .8.2Etape2 :L'analyse fonctionnelle

Le but de l'analyse fonctionnelle est de déterminer d'une manière assez complète les fonctions principales d'un produit, les fonctions contraintes et les fonctions élémentaires.

- **Les fonctions principales** : sont les fonctions pour lesquelles le système a été conçu, donc pour satisfaire les besoins de l'utilisateur.
- **Les fonctions contraintes** : répondent aux interrelations avec le milieu extérieur.
- **Les fonctions élémentaires** : assurent les fonctions principales, ce sont les fonctions des différents composants élémentaires du système.

Pour réaliser correctement l'analyse fonctionnelle il faut effectuer trois étapes principales :

- Définir le besoin à satisfaire. Le principe consiste à décrire le besoin et la façon dont il est satisfait et comment il risque de ne pas être satisfait.
- Définir les fonctions qui correspondent au besoin.
- Etablir l'arbre fonctionnel afin de visualiser l'analyse fonctionnelle.

Trèssouvent les fonctions principales comportent des sous-fonctions ou résultent d'un ensemble des fonctions élémentaires. D'où le besoin de l'arbre fonctionnel. [3]

III.8.3 Etape 3: Analyse des défaillances

A partir de l'analyse fonctionnelle, la démarche AMDEC consiste en une recherche :

- Des mode de défaillance
- Des effets de défaillance
- Des causes de défaillance
- La criticité de défaillance

Il s'agit d'identifier les schémas du type:

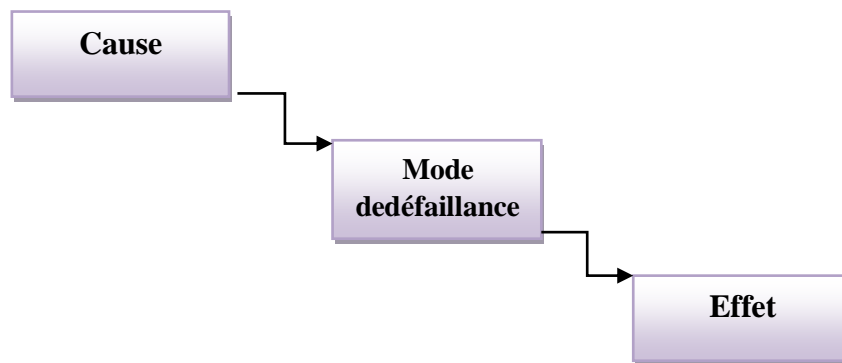


Figure N° 12: Schéma explicatif d'analyse des défaillances.[3]

III.8.3.1 Mode de défaillance

Le mode de défaillance est la façon dont un produit, un composant, un ensemble, un processus ou une organisation manifeste une défaillance. [6]

Tableau 3 : Mode des défaillances génériques.[01]

1	Défaillance structurelle (rupture)	19	Ne s'arrete pas
2	Blocage physique (ou coincement)	20	Ne démarre pas
3	Vibrations	21	Ne commute pas
4	Ne reste pas position	22	Fonctionnement prématuré
5	Ne s'ouvre pas	23	Fonctionnement après le délai (retard)
6	Ne se ferme pas	24	Entrée erronée (augmentation)
7	Défaillance en position ouverte	25	Entrée erronée (diminution)

8	Défaillance en position fermée	26	Sortie erronée (augmentation)
9	Fuite interne	27	Sortie erronée (diminution)
10	Fuite externe	28	Perte de l'entrée
11	Dépasse la limite supérieure tolérée	29	Perte de la sortie
12	Est en dessous de la limite supérieure	30	Court-circuit (électrique)
13	Fonctionnement intempestif	31	Circuit ouvert (électrique)
14	Fonctionnement intermittent	32	Fuite électrique
15	Fonctionnement irrégulier	33	Autres conditions de défaillances exceptionnelles suivant les caractéristique du système, les conditions de fonctionnement et les contraintes opérationnelles
16	Indication erronée		
17	Ecoulement réduit		
18	Mise en marche erronée		

III.8.3.2 Cause des défaillances

Une cause de défaillance est évidemment ce qui conduit à une défaillance. On définit et on décrit les causes de chaque mode de défaillance considérée comme possible pour pouvoir en estimer la probabilité, en déceler les effets secondaires et prévoir des actions correctives pour la corriger[10].

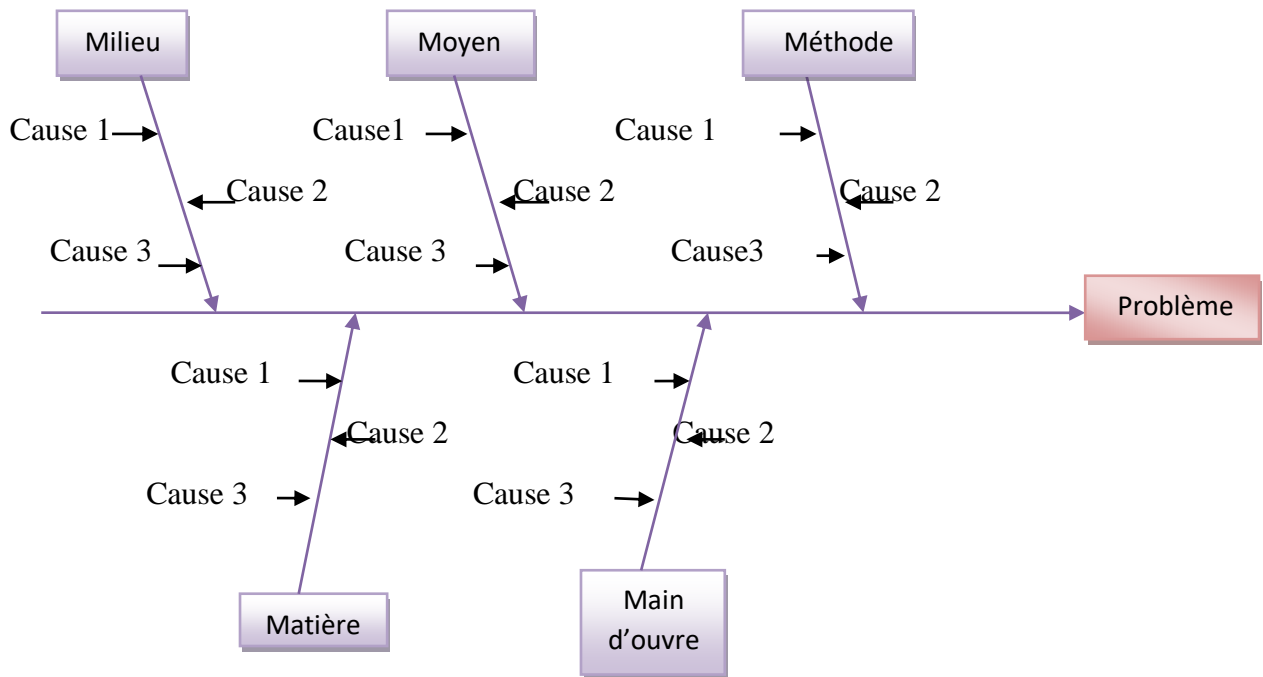


Figure N° 13: Digrammes de cause à effets "Ishikawa"[3]

III.8.3.3 Les effets des défaillances

L'effet concrétise la conséquence du mode de défaillance.

Il dépend du point de vue AMDEC que l'on adopte :

- Effets sur la qualité du produit (AMDEC procédé).
- Effets sur la productivité (AMDEC machine).
- Effets sur la sécurité (AMDEC sécurité).

Un effet peut lui-même devenir la cause d'un autre mode de défaillance.[3]

III.8.3.4 Détection

Ce sont les symptômes (anomalies, indicateurs,...) observés, détectés qui permettent de repérer assez tôt l'évolution d'un mécanisme défaillant

III.8.4. Etape 4 : Cotation de criticité

III.8.4.1. L'indice G :

Relatif aux conséquences provoquées par l'apparition du mode de défaillance en termes de :

- Qualité des pièces produites.
- Sécurité des hommes ou des biens.
- Temps d'intervention qui correspond au temps actif de maintenance corrective

(diagnostic + réparation ou échange + remise en service). La gravité G est le plus souvent cotée de 1 jusqu'à 5 (Tableau 4).[3]

Tableau 4: Grille de cotation de la gravité.[01]

Niveau de gravité : G	Indice	Definition des niveaux
Gravité mineure	1	Défaillance mineure: -Arrêt de production inférieur à 2 mn, -Aucune dégradation notable du matériel .
Gravité signification	2	Défaillance Significative : -arrêt de production de 2 à 20mn , -Remise d'état de courte durée ou une petite réparation sur place nécessaire .
Gravité moyenne	3	Défaillance Moyenne : -Arrêt de production de 20 mn à 1 heures, -Changement du matériel défectueux nécessaire .
Gravité majeure	4	Défaillance majeure : -arrêt de production de 1 à 2 heures , -intervention importante sur sous ensemble, -production de pièces non conformes non détectées .
Gravité catastrophique	5	Défaillance catastrophique : -arrêt de production supérieur à 2 heures, -intervention nécessit des moyens couteux .

