

REPUBLIQUE ALGERIENE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE DE M'SILA
FACULTE DE TECNOLOGIE
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME
DE MASTER EN GENIE ELECTRIQUE

SPECIALITE: INGENIERIE DES SYSTEMES ELECTROMECHANIQUES

THEME

**Réalisation d'un plan de maintenance préventive
systématique pour l'amélioration de la sûreté de
fonctionnement d'un système électromécanique**

Proposé et dirigé par :

Mr:GHEMARI Zine

Présenté par :

- BEN DJAAFER Ahmed

Année Universitaire: 2012 / 2013

N°d'ordre : 050

Remerciements

*Je tiens à remercier tout premièrement Dieu
Le tout Puissant pour la volonté, la santé et la patience,
Qu'il j'a Donné durant toutes ces longues années.*

Ainsi, Je tiens également à exprimer nos vifs

*Remerciement à notre encadreur **Mr. GHEMARI Zine***

*Pour avoir d'abord proposé ce thème, pour suivi
Continuel tout le long de la réalisation de ce mémoire et
Qui n'a pas Cessé de je donner ses conseils.*

Je tiens à remercier vivement toutes personnes qui

*J'ai Aidés à élaborer et réaliser ce mémoire et surtout
MENASRI Mohammed, ainsi à Tous Ceux qui j'ai aidés
De prés ou de loin à accomplir Ce travail.*

*Je remerciement vont aussi à tous les enseignants du Département
De Génie Electrique qui ont contribués à notre Formation.*

Je remerciement vont aussi à tous les travailleurs dans

*Bureau d'études et de recherche m'sila (**BERM**) Et surtout
Service (**CES**) et **LADJEL Mohammed**.*

Je tiens à remerciement vont aussi à tous les Travailleurs

*Dans la Société de Maintenance Des
Equipements Industriels (**MEI**).*



Dédicace

*Je dédie ce modeste mémoire à mes parents
Qui ai su-je soutenir tout au long de nos études,
Parfois je reconforter dans les moments difficiles,
Et qui sans eux je n'aurais pu effectuer ce travail.*

Je dédie ce modeste travail :

A mes frères, et mes sœurs.

A toutes ma famille.

A tous mes fidèles amis.

A toute la promotion 2013.

*Notre dédicace va également à ceux qui ont participé de
prés ou de loin à l'aboutissement de mes efforts.*

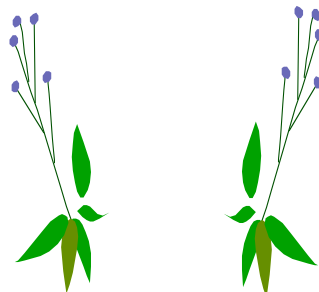


Table des matières

Table des Figures

Liste des tableaux

Notations et Symboles

Introduction Générale :

Introduction Générale2

Chapitre I :

I. La maintenance.....	4
I.1. Introduction	4
I.2. Définition de la maintenance	4
I.3. Les objectifs de la maintenance	4
I.4. L'environnement de la maintenance.....	5
I.5. Les différents types de maintenance.....	6
I.6. Les niveaux de maintenance:.....	8
I.7. Les opérations de la maintenance	9
I.8. L'intérêt de maintenance	9
I.9. Evolution de la maintenance.....	10
I.9.1. Total productive maintenance (TPM).....	10
I.9.2. Les systèmes experts	11
I.9.3. La technologie de GMAO	12
I.9.4. La maintenance à distance	13
I.9.4.1. La télémaintenance	14
I.9.4.2. La e-maintenance.....	14
I.10. Conclusion	15

Chapitre II :

II. La société MEI et la machine cisaille guillotine	17
II.1. Introduction	17
II.2. Représentation de MEI.....	17
II.2.1. Missions de la société.....	18
II.3. Organigramme de la société.....	19
II.4. Capacité de MEI.....	19
II.5. Travaux sur les machines outils	20
II.5.1. Equilibrage industriel	20
II.5.2. Revêtements et rechargement.....	21
II.5.3. Chaudronnier industrielle	21
II.5.4. Application sur métal blanc.....	22
II.5.5. Production de pièce de remplacement.....	22
II.5.6. Contrôle de qualité	22
II.5.7. Mesures et essais	23
II.6. Equipement matériels.....	23
II.7. Les ateliers de la MEI.....	24
II.7.1. Atelier de fabrication mécanique	24
II.7.2. Atelier de chaudronnerie	24
II.7.3. Atelier métallurgie.....	24
II.8. Description da la machine Cisaille guillotine.....	25
II.8.1. Liens internes	25
II.8.2. Ordre chronologique des opérations à faire pour la mise en route de la cisaille guillotine	25
II.8.3. Raccordement électrique	26
II.8.4. Mise en route.....	26
II.8.5. Exploitation de la machine	26

II.9. Conclusion.....	27
Chapitre III :	
III. Analyse FMD.....	29
III.1. Introduction.....	29
III.2. Etude de fiabilité.....	29
III.2.1. Objectif de la fiabilité.....	29
III.2.2. Méthodes mathématique.....	30
III.2.2.1. Densité de probabilité $f(t)$	30
III.2.2.2. Fonction de répartition $F(t)$	30
III.2.2.3. Taux de défaillance $\lambda(t)$	30
III.2.2.4. Fiabilité $R(t)$	31
III.2.2.5. Fiabilité des systèmes complexes.....	31
III.2.2.6. MTBF.....	33
III.2.2.7. Le taux de défaillance $\lambda(t)$ en fonction du temps t	34
III.2.2.8. Principales lois utilisées.....	34
III.2.2.9. MTTR.....	35
III.3. Etude de maintenabilité.....	36
III.3.1. Etude extrinsèque.....	36
III.3.1.1. Métrologie d'évaluation des «MTTR».....	36
III.3.1.2. Caractéristiques statistiques.....	37
III.3.1.3. Taux de maintenance.....	38
III.4. Etude de la disponibilité.....	38
III.4.1. Différents niveaux de la disponibilité.....	38
III.4.1.1. Disponibilité intrinsèque théorique.....	38
III.4.1.2. Disponibilité moyenne.....	39

III.4.1.3. Disponibilité opérationnelle.....	39
III.4.1.4. Disponibilité asymptotique	39
III.4.1.5. Disponibilité instantanée.....	39
III.5. Conclusion	40

Chapitre IV :

IV. L'analyse statistique de la FMD	42
IV.1. Introduction.....	42
IV.2. Historique des pannes	42
IV.3. L'analyse FMD.....	43
IV.3.1. La fiabilité.....	43
IV.3.1.1. Calcule de R (MTBF)	48
IV.3.1.2. Calcule de F(MTBF).....	48
IV.3.1.3. La densité de défaillance $f(\text{MTBF})$	48
IV.3.1.4. Calcule de $\lambda(\text{MTBF})$	48
IV.3.2. La maintenabilité	48
IV.3.3. Disponibilité intrinsèque théorique.....	49
IV.4. Les Analyses Prévisionnelles Des Dysfonctionnements	50
IV.4.1. Méthodes d'analyse prévisionnelle « ABC (Pareto) »	50
IV.4.1.1. Construction de la courbe ABC	50
IV.4.1.2. Diagramme de PARETO	51
IV.5. Proposition des solutions aux problèmes de la machine Cisaille guillotine	52
IV.6. plan de maintenance préventive systématique.....	53
IV.7. Conclusion	54

Conclusion générale :

Conclusion générale.....	56
Annexe	58
Bibliographie.....	59

Table des Figures :

- Figure I.1 : L'assurance produit
- Figure I.2 : Organigramme types de maintenance,
- Figure I. 3 : Le principe de TPM
- Figure I.4 : Les caractéristiques de la GMAO
- Figure II.1 : siège social & Ateliers de M'sila
- Figure. II .2 : Missions de la société
- Figure. II .3 : L'organigramme de la société
- Figure. II.4 : ateliers de M'sila
- Figure. II.5 .a: Usinage de pièces
- Figure. II.5 .b : Rectification de vilebrequins
- Figure. II.6 .a: Equilibrage d'une route turbine à gaz (pièce seule)
- Figure. II.6 .b: Equilibrage d'un rotor turbine à gaz (pièce assemblée)
- Figure. II.7: La métallisation au plasma
- Figure. II.8.a: Application par Rechargement manuel de métaux antifrictions
- Figure. II.8.b: Machine pour application Par centrifugation de métaux
- Figure. II.9: Le control
- Figure. II.10: Cisaille guillotine
- Figure. II.11: Coffret électrique
- Figure III .1 : Courbe de fiabilité et fonction de répartition
- Figure III .2 : Système série
- Figure III .3 : Système parallèle
- Figure III .4 : Redondance m parmi n
- Figure III .5 : Redondance passive
- Figure III .6 : Courbe en baignoire
- Figure IV.1 : Menu principale
- Figure IV.2 : Papier fonctionnel pour la loi de Weibull avec Gamma
- Figure IV.3 : Fonction de fiabilité $R(t)$.
- Figure IV.4 : Densité de probabilité $P(t)$
- Figure IV.5 : Fonction de répartition $F(t)$.
- Figure IV.6 : Taux de défaillance $\lambda(t)$.
- Figure IV.7 : Courbe ABC
- Figure IV.8 : Diagramme de PARETO

Liste des tableaux :

Tableau III.1: Principales lois de survie.

Tableau IV.1 : L'historique des pannes de la machine Cisaille guillotine

Tableau IV.2: Estimation par la méthode de Johnson rangs moyens

Tableau IV.3: Calcul et tests

Tableau IV.4 : Calcul de maintenabilité

Tableau IV.5 : Les données nécessaires pour construire la courbe ABC

Notations et Symboles :

MTTF	L'estimation de la durée moyenne s'écoulant entre la mise en service du système et la survenance.
MBF	Maintenance basé sur la fiabilité.
MTBF	La durée moyenne entre deux défaillances consécutives.
MTTR	Le temps moyen mis pour réparer le système.
$\lambda(t)$	Taux de défaillance.
TBF	Temps de bon fonctionnement entre deux défaillances.
f(t)	Densité de probabilité.
F(t)	La fonction de répartition.
R(t)	La fonction de fiabilité.
M(t)	Fonction maintenabilité.
D(t)	Fonction de disponibilité.
Di	Disponibilité intrinsèque.
β	paramètre de forme.
Γ	Paramètre de position.
η	paramètre d'échelle.
Dn	La différence de test de Kolmogorov Smirnov.
$\mu(t)$	Taux de réparation.
a et b	nombre réel.
FMD	Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité.
TPM	Total productive maintenance
GMAO	La Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur
NTIC	Les nouvelles technologies de l'information et de la communication

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction Générale

L'exploitation des équipements de l'entreprise d'une manière efficace est pour progresser la qualité et le coût du produit et renforcer la production. Pour atteindre cet objectif, il faut une bonne gestion de la maintenance des équipements et en prenant en considération les aspects techniques, économiques et financiers des différentes méthodes utilisées.

La maintenance est un champ d'action avantaagé de la recherche du développement les performances des installations industrielles. Le rôle de cette dernière est de choisir une politique appropriée en prenant en considération l'aspect technique, économique et financier, des différentes méthodes en vue d'améliorer la fiabilité, la disponibilité, la maintenabilité et la sécurité (les paramètres de la sûreté de fonctionnement) des systèmes électromécaniques.

Pour améliorer le niveau de sûreté de fonctionnement des systèmes électromécaniques, il faut optimiser au minimum un paramètre parmi les quatre paramètres de cette dernière. Dans notre travail, nous allons baser à améliorer la fiabilité d'un système électromécanique choisi par une proposition du plan de maintenance préventive systématique. Pour atteindre cet objectif notre mémoire est structuré en quatre chapitres dans les lignes directrices sont donnés ci-après:

Le premier chapitre est consacré à définir la maintenance d'une part et à classer les différents types de maintenance d'une autre part.

Le deuxième chapitre présente l'historique de l'entreprise et la définition de la machine choisie.

Le troisième chapitre montre la théorie de l'analyse FMD (fiabilité, maintenabilité et disponibilité).

Le quatrième chapitre est la partie spéciale de notre travail dont on va illustrer l'estimation et l'amélioration de la fiabilité de la machine choisie par une proposition d'un plan de maintenance préventive systématique.

CHAPITRE I :

LA MAINTENANCE

I. La maintenance

I.1. Introduction

Les installations et les équipements industriels se détériorent sous l'action de multiples causes; surcharge en cours de fonctionnement, mauvaise exploitation, action des agents corrosifs, chimique, atmosphérique,... etc.

Ces détériorations peuvent être à l'origine des arrêts de fonctionnement (pannes), de la réduction de production, l'accroissement des coûts de façon générale.

I.2. Définition de la maintenance

D'après la norme AFNOR X60-010, la maintenance est définie comme (l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé).

Au sens strict du terme, la maintenance agit sur les biens et considère l'ensemble des opérations d'entretien destinées à accroître la fiabilité ou pallier des défaillances [1].

I.3. Les objectifs de la maintenance

I.3.1. Garantie la production prévue

La planification de la production doit être étudiée conjointement par l'entretien et la production en conciliant les arrêts nécessaires à l'entretien préventif et les recommandations du manufacturier tout en s'ajustant aux programmes de fabrication.

I.3.2. Amélioration de la qualité du produit

La qualité dépend autant de la production que de l'entretien; chacune de ces fonctions aura à rendre compte en cas de baisse de productivité de l'entreprise: erreur d'opération ou défaillance de la machine, matière première défectueuse ou dérèglement de la machine, etc.

I.3.3. Contribuer au respect des délais

Il ya une double responsabilité au niveau de l'entretien: on doit connaître exactement l'état des équipements (pièce de rechanges, historique des pannes, intervenants, caractéristiques techniques, stock pièces de rechanges disponible etc.).

I.3.4. Recherche des coûts optimaux

Mis à part les compétences techniques, le service d'entretien doit être capable d'établir des devis précis et des estimés de coûts reliés aux travaux de maintenances.

I.3.5. Assurance de la sécurité des travailleurs et la qualité du milieu de travail

Le service de maintenance doit se préoccuper des accidents que les interventions peuvent occasionner d'une part, pour ses propres tâches (méthode de travail, consignes de sécurité, cadenassage, etc.).

I.3.6. Respecter l'environnement

Au service de maintenance incombe souvent le contrôle des polluants et le rejet des contaminants dans l'environnement. Il n'est pas rare que le matériel non productif mais nécessaire soit négligé (exemple: système de recyclage, dépoussiéreur, filtre, etc.) [2].

I.4. L'environnement de la maintenance

La maintenance s'intègre dans le concept global de la sûreté de fonctionnement, qui lui-même s'intègre dans l'assurance Produit.

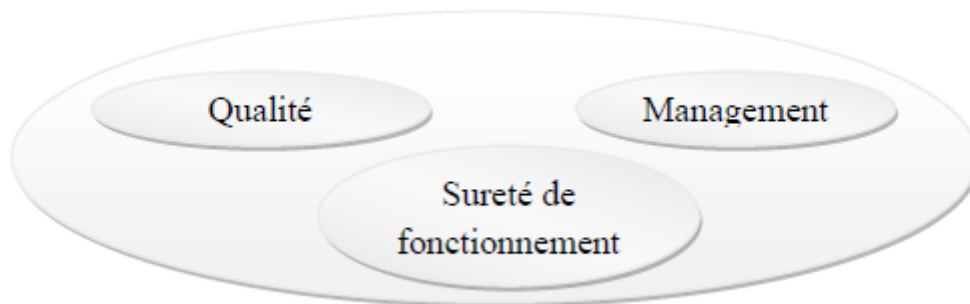


Figure I.1 : L'assurance produit [3].

I.4.1. Le concept de la sûreté de fonctionnement

La sûreté de fonctionnement compose quatre paramètres sont :

I.4.1.1. La fiabilité (AFNOR X-06-501) : « Aptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise dans des conditions d'utilisation données à un instant donné ».

