

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE : TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT : GENIE ELECTRIQUE

N° d'ordre: MI-311



DOMAINE : SCIENCES ET TECHNOLOGIES

FILIERE : ELECTROMECHANIQUE

OPTION : MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique en Electromécanique

Par : SALAH OUSSAMA
&
MEDDOUR ABDESSALEM

THEME

**UTILISATION DE LA GMAO POUR LA PLANIFICATION DE
LA MAINTENANCE PREVENTIVE**

Le: 10 /06/2018

Soutenu devant le jury composé de:

DEFDAF MABROUK	MCB	Université Mohamed Boudiaf - M'sila	Président
BENGUESMIA HANI	MAA	Université Mohamed Boudiaf - M'sila	Rapporteur
BELHETICHE EL'HADI	MAA	Université Mohamed Boudiaf - M'sila	Examinateur

Année Universitaire : 2017 / 2018

Remerciements

Nous tenons dans un premier temps à remercier DIEU tout puissant de nous avoir donné la chance et le privilège d'étudier et de nous avoir permis d'en arriver là « Quiconque ne remercie pas le gens, ne remercie pas dieu ».

Nous tenons à remercier le chef de la FADERCO à Sétif, lieu de la réalisation de ce travail pour son accueil, ses efforts. Sans oublier tous les travailleurs de FADERCO pour leur conseils et leur gentillesse.

Nous tenons à exprimer nos profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre encadreur : Mr. H. BENGUESMIA; qui s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Nous exprimons notre respect au président du jury ainsi qu'aux membres du jury pour nous avoir fait l'honneur d'accepter de juger ce travail.

Aussi, nous adressons nos plus sincères remerciements à nos parents, collègues et amis, Qui nous ont toujours soutenue et encouragée au cours de la réalisation de ce modeste travail.

Enfin, nous remercions toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

Dédicaces

Avant tout, je tien à remercies le bon dieu,
et l'unique qui m'offre le
courage

Et la volonté nécessaire pour affronter
les différentes de la vie,

Je dédie ce modeste travail

A ma mère.

A mon père.

A mes frères et mes soeurs.

A touts ma famille.

A touts mes amis

A mes amis et mes collègues du promotion 2018

« MAINTENANCE INDUSTRIELLE ».

SALAH OUSSAMA



Dédicaces

Avant tout, je tien à remercies le bon dieu,
et l'unique qui m'offre le
courage

Et la volonté nécessaire pour affronter
les différentes de la vie,

Je dédie ce modeste travail

A ma mère.

A mon père.

A mes frères et mes soeurs.

A tous ma famille.

A touts mes amis

A mes amis et mes collègues du promotion 2018

« MAINTENANCE INDUSTRIELLE ».

MEDDOUR ABDESSALEM



خلاصة:

الصيانة هي عامل من العوامل التنافسية لأنه يؤثر على وسائل الانتاج (الألات الصناعية) في الشركات, الجودة والتكلفة ، مع وضع هذا في الاعتبار,الصيانة المتكاملة تسمح في تطوير استراتيجيات لزيادة كفاءة وسائل الانتاج باقل تكلفة مع رؤية جديدة للصيانة تساهم في القدرة التنافسية للشركات بغض النظر عن حجمها. تم العمل على تقديم شرح او عرض مفصل للصيانة المتكاملة بالمساعدة على تقديم محاورهم الرئيسية وجميع وسائلهم وتسليط الضوء على نقاط الضعف.

الهدف من عملنا هو دراسة الصيانة وأسباب الأضرار المختلفة ، فضلا عن دراسة موثوقيتها والتوافر وقابلية الصيانة.

كلمات مفتاحية:

الصيانة ، الموثوقية ، التوافر ، قابلية الصيانة ، Weibull.

Résumé:


La maintenance est un facteur de compétitivité puisqu'elle influe sur l'outil de production "les machines industrielles" dans l'entreprise, la qualité et le coût de revient. Dans cette optique la maintenance intégrée permet de développer de nouvelles stratégies visant à augmenter le rendement des moyens de production au moindre coût.

