



Université Mohamed Khider de Biskra
Entrez votre faculté
Entrez votre département

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences et Techniques

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : énergétique Mécanique

Réf. :

Présenté et soutenu par :

CHERROUN Kamel

Le : vendredi 18 septembre 2020

Etude de la Maintenance Industrielles

Jury :

| | | | |
|----|-----------------|----------------------|------------|
| Dr | BEN SAADA S | Université de Biskra | Président |
| Dr | BOULEGROUNE A.M | Université de Biskra | Rapporteur |
| Dr | BACI Lamine | Université de Biskra | Examineur |

Année universitaire : 2019 - 2020

Remerciement

Tout d'abord, je remercie le bon Dieu qui m'a donné la force et la patience pour terminer mon étude.

J'adresse ma reconnaissance particulière à ma chère mère et mon père. Pour son soutien moral et son aide sans faille qu'elle m'a apportée durant tout le cycle de ma scolarité.

*Je tiens à remercier **Pr. BOULGROUNE A.** Encadreur de ce mémoire qui a ménagé un grand effort afin de me permettre de mener à bien mon modeste travail et à qui j'exprime ma gratitude et mes respects.*

Enfin, je remercie tous ceux qui ont participé de près ou de loin, à la réalisation de ce travail et que l'on n'a pas pu citer.

Merci.

Dédicaces

À l'aide de dieu j'ai pu réaliser ce travail que Je dédie

*À la mémoire de mon père
A ma très chère mère*

*Pour sa bienveillance et son abnégation pour
M'encourager à terminer dans de bonnes conditions
mon travail.*

A mon frère

*A tous les membres de ma famille
A tous mes ami(e)s chacun a son nom*

*En particulier les **compagnons** du long chemin avec tous
Mes vœux de succès*

A Toute la famille universitaire.

Kamel

Sommaire

| | |
|---------------------------|---|
| Introduction general..... | 1 |
|---------------------------|---|

Chapitre I: Généralité sur la maintenance

| | |
|---|----|
| I.1Généralité sur la maintenance..... | 3 |
| I.1.1Introduction..... | 3 |
| I.1.2 Définition de la maintenance..... | 3 |
| I.1.3 Objectifs de la maintenance..... | 3 |
| I.1.3.1Situation de la maintenance par rapport à la production..... | 4 |
| I.1.4 Organigramme de politique de maintenance..... | 5 |
| I.1.5Maintenancepréventive..... | 5 |
| I.1.6 Maintenance corrective..... | 8 |
| I.1.7 Les niveaux de maintenance..... | 9 |
| I.2.La maintenance à l'Enterprise..... | 9 |
| I.2.1.Service maintenance entreprise..... | 9 |
| I.2.2 Les niveaux de maintenance..... | 10 |
| I.2.3 La politique de maintenance..... | 11 |

Chapitre II : fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité

| | |
|---------------------------------------|----|
| II.1fiabilité..... | 13 |
| II.1.1Définition de la fiabilité..... | 13 |
| II.1.2 Définition théorique..... | 13 |
| II.2 Maintenabilité..... | 16 |

| | |
|---|----|
| II.2.1 Définition de la maintenabilité..... | 16 |
| II.2.2 Caractéristique de maintenabilité..... | 16 |
| II.3 Disponibilité..... | 17 |
| II.3.1 Objectif économique..... | 17 |
| ———— Chapitre III: Application de la maintenance ———— | |
| Introduction | 21 |
| III.1. Les Lobos | 21 |
| III. 2. Les machines | 22 |
| III. 2.1. Le tour | 22 |
| III. 2.2. Fraiseuse | 22 |
| III. 2.3. Piercers | 23 |
| III. 2.4. Rectifieuse d’outils | 23 |
| III. 2.5.Meule | 24 |
| III. 2.6. Scie mécanique | 24 |
| III. 2.7. Presse | 25 |
| III. 2.8. Etau limeur | 25 |
| III. 2.9. Rouleuse | 26 |
| III. 2.10. Plieuse | 26 |
| III.3. Mesures de sécurité | 27 |
| III. 3.1. Précautions Personnelle | 27 |
| III .3.2. Fixation des pièces et machines-outils | 27 |
| III .3.3. Usinage des pièces | 28 |

| | |
|--|-----------|
| III.4. Recommendations..... | 29 |
| Conclusion General..... | 31 |
| ANNEXE: DOCUMENTATION DE MAINTENANCE..... | 32 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|-----------|
| Tableau I.1 : Les niveaux de maintenance | 9 |
| Tableau II.2 : Disponibilité opérationnelle d'un machine | 18 |

LISTE DES FIGURE

| | |
|---|-----------|
| Figure I.1 : Organigramme de politique de maintenance..... | 5 |
| FigureI.2 : L’organigramme du service maintenance..... | 9 |
| Figure III.3 : un tour classique..... | 22 |
| Figure III.4 : une fraiseuse universelle..... | 22 |
| Figure III.5 : une perceuse à colonne..... | 23 |
| Figure III.6 : une rectifieuse d’outils..... | 23 |
| Figure III.7: une meule..... | 24 |
| Figure III.8 : une scie mécanique | 24 |
| Figure III.9 : une presse hydraulique..... | 25 |
| Figure III.10 : un étau limeur..... | 25 |
| Figure III.11: une release..... | 26 |
| Figure III.12: une plieuse..... | 26 |

INDRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

La fonction maintenance a été considérée pendant longtemps comme une fonction secondaire entraînant des dépenses non productives.

On l'assimilait souvent à l'entretien autrement dit aux réparations et aux dépannages des outils de production.

Durant les dernières décennies, il s'est produit une évolution de la notion d'entretien vers la notion de maintenance. L'entretien se limitait souvent à subir les défaillances et les contraintes des machines et des installations de production alors que la maintenance englobe de plus en plus la maîtrise économique de la disponibilité des outils de production. Donc la question posée, est comment améliorer la production d'une entreprise productive par l'optimisation de la fonction maintenance.

La spécialité maintenance industrielle est indispensable au fonctionnement d'une entreprise de moyenne et grande production, par conséquent le sujet traité au niveau d'ENICAB, se résume à l'amélioration et l'optimisation du service maintenance.

Je traite l'importance de l'Analyse de la fonction maintenance et propose des recommandations pour l'amélioration de ce dernier en faisant ressortir les acquisitions qui ont été dispensées.

Le mémoire est structuré comme suit :

Chapitre I : GENERALITE SUR LA MAINTENANCE

Chapitre II : FIABILITE, MAINTENABILITE, DISPONIBILITE

Chapitre III : APPLICATION DE LA MAINTENANCE

CHAPITRE I
GENERALITES SUR LA MAINTENANCE

I.1.GENERALITES SUR LA MAINTENANCE

I.1.1.Introduction

La fonction maintenance a pour but d'assurer la disponibilité optimale des installations de production et de leurs annexes, impliquant un minimum économique de temps d'arrêt.

Jugée pendant longtemps comme une fonction secondaire entraînant une perte d'argent inévitable, la fonction maintenance est en général, assimilée à la fonction dépannage et réparation d'équipements soumis à usage et vieillissement.