I.4.1.2. La disponibilité (AFNOR X-06-010) : « Aptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise dans des conditions d'utilisation données pendant une période donnée ».

I.4.1.3. La maintenabilité (AFNOR X-06-010) : « Aptitude d'un dispositif à être maintenu ou rétabli dans un état dans lequel il puisse accomplir une fonction requise lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions d'utilisation données avec des moyens et procédures prescrits ».

I.4.1.4. La sécurité (AFNOR X-06-010) : « Aptitude d'un dispositif à éviter de faire apparaître des événements critiques ou catastrophiques » [4].

I.4.2. La maintenance et la vie du produit

La maintenance débute bien avant la première panne :

- dès la conception : la maintenance s'intègre dans le concept de maintenabilité qui évalue la capacité d'un produit à être dépanné.
- à l'achat, c'est un conseil et aussi un argument.
- à l'installation, à la mise en route elle apporte une connaissance du produit.
- à l'utilisation, le rôle de la maintenance est triple : le dépannage, les actions préventives et la surveillance.

L'objectif de la maintenance dans la vie du produit, c'est de minimiser le rapport :

$$\frac{\text{Dépense de maintenance} + \text{coût d'arrêts fortuits}}{\text{Service rendu}}$$

I.5. Les différents types de maintenance

Il existe deux types de la maintenance:

- La maintenance corrective.
- La maintenance préventive.

I.5.1. La maintenance corrective

La norme AFNOR NF X 60 010 définit la maintenance corrective comme une maintenance effectuée après défaillance, où l'on distingue deux types d'intervention :

- **Palliative** (dépannage), c'est-à-dire une remise en état de fonctionnement « caractère Provisoire ».
- **Curative** (réparation), c'est la réparation complète, parfois après dépannage «Caractère définitif » [4].

• Les formes de la maintenance corrective

La maintenance corrective peut être utilisée:

- ❖ seule en tant que méthode.
- ❖ en complément d'une maintenance préventive pour s'appliquer aux défaillances résiduelles.

I.5.2. La maintenance préventive

AFNOR (X-60-010) : Maintenance effectuée dans l'intention de réduire la Probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu.

• **Les types de maintenance préventive**

- ❖ **La maintenance préventive systématique** : AFNOR X-60-010 : « Maintenance préventive effectuée suivant un échéancier établi, suivant le temps ou le nombre d'unité d'usage »
- ❖ **La maintenance préventive conditionnelle** : AFNOR X-60-010 : « Maintenance préventive subordonnée à un type D'événement prédéterminé révélateur de l'état du bien » [2].

L'organigramme ci-dessous présente les différentes méthodes de la maintenance:

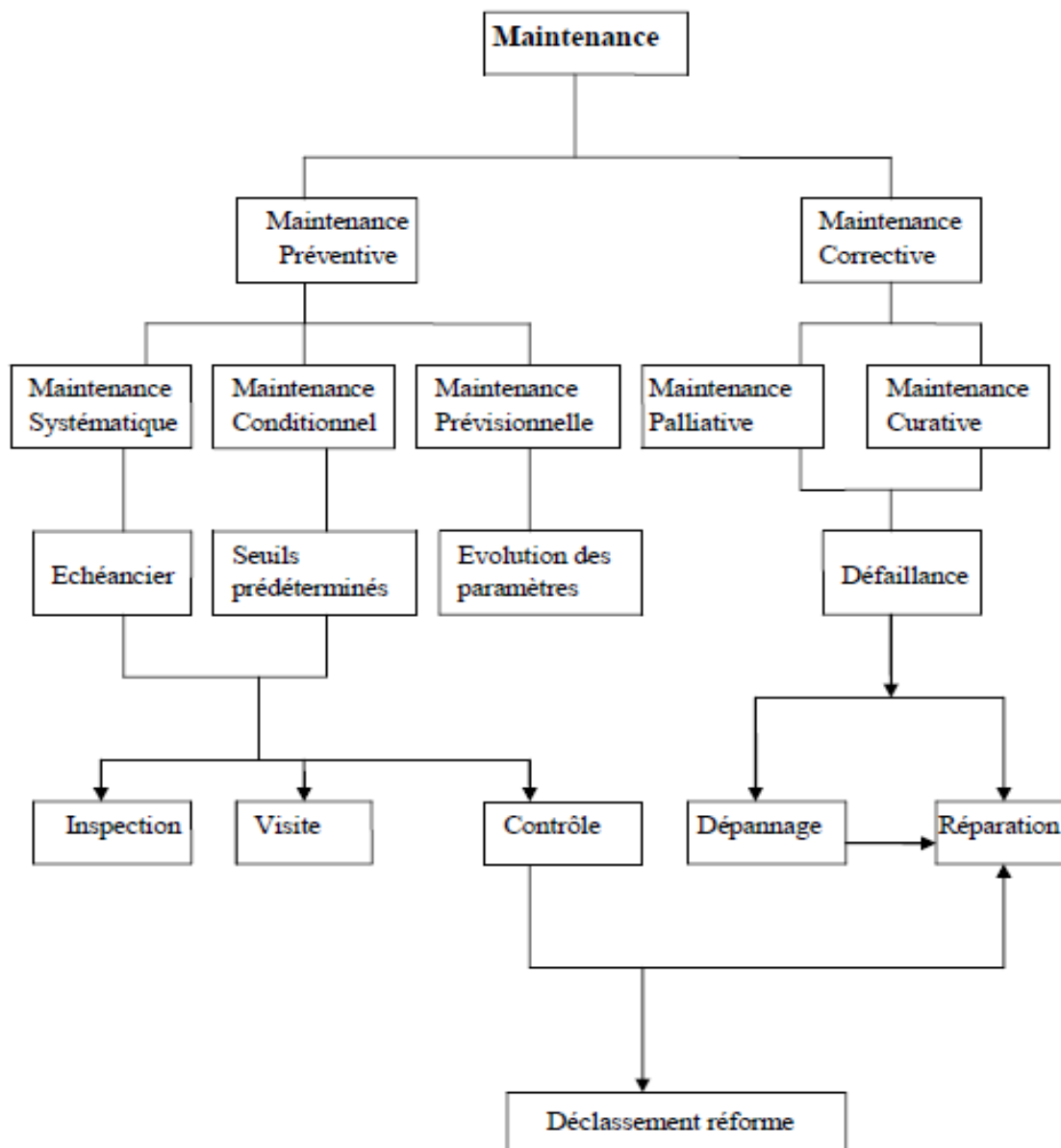


Figure I.2 : Organigramme types de maintenance [5]

I.6. Les niveaux de maintenance:

Les opérations à réaliser sont classées, selon leur complexité, en cinq niveaux. Les niveaux pris en considération sont ceux de la norme NF X-60-01O.

I.6.1. 1^{er} niveau de maintenance

Actions simples nécessaires à l'exploitation et réalisées sur des éléments facilement accessibles en toute sécurité à l'aide d'équipements de soutien intégrés au bien. Ce type d'opération peut être effectué par l'utilisateur du bien avec, le cas échéant, les équipements de soutien intégrés au bien et à l'aide des instructions d'utilisation.

I.6.2. 2^{ème} niveaux de maintenance

Actions qui nécessitent des procédures simples et/ou des équipements de soutien (intégrés au bien ou extérieurs) d'utilisation ou de mise en œuvre simple. Ce type d'actions de maintenance est effectué par un personnel qualifié avec les procédures détaillées et les équipements de soutien définis dans les instructions de maintenance. Un personnel est qualifié lorsqu'il a reçu une formation lui permettant de travailler en sécurité sur un bien présentant certains risques potentiels, et est reconnu apte pour l'exécution des travaux qui lui sont confiés, compte tenu de ses connaissances et de ses aptitudes.

I.6.3. 3^{ème} niveaux de maintenance

Opérations qui nécessitent des procédures complexes et/ou des équipements de soutien portatifs, d'utilisation ou de mise en œuvre complexes. Ce type d'opération de maintenance peut être effectué par un technicien qualifié, à l'aide de procédures détaillées et des équipements de soutien prévus dans les instructions de maintenance.

I.6.4. 4^{ème} niveaux de maintenance

Opérations dont les procédures impliquent la maîtrise d'une technique ou technologie particulière et/ou la mise en œuvre d'équipements de soutien spécialisés. Ce type d'opération de maintenance est effectué par un technicien ou une équipe spécialisée à l'aide de toutes instructions de maintenance générales ou particulières.

I.6.5. 5^{ème} niveaux de maintenance

Opérations dont les procédures impliquent un savoir-faire, faisant appel à des techniques ou technologies particulières, des processus et/ou des équipements de soutien industriels, Par définition, ce type d'opérations de maintenance (rénovation, reconstruction, etc.) est effectué par le constructeur ou par un service ou société spécialisée avec des équipements de soutien définis par le constructeur et donc proches de la fabrication du bien concerné [6].

I.7. Les opérations de la maintenance

Les différentes opérations de la maintenance sont montrées ci-dessous:

I.7.1. Les opérations de maintenance préventive

- ❖ **Les inspections :** Ce sont des activités de surveillance qui consistent à relever périodiquement des anomalies et exécuter des règles simples ne nécessitant pas d'outillage spécifique ou d'arrêt de l'outil de production ou des équipements.
- ❖ **Les visites :** C'est une opération de surveillance, se situant dans le cadre d'action de Maintenance préventive, elle peut consister en un examen détaillé et approfondi d'une partie ou de l'ensemble du système suivi.
- ❖ **Les contrôles :** Vérifications de conformité par rapport à des données préétablies suivies d'un jugement.

Le contrôle peut :

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

I.7.2. Les opérations de maintenance corrective

- ❖ **Le dépannage :** Actions physiques exécutées pour permettre à un bien en panne d'accomplir sa fonction requise pendant une durée limitée jusqu'à ce que la réparation soit exécutée. Le dépannage n'a pas de conditions d'applications particulières. La connaissance du comportement du matériel et des modes de dégradation n'est pas indispensable même si cette connaissance permet souvent de gagner du temps.
- ❖ **La réparation :** Actions physiques exécutées pour rétablir la fonction requise d'un bien en panne. L'application de la réparation peut être décidée soit immédiatement à la suite d'un incident ou d'une défaillance, soit après un dépannage, soit après une visite de maintenance préventive conditionnelle ou systématique.
- ❖ **Les révisions :** Ensemble des actions et examens de contrôle et d'intervention effectuée en vue d'assurer le bien contre toute défaillance majeure ou critique, pendant un temps ou pour nombre d'unités d'usage donné.

I.8. L'intérêt de maintenance

Les intérêts de la maintenance sont :

- Diminuer les travaux urgents.
- Faciliter la gestion de la maintenance.

- Favoriser la planification des travaux.
- Rendre possible la préparation, l'ordonnancement et la gestion des stocks
- Eviter les périodes de dysfonctionnement avant panne, ainsi que les dégâts éventuels provoqués par une panne intempestive.
- Augmenter la sécurité.

I.9. Evolution de la maintenance

Au fil du développement de la concurrence et de la course à la compétitivité qui entraîne la recherche de la qualité totale et surtout la réduction des coûts, au fur et à mesure de la complexification et de l'automatisation des processus de production, la maintenance est devenue une des fonctions stratégiques de l'entreprise. Loin d'être aujourd'hui stabilisée, elle évolue au gré des nouvelles technologies de l'information et de communication NTIC, l'introduction de nouvelles méthodes de gestion, du développement technologique des outils de production, en particulier dans les domaines de la mesure et du contrôle de fonctionnement, de la systématisation progressive, de l'usage des normes et des procédures [10].

I.9.1. Total productive maintenance (TPM)

La maintenance productive totale (TPM) est un concept poussé de maintien, de modification et d'amélioration des machines et équipements [10].

Avec le concept de la Maintenance Productive Totale, la maintenance n'est plus seulement considérée comme une activité non-génératrice de valeur ajoutée, mais comme un processus important d'amélioration de la productivité globale.

Le but de la maintenance productive totale est de réduire autant que possible les arrêts d'activités pour cause de maintenance, améliorer la productivité globale en impliquant tout le personnel.

Métaphoriquement, la TPM est aux équipements et machines ce qui est la médecine aux êtres humains.

La figure I.3 présente le principe de la TPM :

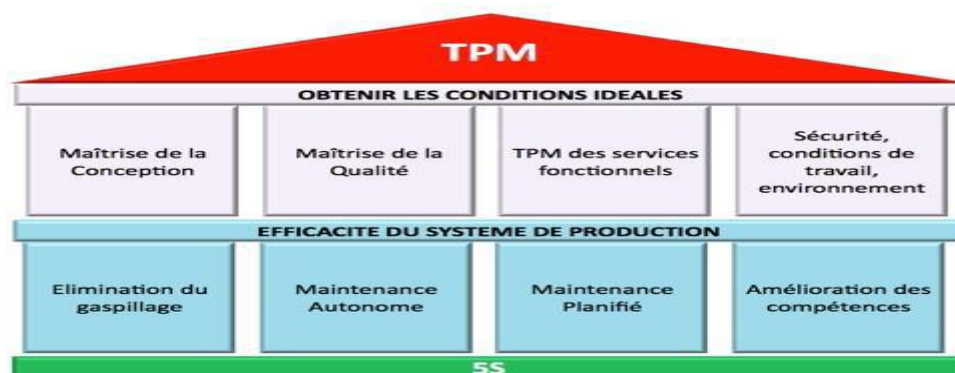


Figure I. 3 : Le principe de TPM [10].

- **Objectifs de la TPM**

- Réduction du délai de mise au point des équipements
- Augmentation de la disponibilité et du taux de rendement systématique.
- Augmentation de la durée de vie des équipements.
- Participation des utilisateurs à la maintenance appuyés des spécialistes de maintenance.
- Pratique se la maintenance préventive et conditionnelle [19].

I.9.2. Les systèmes experts

Un système expert est une application informatique capable de prendre des décisions ou de résoudre des problèmes dans un domaine précis. C'est un programme faisant appel à l'intelligence artificielle. Une base de données est conçue à partir du savoir d'un expert avant d'être intégrée à un programme.

Les systèmes experts utilisés en maintenance permettent de :

- Traiter les divers aspects de maintenance pour une famille d'équipements donnée,
- Guider pas à pas l'intervenant selon un cheminement de moindre coût par une intégration judicieuse du savoir-faire correspondant et des faits observés,

Prendre en compte aisément les adaptations qui se révèlent nécessaires,

- Reprendre éventuellement et renforcer « l'organigramme de dépannage » qui peut être valorisé en le rendant plus accessible [12].

Le système expert rassemble les connaissances.

Il est programmé pour les utiliser de manière analogue à celles des spécialistes, cela ne se fait pas sans difficulté.

Le dialogue homme-machine est actuellement le principal obstacle à l'utilisation des systèmes experts ainsi que les limitations dues à l'exploitation de systèmes non initialement conçus pour des micro-ordinateurs.

Les systèmes experts peuvent aider les industriels à résoudre des problèmes faisant appel aux spécialistes. Ils ne les remplacent pas en totalité, dupliquent leurs connaissances et ainsi font profiter à un plus grand nombre d'utilisateurs, les compétences et savoir-faire des dits « experts ». Ainsi ces systèmes doivent contenir toutes les connaissances du domaine et être capables d'avoir une méthode de résolution analogue au raisonnement humain.

Pour améliorer la maintenabilité, il est nécessaire de faciliter le diagnostic des pannes et de diminuer les temps d'immobilisation. Dans cette optique, le système expert est un auxiliaire précieux.

Le système expert offre l'avantage de s'appuyer sur les méthodes du raisonnement humain et de pouvoir s'enrichir en fonction de l'expérience des utilisateurs.