Une nouvelle vision de la maintenance qui permet de contribuer à la compétitivité des entreprises indépendamment de leurs tailles. Effectuer une explication ou une présentation détaillée de la maintenance intégrée à l'aide de présenter leurs axes principales et tous leurs moyens et faire ressortir les points faibles.

Le but de notre travail est l'étude de la maintenance des causes des différents endommagements, ainsi que l'étude de sa fiabilité, maintenabilité et disponibilité.

Mots clés :

Maintenance , fiabilité, disponibilité, maintenabilité, Weibull.



**LISTE DES FIGURES
&
TABLEAUX**

Liste des Figures

Chapitre I : GENERALITE SUR LA MAINTENANCE

Figure I.1. Types de maintenance	6
FigureI.2. Démarche suivi pour le choix d'un type de.....	7

Chapitre II : ETUDE THEORIQUE DE FMD

Figure II.1. Courbe en baignoire	14
Figure II.2. Courbe en baignoire.....	16
Figure II.3.Courbes théoriques de Weibull.....	18
Figure II.4.Cpmposant de la disponibilité.....	22
Figure II.5. courbe ABC	26

Chapitre III : REPRESENTATION DE LA SOCIETE

Figure III .1 .Représentation de l'entreprise par la mappe.....	28
Figure III.2. Produits de Faderco	31
Figure III.3. Tissue machine	32
Figure III.4.Déplacez le rouleau-mère du site de production vers le site de traitement.	32
Figure III.5.Assemblage de produit et exportation	33
Figure III.6. Structure des logiciels GMAO	35

Chapitre IV HISTORIQUE DES PANES ET APPLICATION

Figure IV.1 Paramètres loi de weibull en logiciel Log-LAALA	39
Figure IV.2. La courbe de la densité de probabilité.....	43
Figure IV.3.La courbe de la fonction de répartition	44
Figure IV.4.La courbe de la fonction fiabilité	45
Figure IV.5. Courbe de taux de défaillance	46
Figure IV.6. Courbe maintenabilité M (t).....	48
Figure IV.7. Diagramme de pannes	49
Figure IV.8. Disponibilité instantanée	51
Figure IV.9. Courbe ABC.....	53

Liste des Tableaux

Chapitre II ETUDE THEORIQUE DE FMD

Tableau II.1. Principales lois de survie	17
--	----

Chapitre IV HISTORIQUE DES PANES ET APPLICATION

Tableau IV.1. Valeur de temps de bon fonctionnement	37
Tableau IV.2. Valeur de fonction répartition réelle $f(t_i)$	38
Tableau IV.3. La valeur différence entre la fonction de répartition réelle et théorique.....	40
Tableau IV.4. Les valeurs des $R(t)$, $F(t)$, $f(t)$, $\lambda(t)$	42
Tableau IV.5. Maintenabilité $M(t)$	47
Tableau IV.6. Disponibilité instantanée.....	50
Tableau IV.7. L'analyse ABC (Pareto).....	52

A decorative scroll-like frame with a black outline and a light gray shadow on the right side. The frame is horizontal and contains the word "SOMMAIRE" in a bold, black, serif font, centered within the frame.

SOMMAIRE

SOMMAIRE

Liste des figures.....	i
Liste des tableaux.....	ii
Sommaire.....	iii
Introduction générale	1

Chapitre I GENERALITE SUR LA MAINTENANCE

I.1. Introduction	2
I.2. Définition.....	2
I.3. Objectifs de la maintenance.....	2
I.4. Rôle de la maintenance	3
I.4.1. Court terme	3
I.4.2. Moyen terme	3
I.4.3. Long terme	3
I.5. Types de maintenance.....	3
I.5.1. Maintenance préventive	3
I.5.1.1. Maintenance Systématique.....	3
I.5.1.2. Maintenance conditionnelle.	4
I.5.1.3. Maintenance prévisionnelle.....	5
I.5.2. Maintenance corrective	5
I.5.2.1. Maintenance palliative	5
I.5.2.2. Maintenance curative	5
I.5.3. Maintenance a méliorative	5
I.6.Choix d'un type de maintenance	6
I.7. But de la maintenance.....	8
I.8. Les opérations de maintenance	8
I.8.1. Les opérations de maintenance corrective	8
I.8.2. Les opérations de maintenance préventive.	8
I.9. Les niveaux de la maintenance	9
I.10. Conclusion	11