La véritable portée de la fonction de la maintenance mène beaucoup plus loin : elle doit être une recherche incessante de compromis entre la technique, et l'économique. Il reste alors, beaucoup à faire pour que sa fonction productive soit pleinement comprise. Une organisation, une planification et des mesures méthodiques sont nécessaires pour gérer les activités de maintenance.

I.1.2 Définition de la maintenance

Notions sur la maintenance

« Ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise ». (Norme AFNOR X 60-010). [1]

Rôle de la maintenance [1]

Est la maîtrise de la disponibilité opérationnelle

actionnelle de équipements a fin qui ils soient unis à la disposition de la production par ces action, la maintenance ammeistre le profit cumule durant la vie des équipements par :

-La réduction des coûts de maintenance

-L'accroissement de la durée rentable de vie des équipements.

-Réduction des accidents et des risques concernant la sécurité des hommes et de l'environnement.

I.1.3 Objectifs de la maintenance

1) Objectifs de coût [4]

- Minimiser les dépenses de maintenance.
- Assurer la maintenance dans les limites d'un budget.
- Avoir des dépenses de maintenance portant sur le service exigé par l'installation en
- fonction de leur âge et de leur taux d'utilisation.
- Tolérer à la discrétion du responsable de la maintenance une certaine qua dépense imprévue

2) Objectifs opérationnels [4]

- Maintenir le bien durable:
 1. Dans un état acceptable
 2. Dans des meilleures conditions
- Assure la disponibilité maximale à un coût raisonnable.
- Eliminer les pannes à tout moment et au meilleur cout.
- Maximiser la durée de vie de bien.
- Remplacer le bien à des périodes prédéterminées.
- Assurer au bien des performances de haute qualité.
- assurer au bien un fonctionnement sûr et efficace.
- Obtenir de l'investissement un rendement maximum.
- Garder au bien une présentation suffisamment satisfaisante.
- Maintenir le bien dans un état de propreté absolue.

I.1.3.1 Situation de la maintenance par rapport à la production

- **Personnel de production:**

Ne s'intéresse qu'aux informations nécessaires à l'obtention du produit fini. [1]

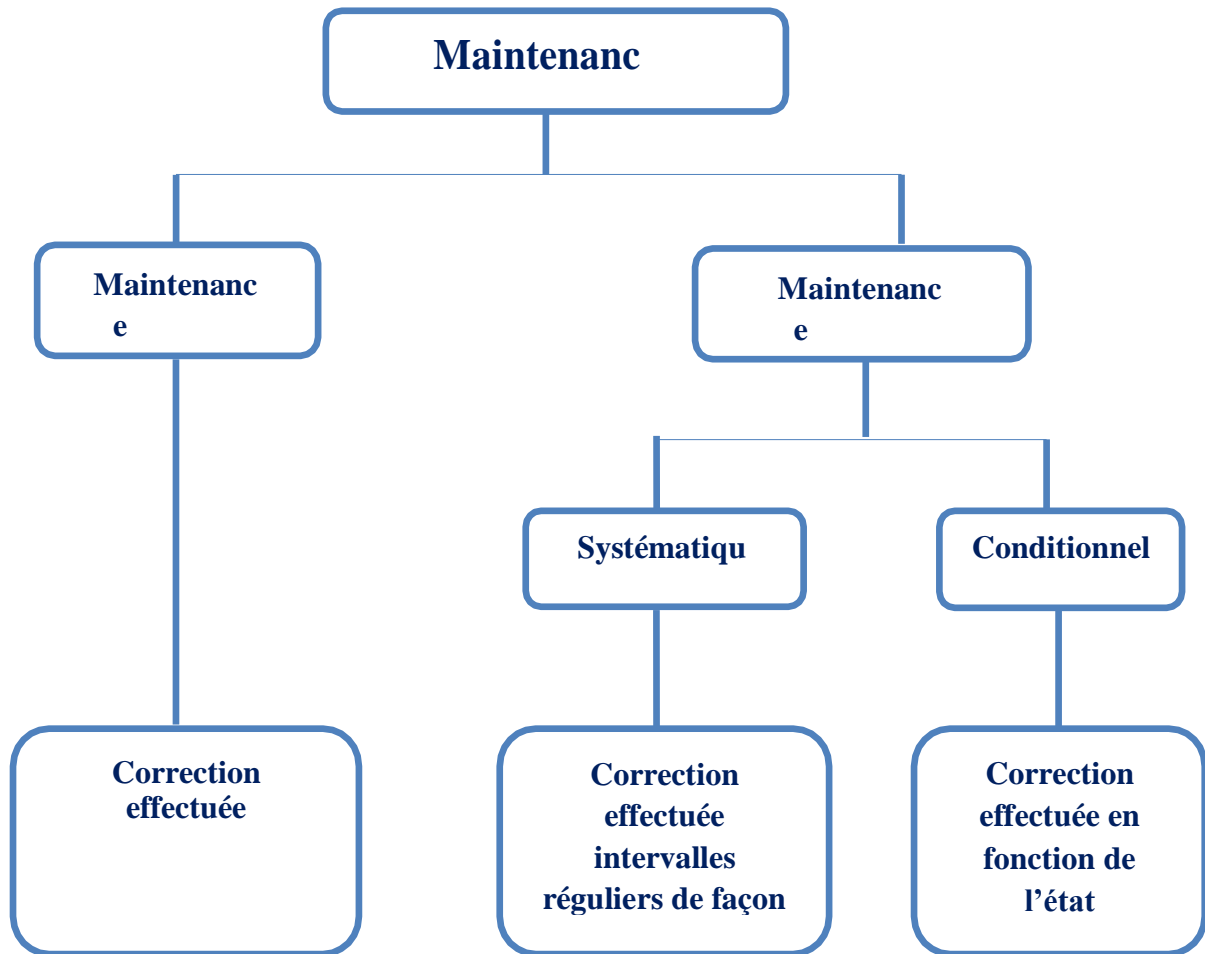
- **Personnel d'entretien:**

Ne s'intéresse qui aux informations nécessaires à la réalisation de son intervention sur l'outil de production quel que soit sa fonctionnalité. [1]

- **Personnel de maintenance**

Doit maîtriser toutes les contraintes posant la dégradation de l'outil de production pour limiter leur conséquences sur l'obtention de l'objectif de production quel que soit les contraintes au niveau de conception de fabrication et l'exploitation

Le système de maintenance semble se présenter comme sur système complémentaire au système de production. [1]

I.1.4. ORGANIGRAMME DE POLITIQUE DE MAINTENANCE

FigureI.1 : Organigramme de politique de maintenance [5]

I.1.5. MAINTENANCE PREVENTIVE

Maintenance ayant pour objet de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un bien ou d'un service rendu. Les activités correspondantes sont déclenchées selon un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unités d'usage (maintenance systématique), et/ou des critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou du service (maintenance conditionnelle). [5]

➤ **Objectifs visés par la maintenance préventive sont les suivants [5]**

- Augmenter la fiabilité d'un équipement, donc réduire les défaillances en service : réduction des coûts de défaillance, amélioration de la disponibilité
- Augmenter la durée de vie efficace d'un équipement
- Améliorer l'ordonnancement des travaux, donc les relations avec la production
- Réduire et régulariser la charge de travail
- Faciliter la gestion des stocks (consommation prévues)
- Assurer la sécurité (moins d'improvisations dangereuses)
- Plus globalement, en réduisant la part « d'imprévu », améliorer le climat des relations humaines (une panne imprévue est toujours source de tension)

La mise en œuvre d'une politique de maintenance préventive implique le développement d'un service « méthodes de maintenance » efficace. En effet, on ne peut faire de préventif sans un service méthodes qui va alourdir à court terme les coûts directs de maintenance, mais qui va permettre :

La gestion de la documentation technique, des dossiers machines, des historiques.