Il doit être capable de :

- Résoudre les problèmes (trouver la cause de la panne) ;

- Expliquer les résultats.
- Apprendre par l'expérience.
- Restructurer ses connaissances.
- Transgresser une règle.
- Juger de la pertinence d'une donnée.
- Juger sa compétence à résoudre un problème.

I.9.3. La technologie de GMAO

La gestion de la maintenance assistée par ordinateur est constituée d'une base de données (historique) qui est alimentée par le personnel de maintenance via un formulaire. Des pannes sont mises en mémoire pour certains équipements (date, temps passé, intervenant, matériel remplacé, etc.). La base de l'historique est l'inventaire des équipements : appelé découpage fonctionnel. Chaque GMAO est personnalisée selon les besoins spécifiques d'exploitation de l'historique ou le fonctionnement d'un site, [6].

L'appel du logiciel GMAO (gestion de maintenance assistée par ordinateur) va répondre aux besoins des entreprises en ce qui concerne les échanges d'information et des procédures, et l'analyse des activités de maintenance et les archivés.

La GMAO se caractérise par quatre fonctionnalités standards (figure I.4) :

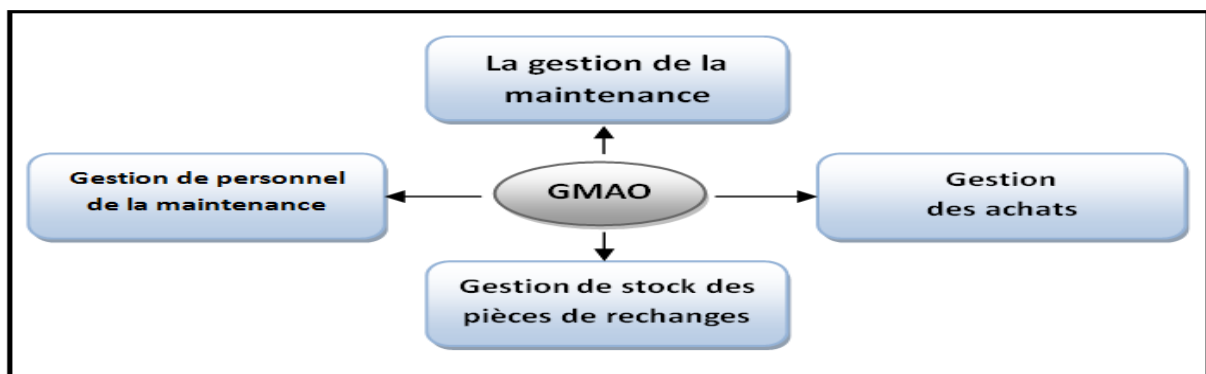


Figure I.4 : Les caractéristiques de la GMAO

- La gestion de maintenance concernant les interventions préventives ou curatives sur les équipements industriels.
- La gestion du personnel de maintenance relative aux plannings, les affectations, et à la gestion de la formation.
- La gestion du stock des pièces de rechange, contrôle des stocks en magasin, alerte sur le seuil, réception des pièces.
- La gestion des achats en tout ce qui concerne l'addition des commandes, la gestion des fournisseurs et de leurs prix, et la facturation,[12].

- **Objectif de la GMAO**

- Contrôle et réduction des coûts de la maintenance
- Réduction des temps d'arrêt par un meilleur choix de la politique de maintenance
- Utilisation rationnelle de la ressource humaine en augmentant leur productivité.
- Réduction de la maintenance curative et de la maintenance systématique et ce par l'amélioration de la maintenance conditionnelle.
- Analyse et exploitation de l'historique
- Optimisation de la gestion de stock
- Réduction des coûts globaux des stocks tout en évitant la rupture des stocks.
- Minimiser les stocks dormant
- Standardiser les articles de stock gérés.
- Gérer les achats et les réapprovisionnements en liaison avec l'activité

De maintenance

- Optimiser les relations inter services (Maintenance, Magasin, Achats) et ainsi améliorer

La communication dans l'unité.

- Faciliter et systématiser la gestion des rations et des tableaux de bord maintenance
- Atteindre la qualité totale par une gestion rigoureuse de la maintenance
- Informatisation l'ensemble des données, qui permet de travailler en temps réel [19].

I.9.4. La maintenance à distance

Les entreprises cherchent à améliorer le système actuel de maintenance par l'entremise de deux niveaux stratégiques:

Le premier niveau vise à renforcer le service de maintenance dans l'entreprise elle-même, c'est-à-dire au niveau des ressources internes.

Le deuxième niveau fait appel à des ressources externes de l'entreprise par le biais de sous-traitant (réduction de service de maintenance).

La tendance actuelle est d'externaliser, en partie, la fonction maintenance.

L'externalisation nous amène à évoluer dans un domaine distribué qui a modifié les systèmes d'information et les pratiques de l'entreprise.

Les nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) ont permis d'asseoir ces nouvelles pratiques et de les faire évoluer.

Grâce aux NTIC, à l'émergence de la technologie Web et du réseau Internet, les tâches des services de maintenance et des contrôles peuvent être effectuées automatiquement, à distance et à l'aide de différents dispositifs appropriés implantés au sein des entreprises.

D'où l'émergence du concept des services proposés au travers d'architectures de maintenance, qui peuvent aller des systèmes autonomes vers des systèmes intégrés où la coopération et la collaboration sont vitales pour tout fonctionnement.

La naissance de la maintenance à distance portant sur les technologies d'accès, de traitement de données, d'informations ou de connaissances et d'échange entre acteurs à distance, apparaît pour résoudre le problème du nombre limité du personnel de maintenance ayant les compétences, la polyvalence et le savoir faire dans les entreprises.

Les nouvelles formes de maintenance tendent à permettre au personnel l'accès rapide aux informations.

Elles permettent aussi de bénéficier directement de l'assistance d'experts à distance en cas du besoin.

En maintenance à distance, les états des équipements sont détectés sur place grâce à des capteurs ou opérateurs locaux, puis acheminés via un réseau et transmis au destinataire concerné [12].

Deux architectures principales de maintenance à distance existent :

- La télémaintenance.
- La e-maintenance.

I.9.4.1. La télémaintenance

D'après la télémaintenance est définie comme "Maintenance d'un bien exécutée sans accès physique du personnel au bien".

La télémaintenance a donc pour objectif de permettre d'effectuer, rapidement et à distance, un grand nombre d'opérations. Le composant principal d'un système de télémaintenance est le réseau sur lequel il s'appuie pour la circulation de l'information. Un système de télémaintenance est généralement composé d'au moins de deux parties distinctes :

Le centre expert de maintenance, appelé aussi le centre de compétence.

Les sites à maintenir, [7].

I.9.4.2. La e-maintenance

La e-maintenance est également une forme évoluée de maintenance avec l'avènement d'internet et des NTIC, qui permet de partager des connaissances et de faire collaborer des acteurs. La e-maintenance est associée à la notion de service intelligent puisqu'elle permet d'accéder à des connaissances externalisées, d'e-service (service électronique via Internet).

Elle permet de rendre disponible des ressources à distance ; ces ressources peuvent être matérielles (pièces de rechange, outillage,...) ou immatérielles (humaines ou informatiques). Les ressources externalisées sont accessibles grâce au réseau Internet, aux outils de communication, d'échange et d'accès à l'information que l'on peut regrouper sous le terme d'e-service.

I.10. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons abordé une vue générale sur la fonction de maintenance industrielle qui devenue avec le temps de plus en plus importante.

Cette fonction joue un rôle économique car elle réduit les coûts et assure la disponibilité de l'équipement industriel pour garantir la continuité de la production. Alors le bon choix des systèmes électromécaniques permet de présenter les intérêts de cette fonction, dans la suite, nous allons illustrer l'entreprise et le système choisi.

CHAPITRE II :

LA SOCIÉTÉ MEI ET
LA MACHINE CISAILLE
GUILLOTINE

II. La société MEI et la machine cisaille guillotine

II.1. Introduction

Le but de ce chapitre est de présenter la société algérienne maintenance des équipements industriels dont on a fait notre stage, et de donner une vue à se qui concerne son organisation interne spécifiant le procédé de fabrication des profilés commercialisables qui comprend trois ateliers : refonte, traitement des surfaces et l'extrusion.

II.2. Représentation de MEI

La société de maintenance des équipements industriels (MEI / SPA) à pour mission principale la maintenance des équipements industriels et de production d'énergie.

Elle a Créée le 02/01/1998, MEI est devenue au fil du temps un professionnel industriel capable de répondre à l'ensemble des besoins en matière de maintenance industrielle pour Sonelgaz.

Outre les ateliers de M'sila, MEI dispose aussi de deux ateliers régionaux situés l'un à BECHAR et l'autre à TOUGGOURT, ce qui lui donne la capacité d'assurer :

- la rénovation des groupes électrogènes en ateliers,
- l'inspection des turbines gaz, vapeur et groupe diesel sur site,
- la rénovation des machines électriques tournantes MT, BT,
- les travaux de grosse mécanique (tournage, fraisage, rectification ...),
- l'équilibrage de roues de turbines, rotors de gros moteurs électriques, rotors turbocompresseurs et turboalternateurs,
- les traitements thermiques,
- la chaudronnerie (rebutage, fabrication de ballons BP, distillateurs thermiques, moules de buses, réparation de vannes hydrauliques, fabrication des baffles et réparation des cheminées turbines à gaz,
- la réparation de coussinets tous types confondus...,
- la réparation et le revêtement des pièces par projection plasma (APS et HVOF).

MEI emploie 683 agents et a réalisé un chiffre d'affaires de 1,19 Milliards de dinars en 2006.

La société de maintenance des équipements industriels MEI a certifié depuis octobre 2003 son SMQ selon la norme ISO 9001/2000. Pour améliorer ses performances environnementales MEI a lancé en 2007 une démarche pour obtenir la certification d'un système de management environnemental selon le référentiel ISO 14001/2004.

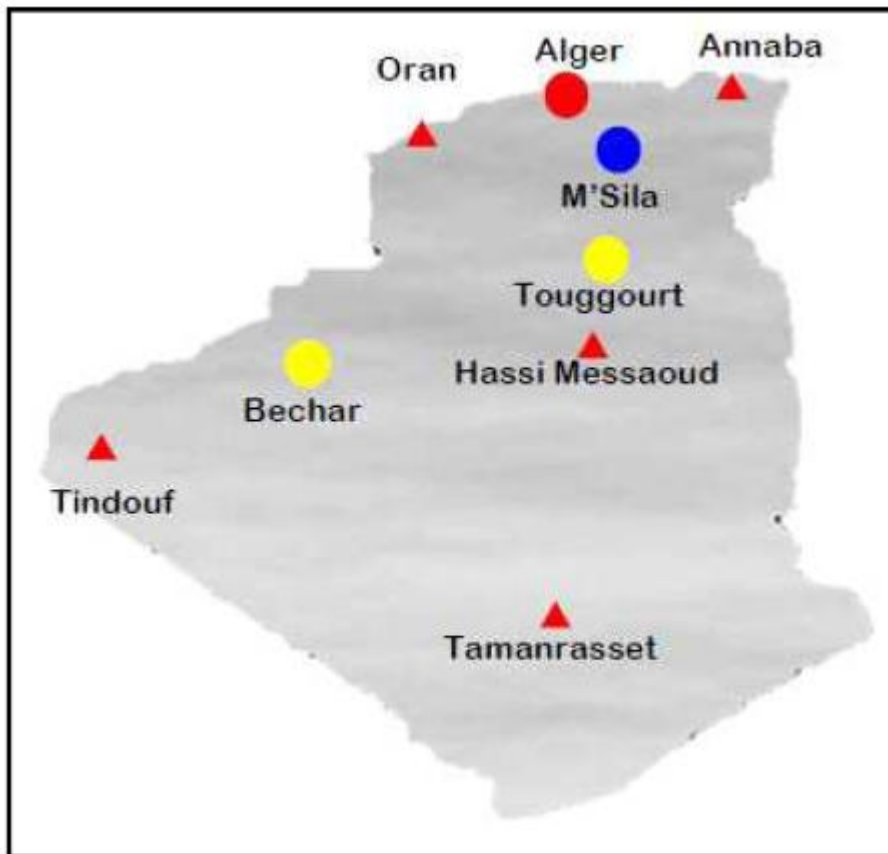


Figure II.1 : siège social & Ateliers de M'sila

II.2.1. Missions de la société

Avec nos partenaires et sociétés alliées , nous répondons aux besoins de clients de manière professionnelle , compétente et faible , dans les domaine de la maintenance mécanique et électrique, le reconditionnement et l'assemblage des moteur diesel ainsi que dans la fabrication d'accessoire et de pièces de remplacement , afin de rencontrer pleinement leurs objectifs en terme de disponibilité de leur outil de production .



Figure. II .2 : Missions de la société

II.3. Organigramme de la société

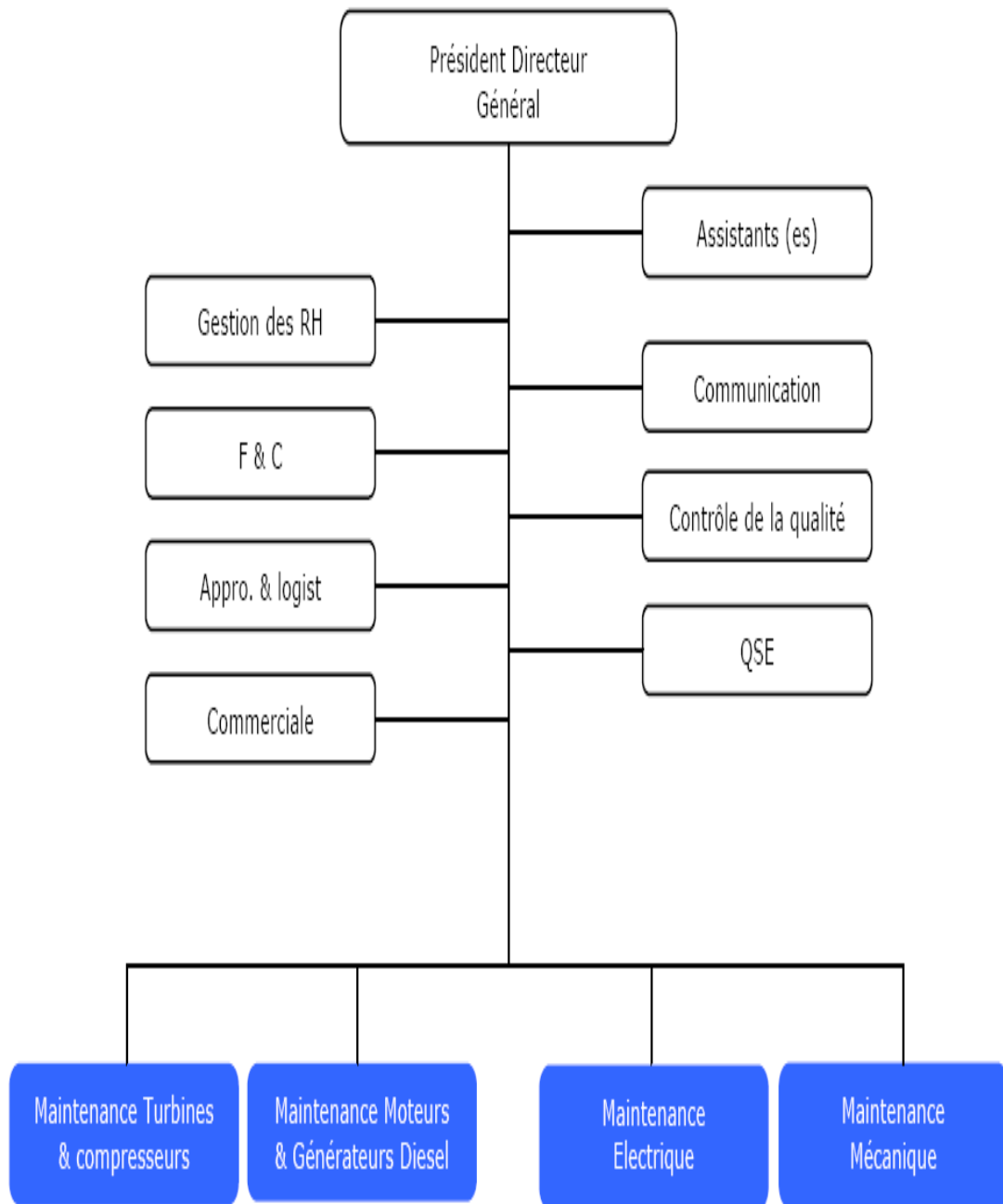


Figure. II .3 : L'organigramme de la société

II.4. Capacité de MEI

Maintenance des Equipements Industriels dispose de plusieurs workshops, tous Complètement équipés en vue de la révision, de la réhabilitation, de la réparation de Divers types de machines tournantes :

Turbines gaz et vapeur, moteurs et générateurs Diesel, moteurs électriques, alternateurs...