Chapitre II ETUDE THEORIQUE DE FMD

II.1. Introduction	12
II.2.Etude de fiabilité	12
II.2.1. Définition.....	12

II.2.2. Fiabilité et problématique	12
II.2.3. Objectif	12
II.2.4. Indicateurs de fiabilité (λ) et (MTBF)	13
II.2.5. Allures typiques du graphe $\lambda(t)$ en fonction du temps t.....	13
II.2.6. Principales lois utilisées.....	15
II .2.6.1 La loi exponentielle.....	15
II.2.6.2 La loi normale	15
II.2.6.3.La loi de Weibull.....	15
II.2.6.4. La loi log-normale (ou loi de GALTON).....	17
II.2.7. Le modèle de Weibull	17
II.2.7.1 Caractéristiques	17
II.2.7.2. Signification des paramètres de weibull	18
II.2.7.3. Calcul de la fonction de répartition $F(i)$	19
II.2.8. Test de KOLMOGOROV- SMIRNOV	19
II.3. Etude de maintenabilité	20
II.3.1. Définition	20
II.3.2. La fonction maintenabilité.....	21
II.3.3.Observations	21
II.3.4.Maintenabilité et maintenance	21
II.3.5.Maintenabilité et disponibilité	22
II.4. Etude de la disponibilité	22
II.4.1. Définition de la disponibilité	22
II.4.2. Différents niveaux de la disponibilité.....	22
II.4.2.1. Disponibilité intrinsèque théorique.....	22
II.4.2.2. Disponibilité moyenne	23
II.4.2.3.Disponibilité opérationnelle.....	23
II.4.2.4. Disponibilité asymptotique	24
II.4.2.5. Disponibilité instantanée.....	24
II.5. Méthode ABC (Diagramme Pareto).....	24
II.5.1. Introduction	24
II.5.2. origine de la méthode ABC	24
II.5.3. Fonction.....	25
II.5.4. Methode.....	25
II.6.Conclusion.....	26

Chapitre III REPRESENTATION DE LA SOCIETE

III.1. Introduction.....	27
III.2. Représentation de la société.....	27
III.3. Localisation du complex	28
III.4. Organisation.....	29
III.5. Activités	29
III.6. Procédé de fabrication.....	31
III.7. GMAO	33
III.7.1. Introduction.....	33
III.7.2. Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur Introduction	34
III.7.3. Caractéristiques générales	34
III.7.4. Objectifs de la GMAO	34
III.7.4.1. Objectifs à caractère économique.....	34
III.7.4.2. Objectifs à caractère technique.....	35
III.7.4.3. Objectifs à caractère humain	35
III.7.5. Structure des logiciels GMAO	35
III.8. Conclusion.....	36

Chapitre IV HISTORIQUE DES PANES ET APPLICATION

IV.1. Introduction.....	37
IV.2. Analyse de la fiabilité	37
IV.2.1. Application de modèle de Weibull.....	37
IV.2.2. Le test de KOLMOGOROV SMIRNOV	40
IV.2.3. Exploitation les paramètres de WEIBULL	41
IV.2.4. Calcul de $R(t)$, $F(t)$, $f(t)$, $\lambda(t)$	45
IV.3. Analyse de la maintenabilité.....	47
IV.4. Analyse de la disponibilité.....	49
IV.4.1. Disponibilité intrinsèque théorique	49
IV.4.2. Disponibilité instantanée	49
IV.5. L'application Pratique des méthodes d'analyse:.....	51
IV.5.1. Méthodes d'analyse prévisionnelle « ABC (Pareto)»:	51
IV.5.2. La courbe d'analyse ABC	53
IV.5.3. -Interprétation des résultats	53
IV.6. Conclusion	53

Conclusion générale54
References55
Annexe.....56



**INTRODUCTION
GENERALE**

Introduction générale

Les entreprises sont de plus en plus sensibilisées à l'importance des coûts induits par les défaillances accidentelles des systèmes de production. Alors que la maintenance, jusqu'à très récemment, était considérée comme un centre de coûts, nous sommes de plus en plus conscients qu'elle peut contribuer d'une manière significative à la performance globale de l'entreprise.