- Les analyses techniques du comportement du matériel.
- La préparation des interventions préventives.
- La concertation avec la production.

➤ **Différents types de maintenance préventive**

1) Maintenance préventive systématique

Maintenance préventive exécutée à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du bien (EN 13306 : avril 2001). [4]

Même si le temps est l'unité la plus répandue, d'autres unités peuvent être retenues telles que : la quantité de produits fabriqués, la longueur de produits fabriqués, la distance parcourue, la masse de produits fabriqués, le nombre de cycles effectués, etc.

Cette périodicité d'intervention est déterminée à partir de la mise en service ou après une révision complète ou partielle. [4]

2) Maintenance préventive conditionnelle

Maintenance préventive basée sur une surveillance du fonctionnement du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement intégrant les actions qui en découlent. La surveillance du fonctionnement et des paramètres peut être exécutée selon un calendrier, ou à la demande, ou de façon continue (EN 13306 : avril 2001). [4]

Remarque : la maintenance conditionnelle est donc une maintenance dépendante de l'expérience et faisant intervenir des informations recueillies en temps réel.

La maintenance préventive conditionnelle se caractérise par la mise en évidence des points faibles. Suivant le cas, il est souhaitable de les mettre sous surveillance et, à partir de là, de décider d'une intervention lorsqu'un certain seuil est atteint. Mais les contrôles demeurent systématiques et font partie des moyens de contrôle non destructifs. [4]

Tous les matériels sont concernés. Cette maintenance préventive conditionnelle se fait par des mesures pertinentes sur le matériel en fonctionnement. Les paramètres mesurés peuvent porter sur :

- Le niveau et la qualité de l'huile
- Les températures et les pressions
- La tension et l'intensité des matériels électriques
- Les vibrations et les jeux mécaniques

3) Maintenance préventive prévisionnelle

C'est une maintenance préventive subordonnée à l'analyse de l'évolution surveillée des paramètres significatifs de la dégradation du bien, permettant de retarder et planifier les interventions quelques concepts fondamentaux liés à la maintenance. [4]

Buts de la maintenance préventive [4]

- Augmenter la durée de vie des matériels;
- Diminuer la probabilité des défaillances en service;
- Diminuer les temps d'arrêt en cas de révision ou dépanne;
- Prévenir et aussi prévoir les interventions coûteuses de maintenance corrective;
- Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions;
- Eviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant, etc.;

- Améliorer les conditions de travail du personnel de production;
- Diminuer le budget de maintenance;
- Supprimer les causes d'accidents graves.

I.1.6.MAINTENANCECORRECTIVE

Ensemble des activités réalisées après la défaillance d'un bien, ou la dégradation de sa fonction pour lui permettre d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement : ces activités comportent notamment la localisation de la défaillance et son diagnostic, le remise en état avec ou sans modification, le contrôle du bon fonctionnement. [5]

Différents types de maintenance corrective

1- Maintenance palliative

Activités de maintenance corrective destinées à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou partie d'une fonction requise. Appelé couramment dépannage, cette maintenance palliative est principalement constituée d'actions à caractère provisoire qui devront être suivies d'actions curatives. [4]

2- Maintenance curative

Activités de maintenance corrective destinées à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou partie d'une fonction requise. Appelé couramment dépannage, cette maintenance pal

litige est principalement constituée d'actions à caractère provisoire qui devront être suivies d'actions curatives. [4]

Maintenance corrective débouche sur 2 types d'interventions

1. Dépannage

Remise en état de fonctionnement effectué « in situ », parfois sans interruption du fonctionnement de l'ensemble concerné. Le dépannage a un caractère provisoire. Les dépannages caractérisent la maintenance palliative. Le palliatif est caractéristique du 2^{ème} niveau de maintenance. [1]

2. Réparation

Faite « in situ » ou en atelier de maintenance, parfois après dépannage. Elle a un caractère définitif. La réparation caractérise la maintenance curative. Le curatif est caractéristique des 2^{èmes} et 3^{ème} niveaux de maintenance. [1]

I.1.7. NIVEAUX DE MAINTENANCE

Le degré du développement de la maintenance est classifié en 5 niveaux. Ces niveaux sont donnés par la norme à titre indicatif pour servir de guide et leur utilisation pratique n'est concevable qu'entre des parties qui sont convenues de leur définition précise selon le type de bien maintenir. [1]

| NIVEAU | ACTIVITES |
|----------|---|
| NIVEAU 1 | RONDE PETIT ENTRETIEN, GRAISSAGE |
| NIVEAU 2 | ECHANGE STANDARD, CONTROLES DU BON FONCTIONNEMENTE |
| NIVEAU 3 | DIAGNOSTIC, PETITES REPARATION, OPERATIONS MINEURES PREVENTIVES |
| NIVEAU 4 | TRAVAUX DE MAINTENANCE PREVENTIVE ET CORRECTIVE, REGLAGE DES MOYENS DE MESURE |
| NIVEAU 5 | RENOVATION, RECONSTRUCTION ET REPARATIONS IMPORTE |