MEI possède, également, un parc de machines d'usinages très complet, lui permettant De travailler sur des pièces mécaniques de toutes formes, de tous métaux, de petites et De grandes dimensions avec précision.



Figure. II.4 : ateliers de M'sila

II.5. Travaux sur les machines outils

Usinage des pièces, simples ou complexes, jusqu'à un diamètre maximum de 4000 mm, une longueur de 15000 mm et un poids maximum de 280 tonnes.

Rectification des pièces jusqu'à 6 mètres de longueur et 1.6 mètre de diamètre.



Figure. II.5 .a: Usinage de pièces



Figure. II.5 .b : Rectification de vilebrequins

II.5.1. Equilibrage industriel

➤ équilibrer les pièces seules ou les assemblages (ensemble constitué de Plusieurs pièces).

➤ effectuer l'équilibrage dynamique des pièces tournantes avant leur Remontage sur machine, jusqu'au poids maximum de 70 tonnes, pour un diamètre de 3500 mm ou une longueur de 11740 mm.



Figure. II.6 .a: Equilibrage d'une route turbine à gaz (pièce seule)



Figure. II.6 .b: Equilibrage d'un rotor turbine à gaz (pièce assemblée)

II.5.2. Revêtements et rechargement

- La métallisation aux fils
- La métallisation au plasma
- La métallisation HVOF
- Le rechargement à l'arc, à la tige

Des procédés applicables sur pièces neuves ou à remettre en état et qui préservent les caractéristiques mécaniques des pièces.



Figure. II.7: La métallisation au plasma

II.5.3. Chaudronnier industrielle

- Tôlerie (sablage, peinture)
- Mécano-soudure
- Soudure

II.5.4. Application sur métal blanc

MEI a développé, au fil des ans, un savoir-faire dans le domaine des applications sur métal blanc, qui lui permet des remises à neuf de paliers et de patins jusqu'à 6500 mm de diamètre.



Figure. II.8.a: Application par rechargement manuel de métaux antifrictions



Figure. II.8.b: Machine pour application par centrifugation de métaux

II.5.5. Production de pièce de remplacement

Nous fabriquons de nouvelles pièces détachées pour vos machines. Les réalisations peuvent être :

- Faites à partir de plans
- Faites à partir de modèles
- De petites à de grandes dimensions

II.5.6. Contrôle de qualité

- MEI entretient un système d'organisation pour le contrôle de la qualité de ses produits et services.
- MEI est capable de réaliser du :
- Contrôle dimensionnel
- Contrôle géométrique
- Contrôle de dureté
- Contrôle d'état de surface
- Contrôle d'épaisseur de revêtement
- Contrôle non destructif (PT, MT, UT) Plus de 350 appareils de mesures sont à la disposition de leurs inspecteurs qualifiés.



Figure. II.9: Le control de qualité

II.5.7. Mesures et essais

MEI dispose de plusieurs bancs et plateformes d'essais dont :

- Banc d'essais pour moteurs et générateurs diesel jusqu'à 4 MW.
- Banc d'essais pour pompes d'injection
- Banc d'essais pour régulateur hydraulique
- Banc d'essais pour moteurs électriques et alternateurs (MT & BT)

II.6. Equipement matériels

- Installation plasma.
- Machine de régulation par centrifugation.
- Tour parallèle de 15m d'entre point.
- Tour parallèle de 6m d'entre point.
- Tour verticale.
- Aléseuse fraiseuse.
- Equipement pour la réparation des moteurs BT, MT.
- Banc d'essai (moteur et cabine).
- Equipement schnick.
- Banc d'essai pompes injection.
- Machine a déglacé les chemises (honteuse).
- Four sous vide horizontale.
- Cabine de peinture.
- Banc d'essai pour régulateur hydraulique.
- Equipement pour contrôle par magnétoscopie fixes et transportable.
- Lots d'installations de métrologie (étalonnés).
- Lots d'appareil de contrôle par ultrason.

II.7. Les ateliers de la MEI

Les ateliers de la MEI sont :

II.7.1. Atelier de fabrication mécanique

L'atelier de fabrication assure les différents types de travaux de fabrication mécanique :

- Tournage (tour 15m, 6m, 3m, 2m, tour vertical) ;
- alésage (aléseuse fraiseuse) ;
- fraisage (fraiseuse universel, aléseuse fraiseuse) ;
- équilibrage (équilibrage schnick) ;
- rectification (rectifieuse de vilebrequin RG600 et RG450) ;
- honage (honteuse) : pour déglacer les chemises, ajustage, perçage, et généralement la préparation de la pièce mécanique telle que (coussinet de différents diamètres, vilebrequin, arbre, rotor,..)

II.7.2. Atelier de chaudronnerie

Cet atelier assure les travaux de réparation et confection (soudage, cintrage,..) des pièces :

Il est équipé essentiellement des machines suivantes :

- Cisaille guillotine, cisaille universelle, plieuse de tôle.
- Rouleuses de tôles, banc d'oxycoupage, poste a soudure :
 - Soudage à l'arc électrique.
 - Soudage par point (résistance)
 - Soudage TIG
 - Soudage MIG
 - Soudage oxyacétylénique

II.7.3. Atelier métallurgie

Il composé le four pour l'étamage, le préchauffage la fusion de régule et d'une machine à réguler par centrifugation, cette atelier répand au besoin de réglage de réparation de coussinets turbo alternateur des groupes TV et TG de diamètre (100 à 2000mm) ainsi que les gros patins des fours de cimenteries.

L'atelier métallurgie comporte aussi

- Installation (cabine) de sablage et cabine de peinture : pore sabler et peindre les moteurs, les coussinets et les différents pièces mécanique.
- Stand métallisation des paliers :
 - Rechargement a la baguette.
 - Rechargement par centrifugation.
 - Rechargement par coulée statique.

II.8. Description de la machine Cisaille guillotine

La machine cisaille guillotine sert à découper les tôles en métal. Elle est largement répandue dans l'industrie transformatrice des métaux, principalement dans les chaudronneries et les métalleries.

Agissant comme la lame d'une guillotine ou d'une paire de ciseaux, la lame supérieure va pénétrer le métal et le coincer sur une lame inférieure.

Il existe deux principaux types de coupe :

- une coupe en forme de triangle rectangle, où la lame descend inclinée
- une coupe en forme de rectangle, où la lame descend droite

La cisaille guillotine peut être à commande manuelle ou numérique.

Elle s'actionne à l'aide d'un pédalier situé sur le sol. Ces machines sont en général hydrauliques, le système d'activation se faisant à l'aide d'huile sous pression.

Ce type de machine sera sans doute remplacé par la découpe laser, machine encore très coûteuse mais relativement agréable de par sa précision et sa rapidité d'exécution.



Figure. II.10: La machine Cisaille guillotine

II.8.1. Liens internes

- Cisaille et Cisailage
- Usinage

II.8.2. Ordre chronologique des opérations à faire pour la mise en route de la cisaille guillotine

- Mise en place de la machine sur les fondations préparées selon plan.

- Scellement
- Raccordement électrique
- Remplissage du bac à huile
- Mise à niveau
- Montage des accessoires standard ou spéciaux
- Mise en route

II.8.3. Raccordement électrique

Alimenter le coffret électrique par une ligne à 4 conducteurs dans le cas d'une alimentation 220 V ou 380 V triphasé + terre.

La section des câbles d'alimentation sera déterminée en fonction de la puissance des moteurs

Il est recommandé de prévoir un sectionneur général avant l'arrivée au coffret électrique.

Les amenées sont à effectuer, non branchées, au droit des bornes L1 - L2 - L3 et aux bornes T mise à terre.



Figure. II.11: Coffret électrique

II.8.4. Mise en route

- Raccordement électrique
- Remplissage d'huile
- Vérification à effectuer avant la mise en marche
- Graissage
- Purge de la pompe radiale
- Purge des cylindres principaux
- Purge des serre-tôles-machine arrêtée

II.8.5. Exploitation de la machine

- Changement de l'angle de coupe
- Pour diminuer l'angle de coupe

- Pour augmenter l'angle de coupe
- Pour couper des bandes étroites de tôles fines ou moyennes et pour éviter ou réduire le vrillage, diminuer l'angle de coupe en respectant le chiffre lu sur l'indicateur égal à l'épaisseur de la tôle à couper.

II.9. Conclusion

Ce chapitre a été intéressé premièrement à des généralités sur la machine Cisaille guillotine, sa composition des matériels, ensuite on a expliqué le procédé d'extrusion de protection au niveau de l'entreprise (MEI) qui est l'un des modes de fabrication des profilés commercialisables , où nous avons essayé de donner une vue concernant ce procédé, enfin on a représentés l'unité de maintenance principale dans cette société qui est la machine Cisaille guillotine (GS) , Cette machine peut découper des tôles métallique jusqu'à 4 mm d'épaisseur avec précision, pour cela on va essayer d'étudier dans le chapitre III la théorie des paramètres de la sûreté de fonctionnement (fiabilité, maintenabilité, disponibilité) c'est-à-dire l'analyse FMD.

CHAPITRE III :

ANALYSE FMD

III. Analyse FMD

III.1. Introduction

La sûreté de fonctionnement regroupe les activités d'évaluation de la fiabilité (assurer la continuité du service), de la Maintenabilité (être réparable), de la disponibilité (être prêt à l'emploi), d'un système, d'un produit ou d'un moyen. Ces évaluations permettent, par comparaison aux objectifs ou dans l'absolu, d'identifier les actions de construction (ou d'amélioration) de la sûreté de fonctionnement de l'entité. Ces évaluations sont prévisionnelles et reposent essentiellement sur des analyses inductives ou déductives des effets des pannes, dysfonctionnements, erreurs d'utilisation ou agressions de l'entité.

III.2. Etude de fiabilité

La fiabilité est la caractéristique d'un dispositif exprimée par la probabilité que ce dispositif accomplisse une fonction requise dans des conditions d'utilisation et pour une période de temps déterminée. La fiabilité d'un groupe d'éléments à un instant t est la probabilité de fonctionnement sans défaillance pendant la période $[0, t]$, c'est donc la probabilité que l'instant de première défaillance T soit supérieur à t , [17].

Bien entendu, cette définition posée sur une échelle en temps de fonctionnement est tout aussi valable avec une autre unité, par exemple en Km ou en

$$R(t) = P(T > t)$$

III.1

III.2.1. Objectif de la fiabilité

La fiabilité utilisée depuis bientôt un dizain d'années dans l'industrie, le concept de fiabilité permet à l'aide de renseignement statistique recueilli pendant la vie du matériel [15] :

- De mesurer une garantie dans le temps.
- Dévaluer rigoureusement de degré de confiance.
- De chiffrer une dure de vie.
- Dévaluer une précision du temps de bon fonctionnement.
- De calculer le risque pris.
- De déterminer la stratégie d'entretien.
- De choisir le stock magasin judicieux.

III.2.2. Méthodes mathématique

III.2.2.1. Densité de probabilité $f(t)$

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t - \gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t - \gamma}{\eta} \right)}$$

III.2

Avec $t \geq \gamma$

β : est appelé paramètre de forme $\beta > 0$.

η : est appelé paramètre d'échelle $\eta > 0$.

γ : est appelé paramètre de position $-\infty < \gamma < +\infty$.

III.2.2.2. Fonction de répartition $F(t)$

Un dispositif, mis en marche pour la première fois, tombera inévitablement en panne à un instant T , non connu à priori.

T : est une variable aléatoire de fonction de répartition $F(t)$.

$F(t_i)$: est la probabilité pour que le dispositif soit en panne à l'instant t_i .

$$F(t_i) = P_r(T > t_i).$$

III.4

$R(t_i)$: est la probabilité de bon fonctionnement à l'instant t_i .

$$R(t_i) = P_r(T > t_i).$$

III.5

Probabilité complémentaire

$$F(t_i) + R(t_i) = 1$$

III.6

$$\int_0^{t_i} f(t) dt + \int_0^{\infty} f(t) dt = 1$$

III.7

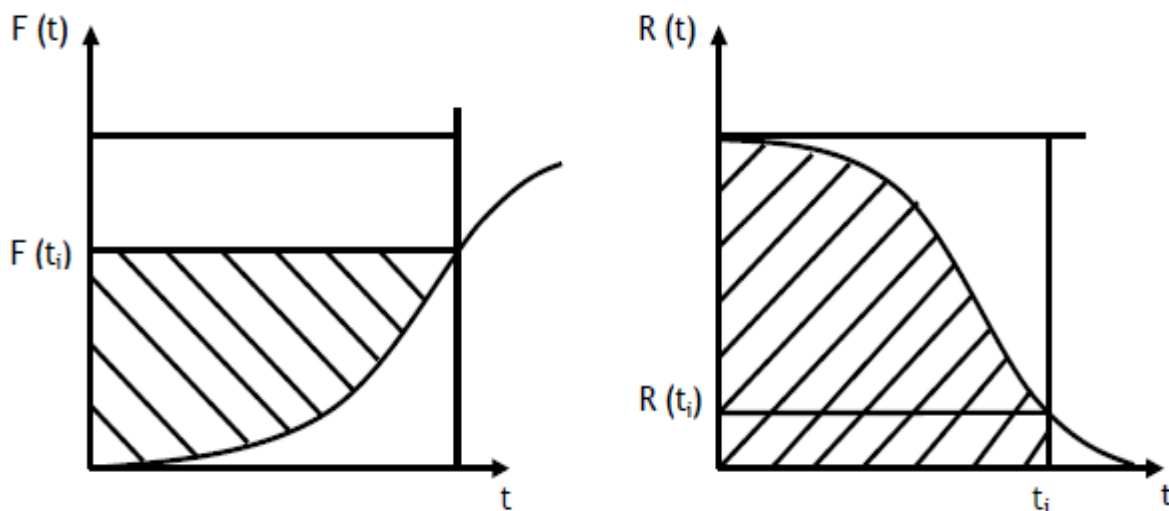


Figure III.1 : Courbe de fiabilité et fonction de répartition

III.2.2.3. Taux de défaillance $\lambda(t)$

Soit N_0 : le nombre de dispositifs fonctionnant à $t=0$,

$N(t)$: le nombre de dispositifs fonctionnant à l'instant t ,

$N(t+\Delta t)$: le nombre de dispositifs fonctionnant à l'instant $t+\Delta t$.