III.8.4.2. L'indice F

Relatif à la fréquence d'apparition de la défaillance, cette fréquence exprime la probabilité combinée d'apparition du mode de défaillance par l'apparition de la cause de la défaillance. La fréquence F allant de 1 jusqu'à 4 (Tableau5).[3]

Tableau 5: Grille de cotation de la fréquence .[01]

Niveau de fréquence :F	Indice	Définition des niveaux
Fréquence très faible	1	Défaillance rare: moins d'une défaillance par année.
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 défaillance par semaine .

III.8.4.3. L'indice D

Relatif à la possibilité de détecter la défaillance (le couple : Mode-Cause de défaillance) avant qu'elle ne produise l'effet. La détection D est évaluée de 1 pour une défaillance détectable, à 4 pour une défaillance indétectable (**Tableau 6**). [3]

Tableau 6: Grille de cotation de la probabilité de non détection[01]

Niveau de diction :D	Indice	Définition des niveaux
Détection évidente	1	détection efficace permettant une action préventive.
Détection possible	2	Système présentant des risques de non-détection dans certains cas .
Détection improbable	3	Système de déction peu fiable .
Détection impossible	4	Aucune detection .

Les modalités de cette cotation sont à définir lors de la mise au point des supports de l'étude, en fonction de l'étude et des objectifs. L'indice de criticité C, aussi appelé nombre de priorité de risque (NPR) ou encore Indice de Priorité de Risque (IPR), est le résultat du produit de La fréquence, de la détection et de la gravité qui caractérise le niveau de fiabilité du système analysé

$$C = G * F * D \dots \dots \dots (1)$$

❖ **Remarque :**

S'il s'agit d'un AMDEC-produit ou une AMDEC-processus, il existe d'autres grilles de cotation des indices G,F,D allant jusqu'à 10.

III.7.5 Etape 5: Actions menées

Les actions menées consistent à :

- Classer les problème rencontrés ;
- Proposer l'amélioration ;
- Calcul en la nouvelle criticité ;

III.7.5.1 Classement des problèmes rencontrés

Les actions menées sont décidées par le groupe de travail pour éliminer tous points critiques.

A partir de la valeur de la criticité ,on peut classer les problèmes par ordre décroissant et les répartir en différentes classes (**tableau 7**)

Tableau 7: Tableau de la criticité (G ,F ,D)[01]

Valeur de la criticité	Politique de la maintenance
$12 < C < 16$	Mise sous correctif.
$16 < C < 32$	Mise sous préventive à la fréquence faible .
$32 < C < 36$	Mise sous préventive à la fréquence élevée.
$36 < C < 48$	Recherche d'amélioration .
$48 < C < 64$	Reprendre la conception .

III.8.5.2. Proposition d'amélioration

Le choix du type d'action corrective à mettre en place doit être guidé par le critère le plus pénalisant dans la note de criticité par exemple :

- Si la criticité d'une défaillance est élevée du fait de la fréquence, l'action corrective doit viser à diminuer la fréquence.
- Quand aucune action corrective ne peut permettre de ramener l'indice de gravité au-dessous de 4. Il faudrait définir une action visant à maintenir les deux autres critères (fréquence, détection) à une valeur égale à 1.
- De la même manière, quand aucune action corrective ne permet de ramener l'indice de fréquence au-dessous de 4. Il faudrait définir une action corrective qui permet de ramener la gravité et la détection à une valeur égale à 1.

III.8.5.3. Calcul de la nouvelle criticité :

Un nouveau calcul de la criticité permet de valider les solutions retenues à partir de l'estimation des nouveaux indices **F'**, **G'**, **D'** :

❖ **L'indice F'** : L'amélioration de la fréquence F s'obtient par une action sur la fiabilité du composant analysé, sur les conditions d'utilisation ou par une action de maintenance preventive systématique.

❖ **L'indice G'** : L'amélioration de la gravité s'obtient par une action sur la maintenabilité ou sur l'aptitude à diagnostiquer et à réparer plus rapidement. Cela peut entraîner des modifications de conception.

❖ **L'indice D'** : L'amélioration de la détection s'obtient en agissant sur la validation de la conception et /ou sur une aide à la supervision par une maintenance préventive

❖ **L'indice C'**: qui permettra de quantifier le progrès réalisé.[3]

$$C' = F' * G' * D' \dots\dots\dots(2)$$

III.9 Conclusion

L'AMDEC est une méthode de prévention qui peut s'appliquer à une organisation, un processus, un moyen, un composant ou un produit dans le but d'éliminer, le plus en amont possible, les causes des défauts potentiels. C'est là un moyen de se prémunir contre certaines défaillances et d'étudier leurs causes et leurs conséquences. La méthode permet de classer et de hiérarchiser les défaillances selon certains critères (occurrence, détection, gravité).

Les résultats de cette analyse sont les actions prioritaires propres à diminuer significativement les risques de défaillances potentielles.

Chapitre IV

*Analyse critique de la maintenance
de la pelle hydraulique R9100*

par AMDEC

V.1 Introduction

Que l'on soit constructeur ou exploitant d'une machine, l'on s'interroge sur sa fiabilité.

Quelles sont les problèmes auxquels on doit s'attendre de la part de cette machine ?

La réponse à cette question passe par la mise en œuvre de méthodes de maintenance. L'une de ces dernières est parfaitement justifiée lorsqu'aucun historique concernant l'installation n'est disponible (en particulier pour les machines neuves ou de conception récente).

Il faut alors pouvoir prédire les pannes susceptibles d'affecter le fonctionnement de la machine. Dans ce chapitre nous appliquons les étapes de l'AMDEC citée dans le chapitre précédent dont l'objectif est d'arriver clairement à identifier les points sensibles la pelle hydraulique sur chenille liebherr 9100(cas de notre étude)et y affecter des actions de maintenance ou des contrôles plus rigoureux.

IV-2- Les étapes de L'AMDEC :

Etape 01 : Le choix de l'équipement a étudié

IV.2.1 Présentation générale de la mine de Boukhadra

IV 2.1.1 Situation géographique

Le Djebel de BOUKHADRA se situe sur l'Atlas saharien, à l'Est Algérien. L'unité de BOUKHADRA se trouve à une altitude de 850 m, le point culminant du Djebel est de 1463 mètres .La ville de BOUKHADRA fait partie de la WILAYA de TEBESSA. Elle se situe à 45Km au Nord – Est de celle -ci, à 200Km au sud de la ville côtière de ANNABA, et à 18Km de la frontière Tunisienne. Elle est reliée à ANNABA par une voie ferrée qui assure le transport du minerai de fer au complexe d'ELHADJAR. Le climat est continental et sec, les températures varient entre 40° c en été et 0°c en hiver, la Pluviométrie est faible avec parfois de faibles chutes de neige.

IV 2.1.2 Historique de la mine

L'exploitation de la mine de BOUKHADRA fut entamée durant l'époque Romaine pour l'extraction du cuivre dans la zone du pic; par la suite l'exploitation a porté sur le zinc et autres poly-métaux par la concession de BOUKHADRA (Mr TADRO).

De 1903 à 1926, la concession de MOKTA EL HADID avait entrepris des travaux de recherches systématiques par des galeries entre les niveaux 845-1225.

De 1926 à 1966, date de nationalisation des mines, c'était la société d'OUENZA qui exploitait le gîte de BOUKHADRA. Cette dernière avait effectuée de la recherche systématique Par des travaux miniers et par des sondages sur le gisement de BOUKHADRA.

Durant la période de 1967 à 1984, la SONAREM était chargée de l'exploitation et des recherches sur les gîtes ferrifères d'OUENZA et BOUKHADRA. Après la restructuration des entreprises (1983 - 1984), c'était FERPHOS qui gérait, exploitait et développait ces recherches sur l'ensemble des gîtes ferrifères existants sur le territoire national.

Depuis la date du 18/10/2001, et dans le cadre de partenariat avec l'étranger, le holding

L.N.M.N.V. a signé l'accord de partenariat avec HADID OUENZA - BOUKHADRA filiale FERPHOS avec 70% pour la première.

IV.2.1.3 Les dates importantes

1896: le premier permis de faire des recherches (Mont Ouenza).

1901: Mont Ouenza subvention pour Pascal, la préparation de la façon d'accorder l'exploitation minière Boukhadra.

1903: décerné à un fer à repasser organisation Boukhadra.

1923: mettre en place un Ouenza entreprise.

1925: Société a acquis la propriété de Ouenza Boukhadra.

1930: l'exploitation de la mine Boukhadra.

1939: L'électrification des lignes ferroviaires.

1940: l'exploitation du chemin de fer par la Société algérienne des chemins de fer.

06/05/1966: la nationalisation des mines.

07/06/1983: Restructuration de la compagnie minière et création de la Fondation nationale pour le fer et le phosphate de Tébessa.