Tableau I.1 : Les niveaux de maintenance

I.2. Maintenance à l'Entreprise

I.2.1. Service maintenance l'Entreprise

L'organigramme du service maintenance de l'unité Enterprise

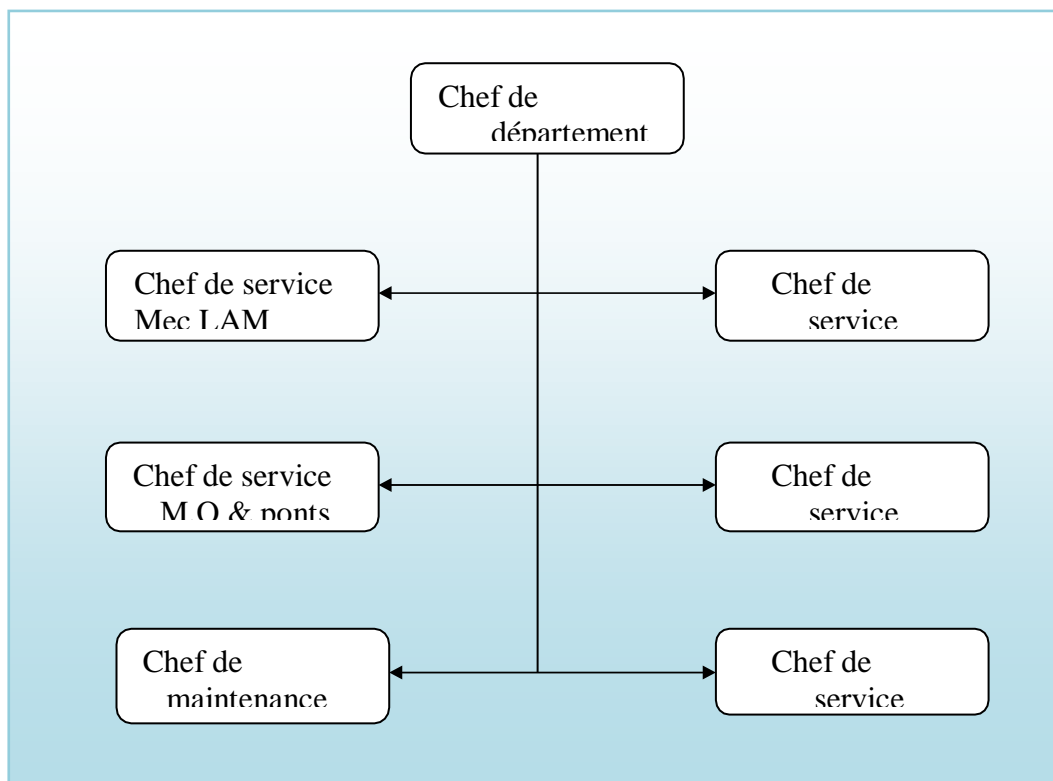


Figure I.2 : Organigramme du service maintenance

I.2.2.Maintenance appliquée au niveau de l'Entreprise

Le département de la maintenance joue un rôle très important dans l'entreprise, c'est pour ça que le service de maintenance travaille en régime 3X8. [1]

L'entreprise applique des différents types de maintenance, le choix du type dépend du besoin de l'entreprise et l'importance d'équipement :

- Maintenance préventive conditionnelle (l'analyse vibratoire et l'analyse déshuilent).

Cette installation nécessite une surveillance périodique en utilisant des instruments spécifiques : capteurs (accéléromètre), un appareil de mesure offline (vibrotest60). Les vibrations sont mesurées à toutes les directions (verticales, horizontales et axiales). [1]

- Maintenance préventive systématique (des visites, des inspections programmées)
- En cas d'anomalies, la maintenance appliquée est la maintenance curative.

1) Maintenance préventive

Elle se fait à travers les EPAS (l'entretien préventif avec arrêt systématique) et les arrêts programmés (généralement programmées le week-end, ou dans des arrêts par manque produit).

Il se fait aussi par les biais des arrêts annuels (grands travaux de maintenance). [4]

2) Maintenance corrective

Lors de l'apparition des pannes sur l'installation, les agents de la maintenance (intervention) interviennent pour changer l'organe défailant afin de remettre en service l'installation le plus rapidement possible. [4]

I.2.3 Politique de maintenance [4]

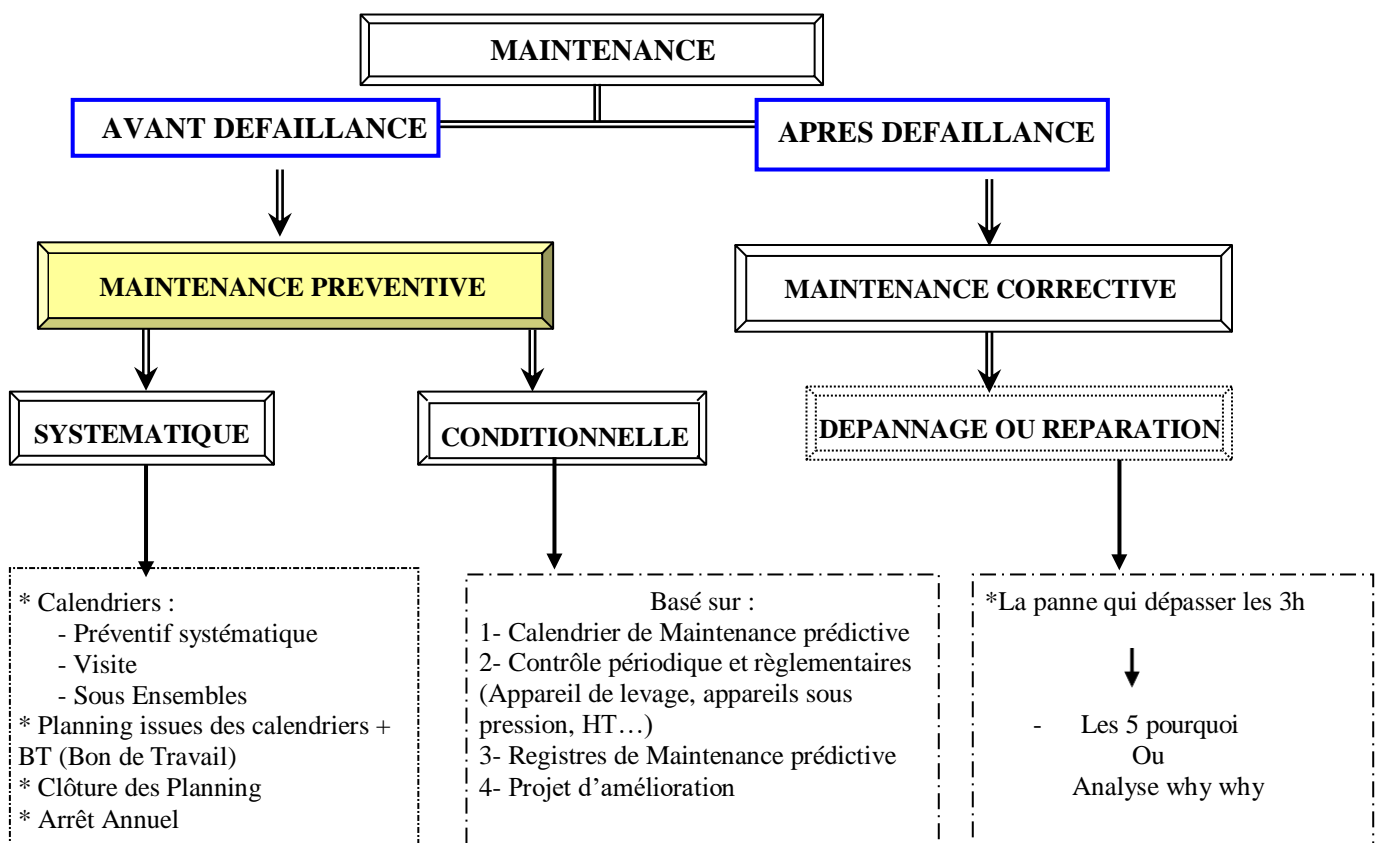
1- Le cout de la stratégie de la direction

1- Objectifs :

• Indicateurs :