La complexité des mécanismes de dégradation des équipements a fait en sorte que la durée de vie de ces derniers a toujours été traitée comme une variable aléatoire. Cet état de fait a incité plusieurs entreprises à adopter des approches plutôt réactives, n'étant pas en mesure de justifier économiquement les avantages que peut procurer la mise en place d'une maintenance préventive.

L'absence de données fiables et d'outils efficaces de traitement de ces données a réduit la fonction maintenance à des tâches de dépannage, et par le fait même, à une fonction dont les coûts ne cessent d'augmenter et dont la contribution à la performance de l'entreprise n'est pas évidente.

Les responsables des services de maintenance dans les entreprises ne sont pas toujours en mesure de défendre rigoureusement leur budget d'opération et encore moins leur contribution à l'efficacité de l'entreprise. En plus de ces lacunes, les petites et moyennes entreprises manquent souvent de ressources pour mettre en place des systèmes efficaces de gestion de la maintenance.

L'application des méthodes prévisionnelles de maintenance à des matériels à haute production est moins coûteuse que la perte de production due un arrêt du matériel. L'arrêt d'une seule machine peut entraîner l'arrêt de toute la ligne.

Le but de ce travail est de présenter les différentes techniques de maintenance.

Le mémoire présentant ce travail comporte quatre chapitres :

- Le premier chapitre est consacré à l'étude théorique de la maintenance, définition générale, classification de la maintenance, les niveaux et les opérations de la maintenance et les différents coûts de maintenance.
- Le deuxième chapitre présente l'état de l'Analyse FMD et d'autres d'aide à la décision,
- Le troisième chapitre sera consacré à la représentation de la société
- Le quatrième chapitre nous effectuons l'exploitation de l'historique de panne d'usine puis on utilise le logiciel LOGLAALA pour obtenir les courbes de différentes performances de maintenance (fiabilité, maintenabilité, disponibilité)

Enfin, nous terminons par une conclusion générale qui représente une synthèse globale de notre travail.



Chapitre I

GENERALITE SUR LA
MAINTENANCE

I.1. Introduction

Quel que soient les efforts entreprise au stade de la conception et la fabrication des machines pour assurer leur sûreté de fonctionnement, des défaillances apparaissant au cours de leur exploitation, les causes d'apparition de ces défaillances sont variables. Elles vont du coût de simple remplacement d'une pièce détériorée à d'importants frais d'immobilisation pour la machine donnée, elles peuvent aussi provoquer de graves accidents corporels. C'est pourquoi on fait appel à la maintenance à fin de maintenir en état les machines et rétablir leur performance après défaillance.

La maintenance implique un certains nombres de mesures organisationnelles, techniques et économiques. Après avoir démontré sa rentabilité la maintenance représente une fonction principale dans beaucoup d'entreprises industrielles et de services. Dans ce chapitre, nous présentons une aperçu générale sur les concepts généraux de la maintenance industrielle.

I.2. Définition

D'après la norme AFNOR X 60-010, la maintenance est définie comme étant « l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé ». En effet, maintenir, c'est donc effectuer des opérations (dépannage, graissage, réparation, amélioration, vérification, ...) qui permettent de conserver le potentiel du matériel pour assurer la continuité et la qualité de la production ainsi que la sécurité d'opération. [1]

I.3. Objectifs de la maintenance

Les objectifs que la maintenance réalise à travers son organisation, sa gestion et ses interventions, sont très nombreux. Ils peuvent toutefois être groupés en sept axes : [2]

- La disponibilité,
- L'économie,
- La qualité,
- La durabilité,
- La sécurité,
- La productivité,
- La protection de l'environnement.

I.4. Rôle de la maintenance

La maintenance doit assurer la rentabilité des investissements matériels de l'entreprise, en maintenant le potentiel d'activités en tenant compte de la politique de maintenance définis par l'entreprise. [2]

I.4.1. Court terme

Objectifs essentiels :

- Réduire les durées d'immobilisations.
- Réduire les coûts des interventions.