1990: l'application de l'autonomie institutionnelle, qui comprenait Verwos en vertu du présent décret.

2001: privatisation et les astrologues Ouenza Boukhadra de 70% en faveur du partenaire étranger (LNM Ispat), maintenant (Métal) et 30% en faveur de Verwos.

Le **01/01/2005** la nomination a été modifiée par MITTAL STEELTEBESSA

Le **18/08/2007** la nomination a été modifiée par Arcelor MITTAL TEBESSA

Le **09/10/2016** les mines de Fer d'Est.

IV.2.1.4 Gisement primaire :

Deux modes d'exploitations sont utilisés :

La terre est bleue dans des cônes volcaniques. Deux modes d'exploitation existent, la mine à ciel ouvert et la mine souterraine.

A-La mine a ciel ouvert :

Ce type d'exploitation reste le plus répandu, surtout en Afrique, On utilise de gros engins de terrassement afin d'extraire le minerai de la pipe. Des explosifs sont utilisés lorsque la roche est trop dure. On creuse ainsi la pipe laissant apparaître des gradins par lesquels sont remontés par camions les matériaux à traiter et les stériles.

❖ Quelques chiffres

Organisations du travail du Ciel Ouvert

Nombre de jours ouvrables par an: 255 j/an

Nombre de jours ouvrables par semaine : 5 j/s

Nombre de postes par jour : 2postes

Durée d'un poste :8 heures

Les caractéristiques principales de la carrière :

Carrière principale:

- Réserves exploitables 9947212T ;
- Profondeur maximale de la carrière 317m ;
- Angle du bord final 50° ;
- Nombre des gradins 24 ;
- Les bermes de sécurité 10m ;
- Hauteur d'un gradin (12 à15)m.

B-La mine souterraine :

L'extraction souterraine peut aujourd'hui atteindre des profondeurs de plus de 1000 mètres au-dessous de la surface du sol. La teneur des diamants s'appauvrit avec la profondeur. Deux techniques d'extraction sont utilisées :

Organisations du travail du souterrain :

Nombre de jours ouvrables par an: 220 j/an

Nombre de jours ouvrables par semaine : 5 j/s

Nombre de postes par jour : 2p

Durée d'un poste : 7 h de travail



Figure N° 14 :La mine souterraine

IV 2.1.5 Organigramme de l'entreprise

Permet de visualiser les différents organes, leurs tâches, leurs responsabilités, mais aussi les relations entre ces organes. L'organigramme ci-dessus montre les différents services et divisions la mines de Boukhadra.

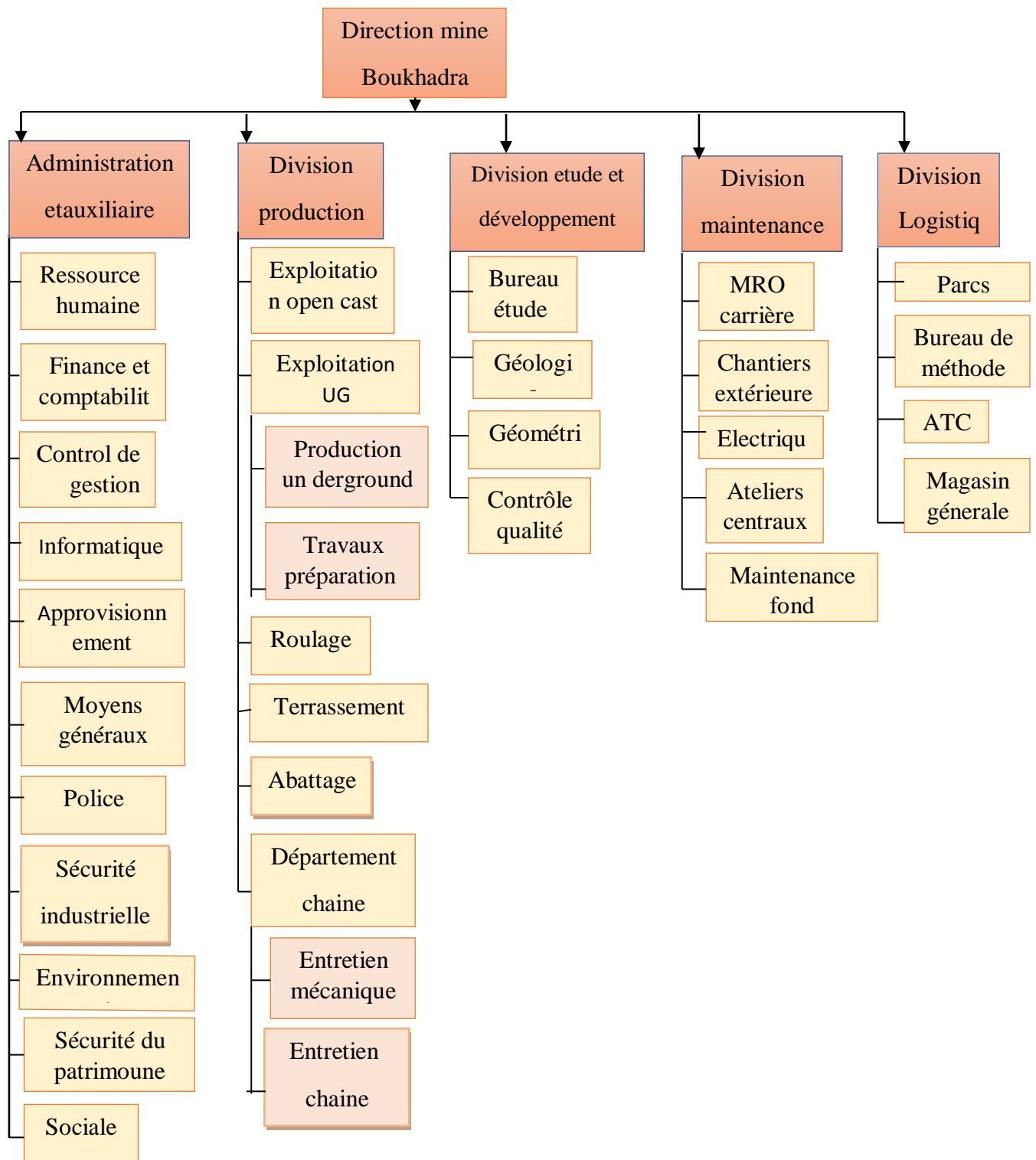


Figure N° 15:Oranigramme de la mine de boukhadra

IV2.1.6 Inventaire des équipements et des matériels des parcs :

- ✓ Parc des engins de terrassement ;
- ✓ Parc des engins déchargements ;
- ✓ Parc des engins de transport ;
- ✓ Parc des véhicules lourds ;
- ✓ Parc des engins de chargement, transport et fond ;
- ✓ Parc des engins de forassions.

Tableau 8: parc des engins de Chargement

Genre	N°AN A	Marque	Type	Série	Année Acquis	Etat
Chargeuse	831	Caterpillar	988B	50W10598	1991	MOYEN
Chargeuse	841	Caterpillar	988F	8YG00505	1994	MOYEN
Chargeuse sur pneus	862	Caterpillar	990k	JDJK00258	2017	BON
Pelle hydraulique	413	Komatsu	PC125-7	Arp864704	2005	MOYEN
Pelle hydrulique	414	Liebherr	R9100	JZE036066	2017	BON

IV.2.2 Etape 02

IV .2.2.1 Description de la pelle hydraulique R9100

Le Pelle hydrauliques R9100 est une machine munie d'un équipement de travail (godet rétro, benne, godet chouleur, ...) prévu pour dégager, lever, transporter et verser de la terre, des pierres et d'autres matières, la manutention de la machine chargée s'effectue principalement sans déplacement son déplacement chargée exige l'observation de consignes de sécurité .



Figure N° 16:Pelle hydraulique liebherr R9100[7]

IV.2.2.2Caractéristique techniques

La pelle étudiée a pour capacité 7.03m^3 , un moteur diésel avec une puissance 565 KW.

IV 2.2.3les mesures

dimensions

- ❖ Les dimensions sont indique en millimètre
- ❖ Toute les dimensions et les calculs indiqués sont basés sur la configuration du véhicule .