- ✓ Taux de panne
- ✓ MTBF
- ✓ MTTR
- ✓ Ratio huile
- ✓ Ratio graisse
- ✓ Cout de maintenance
- ✓ Taux maintenance préventive

2- Le roulement de la maintenance



Les 5 pourquoi : c'est un travail de groupe

- *Objectifs : - Améliorer la fiabilité de la machine et le temps de disponibilité
- 4- Chaque mois un bilan de synthèse de la fonction maintenance
- *Les points forts + les points faibles
- *Comparaison des indicateurs
- *Les indicateurs non performants :
- *plans d'action pour améliorer
- 5- Chaque année un bilan

CHABITE II
FIABILITE, MAINTENANCE, DISPONIBILTE

II.1.Fiabilité

On ne saurait absorber l'entretien des équipements et les questions qui lui sont liées sans évoquer et clarifier le concept de fiabilité. [2]

II.1.1.Définition de la fiabilité

C'est l'aptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise ou degré de confiance que l'on accorde dans des conditions données pendant une durée donnée. [6]

La confiance s'exprime par une probabilité de succès. Inversement, on pourrait dire qu'elle vise à connaître la probabilité d'échecs et par voie de conséquence, les précautions et les sécurités dont un matériel doit être l'objet. [6]

La fiabilité est une caractéristique d'un dispositif exprimé par la probabilité qu'il accomplisse une fonction dans des conditions données pendant un temps donné. Elle se caractérise donc par quatre concepts :

❖ Probabilité

Une probabilité se définit par le rapport entre le nombre de cas favorables et le nombre de cas possibles concernant la réalisation d'un événement. Dans le cas de la fiabilité, la probabilité exprimant les chances de réussite. [6]

❖ Accomplissement d'une fonction

Le dispositif que l'on étudie du point de vue de la fiabilité devra être dans un état tel qu'il lui permet d'accomplir la fonction requise d'une manière satisfaisante. Ceci implique un certain niveau de performances en deçà desquelles le dispositif est considéré comme défaillant. [6]

❖ Conditions données

Les conditions sont les contraintes physiques, chimiques, électriques et mécaniques subies par le dispositif du fait de son environnement. [6]

❖ Temps

C'est le temps exprimé au sens large. Ce sera bien souvent en fait un nombre de cycles ou caractéristique qui exprime la durée de vie. [6]

II.1.2.Définition théorique

La fiabilité représentée au bout du temps est la proportion de pièces d'un lot donné encore en fonctionnement au temps t ou la probabilité qu'un équipement fonctionne encore à t. [6]

$$\text{Soit : } R(t) = \frac{N(t)}{N_0} \quad \text{où}$$

$N(t)$: nombre de pièces en fonctionnement à t

N_0 : nombre de pièces en fonctionnement à t_0

La probabilité de non fonctionnement $F(t)$ sera de la forme :

$$F(t) = 1 - R(t) = 1 - \frac{N(t)}{N_0} = \frac{N_0 - N(t)}{N_0}$$

On définit aussi un paramètre de fiabilité que l'on appelle taux de défaillance. [6]

Si l'on dérive $F(t)$ par rapport au temps, on obtient une fonction que l'on désigne par $f(t)$:

$$f(t) = \frac{-1}{N_0} \cdot \frac{dN(t)}{Dt}$$

ou vitesse instantanée d'arrivée des pannes

En divisant par $R(t)$ la fonction $f(t)$, on obtient :

$$\frac{f(t)}{R(t)} = \frac{-1}{N_0} \cdot \frac{dN(t)}{N(t) Dt}$$

$$\frac{f(t)}{R(t)} = \frac{-1}{N(t)} \cdot \frac{dN(t)}{Dt} = \lambda(t) *$$

* Par définition, $\lambda(t)$ est la probabilité conditionnelle de défaillance dans l'intervalle de temps $(t, t + dt)$. La fonction $\lambda(t)$ est la proportion de pièces défaillantes par unité de temps. [6]

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = \frac{-dR(t)}{dt}$$

$$\lambda(t) dt = \frac{dR(t)}{R(t)}$$

En intégrant, on trouve finalement :

$$\lambda(t) = e^{-\int_0^t \lambda(\tau) dt}$$

On utilise très souvent en maintenance une autre notion la MTBF ou Moyenne de Temps de Bon Fonctionnement (Meany Time Between Failures) et on l'exprime sous la forme :

$$MTBF = \int_0^t R(t) dt$$

ou temps moyen jusqu'à la première défaillance

Dans le cas où $\lambda(t)$ est constant, quoique en technologie constant n'a pas de sens, la MTBF prend la forme :

$$MTBF = \frac{1}{\lambda(t)}$$

Le taux de panne désigné par λ est donc égal à l'inverse de la MTBF. C'est le nombre de pannes par heures de fonctionnement. Par exemple si $\lambda = 10^{-4}$ signifie qu'il y a une panne toutes les 10^4 heures. [6]

On inclut une autre notion de MTTR ou temps moyen pour réparer (Mean Time To Repair).

- ❖ **Exemple1** : une fiabilité $R=0,92$ après 1 000 heures signifie que le produit a 92 chances sur 100 (92% de chances) de fonctionner correctement pendant les 1 000 premières heures.
- ❖ **Exemple 2** : un compresseur industriel a fonctionné pendant 8 000 heures en service continu avec 5 pannes dont les durées respectives sont : 7 ; 22 ; 8.5 ; 3.5 et 9 heures. Déterminons son MTBF.

$$MTBF = \frac{800 - (7 + 22 + 8,5 + 3,5 + 9)}{5} = \frac{800 - 50}{5} = 1590.$$

Si λ est supposé constant :

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} = \frac{1}{1590} = 0,0006282$$

Soit environ 0,007 défaillance par heure ou 0,7 défaillance pour 1 000 heures

II.2.Maintenabilité

II.2.1.Définition

Est l'aptitude d'un bien à être maintenu ou rétabli dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données avec des procédures et des moyens prescrits. [2]

C'est aussi la faculté de répétitivité ou simplification des tâches visant à entretenir et réparer le matériel (accessibilité, encombrement, montage, démontage, sécurité, ...).