$\frac{N(t)}{N_0}$: est un estimateur de la fiabilité $R(t)$

$$N(t) - N(t + \Delta t) = \Delta N > 0 \quad \text{III.8}$$

Signe car $N(t)$ décroît.

$$N(t + \Delta t) - N(t) = -\Delta N \quad \text{III.9}$$

Si Δt tend vers 0, l'estimateur tend vers une limite qui est le taux de défaillance instantané :

$$\lambda(t) dt = -\frac{dN}{N(t)} \quad \text{III.10}$$

Relation non démontrée : si $f(t)$ est la densité de probabilité, nous aurons

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad \text{III.11}$$

III.2.2.4. Fiabilité $R(t)$

On intègre cette expression entre 0 et t :

$$-\int_0^t \lambda(t) dt = \ln N(t) + K \quad \text{III.12}$$

Pour $t=0$, $N(t)=N_0$ d'où $K=\ln N_0$.

$$N(t) = N_0 e^{-\int_0^t \lambda(t).dt} \quad \text{III.13}$$

$$\frac{N(t)}{N_0} = e^{-\int_0^t \lambda(t).dt} \quad \text{III.14}$$

$$R(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t).dt} \quad \text{III.15}$$

Cette relation est fondamentale, car, quelle que soit la loi de fiabilité, elle permet un tracé expérimental de la fiabilité en fonction du temps, l'évolution du taux de défaillances étant connue [17].

III.2.2.5. Fiabilité des systèmes complexes

D'une manière générale, les systèmes réels sont constitués de plusieurs composants et présentent plusieurs modes de défaillance ; de tels systèmes sont dits complexes.

Une modélisation fonctionnelle sous forme de schéma-bloc de ces systèmes permet d'en déterminer la fiabilité [16].

a) Fiabilité d'un système série

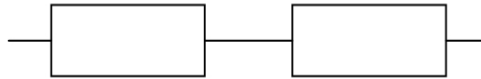


Figure III .2 : Système série

Un système série fonctionne si et seulement si tous les composants fonctionnent. La fiabilité est calculée par la relation suivante :

$$R(t) = \Pr(T > t) \quad \text{III.16}$$

$$= \Pr[(T_1 > t) \cap (T_2 > t) \cap \dots] \quad \text{III.17}$$

$$= \prod_i \Pr(T_i > t) = \prod_i R_i(t) \quad \text{III.18}$$

b) Fiabilité d'un système parallèle

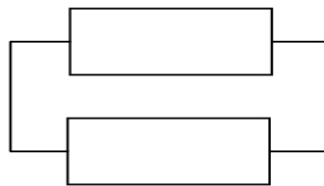


Figure III .3 : Système parallèle

Un système parallèle fonctionne si au moins un de ses composants fonctionne.

La fiabilité pour ce système est donnée par :

$$R(t) = 1 - F(t) \quad \text{III.19}$$

$$= 1 - \Pr[(T_1 \leq t) \cap (T_2 \leq t) \cap \dots] \quad \text{III.20}$$

$$= 1 - \prod_i \Pr(T_i \leq t) = \prod_i R_i(t) \quad \text{III.21}$$

c) Redondance active m parmi n

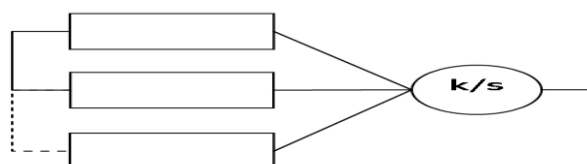


Figure III .4 : Redondance m parmi n

Un système en redondance active m parmi n fonctionne si au moins m parmi les n composants redondants fonctionnent [16].

Si les composants sont indépendants et identiquement distribués ($R=R_i, i=1,2,\dots,n$), alors la fiabilité du système est donnée par :

$$R(t) = \sum_{j=m}^n \binom{n}{j} R^j (1-R)^{n-j} \quad \text{III.22}$$

Avec

$$\binom{n}{j} = \frac{n!}{j!(n-j)!} \quad \text{III.23}$$

d) Redondance passive

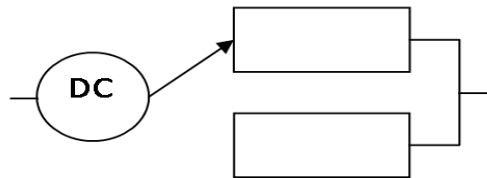


Figure III .5 : Redondance passive

Dans une redondance passive les composants redondants ne sont mis en service que lorsque les composants du système sont défaillants.

Dans l'exemple de la figure III .4 à deux composants en redondance passive, le deuxième composant est mis en service lorsque le composant principal est défaillant,[16].

Si les composants ont la même loi de fiabilité $R(t)$, la fiabilité de ce système est donnée par :

$$R_{\text{sys}}(t) = R(t) + \int_0^t f(\tau) R(t-\tau) d\tau \quad \text{III.24}$$

III.2.2.6. MTBF

C'est la moyenne de temps de bon fonctionnement,[16].

$$\text{MTBF} = \frac{\sum \text{Heures de défaillance}}{N^{\circ} \text{ d'équipements en essai}} \quad \text{III.25}$$

$$= \frac{\sum TBF}{N^{\circ} C} \quad \text{III.26}$$

Soit à partir de la densité de probabilité:

$$MTBF=E(t)=\int_0^{\infty} t f(t) dt = \int_0^{\infty} R(t) dt \quad \text{III.27}$$

III.2.2.7. Le taux de défaillance $\lambda(t)$ en fonction du temps t

En pratique, le taux de panne λ peut être constant, mais aussi croissant ou décroissant au cours du temps, avec changement graduel, sans discontinuités. Pour la majorité des produits industriels, les variations de $\lambda(t)$ à la cour du temps « courbes dites en baignoire » (figure suivant) présentent trois zones typiques :

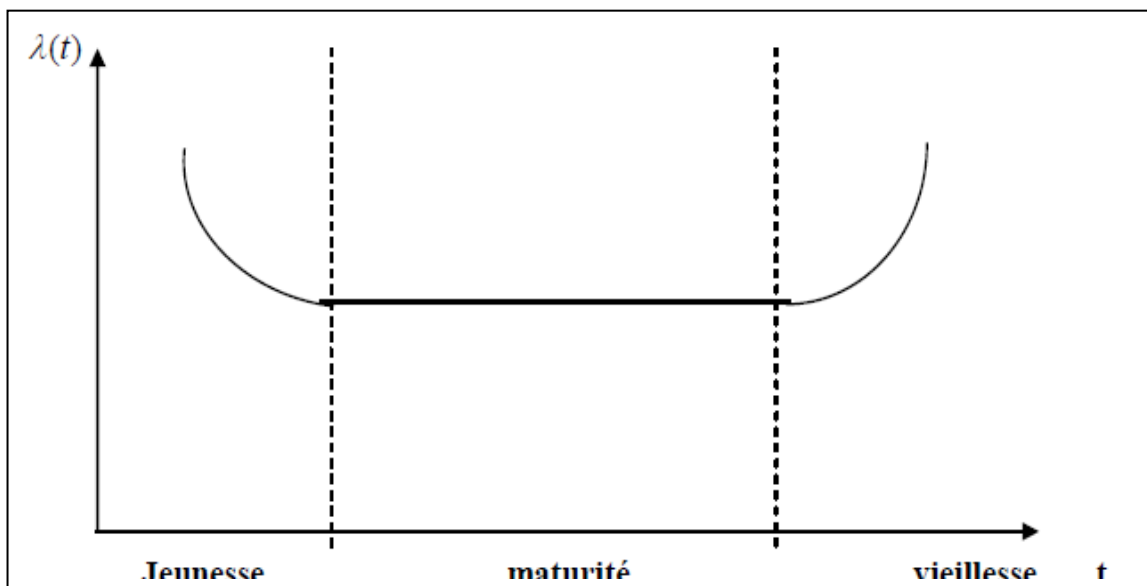


Figure III .6 : Courbe en baignoire [18]

Zone 1 \Rightarrow Epoque de jeunesse

Zone 2 \Rightarrow Epoque de maturité, fonctionnement normal, défaillance aléatoire indépendante du temps.

Zone 3 \Rightarrow Epoque d'obsolescence, défaillances d'usure ou pannes de vieillesse.

Le taux de défaillance, noté $l(t)$, est un indicateur de la fiabilité. Il représente une proportion de dispositifs survivants à un instant [18].

III.2.2.8. Principales lois utilisées

Dans les études de fiabilité des différents équipements, une variable aléatoire continue ou discrète peut être distribuée suivant diverses lois qui sont principalement :

a) La loi exponentielle

Elle est la plus couramment utilisée en fiabilité électronique pour décrire la période durant laquelle le taux de défaillance des équipements est considéré comme constant. Elle décrit le temps écoulé jusqu'à une défaillance, ou l'intervalle de temps entre deux défaillances successives.

b) La loi de WEIBULL

C'est une loi continue à trois paramètres, donc d'un emploi très souple. En fonction de la valeur de ses paramètres, elle peut s'ajuster à toutes sortes de résultats expérimentaux. Cette loi a été retenue pour représenter la durée de vie des pièces mécaniques.

c) La loi normale

C'est une loi continue à deux paramètres; la valeur moyenne et l'écart type caractérise la dispersion autour de la valeur moyenne. Elle est la plus ancienne, utilisée pour décrire les phénomènes d'incertitudes sur les mesures, et ceux de fatigue des pièces mécaniques [17].

d) La loi log-normale (ou loi de GALTON)

Soit une VA continue positive ; si la variable $\text{Log}xy =$ est distribuée selon une loi normale, la variable x suit une loi log-normale.

De nombreux phénomènes de mortalité ou de durée de répartition sont distribués selon des lois log-normale.

Le tableau ci-après représente les fonctions représentatives de ces quatre lois

	Loi exponentielle	Loi de weibull	Loi normale	Loi-long-normale
Fiabilité (loi de survie): R (t)	$e(-\lambda_0 t)$	$e\left[-\left(\frac{t-t_0}{\eta}\right)^\rho\right]$	$\int_0^t \frac{1}{\sigma_0 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1(t-\mu)^2}{2\sigma_0^2}}$	$\int_0^t \frac{1}{\sigma_0 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1(\ln t - \mu)^2}{2\sigma_0^2}}$
Densité des défaillances: f (t)	$\lambda_0 e(-\lambda_0 t)$	$\frac{\beta}{\eta} \left(\left(\frac{t-t_0}{\eta}\right)^\rho\right)^{\beta-1} e^{-\left[\left(\frac{t-t_0}{\eta}\right)^\rho\right]}$	$\frac{1}{\sigma_0 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1(t-\mu)^2}{2\sigma_0^2}}$	$\frac{1}{\sigma_0 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1(\ln t - \mu)^2}{2\sigma_0^2}}$
Taux instantané de défaillances: $\lambda(t)$	λ_0	$\frac{\beta}{\eta} \left(\left(\frac{t-t_0}{\eta}\right)^\rho\right)^{\beta-1}$	$\frac{f(t)}{R(t)}$	$\left[\frac{f(t)}{R(t)}\right]$

Tableau III.1: Principales lois de survie.

III.2.2.9. MTTR

La MTTR est la Moyenne des temps Technique de Réparation. Comme la MTBF, elle est calculée à partir des historiques de défaillances et plus précisément à partir des TTR (temps de défaillance).

Σ Temp de réparation

MTTR =

III.28

III.3. Etude de maintenabilité

AFNOR norme X60-010 : « dans des conditions données d'utilisation, aptitude d'un dispositif à être maintenu ou rétabli dans un état dans lequel il peut accomplir sa fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, avec des procédures et des moyens prescrits »

Il est possible de donner à la maintenabilité une définition probabiliste : « si la probabilité de rétablir un système dans des conditions de fonctionnement spécifiées, en des limites de temps désirées, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions avec des moyens prescrits ».

La maintenabilité dépend essentiellement de l'accessibilité, de la facilité de démontage et de remontage des éléments constitutifs et de leur interchangeabilité d'un équipement.

L'indicateur essentiel de la maintenabilité d'un équipement est la MTTR (Moyen Time To Repair) traduite par la (Moyenne des Temps Techniques de Réparation), la maintenabilité concerne donc les responsable de maintenance ou même titre que la fiabilité, tant pour le choix d'équipements nouveaux que pour l'amélioration éventuelle l'équipement existant [15].

III.3.1. Etude extrinsèque

III.3.1.1. Métrologie d'évaluation des «MTTR»

Comme pour l'étude de fiabilité, on va essayer de calculer la moyenne des temps technique de réparation «MTTR». Les «MTTR» sont distribuées en générale suivants une loi log-normale, La Distribuées log-normale est observé pour une durée grande diversité d'équipements quelles que soit la forme de maintenance utilisée, cette distribution correspond à peut d'intervention des courtes où longues durées et une grande proportion d'intervention, dont les durées sont proche les unes des autres.

- La fonction de distribution des durées des interventions dans le cas de la loi log-normale :

$$g(t) = \frac{1}{t \cdot \sigma \cdot \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\log(t-\mu)}{\sigma} \right)^2} \quad \text{III.29}$$

- La formule qui nous donne la Maintenabilité est :

$$\mu(t) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \int_t^{\infty} \frac{1}{t} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\log(t-\mu)}{\sigma} \right)^2} dt \quad \text{III.30}$$

- Pour cette loi la MTTR est notée $\overline{\mu c}$:

$$\text{Log } \overline{\mu c} = \mu + 1,15 \sigma^2 = \mu + 1,15 v^2 \quad \text{III.31}$$

- on a deux méthodes pour vérifier, si la loi-normale s'ajuste bien, se fait soit par méthode analytique, soit par méthode graphique.
- Du fait qu'elle est plus pratique ? on a choisi la méthode graphique.

On traduit les résultats sur un graphique à échelle fonctionnelle log-normale. Sur une telle graphique, une fonction de réparation log-normale est transformée en un droit.

C'est une manière simple pour vérifier rapidement si la distribution supposée log –normale est valable, il suffit en suite de déterminer avec une assez bonne approximation les paramètres qui définissent complètement cette fonction de distribution (valeur médiane μ et l'écart type σ); 50 % des interventions de la maintenance curative représente la valeur médiane, à partir des valeurs entre les ordonnées des points correspondant à 84 % et 16 % ($\pm\sigma$), on peut obtenir ν l'estimateur de σ

$$\sigma = \log t_{(0.5)} - \log_{(0.16)} = \frac{\log t_{(0.5)}}{\log_{(0.16)}} \quad \text{III.32}$$

$$\nu = \log t_{(0.84)} - \log_{(0.5)} = \frac{\log t_{(0.84)}}{\log_{(0.5)}} \quad \text{III.33}$$

- la médian μ est donnée par : $\mu = \log t (0.5)$

On additionnant les deux expressions (1) et (2) on a :

$$\nu = \frac{1}{2} \log \frac{t_{(0.84)}}{t_{(0.16)}} \quad \text{III.34}$$

Les durées des interventions sont réparties selon des classes.

- Le nombre des classes sont donnés par :

$$N_c = \frac{10}{3} \log N \quad \text{III.35}$$

N = nombre d'interventions.

- L'étendu = $TTR_S - TTR_{inf}$

TTR_S = temps technique de réparation supérieure.

TTR_{inf} = temps technique de réparation inférieure.

- Amplitude = $\frac{Etendu}{N_c}$.

III.3.1.2. Caractéristiques statistiques

La durée de maintenance est une variable aléatoire constituée par la somme des durées des opérations élémentaires.

Elle est caractérisée par une distribution de probabilité $g(t)$ dont la fonction de répartition.

$$M(t) = \int_0^t g(u) du \quad \text{III.36}$$

$$M(t) = 1 - e^{-\mu t} \quad \text{III.37}$$

Est la fonction Maintenabilité. Cette fonction représente la probabilité de terminer la maintenance dans une durée au plus égale à t . À partir de cette fonction Maintenabilité, on peut calculer des durées caractéristiques de la maintenance.

III.3.1.3. Taux de maintenance

Cette notion est semblable à la notion de taux de défaillance en fiabilité. Le taux de maintenance est donné par :

$$\mu(t) = \frac{g(t)}{1 - M(t)} \quad \text{III.38}$$

C'est généralement une fonction croissante du temps, ce qui signifie que plus une action de maintenance progresse dans le temps, plus il est probable qu'elle se termine rapidement. Cependant, on suppose souvent le taux constant pour faciliter les calculs.