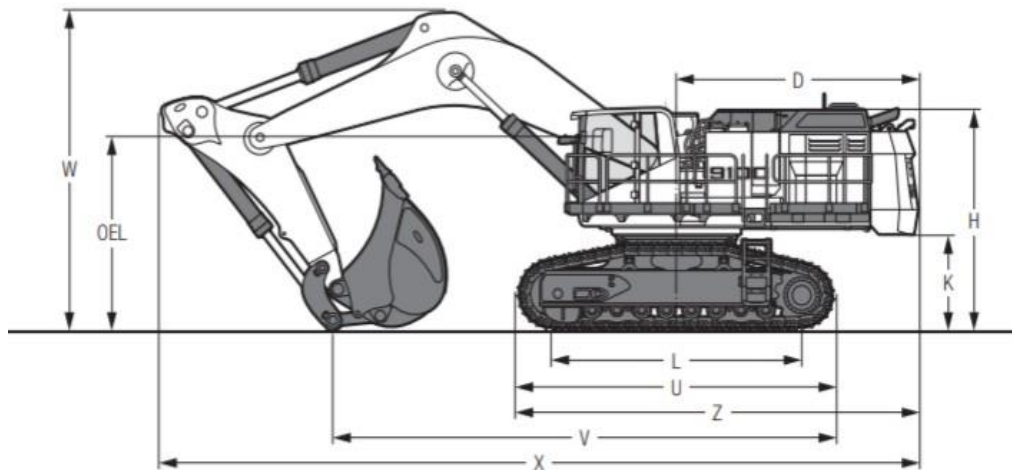


Figure N° 17: Téléchargement interne [7]

Tableau 9 : mesure de distance de téléchargement interne

	mm
D	4.630
H	4.114
K	1.803
L	4.810
U	6.107
Z	7.683
V	9.660
W	6.035
X	14.560
OEL niveau des yeux de l'opérateur	3.533

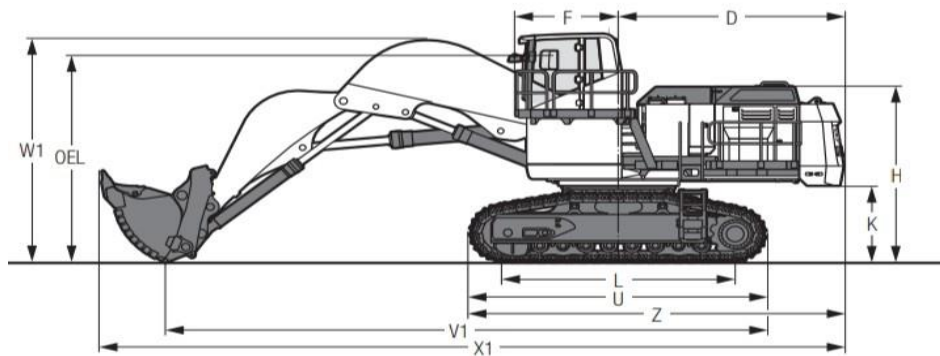


Figure N° 18: Téléchargement externe[7]

Tableau 10 : mesure de distance de téléchargement externe

	mm
V1	12.350
X1	15.530
W1	6.035

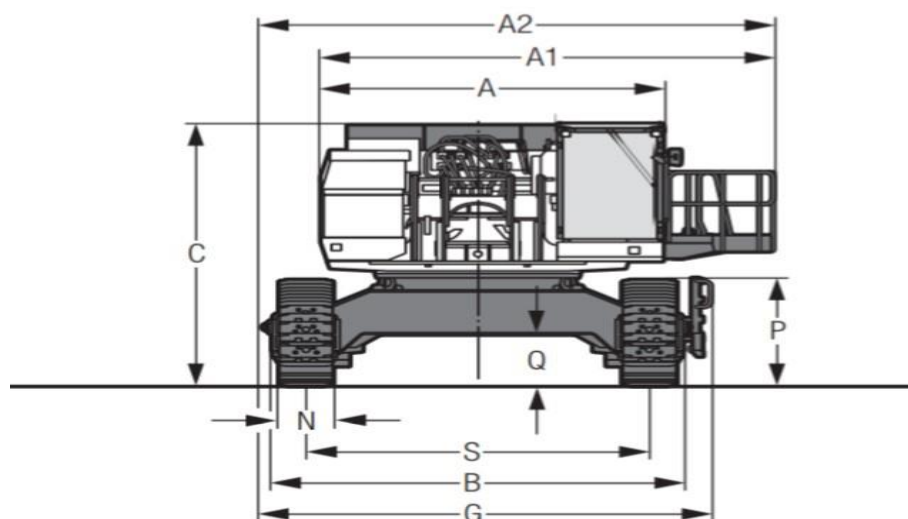


Figure N° 19: vue devant de la pelle liebherr[7].

Tableau 11 : mesure de distance de vue devant.

	mm
A	3.920
A1	4.337
A2	5.752
B	4.780
C	4.143
G	5.031
S	3.900
N	500
P	1.663
Q	812

IV 2.2.4 fiabilité des machines type R9100

Basé sur des années d'expérience et la mesure systématique d'indicateurs clés de performance du comportement de la machine sur le terrain, le Liebherr Mining Reliability Engineering Group est constamment à la recherche de nouveaux moyens d'améliorer la fiabilité.

IV 2.2.5 Amélioration continue de la gestion de la qualité

La qualité Liebherr commence dès la conception et les simulations des machines.

Liebherr répond aux normes les plus élevées en matière de sélection spéciale des aciers et des matériaux de fonderie. S'appuyant sur l'expertise des auditeurs internes certifiés et une main-d'œuvre hautement qualifiée, tous les étapes du processus de fabrication sont conçues pour fournir le plus contrôle, surveillance et traçabilité complets. Liebherr Équipement minier Colmar SAS est certifié ISO 9001

Intégration de composants

- Moteur diesel
- Pompes et moteurs hydrauliques
- Technologie électronique et de contrôle
- Entraînements de rotation et de déplacement
- Cylindres hydrauliques
- Boîte de répartition
- Anneau de balançoire

IV 2.2.6 Durée de vie optimisée des composants

Le R 9100 est équipé d'un graissage automatique simple ligne système pour l'ensemble de l'attache et de l'anneau pivotant. Tout graissage les points sont convenablement protégés contre les dommages extérieurs, prolonger la durée de vie des composants et garantir des performances constantes pendant la durée de vie de la pelle.

IV 2.2.7 Structure de train de roulement robuste

Le R 9100 est monté sur un support robuste résistant à la fatigue train de roulement et est équipé de la chaîne de chenille éprouvée système des pelles Liebherr plus lourdes. Conçu et construit pour la configuration de la pelle et de la rétro caveuse, le R 9100 offre la stabilité et la fiabilité nécessaires.

IV 2.2.8 Forfait Arctique

Conçu pour la fiabilité dans les régions avec températures jusqu'à $-50\text{ °C} / -58\text{ °F}$:

- Intégré dans la structure de la machine
 - Démarrage facile même à très faible températures
 - Augmente la disponibilité de la machine et durée de vie des composants
 - Confort optimal de l'opérateur même dans les conditions difficiles
- conditions de température
- Faciliter l'entretien de la machine.[7]

IV 2.2.9 Utilisation conforme

- ❖ Les machines utilisées en levage sont sujettes à des conditions particulières et doivent être équipées des dispositifs de sécurité
- ❖ Les machines utilisées sous terre (exploitation des mines ou construction de tunnels) dans des environnements non exposés aux déflagrations doivent être dotées des technologies visant à réduire les gaz d'échappement (tel un filtre à particules pour les moteurs diesel). La législation spécifique à chaque état respectif devant être respectée.
- ❖ Des utilisations particulières nécessitent des équipements spéciaux et, éventuellement, des dispositifs de sécurité spéciaux. Ces équipements ne pourront être montés et utilisés qu'avec l'autorisation du constructeur de l'engin de base et en respectant ses instructions.

- ❖ Toute autre utilisation, ou utilisation dépassant le cadre prescrit, comme le transport de personnes ou le travail dans un environnement exposé aux déflagrations ou contaminé est considéré comme non conforme et abusif. Le constructeur n'assumera aucune responsabilité des dommages qui pourraient en résulter. L'utilisateur assume seul le risque.
- ❖ L'observation de la notice d'utilisation et le respect des instructions d'inspection et d'entretien font également partie de l'utilisation conforme.[7]

IV 2.2.10 formes de la 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 preventive :

- ❖ 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 revisions générales :

Après un cumul des heures de marches données, la machine est totalement révisée.