Il existe aussi une définition probabiliste plus stricte de la maintenabilité : c'est la probabilité de remettre un système en état de fonctionner en un temps donné avec des moyens donnés et dans des conditions données en retrouvant la fiabilité initiale. [2]

L'indicateur privilégié de maintenabilité correspond aux temps d'immobilisation qui se décomposent en :

- Délais d'intervention
- Durée d'intervention

II.2.2.Caractéristique de la maintenabilité [2]

La maintenabilité est caractérisée par la moyenne de temps technique de réparation

$$MTTR = \sum \frac{TTR}{N}$$

Le taux instantané de réparation

$$\mu(t) = \frac{1}{MTTR}$$

Ce permet de décrire la fonction de maintenabilité comme suite :

$$M(t) = 1 - \exp \left[- \int_0^t \mu(x) dx \right]$$

Exemple : prenons l'exemple d'une pompe industrielle fonctionnant pendant 10 000 heures avec 7 pannes dont les durées sont respectivement de 4 ; 2,5 ; 6 ; 12 ; 1,5 ; 36 et 3,5 heures.

$$MTTR = \frac{4 + 2,5 + 6 + 12 + 1,5 + 36 + 3,5}{7} = \frac{65,5}{7} = 9,357 \text{ heures}$$

$$\mu = \frac{1}{MTTR} = 0,1069.$$

II.3.Disponibilité

C'est l'aptitude d'un bien sous les aspects combinés de sa fiabilité, maintenabilité et de l'organisation de la maintenance à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions de temps déterminées. [2]

II.3.1.Objectif économique

Le but recherché dans le fonctionnement des machines qui tendent vers la complexité et les faramineux prix d'acquisition n'est autre que d'avoir réalisé la notion du plus opérationnel possible. [2]

Ceci se traduit en maintenance par la "disponibilité opérationnelle" (Figure 6) d'une machine qui est le double fruit de sa "fiabilité" élaborée par les services conception et installation du constructeur et de son "utilisation optimale" dont la charge revient au service maintenance de l'utilisateur. [2]

| | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| CONSTRUCTEUR | UTILISATEUR |
| Conception au Bureau d'Etudes | Exploitation et Maintenance |

| | |
|--------------------------------|------------------------------------|
| Caractéristiques du Système | Caractéristiques d'Exploitation |
|--------------------------------|------------------------------------|

| | | |
|------------|---------------------|-----------------------|
| FIABI-LITE | MAINTENA- BILITE | POLITIQUE MAINTENANCE |
|------------|---------------------|-----------------------|

| | | |
|------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| DISPONIBILITE INTRINSEQUE | Logistique Maintenance | Diagnostic Surveillance |
|------------------------------|---------------------------|----------------------------|

| |
|--|
| DISPONIBILITE OPERATIONNELLE |
| Coût d’exploitation Coût de maintenance Coût de possession |

Tableau II .2 : Disponibilité opérationnelle d’une machine

Cependant la disponibilité absolue est tributaire de trois obstacles prépondérants :

❖ **Obstacles économiques**

Les répercussions multiples et variés sont souvent masquées et ou mal cernées et par conséquent ne peuvent être chiffrées par les moyens de gestion comptable. [6]

❖ **Obstacles humains**

Une politique FMD suppose un effort de formation et d’informations pluridisciplinaires pour pouvoir : Adopter une structuration spécifique et adaptée. [6]

Développer les méthodes d’analyse de fiabilité qualitative (AMDEC ou FMECA) et quantitative (MTBF et MTTR)

❖ **Obstacles techniques**

Ils sont généralement proches des limites de la recherche scientifique appliquée notamment :
 Manque de données chiffrées sur les taux de défaillance parce que les lois statistiques utilisées sont complexes mauvaise appréhension des système manque de surveillance intelligente. [6]

La disponibilité peut se mesurer :

à un instant donné (disponibilité instantanée)

sur un intervalle de temps (disponibilité moyenne)

à la limite, si elle existe, de la disponibilité instantanée lorsque t (disponibilité asymptotique)

Disponibilité moyenne si les temps sont cumulés:

Temps de disponibilité

$$D_{moy} = \frac{\text{Temps de disponibilité}}{\text{Temps de disponibilité} + \text{Temps d'indisponibilité}}$$

Temps de disponibilité + Temps d’indisponibilité

Le cas particulier es la disponibilité intrinsèque si l'on considère la moyenne des temps :

$$M.T.B.F.$$

$$D'Int. = \frac{M.T.B.F.}{M.T.B.F. + M.T.T.R.}$$

$$M.T.B.F. + M.T.T.R.$$

Si l'on ajoute la moyenne des temps logistiques (M.T.L.) à la disponibilité intrinsèque, on obtient la disponibilité opérationnelle :

$$M.T.B.F.$$

$$Doper. = \frac{M.T.B.F.}{M.T.B.F. + M.T.T.R. + M.T.L.}$$

$$M.T.B.F. + M.T.T.R. + M.T.L.$$

Exemple : reprenons l'exemple de la pompe industrielle du paragraphe 3 ayant fonctionné pendant 10000 heures avec 7 pannes dont les durées étaient : 4 ; 2,5 ; 6 ; 12 ; 1,5 ; 36 ; 3,5 heures.

$$MTBF = \frac{\text{Somme des temps de bon fonctionnement entre les 7 dédaillances}}{\text{Nombre des temps de bon fonctionnement}}$$

$$MTBF = \frac{10000 - (4 + 2,5 + 6 + 12 + 1,5 + 36 + 3,5)}{7} = \frac{9934,7}{7} = 1419,2$$

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} = \frac{1}{1419,21} = 0,0007$$

Rappels : MTBF = 9,357 heures ; $\mu = 0,1069$

$$D_i = \frac{\mu}{\lambda + \mu} = \frac{0,1096}{0,0007 + 0,1096} = 0,9935 \text{ (Soit 99,35\%)}$$

CHAPITRE III
APPLICATION DE LA MAINTENANCE
(MACHINE OUTILS)

Introduction

Toute étude de maintenance ne peut être réalisée que si elle trouve une application dans le domaine industriel, et afin de comprendre le processus d'installation et les interactions entre ses différentes fonctions réalisées par l'appareil. Systèmes multiples en constituant une base utile pour évaluer les risques afin de prendre des mesures pour y faire face.

III.1.Labos

III. 1.1. Labo de la mécanique des fluide : il compte des viscosimètres (l'appareil qui à dimensionner la viscosité), des appareils pour déterminer le nombre de Reynolds et Bernoulli et des équipements qui sert calculer et trouver le débit (jet d'eau en marche).

III. 1.2. Labo de commande : il contient également deux fraiseuses à commande numérique en marche et un tour à commande numérique avec un problème à l'écran d'assimilation.

III. 1.3. Labo de sondage : il contient un poste à souder (l'arc, l'argon) un appareil par point en marche et des bouteilles oxygène acétylène en marche.

III.1.4. Labo métallurgie et mécanique : il possède un figé filme, un microscope et une polisseuse en marche.

III. 1.5. Labo fonderie : il comporte les moules et deux fours (petit et grand) en panne de la partie commande ainsi qu'un compresseur en marche.

III. 1.6. Labo fou et traitements thermique : il existe trois fours le 1^{er} à 1200°C en marche, le 2^{ème} de 750°C en panne de commande, le 3^{ème} à le 950°C en marche ; ainsi qu'un bassin de trempe d'huile en bon état

III. 1.7. Labo énergétique et transfert de chaleur : il contient un mélangeur à eau en panne de la partie mécanique (la pompe).

III. 1.8. Labo moteur à combustion interne : dans lequel on trouve deux moteurs, une motrice (OPEL) et un moteur diesel (BMW) pédagogique.

III. 1.9. Labo RDM : il contient un bond d'essai des mesures (traction, compression, flexion) choc et dureté en panne de la lampe de projection.

III. 2. Machines

III. 2.1. Tour



Figure III.3 : **Tour classique**

La figure ci-dessus envisage un tour classique. Il existe pratiquement sept machines tour parallèle en machine, un tour parallèle en panne manque de boîte de vitesses et un grande tour en panne avec problème de chariot.