I.4.2. Moyen terme

Elaboration d'un plan de prévisions des interventions à l'immobilisation des équipements.

I.4.3. Long terme

Réalisation d'opérations directement liées à la politique générale de l'entreprise et fin de minimiser l'ordonnancement :

- Des charges.
- Des stocks.
- Des investissements.

I.5. Types de maintenance

D'après la définition, on a plusieurs types de maintenance. [3]

I.5.1. Maintenance préventive

Et / ou des critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou de service. Cette politique de maintenance s'adresse aux machines provoquant une perte de production ou des coûts d'arrêts imprévisibles classés comme important pour l'entreprise. Telle est le cas des machines des chantiers de forages. Il convient donc d'organiser un système de maintenance visant à minimiser ces arrêts souvent trop onéreux. Ainsi on aura à pratiquer trois formes de maintenance dite préventive :

I.5.1.1. Maintenance Systématique

Maintenance préventive effectuée selon un échancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unités d'usage. La mise en pratique de cette maintenance nécessite de décomposer les machines en éléments maintenables. Ces éléments doivent être visités ou changés régulièrement.

La périodicité de ces visites s'établit par l'étude des lois de durée de vie. On harmonisera ces périodicités de façon à les rentres multiple les unes des autres.

Des gammes d'entretien seront élaborées de façon à préciser le travail à exécuter par l'équipe de maintenance, un rapport sera rédigé mettant en relief les résultats des diverses mesures et les observations. L'intérêt de cette méthode est de diminuer les risques de défaillance. Ceux – ci restants néanmoins possible entre deux visites.

- **Les opérations de maintenance préventive systématique peuvent être :**

- Le remplacement,
 - De l'huile des boites de vitesse,
 - Des filtres (air, huile, carburant...),
 - Des pièces d'usure normale,
- Le réglage et l'étalonnage,
 - Des niveaux de pressions hydrauliques et pneumatiques,
 - Des tensions de courroies,
 - Des jeux glissières ou des cales d'ajustement,
- Le contrôle de l'état général,
 - Des niveaux d'huile,
 - Des divers blocages,
 - Apparence d'usure ou de fissure.

I.5.1.2. Maintenance conditionnelle

Maintenance préventive subordonnée au franchissement d'un seuil prédéterminé Significatif de l'état de dégradation du bien.

Note : Le franchissement du seuil peut être mis en évidence par l'information donnée par un capteur ou par tout autre moyen.

- **Outil disponibles pour la maintenance conditionnelle industrielle**

L'intégration des différentes technologies de la maintenance préventive prévisionnelle conduit à une optimisation de la disponibilité des équipements.

- Analyse des vibratoire pour la détection de problèmes mécanique sur les machines rotatives.
- Analyse d'huile sur site ou avec l'aide d'un laboratoire d'analyse externe.
- Mesure de température, thermographie infrarouge pour le contrôle périodique de l'installation électrique, mécanique.

I.5.1.3. Maintenance prévisionnelle

Maintenance préventive subordonnée à l'analyse de l'évolution surveillée des paramètres significatifs de la dégradation du bien, permettant de retarder et de planifier les interventions.

I.5.2. Maintenance corrective

Ensemble des activités réalisées après la défaillance d'un bien, ou la dégradation de son fonctionnement, pour lui permettre d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement.

Note : la maintenance corrective comprend en particulier :

- La localisation de la défaillance et son diagnostic,
- La remise en état avec ou sans modification,
- Le contrôle du bon fonctionnement.

I.5.2.1. Maintenance palliative

Activités de maintenance corrective destinées pour permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou une partie d'une fonction requise.

Note : Appelée couramment "dépannage", la maintenance palliative est principalement constituée d'actions à caractère provisoire qui devront être suivies d'actions curatives.

I.5.2.2. Maintenance curative

Activités de maintenance corrective ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifié ou de lui permettre d'accomplir une fonction requise.

Le résultat des activités réalisées doit présenter un permanent, ces activités peuvent être :

- Des réparations.
- Des modifications ou améliorations ayant pour objet de supprimer la (ou les) défaillance (s).