IV.2.3. Etape 03

IV .2.3.1 Statistiques des heures de pannes par type

Les statistiques des heures pannes, arrêt et entretien dans la durée 20/03/2022 jusqu'au 08/03/2022 au pour les pelles hydrauliques :

Tableau 12:Distribution des heures de panne (pelles) moins de février 2022

Les arrest Les Ensembles	Moteur (h)	Electrique (h)	Hydraulique (h)	Châssis (h)	Autres	Cumul
Pelle liebbeer Hydraulique 9100	34	23.5	277	68	0	402.5

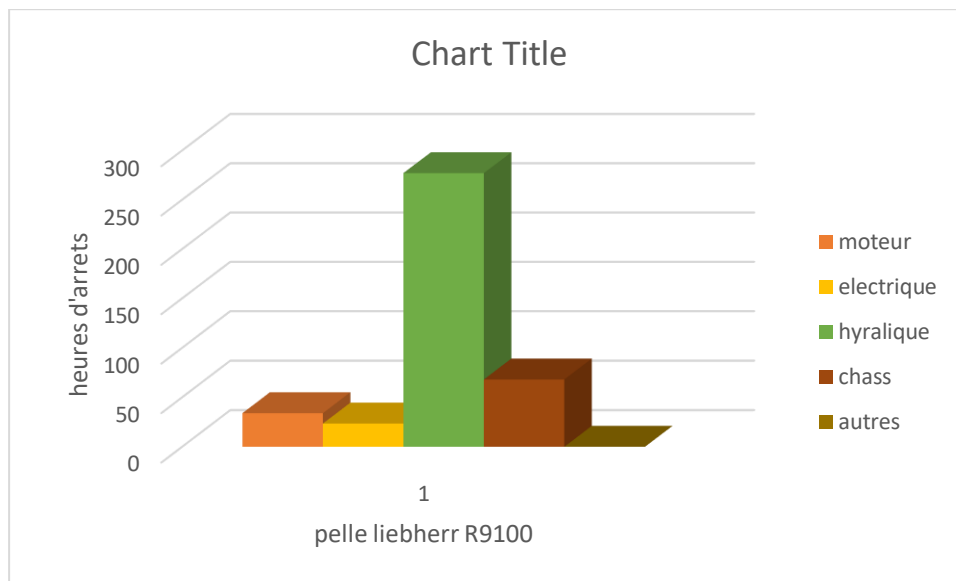


Figure N° 20 :Répartition des pannes de la pelle liebherr R9100

Le graphe ci-dessus représente la répartition des heures de panne par type ; nous remarquons que les pannes hydraulique sont dominantes , pour cela on va analyser et traiter les cause de pannes (moteur +flexible +fuite d'eau +guide chenille +vérin +blindage +système de grisage+fuite d'huile)par la méthode AMDEC.

IV .2.3.2 Analyse du plan de maintenance actuel de la pelle hydraulique liebherr 9100

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 20/03/2022 jusqu'au 08/03/2022. Ces données sont résumées dans les tableaux suivant:

Tableau 13: Type de maintenance actuel de la pelle liebherr février 2022

Plan de Maintenance	Preventive	Currative	Systématique	Amélioration	Total
Temps(h)	0	402.5	11	0	413.5
Temps(%)	0	97.33%	2.66%	0	100%

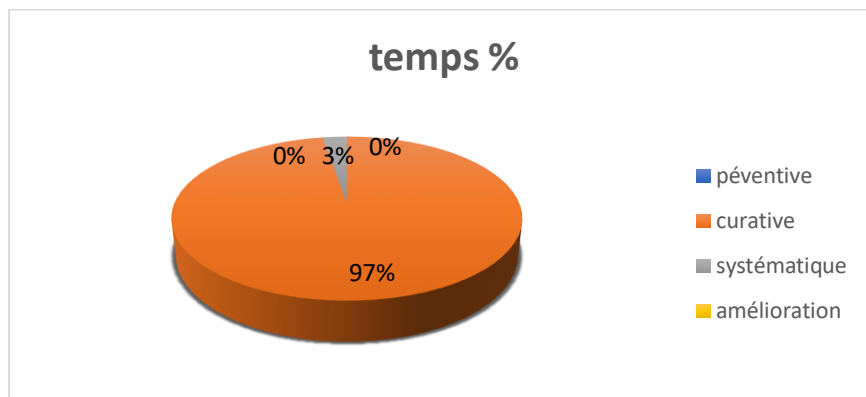


Figure 21:Plan de maintenance actuel du pelle hydraulique liebherr R9100

Nous remarquons de la figure 21 que la majorité des interventions de la pelle liebherr sont curative ,la maintenance systématique est quasi-absente.

IV .2.3.3 Répartition des heures de marches et heures d'arrêts non planifié :

Tableau 14:Heures de marche et pannes année de la pelle liebher 9100 février 2022

Heurs disponible	Heurs de marche	Heurs réserve	Heurs d'arrêt	Total
258,5	212,5	137	402,5	1010.5
26%	20%	14%	40%	100%

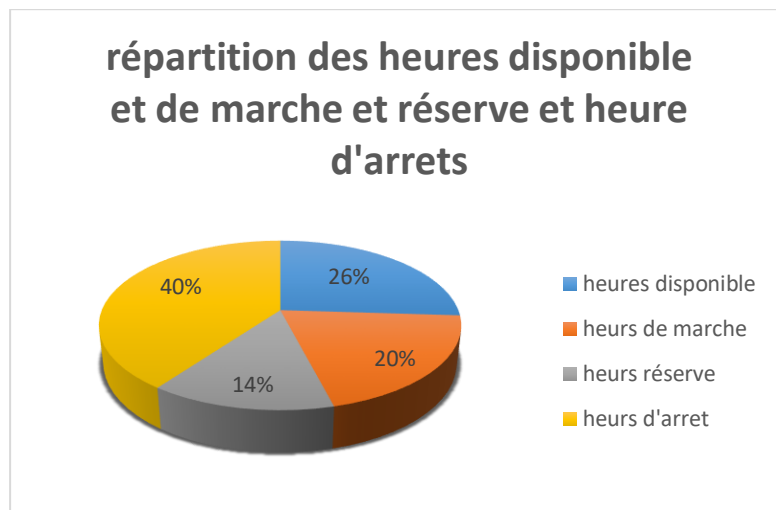


Figure 22:Heures de disponibilité et de marche et réserve et heures d'arrêts

Vu le pourcentage élevé des heures d'arrêts, nous concluons que la maintenance actuelle de la pelle n'est pas efficace. Donc on va chercher les causes de ses pannes.

IV.2.3.4 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.

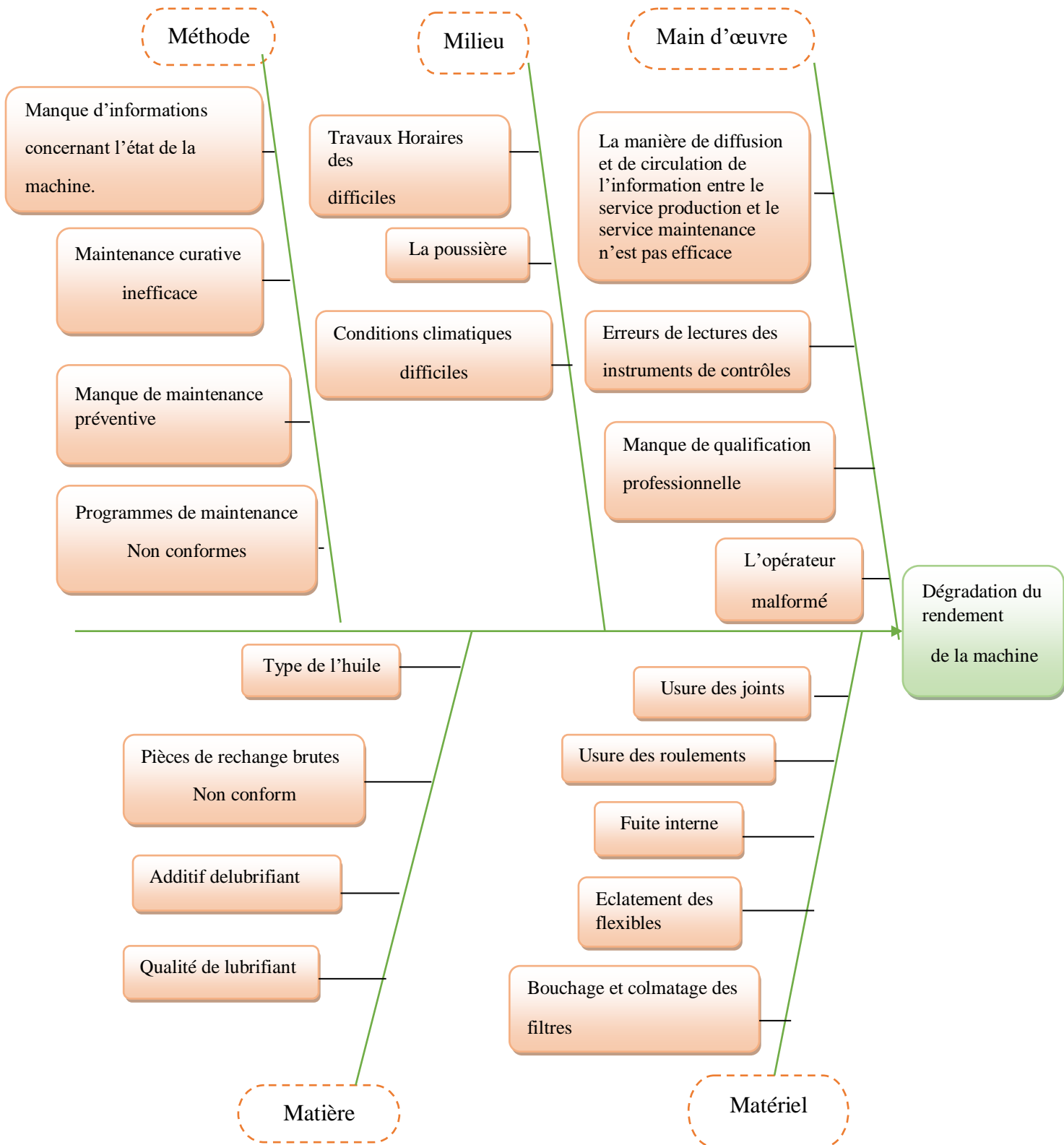


Figure N° 23:Diagramme cause-effet

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 élevé) 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 2.3.5 Analyse AMDEC