III. 2.2. Fraiseuse



Figure III.4 : **Fraiseuse universelle**

La figure ci-dessus représente une fraiseuse universelle. Outil utilisée pour usiner tous type de pièces mécanique, à l'unité ou en série, par enlèvement de matière à partir de blocs

III. 2.3.Perceuse

Figure III.5 : **Perceuse à colonne**

La figure ci-dessus représente une perceuse à colonne. Il existe huit perceuses à colonne en marche et deux perceuses à colonne en panne de la partie mécanique (bague extérieure).

III. 2.4.Rectifieuse d'outils

Figure III.6 : **Rectifieuse d'outils**

On trouve une rectifieuse en marche.

III. 2.5.Meule



Figure III.7: Meule

Il existe une meule en marche

III. 2.6.Scie mécanique :



Figure III.8: Scie mécanique

La figure ci-dessus une scie mécanique. Il existe une seule en marche.

III. 2.7. Presse

Figure III.9: **Presse hydraulique**

La figure ci-dessus envisage une presse hydraulique en panne.

III. 2.8.Étau limeur :

Figure III.10 : **Étau limeur**

On possède Deux étaux limeurs en marche.

III. 2.9. Rouleuse



Figure III.11: Rouleuse

La figure ci-dessus envisage une rouleuse

III. 2.10. Plieuse



Figure III.12 : Plieuse

La figure ci-dessus envisage une plieuse.

III.3. Mesures de sécurité

La sécurité dans le département mécanique fait l'objet de mesure que l'on retrouve dans les Catégories suivantes:

Précautions personnelles

Propreté.

Fixation des pièces et machine outils.

Usinage des pièces.

Il serait difficile d'énumérer dans le toutes les règles de sécurité concernant pratiques dangereuses mais sur va essayer tout de même de présenter les règles générales

III. 3.1. Précautions Personnelle

- ❖ Il faut enlever les foulards et les gans.
- ❖ Il faut relever les manches jusqu'aux coudes.
- ❖ Elever les montres, les bracelets et les bagues.
- ❖ Un flet ou casque doit retenir les cheveux longs.
- ❖ Lors du rangement des outils, on doit éviter un contact fortuit avec une partie tranchante ou Pointue.
- ❖ Le port de verres protecteurs ou de visières protêt' ces est obligatoire pour travailler sur Les machines-outils.
- ❖ Un outil en mauvais état est une source d'accident, maintenez les en bon état.
- ❖ Utiliser l'outil qui convient le mieux au travail que vous devez réaliser.
- ❖ I ne faut jamais mettre dans les poches des outils coupants ou piquants.
- ❖ L'emmanchement des outils ainsi que leur état seront toujours vérifiés avant l'utilisation.
- ❖ Un outil qui tombe pendant les travaux en hauteur peut provoquer un accident.
- ❖ Ne jamais soulever une charge plus lourde que celle indiquée sur l'appareil de levage.
- ❖ Le transport du personnel est strictement interdit sur les engins sur de manutention Mécanique.
- ❖ Il faut s'assurer du bon état des câbles métalliques, chaines, cordages et élingues avant leur utilisation.

III .3.2. Fixation des pièces et machines-outils

- ❖ Vous devez connaître la machine et vous préserver de ses dangers en utilisant
Chaque fois Les dispositifs et matériels de sécurité.

- ❖ Veillez bien ce que les transmissions soient en fermées dans des protecteurs.
- ❖ Il ne faut jamais graisser un engrenage pendant la marche ou remonter une courroie en Marche.
- ❖ Il ne faut jamais procéder 21 des réglages ou modifications de l'appareillage mécanique ou Electrique sans y être spécialement invité.
- ❖ Il ne faut jamais évacuer les copeaux à main nue et sans crochet et balayette.
- ❖ Il faut toujours respecter les vitesses de rotation décrites sur les machines.
- ❖ Avant d'exécuter un travail sur une pièce, il faut la débarrasser de ses bavures des arrêtes 2 L'aide d'une chaux
- ❖ Il faut demander l'aide de quelqu'un pour soulever les objets lourds.
- ❖ Il faut s'assurer que la pièce est bien fixée dans l'étau ou à la table de machine.
- ❖ Si on utilise des dispositifs de serrage pour fixer une pièce il faut que les boulons soient le Plus près possible d'elle.
- ❖ Toutes les pièces doivent être correctement installées avant de remettre une machine Marche.
- ❖ Utiliser des clés nécessaires pour serrer ou desserrer un écrou ou un boulon.
- ❖ Tirer sur une clé offre plus de sécurité que la pousser.
- ❖ Enlever la clé du mandrin avant de mettre en marche.

III .3.3.Usinage des pièces

- ❖ Il ne faut jamais faire fonctionner une machine avant d'avoir compris le fonctionnement de Son mécanisme. Il faut aussi connaitre les moyens de l'arrêter rapidement en cas d'urgence.
- ❖ Il faut tenir ses mains éloignées de toute pièce en mouvement.
- ❖ Faut toujours que la machine soit arrêtée pour la nettoyer, la régler ou pour mesurer la pièce Travaillée.
- ❖ Il est important que tous les dispositifs de sécurité soient en place avant de faire fonctionner Une machine.
- ❖ Ne pas tenter d'arrêter le mandrin avec ses mains.
- ❖ I est très dangereux d'utiliser un chiffon près des pièces en mouvement d'une machine.
- ❖ Le fonctionnement d'une machine ne doit être assuré que par une personne à la fois.

III.4. Recommandations

La documentation représente la colonne vertébrale d'un bureau de maintenance, parce que sans elle, aucune action ne peut être effectuée par les responsables de maintenance et d'exploitation. Durant ce stage on a remarqué un manque des documentations, alors on recommande de:

- ❖ Demander des constructeurs ou bien de rétablir un DTE (dossier technique de l'équipement)

De chaque machine-outil qui contient:

- fiche descriptif
- Fiche technique complétée (Plan d'ensemble, Schéma de principe, Schémas fonctionnels et techniques).
- Dossier opérationnel complet (Instructions d'installation, Instructions d'utilisation, Instructions de réglage, Instructions de maintenance, Prescriptions relatives la Présentation, au contenu et la tenue jour des instructions de maintenance, Catalogue Dépièces détachées, Instructions pour les modifications)
- ❖ Etablir un dossier historique afin d'assurer la traçabilité dans le temps de tous les Évènements qui sont apparus pendant sa vie opérationnelle

**CONCLUSION
GENERALE**

CONCLUSION GENERALE

Pour être et demeurer compétitive, une entreprise doit produire toujours mieux (qualité) avec le coût le plus bas. Pour minimiser ce coût, on fabrique plus vite et sans interruption des produits sans défauts afin d'atteindre la production maximale par unité de temps.

De plus, produire plus sous-entend produire sans ralentissements, ni arrêts. Pour cela, le système de production ne doit subir qu'un nombre minimum de temps de non production.