III.4. Etude de la disponibilité

AFNOR X60 – 500 : « l'aptitude d'une entité à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné ou pendant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires de maintenance soit assurée ».

III.4.1. Différents niveaux de la disponibilité

III.4.1.1. Disponibilité intrinsèque théorique

Cette disponibilité est évaluée en prenant en compte les moyennes des temps de bon fonctionnement et les moyennes de réparations, ce qui donne :

$$D_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad \text{III.39}$$

III.4.1.2. Disponibilité moyenne

La disponibilité moyenne sur un intervalle de temps donné peut-être évalué par les rapports suivants :

$$D_m = \frac{TCBF}{MCBF + TCI} \quad \text{III.40}$$

TCI: Temps cumulé d'immobilisation

III.4.1.3. Disponibilité opérationnelle

Pour cette mesure, sont pris en compte les temps logistiques, ce qui donne :

$$D_0 = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR + MTL} \quad \text{III.41}$$

Avec :

MTL : moyenne des temps logistiques.

III.4.1.4. Disponibilité asymptotique

Lorsque λ et μ sont indépendants de temps et quand (t) devient grand, on constate que D (t) tend vers une valeur constante.

Cette valeur est souvent dénommée disponibilité asymptotique et se note A_∞ est égale à :

$$A_\infty = \frac{\mu}{\mu + \lambda} \quad \text{III.42}$$

Avec :

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \quad \text{III.43}$$

$$\mu = \frac{1}{MTTR} \quad \mu = \frac{1}{MTTR}$$

III.4.1.5. Disponibilité instantanée

Pour un système avec l'hypothèse d'un taux de défaillance λ constant et d'un taux de réparation μ constant, on montre que la disponibilité instantanée a pour expression :

$$D(t) = \frac{\mu}{(\mu + \lambda)} + \frac{\lambda}{\mu + \lambda} e^{-(\lambda + \mu)t}$$

III.45

III.5. Conclusion

La fiabilité, maintenabilité et la disponibilité sont des notions fondamentales parallèles de même importance. Cependant complémentaires, une maintenabilité optimale sera particulièrement recherchée là où la fiabilité est douteuse.

L'analyse FMD (fiabilité, maintenabilité et disponibilité) basée sur le calcul des trois paramètres essentiels sont la fiabilité, la maintenabilité et la disponibilité. Dans le chapitre suivant, on va calculer la fiabilité de la machine choisie et on va améliorer cette dernière et la sûreté de fonctionnement par une proposition d'un plan de maintenance préventive systématique suivant des opérations de la maintenance préventive systématique pour améliorer la sûreté de fonctionnement de ces équipements.

CHAPITRE IV :

L'ANALYSE

STATISTIQUE DE LA

FMD

IV. L'analyse statistique de la FMD

IV.1. Introduction

La sûreté de fonctionnement (Sdf) ou la science des « défaillances » qui est suivant les domaines d'applications: analyse des risques (milieu pétrolier), élastique, cylindrique (science du danger), FMD (Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité), ou on caractérise à la fois par les études structurales statiques et dynamiques des systèmes, du point de vue prévisionnel mais aussi opérationnel et expérimental (essais, accidents), en tenant compte des aspects probabilités et des conséquences induites par les défaillances techniques et humaines, pour ce la on doit introduire dans notre étude l'analyse FMD de la Cisaille guillotine

IV.2. Historique des pannes

D'après l'historique et les interventions sur la machine Cisaille guillotine (du janvier 2011 à mars 2013), on résume les données dans le tableau suivant:

N°	Date	Type de panne	Temps d'arrêt (h)
01	13/01/2011	Réglage du chérot ci gh	02
02	25/02/2011	Changement de charbon	04
03	16/05/2011	Réparation de ci gu	03
04	20/06/2011	Problème de fin de course	02
05	06/09/2011	Réparation de ci gu	04
06	07/11/2011	Changement de lames mécaniques	04
07	08/12/2011	Changement des fusibles	02
08	03/01/2012	Réparation de ci gu	02
09	13/02/2012	Défet électrique	02
10	24/05/2012	Problème charbon	02
11	18/07/2012	Réparation de ci gu	02
12	07/08/2012	Changement contacteur	03
13	23/11/2012	Réparation de ci gu	04
14	13/12/2012	Défet électrique	02
15	14/02/2013	Réparation de ci gu	02
16	13/03/2013	Changement des lames mécaniques	04
17	18/03/2013	Vérification et changement de la résistance	05
18	09/04/2013	Réglage de la fin course	02

Tableau IV.1 : L'historique des pannes de la machine Cisaille guillotine

IV.3. L'analyse FMD

IV.3.1. La fiabilité

La présentation graphique de la fonction de fiabilité est faite par l'utilisation du logiciel FiabOptim.

FIABOPTIM est un logiciel destiné à l'analyse numérique et graphique des données de Fiabilité.

Il permet, à partir des données opérationnelles ou expérimentales, d'estimer la loi de distribution des défaillances, d'estimer les paramètres caractéristiques de ces lois et de calculer ensuite la fiabilité prévisionnelle du système étudié pour les dates (temps, cycles, km, etc...) désirées.

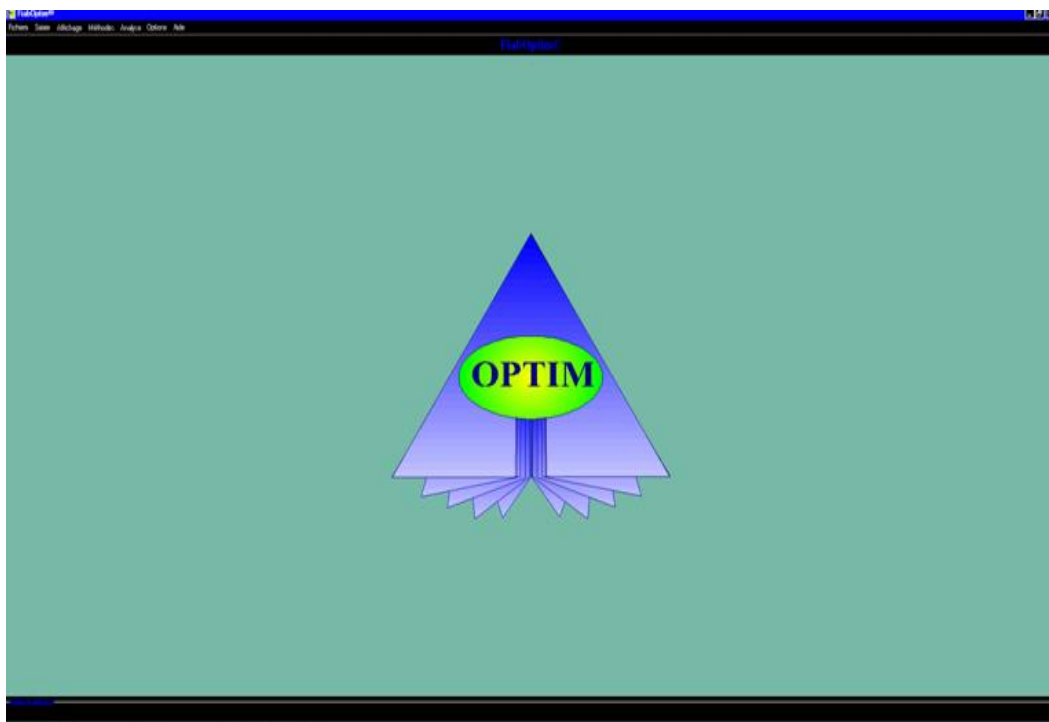


Figure IV.1 : Menu principale

Le logiciel opère à partir d'un fichier où sont stockées les données de fiabilité.

Vous pouvez enregistrer les données que sous format .OFI pour les données individuelles.

Si vos données ne sont pas encore enregistrées, vous devez les saisir à l'aide d'une fenêtre de saisie (bouton Saisie).

Vous pouvez vérifier la saisie des données de type individuelles en cliquant sur le bouton Affichage, et même les corriger à partir de ce tableau.

Dans l'étude individuelle, consiste à choisir une méthode parmi celles proposées en fonction du module choisi.

Vous pouvez analyser les résultats de différentes façons :

- Estimation réalisée suivant la méthode choisie (estimation par la méthode de : Johnson Rangs Moyens)

Nous allons calculer la fiabilité et la fonction de répartition pour vérifier la loi acceptée parmi les lois existées (Loi de Weibull, loi de poisson, loi normale et loi exponentielle) comme illustré dans le tableau ci-dessous. La vérification de la loi acceptée effectuée par un test qui s'appelle le test de Kolmogorov.

Rangs	Temps d'arrêt	F(t)	R(t)
01	2	0.05263158	0.9473684
02	2	0.1052632	0.8947368
03	2	0.1578947	0.8421053
04	2	0.2105263	0.7894737
05	2	0.2631579	0.7368421
06	2	0.3157895	0.6842105
07	2	0.3684211	0.6315789
08	2	0.4210526	0.5789474
09	2	0.4736842	0.5263158
10	2	0.5263158	0.4736842
11	3	0.5789474	0.4210526
12	3	0.6315789	0.3684211
13	4	0.682105	0.3157895
14	4	0.7368421	0.2631579
15	4	0.7894737	0.215263
16	4	0.8421053	0.1578947
17	4	0.8947368	0.1052632
18	5	0.9473684	0.05263158

Tableau IV.2: Estimation de la fiabilité et la fonction de répartition

La figure suivante montre la représentation graphique de la fonction de répartition sur le papier de Weibull.

Cette représentation permet d'extraire les paramètres nécessaires pour calculer la fiabilité.

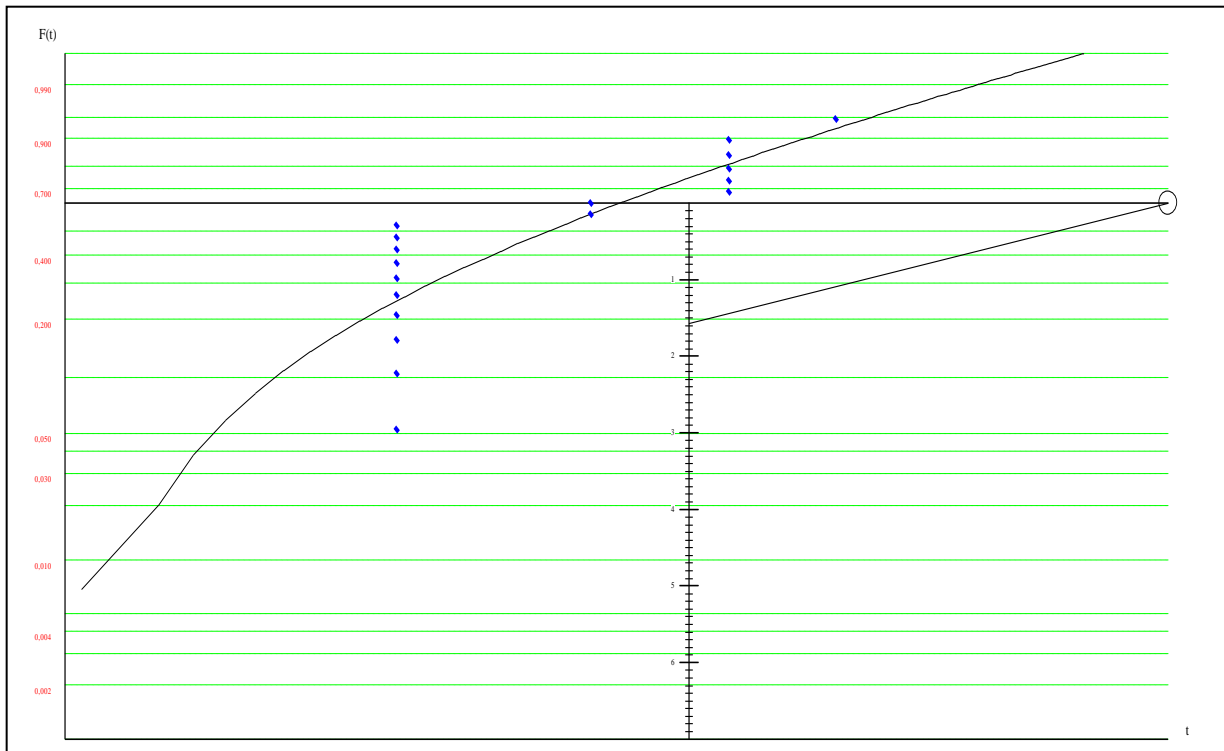


Figure IV.2 : Papier fonctionnel de loi de Weibull

A partir cette courbe, nous pouvons extraire les différents paramètres nécessaires pour estimer la valeur de la fiabilité. Les valeurs de ces paramètres résumés dans le tableau suivant:

Paramètres	Valeurs
Beta(β)	1.5695184
Eta(η)	2.1466321
Gamma(γ)	1.0363328
MTBF	248.722222

Tableau IV.3: les paramètres de calcul de fiabilité

Le logiciel utilisé permet d'appliquer le test de Kolmogorov et de vérifier la loi accepté.

Ecart maximum : $2,79E-01$; $D : 0,309$, donc la loi de Weibull est acceptable.

Les résultats obtenus par l'application de loi de Weibull montent dans les figures de la fonction de fiabilité, de la fonction de répartition, de taux de défaillance et de la densité de probabilité.

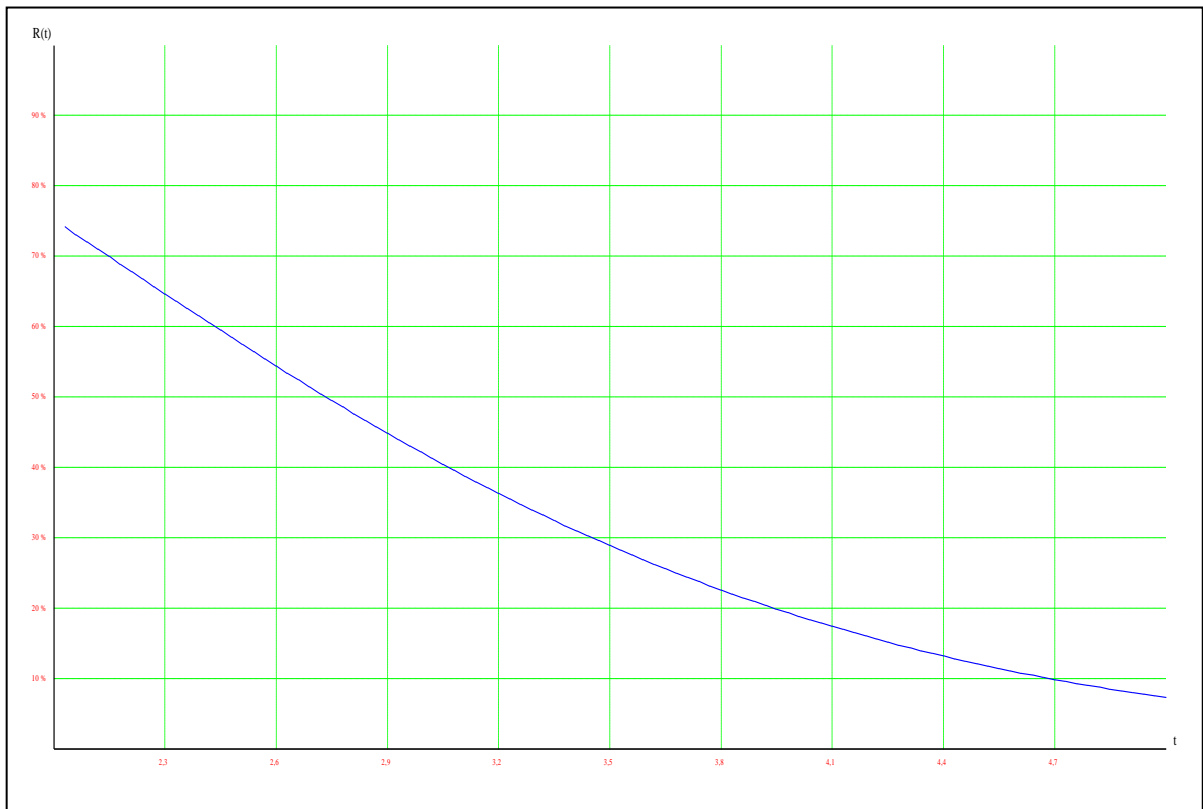


Figure IV.3 : Fonction de fiabilité $R(t)$.