Après le recensement et l'identification de toutes les causes qui provoquent les pannes de la pelle hydraulique LIEBEHERR 9100, 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 15:AMDEC machine-analyse des modes défaillance

AMDEC MACHINE – ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ						Phase de fonctionnement			
Système Pelle Hydraulique									
Élément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance	Détection	Criticité			
						F	G	D	C
Le joint (torique)	séparateur (empêche l'huile de couler)	Déformation	Usure	Perte de l'huile	visuel	3	2	2	12
Flexibles	Transmission d'huile	-Rupture -Fissuration -Eclatement	-Grande charge -Température Elevée -Pression élevée	Perte d'huile influe sur système hydraulique	visuel	3	3	2	18
Thermostat	Dispositif utilisé pour maintenir la température d'objets, de liquides ou d'un espace dont la température doit être contrôlée automatique.	Fuite d'eau au niveau du thermostat	Carter fissure	Panne de vanne	visuel	1	4	2	8
Roulements de boîte à vitesse	Server à la rotation de l'arbre primaire secondaire et intermédiaire	Blocage déformation	-Usure entrée d'impuretés -manque d'huile de lubrification	La pelle ne bouge pas	Visuel	2	4	2	16

Vérin de levage	Levage	Engine signale une fuite important	Exclatement de deux verrins et inclinaison du godet à cause d'une fuite importante	Manque levage	Visuel	2	3	1	6
Le moteur	Tracte l'engin	-Surchauffe -manque tirage	-les ailettes de refroidissement encrassées. -faible niveau de liquide de refroidissement -problème de pompe d'injection	-le moteur tourne difficilement -manque tirage	Visuel	3	3	2	18
Radiateur	Il évacue la chaleur et refroidit Ainsicon d'eau	Défaillance de radiateur	Fuite d'eau	Fuite Ou manque de liquide de refroidissement	Visuel	1	3	3	9
pompe à injection	Crée une pression constante pour distribuer le carburant aux différents injecteurs du moteur	Perte de fonction	-chute de pression de la pompe à injection - problème sur les différentes électrovannes de la pompe à injection	-Perte de puissance et de rendement de la pelle . -Démarrage Défficile ou impossible	Visuel	2	4	3	24
Filtre à air du moteur	-Protège le moteur -Elimine la poussière contenue dans	-Encrassé -Déchirure -Soupape de décharge bouchée	-les impuretés du flux d'air	-Manque de puissance à l'accélération -Usure du moteur	Indicateur d'obstruction	2	2	1	4

	l'air .			-Fumé d'échappement					
--	---------	--	--	------------------------	--	--	--	--	--

IV.2.4 Etape04

IV.2.4.1 Synthèse (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 entrainer une action corrective de conception, même si la criticité n'atteint pas le seuil fixé.

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

Tableau 16 :Classement décroissant des causes de défaillance par criticité

Eléments	Criticité	Causes de défaillance
Pompe à injection	24	-Une chute de pression de la pompe à injection -Une fuite de pompe à Injection
Flexibles	18	-Grande charge -Température Elevée -Pression élevée
Moteur	18	-les ailettes de refroidissement encrassées. -faible niveau de liquide de refroidissement. -problème de pompe d'injection
Roulement de boite à vitesse	16	-Usure -Entrée d'impuretés -Manque huile de la fabrication
Joint torique	12	Usure
Radiateur	9	Fuite d'eau
Thermostat	8	Carter fissure
Vérin de levage	6	Eclatement de deux vérins inclinaison du godet à cause d'une fuite important
Filtre à air du moteur	4	les impuretés du flux d'air

IV.2.4.2 Actions de maintenance selon la criticité

Tableau 17 :Evaluation de la criticité

Niveau de criticité	Eléments	Criticité	Action corrective
$1 \leq C < 12$	radiateur	9	Maintenance preventive systématique
	Thermostat	8	
	Vérin de levage	6	
	Filtre à air du moteur	4	
$12 \leq C < 16$	Joint torique	12	Amélioration des performances de l'élément Maintenance preventive systématique
$16 \leq C < 20$	Flexible	18	Amélioration de performance de l'élément Maintenance preventive conditionnelle
	Moteur	18	
	Roulement de boite à vitesse	16	
$20 \leq C < 64$	Pompe à injection	24	Remise en cause complète de la conception Maintenance corrective

A partir des résultats présentes dans le tableau AMDEC (tableau N° 15) on conclut que éléments les plus touchés dont la criticité est considérable sont : la pompe d'eau, les roulements de la boite à vitesse, le moteur, la pompe à injection.

Une fois les éléments critiques ont été localisés, nous proposons des actions de maintenance (tableau N° 18) pour mini les défaillances et les rendre moins critique.

Tableau 18 :Action proposées de maintenance préventive et corrective

Elément	Mode de défaillance	Effet	Actions proposées	
			Maintenance Préventive	Maintenance corrective
Le joint torique	Déformation	Perte de l'huile	Changement du joint torique neuf	/
flexibles	-Rupture -Fissuration -Eclatement	Perte d'huile influe sur système hydraulique	Changement de flexibles	/
Thermostat	Fuite d'eau au niveau du thermostat	Panne de vanne	/	Emplacement d'un nouveau thermostat
Roulements de la boîte à vitesse	Blocage Déformation	La pelle ne bouge pas	Changement de roulement	/
Vérin de levage	Engin signal une fuite important	Manque lubrifiant	/	Réparation des deux vérins
Moteur	-Surchauffe - manqué tirage	-le moteur tourne difficilement -manque tirage	-Nettoyer les ailettes. -vérifier le niveau du liquide de refroidissement . - vérifier le nettoyer les filtre.	/
Radiateur	Défaillance de radiateur	Fuite ou manque de liquide de refroidissement	/	Réparation de radiateur
Pompe à injection	Perte de fonction	-Perte de puissance et de rendement de la pelle . -Démarrage Défficile ou impossible	-Changement régulier du filtre à carburant. -Eviter de laisser un véhicule qui ne roule pas avec le réservoir persique vide parce que l'air contenu dans le réservoir forme de la condensation d'eau .	/
Filtre à air du moteur	-Encrassé -Déchirure -Soupape de décharge bouchée	-Manque de puissance à l'accélération -Usure du moteur -Fumé d'échappement	Changement régulier du filtre à carburant .	/

Après cette étape nous passons au calcul d'un nouveau indice de criticité en jouant sur les indices de fréquence, de gravité et de détectabilité (F,G,D) (voir tableau N°18), ce qui permet de valider les solutions proposées à partir de l'estimation des nouveaux indices (F', G', D').

Tableau 19:Nouveaux indices de criticité estimée

Element	Criticité			
	F'	G'	D'	C'
Le joint torique	2	2	2	8
Flixibles	3	2	2	12
Thermostat	1	3	2	6
Pompe à injection	2	3	3	18
Vérin de levage	2	2	1	4
Moteur	2	3	2	12
Radiateur	1	3	2	6
Roulement de la boîte à vitesse	2	3	2	12
Filtre à air du moteur	1	2	1	2

En analysant les nouveaux indices de criticité, nous constatons une baisse considérable entre l'indice réel et celui estimé.

pour la pompe à injection l'indice de criticité C est égal à 24 et le nouveau indice C' égal à 18. Pour flexible et le moteur on constate le même indice de criticité C égal à 18 par contre le nouveau indice C' égal à 12. Pour le radiateur l'indice de criticité C est égal à 9 mais le nouveau indice C' égal à 6. l'indice de criticité du thermostat est égal à 8 et le nouveau indice C' égal à 6. Quand au vérin de levage l'indice de criticité C égal à 6 le nouveau indice C' égal à 4, finalement le filtre à air l'indice de criticité C égal à 4 le nouveau indice C' égal à 2.

IV.2.4.3 Arbre de défaillance

En se basant sur le tableau AMDEC, On constate que les plus défaillants sont : la pompe à injection , avec un indice égale à 24, le moteur en 2 émié position et flexibles .

Avec un indice égal à 18. Ce qui donne à réfléchir sur les cause des problèmes et la proposition de solutions adéquates en utilisant l'arbre de défaillance de ces éléments.