Exceptés les arrêts inévitables dus à la production elle-même (nouvelle gamme de production, température excessive, etc.), les machines ne doivent jamais (ou presque) connaître de défaillances tout en fonctionnant à un régime permettant un rendement maximal.

Cet objectif est un des buts de la fonction maintenance d'une entreprise. Il s'agit de maintenir un bien dans un état lui permettant de répondre de façon optimale à sa fonction. Connaître les points forts et les faiblesses de l'entreprise en matière de maintenance est l'objet de ce travail.

D'après l'analyse de la fonction maintenance, on déduit que les points faibles ont une influence directe sur la maintenance au sein de l'entreprise. Donc il faut des démarches pour gérer et améliorer cette fonction.

Comme exemple des points faibles, on peut citer :-Système d'information et utilisation de l'informatique : la satisfaction globale est de l'ordre de 43,75%.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] FRANCOIS MONCHY et JEAN-PIERRE VERNIER : maintenance (Méthode et organisation). Dunod , 2010
- [2] ZIANI ; Cour e^{2^{ème}} licence GMI : Fiabilité, comportementales. ENST-Dergana 2013 /2014
- [3] Documentaion d'une entreprise evoluer
- [4] BERNARD MACHINE : Maintenance, concepts et définitions. Centre français ' D'exploitation.
- [5] Ameursoualem, chapitre 2: □ Etude de la performance par Analyse d'huile Cas : compresseur à piston SULZER □ , Année16
- [6] Ben Saada,S : La maintenance, maintenant, Université de Mohamed khider . Biskra, 2010

ANNEXE
DOCUMENTATION DE
MAINTENANCE

ANNEXE : DOCUMENTATION DE MAINTENANCE

HISTORIQUE DES MACHINES

Atelier 1

Atelier2

| Désignation | Date d'installation | Nbr d'h de travail | Désignation | Date d'installation | Nbr d'h de travail |
|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| Tour | | 24h/sem | Tour | | 24h/sem |
| Fraiseuse | | 24h/sem | Fraiseuse | | 24h/sem |
| Perceuse | | 24h/sem | Perceuse | | 24h/sem |
| Frais. A graver | | 24h/sem | Frais. A graver | | 24h/sem |
| Rectifieuse | | 24h/sem | Rectifieuse | | 24h/sem |
| Presse hydraulique | | 24h/sem | Presse hydraulique | | 24h/sem |
| Soudeuse à point | | 24h/sem | Soudeuse à point | | 24h/sem |
| | | 24h/sem | | | 24h/sem |

ANNEXE : DOCUMENTATION DE MAINTENANCE
FICHE DE MACHINE

| | |
|--------------|-----------------|
| | Machine : |
| Atelier..... | Type : |
| Nbr : | |

| Date | Heures machine | | Nettoyage périodique | | Vidange d'huile | | Entretien préventif | | Panne et modification | | Pièces de rechange utilisé |
|------|----------------|--------|----------------------|------|-----------------|---------|---------------------|-----------|-----------------------|-------|----------------------------|
| | mensuel | cumulé | heures | type | heures | organes | heures | fréquence | heures | cause | |
| | | | | | | | | | | | |

ANNEXE : DOCUMENTATION DE MAINTENANCE

Département De mécanique

Biskra le : .../.../...

RAPPORT CIRCONSTANCIEL

Adressé au directeur de l'institut Mr :.....

Nous vous informons qu'un accident est survenu sur un équipement de votre Institut. Veiller prendre les mesures nécessaires.

Atelier :

machine :

Code :

Organe avarie :

Description de l'incident :

Dégâts constatés :

Conclusion :

ANNEXE : DOCUMENTATION DE MAINTENANCE

Département de maintenance

Rapport de visite

Atelier.....

Machine.....

Code.....

| Organes et points à examen | Object de l'examen contrôle à effectuer | Anomalies constatées observation | Suite à donner PDR à remplacer |
|----------------------------|--|-------------------------------------|-----------------------------------|
| | | | |

ANNEXE : DOCUMENTATION DE MAINTENANCE

Département de maintenance

INTERVENTIONS CURATIVES ET PREVENTIVES

| Hrs de machine | Désignation des travaux | Code nature | Temps passé | Pièces rechange | Exécutant | Date de mise en service |
|----------------|-------------------------|-------------|-------------|-----------------|-----------|-------------------------|
| | | | | | | |

ANNEXE : DOCUMENTATION DE MAINTENANCE

FICHE D'ENTRETIEN DES MACHINES

Département de maintenance

| |
|-----------------|
| Atelier..... |
| Machine : |
| Code : |

(ENTRETIEN, NETTOYAGE ET GRAISSAGE)

| Organes | Travaux à exécuter | Moyens matériels | Graisse ou lubrifiant | fréquence | | | Temps d'exécution |
|---------|--------------------|------------------|-----------------------|-----------|---|---|-------------------|
| | | | | J | S | M | |
| | | | | | | | |

NOMENCLATURE DES EQUIPEMENTS

Machine : Type :

Nbr de fabrication : Code :

Fournisseur :

Fabricant :

Pays d'origine :

Année de fabrication :

Date de mise en service :

Valeur : En DA :

En monnaies de paiement :

Observation :

ANNEXE : DOCUMENTATION DE MAINTENANCE

Département de maintenance

NOMENCLATURE PIECES DETACHES

| Rep. | Désignation de la pièce | Caractéristiques et références | Fabriquant | Code/magasin | Quantité | Quantité magasin |
|------|-------------------------|--------------------------------|------------|--------------|----------|------------------|
| | | | | | | |

Résumé

La maintenance joue un rôle important et important dans l'allongement de la durée de vie des machines et des équipements dans les établissements industriels, ce qui réduirait les coûts de production de ces établissements. Le service de maintenance a également des plans et des programmes pour effectuer les travaux de maintenance selon des calendriers spécifiques et spécifiés pour la maintenance des équipements et des machines sur lesquels reposent les usines et les établissements de production. Le service de maintenance et son suivi des systèmes modernes et innovants dans la mise en œuvre des plans et programmes suivis réduiraient les coûts de production et augmenteraient les profits de ces établissements industriels, et le chercheur dans cette recherche a étudié certaines des techniques modernes utilisées dans la gestion de la maintenance et comment en tirer profit.

تلعب الصيانة دورا كبيرا وهاما في إطالة عمر الآلات و المعدات داخل المؤسسات الصناعية والذي شأنه أن يقلل من تكاليف الإنتاج لهذه المؤسسات, كما أن لإدارة الصيانة مخططات وبرامج لتنفيذ الأعمال الصيانة وفقا لجدول زمنية معينة ومحدد لصيانة المعدات والآلات قائمة عليها المصانع و المؤسسات الإنتاجية كما والإدارة الصيانة وإتباعها للنظم الحديث والمبتكرة في تنفيذ الخطط والبرامج المتبعة من قبلها من شأنه أن يقلل من تكاليف الإنتاج وزيادة في الأرباح لهذه المؤسسات الصناعية وقد قام الباحث في هذا البحث بدراسة بعض التقنيات الحديثة المستخدمة في إدارة الصيانة وكيفية الاستفادة منه.