Cette courbe illustre que la fonction de fiabilité diminue avec le temps c'est-à-dire que la fiabilité réduite avec l'augmentation du taux de défaillance.

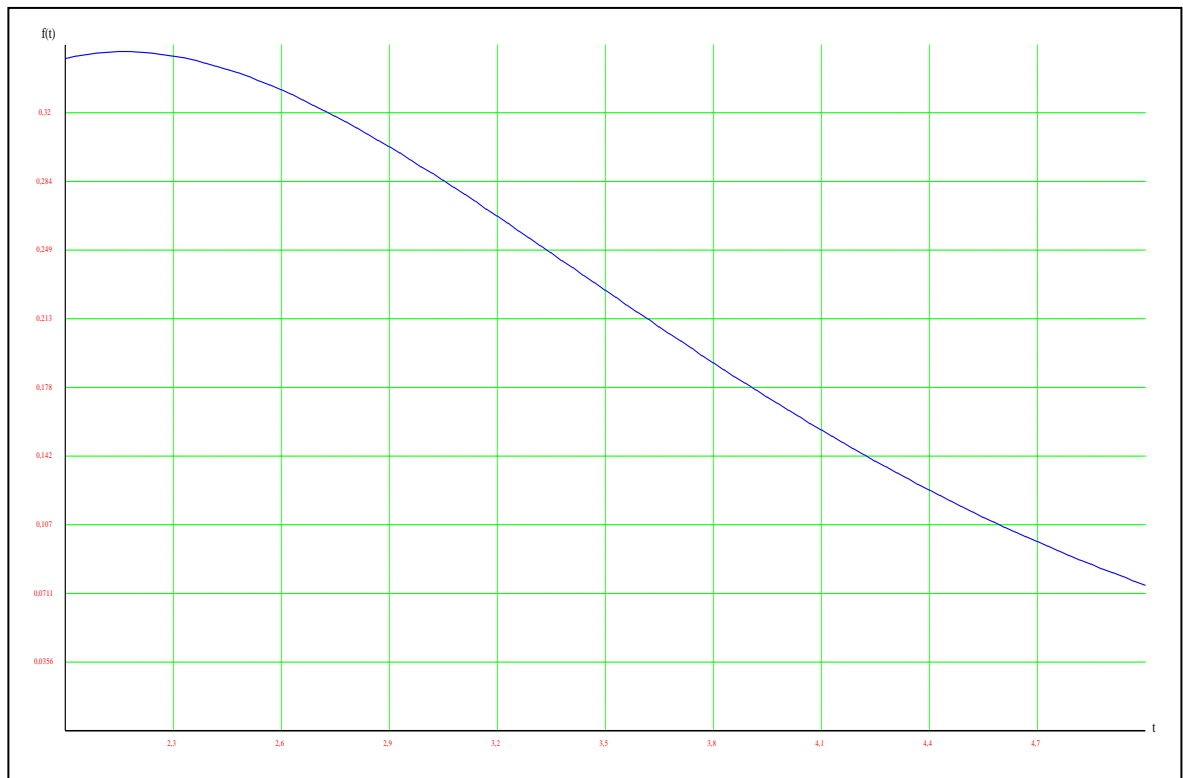


Figure IV.4 : Densité de probabilité $f(t)$

La courbe de la densité de probabilité montre que cette dernière diminue avec le temps.

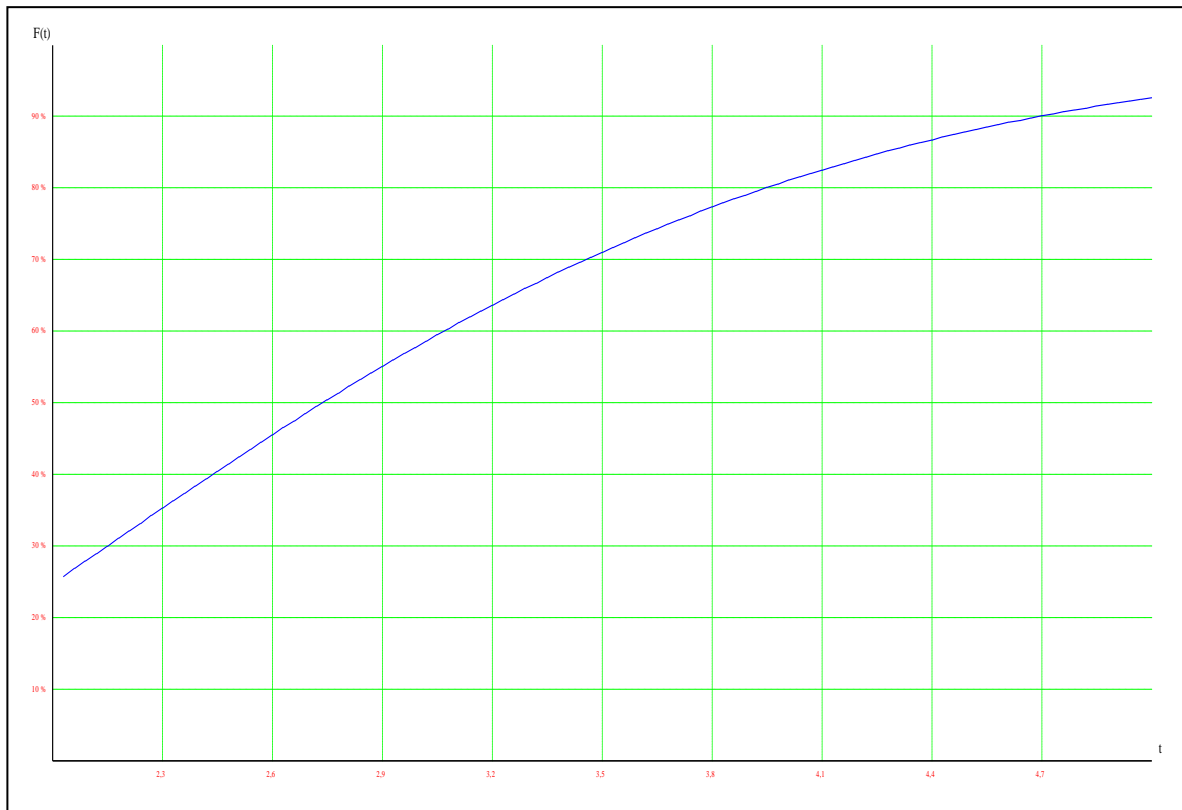


Figure IV.5 : Fonction de répartition $F(t)$.

On remarque d'après la courbe de la fonction de répartition que la fonction de répartition augmente avec le temps.

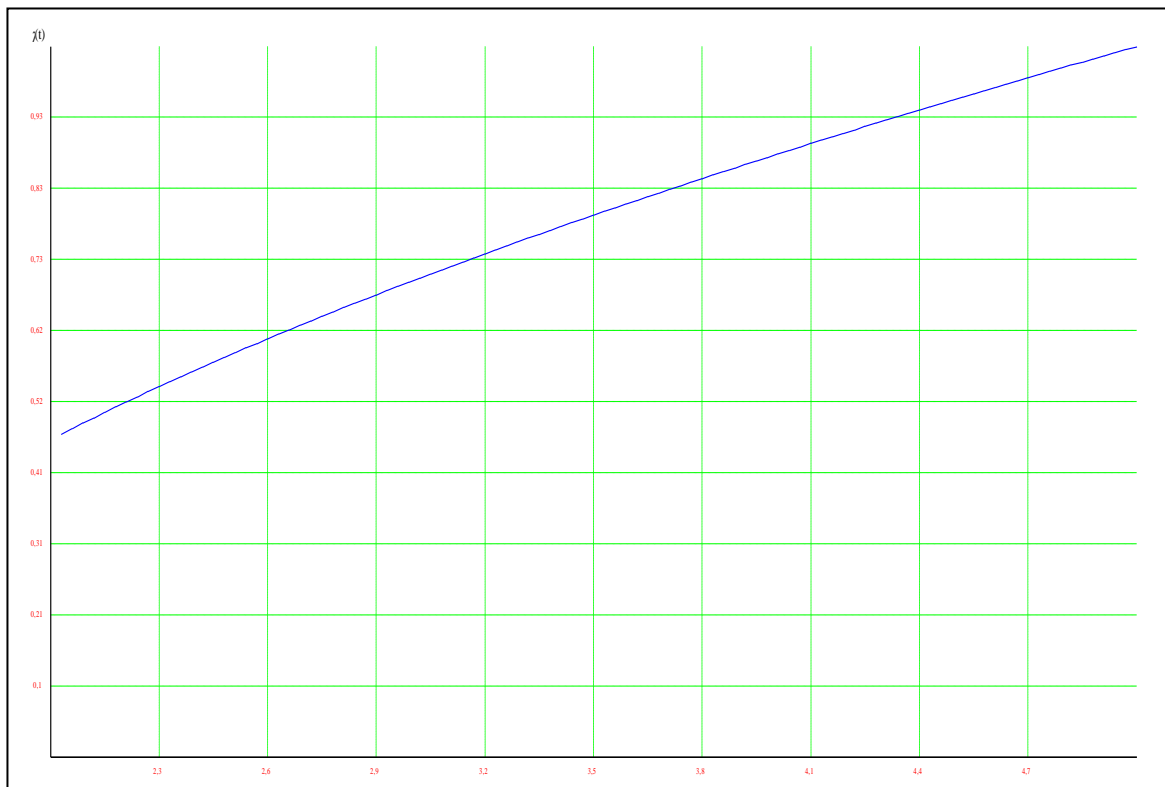


Figure IV.6 : Taux de défaillance $\lambda(t)$.

La figure IV.6 montre que le taux de défaillance augmente avec la variation du temps.

IV.3.1.1. Calcul de R (MTBF)

$$\begin{aligned}
 R(\text{MTBF}) &= e^{-\left[\frac{\text{MTBF}-\gamma}{\eta}\right]^\beta} && \text{IV.01} \\
 &= e^{-\left[\frac{248.72-1.03}{2.14}\right]^{1.56}} && = 0.48
 \end{aligned}$$

IV.3.1.2. Calcul de F(MTBF)

$$\begin{aligned}
 F(\text{MTBF}) &= 1 - e^{-\left[\frac{\text{MTBF}-\gamma}{\eta}\right]^\beta} && \text{IV.02} \\
 &= 1 - e^{-\left[\frac{248.72-1.03}{2.14}\right]^{1.56}} && = 1 - 0.84 = 0.51
 \end{aligned}$$

IV.3.1.3. La densité de défaillance $f(\text{MTBF})$

$$\begin{aligned}
 f(\text{MTBF}) &= \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\delta}{\eta}\right)^{\beta-1} \cdot \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\delta}{\eta}\right)^{\beta-1} && \text{IV.03} \\
 &= \frac{1.56}{2.14} \left(\frac{248.72-1.03}{2.14}\right)^{1.56-1} \cdot e^{-\left[\frac{248.72-1.03}{2.14}\right]^{1.56}} \\
 &= 0.09
 \end{aligned}$$

IV.3.1.4. Calcul de $\lambda(\text{MTBF})$

$$\begin{aligned}
 \lambda(\text{MTBF}) &= \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\delta}{\eta}\right)^{\beta-1} && \text{IV.04} \\
 &= \frac{1.56}{2.14} \left(\frac{248.72-1.03}{2.14}\right)^{1.56-1} \\
 &= 0.19 \text{ h}^{-1}
 \end{aligned}$$

IV.3.2. La maintenabilité

La fonction de maintenabilité est :

$$M(t) = 1 - e^{-\mu t} \quad \text{IV.05}$$

Le taux de réparation :

$$\mu = \frac{1}{\text{MTTR}} \quad \text{IV.06}$$

$$\text{Avec MTTR} = \frac{\sum TTR}{N} = 2.83\text{h} \quad \text{IV.07}$$

$$\Rightarrow \mu = 0.35\text{h}^{-1}$$

Le tableau ci-dessous résume le calcul de la maintenabilité, avec N est le nombre des pannes d'après l'historique.

N°	Temps de Réparation (h)	M(t)
01	02	0.5023
02	04	0.7523
03	03	0.6489
04	02	0.5023
05	04	0.7523
06	04	0.7523
07	02	0.5023
08	02	0.5023
09	02	0.5023
10	02	0.5023
11	02	0.5023
12	03	0.6489
13	04	0.7523
14	02	0.5023
15	02	0.5023
16	04	0.7523
17	05	0.8252
18	02	0.5023

Tableau IV.4 : Calcul de maintenabilité.

IV.3.3. Disponibilité intrinsèque théorique

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

IV.08

$$MTBF = 248.72 \text{ h}$$

$$MTTR = 2.83 \text{ h}$$

$$\text{Alors } D = \frac{248.72}{248.72 + 2.83}$$

$$D = 0.98$$

IV.4. Les Analyses Prévisionnelles Des Dysfonctionnements

IV.4.1. Méthodes d'analyse prévisionnelle « ABC (Pareto) »

IV.4.1.1. Construction de la courbe ABC

A l'aide de l'historique de pannes, on peut extraire le tableau suivant:

N°	panne	Temps D'arrêt	Cumul (T-R)	% (T-R)	Number de Panne	Cumul N ^{br} de P	% N ^{br} Panne
01	Réparation de ci gu	17	17	34.69	06	06	33.33
02	Changement de la lampe mécanique	08	25	51.02	02	08	44.44
03	Changement des fusibles	04	29	59.18	02	10	55.55
04	Problème de fin de cours	04	33	67.34	02	12	66.66
05	Réglage du chérot	02	35	71.24	01	13	72.22
06	Changement de charbon	02	37	75.51	01	14	77.77
07	Changement du fusible	02	39	79.59	01	15	83.33
08	Problème charbon	02	41	83.67	01	16	88.88
09	Changement contacteur	03	44	89.79	01	17	94.44
10	Vérification et changement du résistance	05	49	100	01	18	100

Tableau IV.5 : Les données nécessaires pour construire la courbe ABC

La construction de la courbe ABC montré dans la figure suivante:

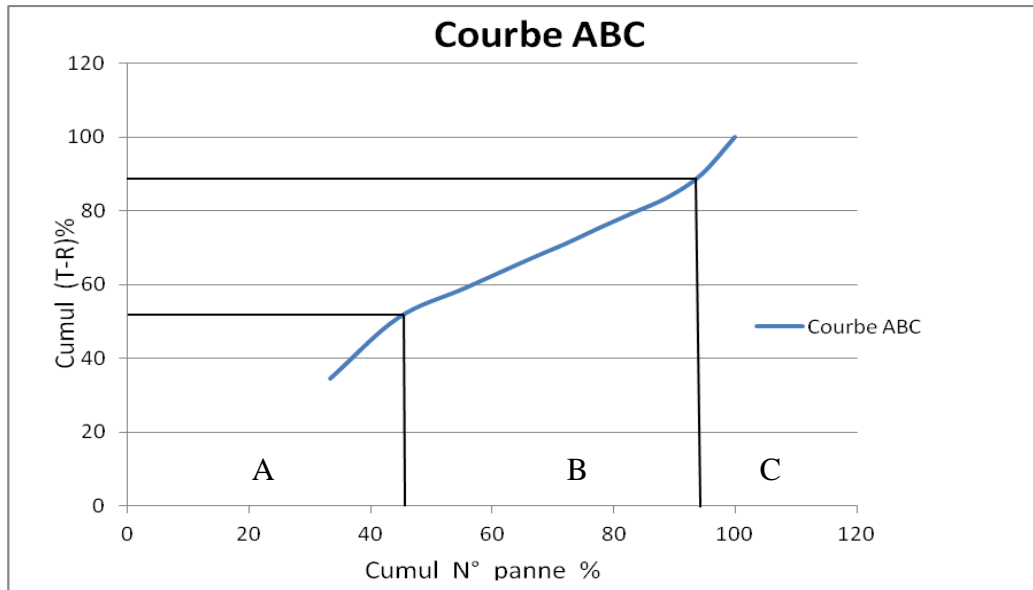


Figure IV.7 : Courbe ABC

La zone A : elle représente 60 % des pannes représentent 51.02 % des temps d'arrêts, c'est la Zone la plus importante.