Pour plus de précision et dans le but de chercher les effets et les causes de défaillance nous faisons appel à l'arbre de défaillance (figure N°24)

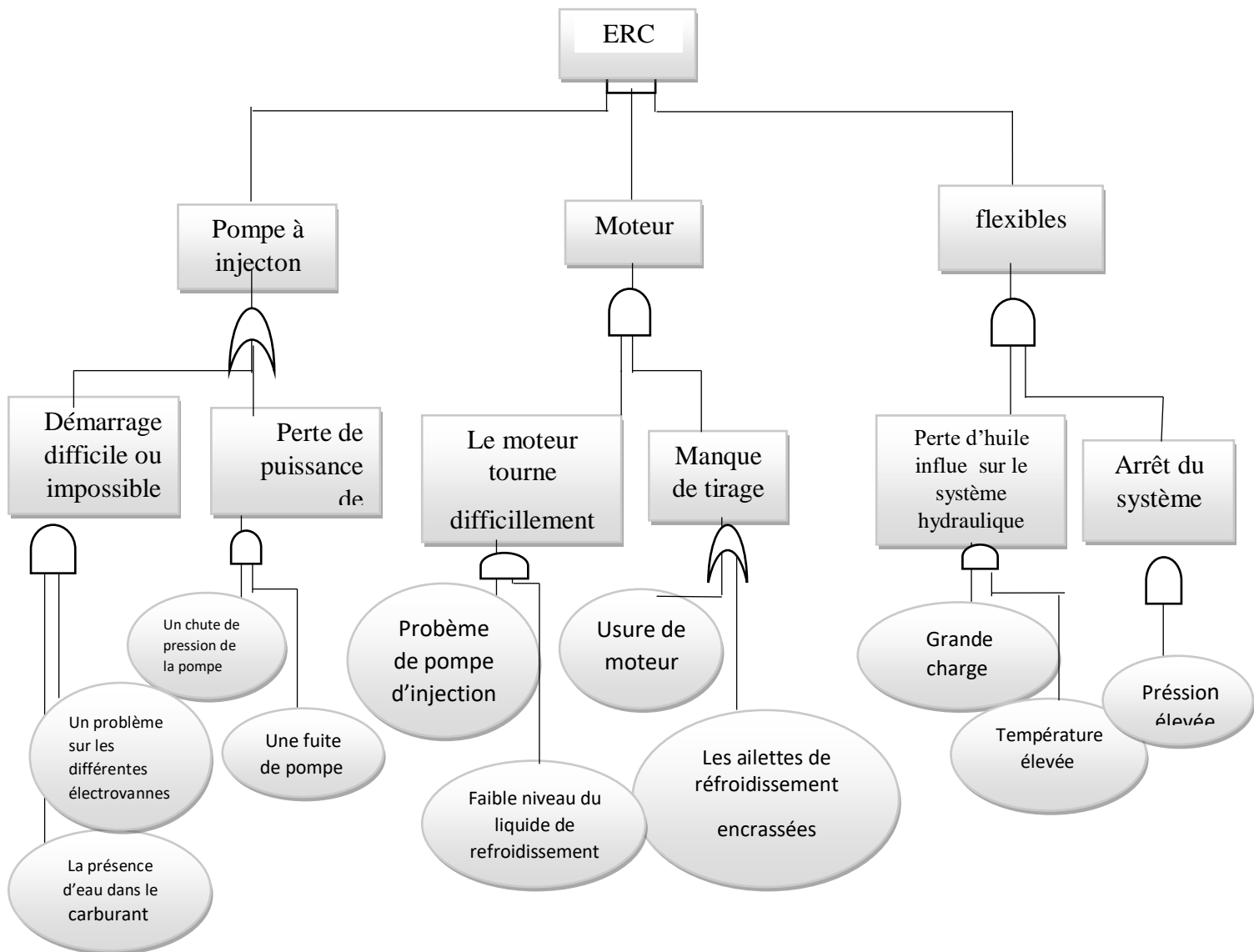


Figure 24:Arbre de défaillance

Arbre de défaillance de l'arbre le plus critique :

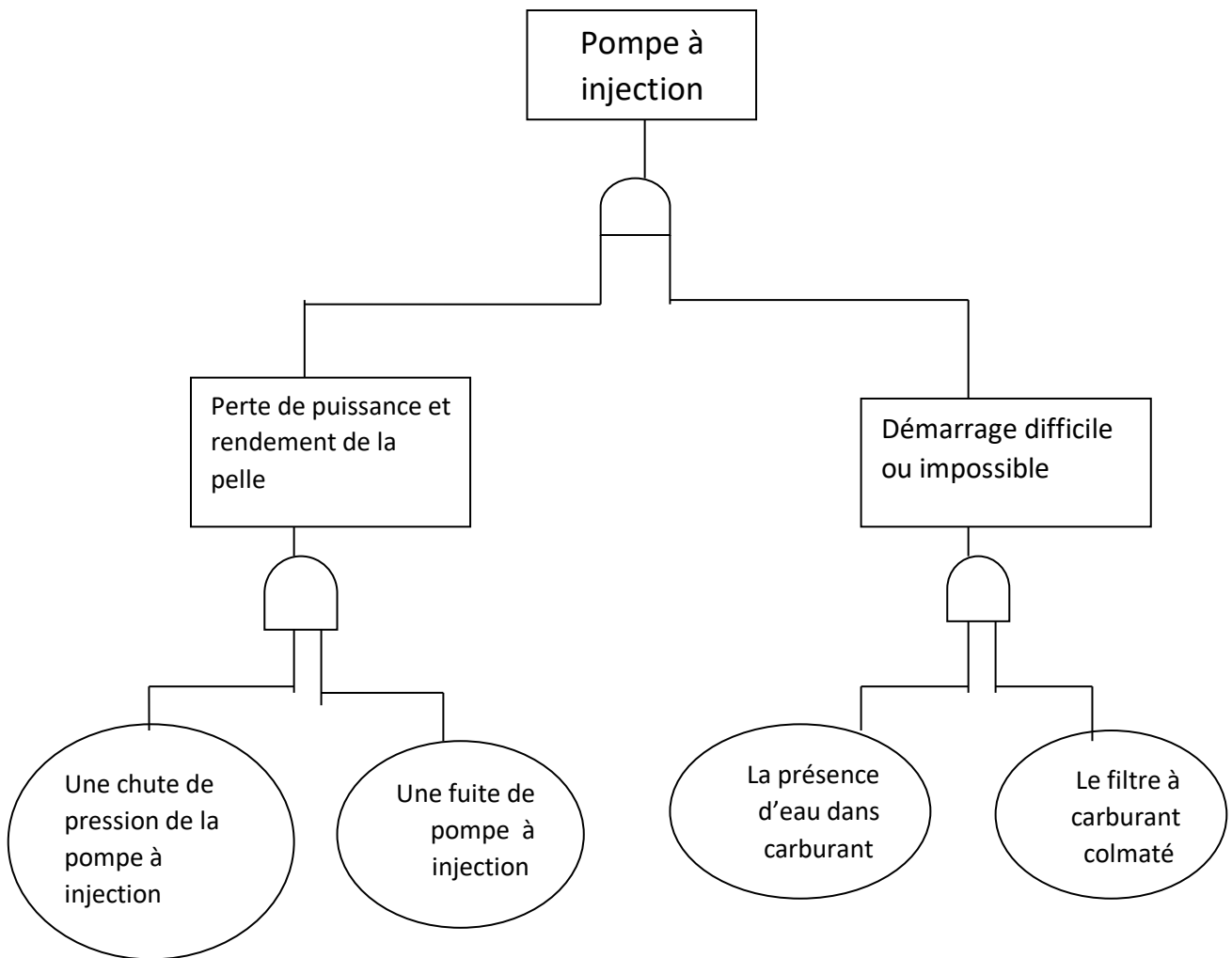


Figure N°25 : Arbre de défaillance de l'arbre le plus critique

IV.2.4.4 Proposition d'une gamme d'entretien de la pelle hydraulique R9100 basé sur les recommandations du constructeur

La fin 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 500heure

C-Opération à réaliserchaque1000 heure

D-Opération à réaliser chaque 2000 heure

Tableau 20 : Programme d'entretien pelle hydraulique R9100

Opération	Travaux à effectuer	A	B	C	D
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	•			
Vérification de niveau	Nettoyer le condenseur (réfrigérant)	•			
	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	•			

CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons essayé de détailler la démarche AMDEC au sein du parc de chargement en particulier la pelle hydraulique 9100 .

A l'essor de cette approche, nous avons pu réaliser l'analyse des défaillances et leurs criticités .

*CONCLUSION
GENERALE*

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

A la fin de cette étude nous retenons les points suivants :

- l'opération de chargement est une étape primordiale du processus minier.
 - l'AMDEC est une démarche d'analyse préventive de la sûreté de fonctionnement. C'est une méthode précieuse qui permet à l'entreprise de valider, Tout au long de la fabrication du produit, sa qualité et sa fiabilité
 - Elle évalue la criticité, les modes de défaillance et leurs effets sur la sûreté de fonctionnement.
 - Une analyse des défaillances et de la criticité des composants de la pelle est faite ce qui nous a permis de localiser les éléments critiques qui causent plus de pannes à savoir les roulements avec l'indice de criticité égal à 24, et le moteur ainsi que la pompe à eau avec une criticité égale à 18.
 - Une fois les éléments critiques ont été localisés nous avons proposé des actions de maintenance (correctives et préventives). Puis nous avons procédé au calcul d'un nouveau indice de criticité C', et nous avons constaté une baisse importante de ce dernier, puis nous avons tracé l'arbre de défaillance du composant dont la criticité est la plus élevée (roulement)
 - A la fin, nous avons terminé notre étude par la proposition d'une gamme de maintenance préventive (GMP) pour remédier aux problèmes de la pelle.
-

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie :

- [1] Addoun. A(2015), Optimisation de la maintenance par la méthode AMDEC appliquée au ventilateur de l'entreprise ALZINC ,Mémoire de master ,en Maintenance Industrielle , Université Aboubake Belkaid-Tlemcen.
- [2] AFNOR (2002) maintenance industrielle-fonction maintenance ,FD X60-000.
- [3] Djaoui .M (2020) , Analyse des modes de défaillances , leurs effets et leurs criticités d'une pompe centrifuge, Mémoire de master ,en Maintenance Industrielle , Université Larbi Ben M'hidi Oum-El-Bouaghi
- [4] Gasmi M (2020) ,Contribution à la maintenance d'une pelle hydraulique CAT 390F« Cas de lamine Djbel Onk- Bir el Ater », Mémoire de master ,en électromécanique minière, Université Larbi Tebessi – Tébessa
- [5] Guafaf . N ,(2017) , Etude de la pompe centrifuge bi-étage à axe verticale ,Mémoire de master génie mécanique université des frères Mentouri
- [6] Kélada .j (2022) ,l'AMDEC , Ecole des hautes Commerciales ,(sous la direction du prof .Joseph kélada)
- [7] LEC-Service documentation (2017), de Manuel de conduite et d'entretien, Pelles hydrauliques R 9100 ,Liebherr-Mining Equipment CS 50038, F-68025 Colmar Cedex
- [8] Mansouri N(2020), Les stratigies de la maintenance industrielle
- [9] Miloude. R ,(2015) ,Optimisation de la fiabilité des équipement au niveau de l'atalier de finissage « EATIT » Sebdu, Mémoire de master ,en Maintenance Industrielle , Université Aboubake Belkaid-Tlemcen
- [10] M 09,(2013)guide des travaux partique et resumé théorique ,«connaissance des différents matériels et travaux de terrassement». Résume théorique &guide de travaux pratiques.
- [11]Salah ,O & Meddour, A (2018) ,Utilisation de la GMAO pour la planification de la maintenance preventive), Mémoire de master en électromécanique en maintenance industrielle ,université Mohamed Boudiaf-M'sila.
- [12] TSES (2014) ,Introduction à la maintenance organisation du maintenance ,NABEUL.
-

Annexe 1

A.1. MOIS DE JANVIER 2022

ENGIN	N°ANA	HEURE													
		HEURE	HEURE DE MAINT.					HEURE	HEURE DE MARCHÉ				HEURE RESERVE		
		CAL	DEMA	PROGR	CURATIVE	TOT	DISPONIBLE	H M/P	H M/PINT	H M DEPLAC	TOT	H RES	H RES	TOT	
Char CAT (4)	841	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Char CAT (6)	862	512	28,5	1	2	31,5	480,5	332,5	0	56,5	389	63	28,5	91,5	
Pelle koma	413	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
pelle liebherr	414	512	6	6	402,5	414,5	97,5	55	0	11,5	66,5	25	6	31	
CUMUL		1024	34,5	7	404,5	446	578	387,5	0	68	455,5	88	34,5	122,5	

A.2.PARC DE CHARGEMENT

ENGIN	N°	HEURES D'ARRET									CAUSE D'IMMOBILISATION
		MOTE	BAV+CON	HYDR	FREIN	ELEC	CHASS	PNEU	AUTRES	CUMUL	
CHARG. CAT 990K	862	0	0	0	0	2	0	0	0	2	panne électrique (feu AV)
PELLE LIEBHERR	414	0	0	0	0	0	252	0	150,5	402,5	axe de verin+Système de graissage+Anneau de protection godet
CUMUL		0	0	0	0	2	252	0	150,5	404,5	

A.3. MOIS DE FEVRIER

ENGIN	N°ANA	HEURE													
		HEURE	HEURE DE MAINT.					HEURE	HEURE DE MARCHÉ				HEURE RESERVE		
		CAL	DEMA	PROGR	CURATIVE	TOT	DISPONIBLE	H M/P	H M/PINT	H M DEPLAC	TOT	H RES	H RES	TOT	
Char CAT (4)	841	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Char CAT (6)	862	672	36,5	9	55,5	101	571	395,5	0	72,5	468	66,5	36,5	103	
Pelle koma	413	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
pelle liebherr	414	672	11	0	402,5	413,5	258,5	101	0	20,5	121,5	126	11	137	
CUMUL		1344	47,5	9	458	514,5	829,5	496,5	0	93	589,5	192,5	47,5	240	

A.4.PARC DE CHARGEMENT

ENGIN	N°	HEURES D'ARRET									CAUSE D'IMMOBILISATION
		MOTE	BAV+CON	HYDR	FREIN	ELEC	CHASS	PNEU	AUTRES	CUMUL	
CHARG. CAT 990K	862	0	0	0	0	0	0	0	55,5	55,5	problème de misa jouer+Intervention technicien CAT
PELLE LIEBHERR	414	34	0	277	0	23,5	68	0	0	402,5	moteur+flexible+fuite d'eau+guide chenille +vérin+blindage +système de graissage+fuite d'huile
CUMUL		34	0	277	0	23,5	68	0	55,5	458	

Annexe 2

B. Caractéristiques techniques de pelle hydraulique lieherr 9100

Fabricant : libherr-Mining Equipement Colmar SAS

Type : R9100:565KW/757HP

Capacité de pelle : 7.0m³ /9.2y³

➤ **Moteur :**

Moteur disel

Puissance :565kw

Model libherr :D9512

Type V 12 de libherr moteur à cylindre: déplacement 24.24l /1.479pouces

Alésage 128/157mm/5.04/6.18pouces

Max altitude sans déclassement 3600m

Fonctionnement du moteur : diesel 4 temps injection directe à rampe commune turbocompressé

Refroidissement :Entrainement de ventilateur hydrostatique refroidi par eau

Filtre à air :filtre à air de type sec avec pré-filtre, primaire et éléments de sécurité, évacuation automatique de la poussière

Réservoir à carburant :1478l/390gal (2580l/682gal en option)

➤ **Système électrique :**

Tension :24V

Batteries :4*75 A/12V

Entrée :24V/2*8.4KW

Alternateur :24V/140A

Cablage électrique :Exécution lourde dans la norme pour la fonctionnement conditions -50 °C à 100 °C /-58 °F à 212 °F.

Annexe 2

➤ **Chassis**

Larreur de chenille étroite :500mm

Gande largeur de chenille:750mm/2'5''

➤ **SyStème hydraulique:**

3 Pompe à pistons axiaux à débit variable liebherr

-Max débit : 3*425 L/min /3*115gal/min

- Max pression: 350bars

1 pompe à plateau cyclique réversible liebherr, en boucle fermée

- Max débit :420 L /min /111 gal/min .

-Max pression :350 bars.

➤ **Gestion des pompes :**

Capacité du réservoir hydraulique :1.000 L /264 gal.

Capacité du système hydraulique :1.400 L/370 gal.

Filtre à huile hydraulique :1filtre de sécurité haute pression après chaque haute pression pompe + filtration extrafine de toute le retour avec filtration by-pass intégrée (15/5 μ m) +dédiée filtration d'huile de fuite .

RESUME

Dans notre travail, nous avons exposé les pelles hydrauliques, ainsi que les méthodes de maintenance. L'analyse critique de **la pelle hydraulique liebherr 9100**, nous a permis d'identifier les défaillances et leurs causes ainsi qu'un traitement de la qualité de défaillance (criticité). La méthode AMDEC a été utilisée comme méthode de maintenance ce qui nous a permis de déterminer les éléments critiques. De plus, nous avons proposé une gamme type d'entretien basée sur les recommandations du constructeur.

Mots clés : AMDEC, Maintenance, criticité, arbre de défaillance.

المخلص

في عملنا هذا قدمنا نبذة عن الحفارات الهيدروليكية، وكذلك طرق الصيانة كما قمنا بالتحليل النقدي لاستخدام الجرافة الهيدروليكية liebherr 9100، من خلال تحديد الأعطال وأسبابها بالإضافة إلى معالجة جودة الفشل (الفشل). تم استخدام طريقة AMDEC للصيانة مما سمح لنا بتحديد العناصر الحرجة. بالإضافة إلى ذلك اقترحنا برنامج محكم للصيانة بناء على توصيات الشركة المصنعة.

الكلمات المفتاحية : AMDEC، صيانة، الحرجية، شجرة الأخطاء

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 liebherr 9100**, allowed us to identify the failures and their causes as well as a treatment of the quality of failure (criticality). The AMDEC method has been used as a maintenance method which allowed us to determine the critical. In addition, we have proposed a standard range of maintenance based on the manufacturer's recommendations.

Keywords: AMDEC, Maintenance, , criticality, fault tree