Le problème réside dans le grand nombre de réparations et les changements de la lame mécanique

La zone B : dans cette zone 20 % des pannes représentent 32.65 % des temps d'arrêts, c'est La zone la moins importante.

A ce stade, abondent les défauts électriques au niveau de l'armoire électrique et la fin de course et Changement de charbon.

La zone C : dans cette zone 20% des pannes représentent 16.33 % des temps d'arrêts, c'est la moins importante. Elle représente le changement du contacteur et la vérification et changement de la résistance.

IV.4.1.2. Diagramme de PARETO

D'après les données montrées dans le tableau ci-dessus, on peut tracer le diagramme de Pareto. La figure ci-dessous représente le diagramme de Pareto.

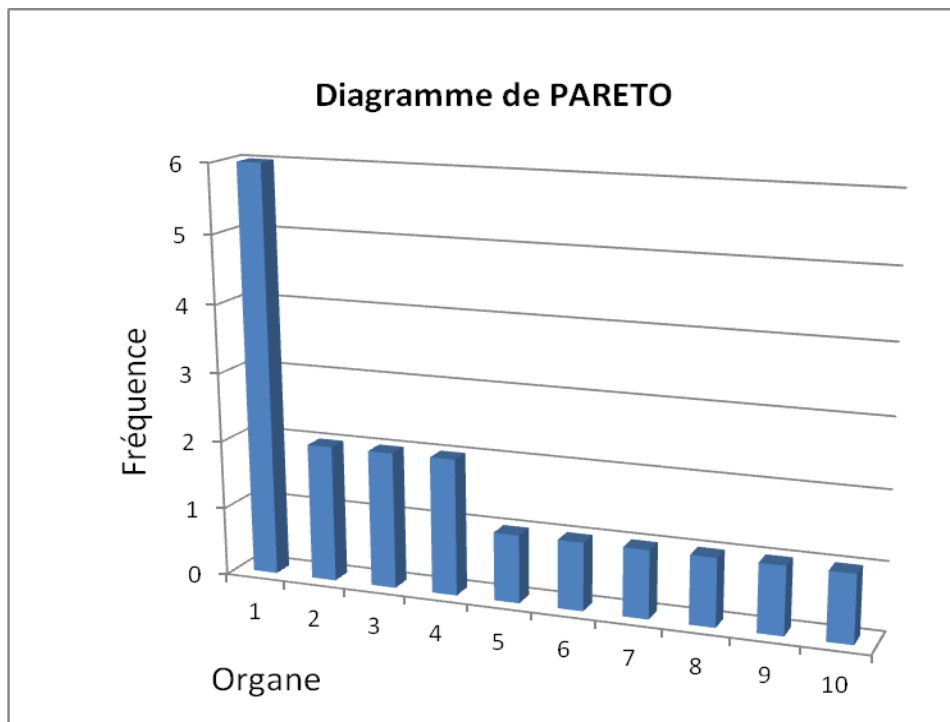


Figure IV.8 : Diagramme de PARETO

D'après le diagramme de Pareto, on constate que la partie la plus défaillante est l'élément 1 (réparation de la machine), ce qui permet d'étudier plus précisément la défaillance.

IV.5. Proposition des solutions aux problèmes de la machine Cisaille guillotine

D'après notre étude, nous avons constaté que les éléments le plus tombe en panne de la machine Cisaille guillotine sont : la lame mécanique, le charbon, fin de course et l'armoire électrique, la fréquence de défaillance de ces élément réduite la fiabilité de la machine à 48 %. Pour minimiser le temps d'arrêt et améliorer la fiabilité à 60%, on propose les solutions suivantes:

- Changement complètement de quelques composants de l'armoire électrique
- Changement de la lame mécanique chaque année
- Changement du charbon chaque année
- Changement fin de course chaque année

Cette proposition des solutions permet de réaliser un plan de maintenance préventive systématique qui présenté ci-dessous pour le but d'améliorer la fiabilité de la machine en cas particulier et la sureté de fonctionnement en cas générale.

IV.6. plan de maintenance préventive systématique

PLAN DE MAINTENANCE PREVENTIVE		Machine : Cisaille guillotine								Numéro : 020	
Opération exécutable en Fonctionnement	Exécutant	Fréquence (*)								N° gamme Ou Instruction	Observations
		Instructions				Heures					
OPERATIONS		H	B	M	A	40	80	160	1920		
Vérifier le niveau d'huile de la boîte à vitesse.	mécanicien					x					
Graissage centralisé, vérifier le niveau.	mécanicien					x					
Vérifier le graissage des paliers.	mécanicien					x					
Vérifier le graissage de la chaîne.	mécanicien					x					
Vérifier le graissage de translation	mécanicien					x					
Vérifier le fonctionnement des commandes par le bouton poussoir et les pédales	électricien						x				
Vérifier l'absence d'arc électrique aux balais de l'embrayage, nettoyer le moteur et le collecteur	électricien						x				
Arrêter l'alimentation électrique, procéder au dépoussiérage et nettoyage	électricien						x				
Vérifier le jeu entre la lame mécanique	mécanicien						x				
Vérification l'ensemble de l'armoire électrique	électricien							x			
Vérifier la fin de course	électricien							x			
Vérifier le charbon	mécanicien							x			
Changement de la lame mécanique	mécanicien								x		
Changement du charbon	mécanicien								x		
Changement de la fin de course	électricien								x		

Rédacteur : MEI Date : *: H = Hebdomadaire – B = Bimensuel – M = Mensuellement A = annuellement Folio : 1/1

IV.7. Conclusion

L'analyse statistique permet d'évaluer la valeur de la fiabilité de la machine Cisaille guillotine et on a trouvé cette valeur faible et est égale à 48%. Pour améliorer la sûreté de fonctionnement, nous avons amélioré la fiabilité de cette machine à une valeur égale 60%. La procédure utilisée pour progresser la fiabilité de la machine Cisaille guillotine est de proposer des solutions pour les éléments le plus tombe en panne et un plan de maintenance préventive systématique concernant ces éléments.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale

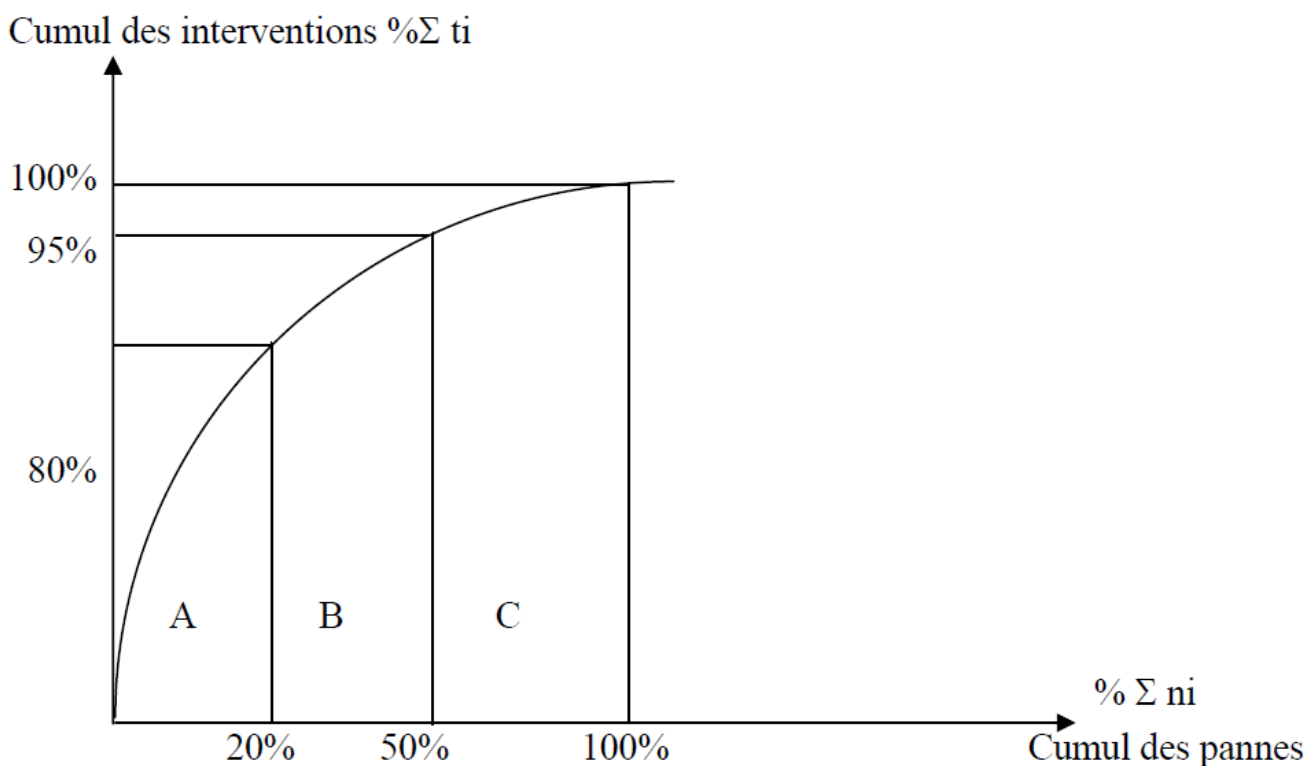
D'après ce travail, on peut conclure :

- 1- L'amélioration de la sûreté de fonctionnement dépend à l'optimisation de ses paramètres (la fiabilité, la disponibilité, la maintenabilité et la sécurité).
- 2- On a choisit la fiabilité parmi les paramètres de la sûreté de fonctionnement pour étudier (évaluer la valeur de la fiabilité à partir les statistiques obtenus par le stage au niveau de l'entreprise) et améliorer (Après une résolution des problèmes causés à diminuer la fiabilité).
- 3- Pour améliorer la fiabilité, il faut minimiser le temps d'arrêt, et pour cela, nous avons appliqué la méthode de la courbe ABC et l'histogramme de Pareto pour extraire les éléments le plus tombe en panne.
- 4- On a proposé une préconisation concernant ces éléments pour réduire le temps d'arrêt c'est-à-dire augmenter le temps de bon fonctionnement.
- 5- Finalement, nous avons suggéré un plan de maintenance préventive systématique basé sur les opérations de la maintenance préventive systématique (Inspection, visite, contrôle, vérification...) concernant les éléments le plus tombe en panne pour améliorer la fiabilité de la machine choisie et la sûreté de fonctionnement.

Finalement, les travaux futures sera basé sur le développement de reste paramètres de SDF (disponibilité, maintenabilité et sécurité).

Annexe

Courbe ABC théoriquement :



Zone A : (zone de priorité) dans cette zone 20% des pannes représentent 80% des temps d'arrêts.

Zone B : dans cette zone 30% des pannes représentent 15% des temps d'arrêts, c'est la zone la moins importante.

Zone C : dans cette zone 50% des pannes représentent 5% des heures d'arrêt, c'est la zone la moins importante.

Dessiner une méthode de la courbe ABC

- 1 - On classe les pannes par ordre croissant et devant chaque panne sa durée
- 2 - On calcule les cumuls des temps et des pannes
- 3 - On calcule les pourcentages cumulés des temps et des pannes
- 4 - On établit un graphique en abscisse les pourcentages cumulés des pannes et en ordonnées les Pourcentages cumulés des temps.

Bibliographie

- [1] Christophe B, Antoine G, « Modélisation et évaluation des stratégies de maintenance complexes sur des systèmes multi-composants », Thèse de doctorat d'université de Technologie de Troyes , 2009.
- [2] FERHATIA, KASMLS , « Maintenance des échangeurs de chaleur (mémoire de fin D'étude) », 2001.
- [3] Abdoulaye.M, « Analyse et conception d'un système d'information pour la Maintenance des équipements de la SOCOCIM », Thèse de doctorat d'université CHEKH ARTA DIOP Sénégal, 2007.
- [4] Nicolas.T, « la maintenance », 2002.
- [5] Benali.L, « Maintenance industrielle », Office des publications universitaires, 2006.
- [6] Ingexpert , « Fiabilisation des équipements », 2005.
- [7] Norme AFNOR NF EN 13-306, « Terminologie de la maintenance », Ed. Afnor, Paris, 2001.
- [8] Norme AFNOR X 60-000, « Maintenance industrielle - Fonction maintenance », Edition Afnor, Paris, 2002.
- [9] Monchy.F, « Maintenance, Méthodes et Organisations », Ed. DUNOD, Coll. L'Usine Nouvelle Série Gestion Industrielle (2e édition), Paris, ISBN 2-10-007816-5, 2003.
- [10] Jean .B, « la TPM : un système de production », Technologie (SCEREN - CNDP) – Revue Française de gestion Industrielle, Paris, avril 2008.
- [11] Daoud .A, « maintenance et qualité », département du génie mécanique, université Laval, CANADA, 2007.
- [12] Abdelhafid.R, Abdennebi.T, Abdellah.K , « La Maintenance Industrielle, une fonction En mutation et des compétences en évolution », Thèse de doctorat l'Ecole Supérieure de Technologie de Fès, 2011.
- [13] Nouredine.Z, « classification des différentes architectures de maintenance », 7ème Congrès international de Génie Industriel, Trois-Rivières, Québec (CANADA), 5-8 juin 2007.
- [14] Monchy.F, « Maintenance Méthodes et organisations pour une meilleure productivité », Dunod, Paris, 2010.
- [15] Rabiai. A, Laichi.I, Rabiai.A, « Etude de la sureté de fonctionnement par analyse FMD application (PRESSE2500T) », Thèse de ingénieur d'université m'sila, 2010.
- [16] Olivier.B, Pierre. D, « Modélisation de fiabilité d'un system doumis a des sollicitations variables », Faculté Polytechnique de Mons, Service de Génie Mécanique Rue du Joncquois, 53 à B-7000 Mons, Belgique 2007.
-

[17] Mathieu.G, « Modélisation des coûts de cycle de vie prévision des coûts de maintenance et de la fiabilité Application à l'aéronautique», Thèse de doctorat d'Ecole centrale de Lyon ,2005.

[18] Alin.G, « Modélisation et évaluation de la fiabilité des systèmes mécaniques application sur système embarque », Thèse de doctorat d'université d'angers, 2007

[19] Sonalgaz « Maintenance définitions et objectifs », Ecole technique de Blida, Mai 2001.

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
DE MASTER EN GENIE ELECTRIQUE
SPECIALITE :

Ingénierie des Systèmes Electromécaniques

Proposé et dirigé par : Mr GHEMARI Zine

Présenté par : BEN DJAAFER Ahmed

Thème :

Réalisation d'un plan de maintenance préventive systématique pour l'amélioration de la sûreté de fonctionnement d'un système électromécanique

Résumé :

Dans ce travail, nous avons proposé un plan de maintenance préventive systématique qui permet d'améliorer la fiabilité d'un système électromécanique.

Ce plan est basé sur une étude statistique qui a fait sur un système électromécanique choisi au sien de l'industrie pour identifier les problèmes de ce système et proposer une préconisation de ces derniers.

Mots clés :

Fiabilité, Maintenabilité, disponibilité, probabilité, sécurité, analyse FMD ...

N^o d'ordre : 050