I.5.3. Maintenance a améliorative

Ce type de maintenance permet, après réflexion et étude, d'éliminer le problème. Elle nécessite obligatoirement une concertation entre services production-bureau d'étude et maintenance.

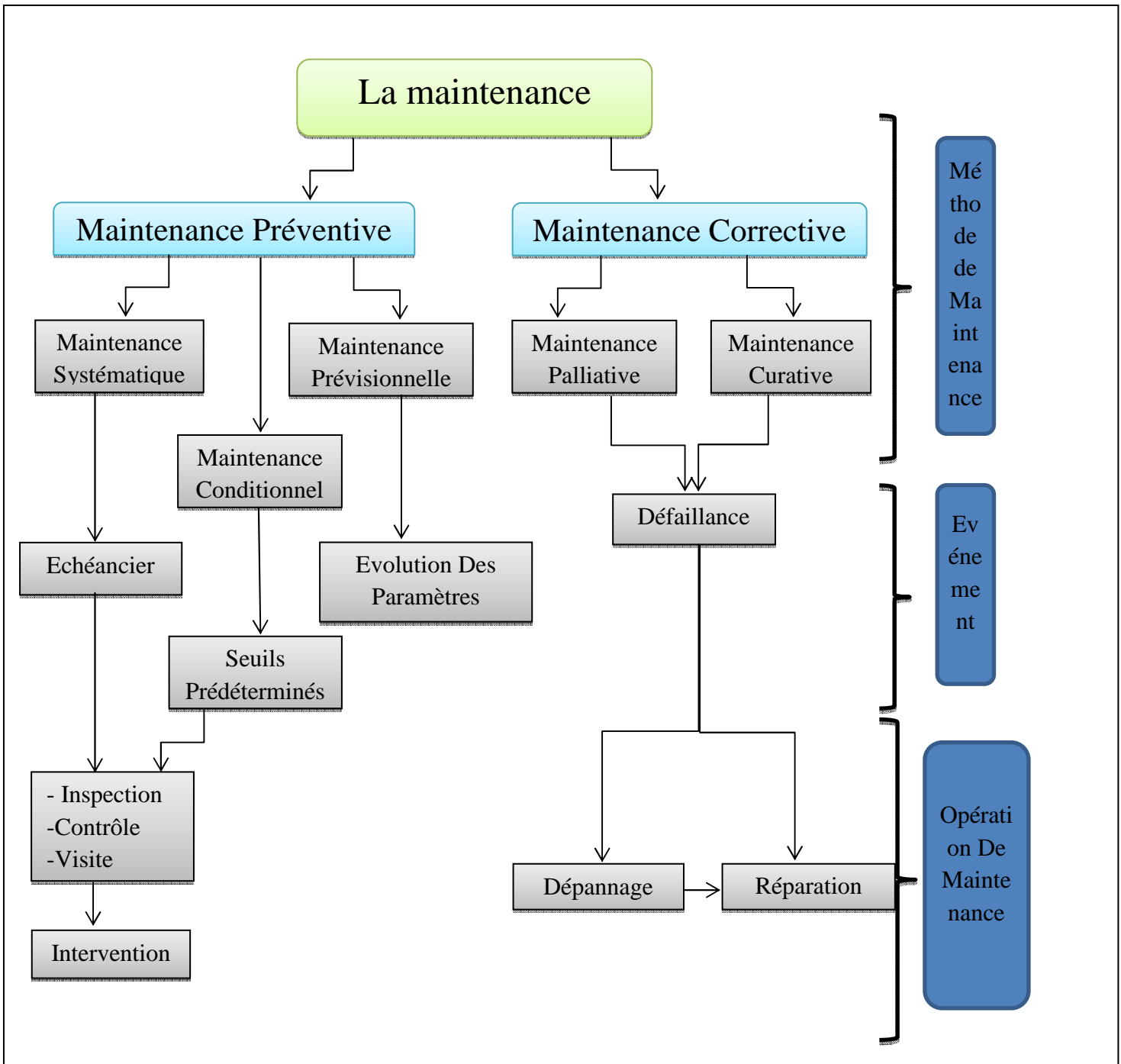
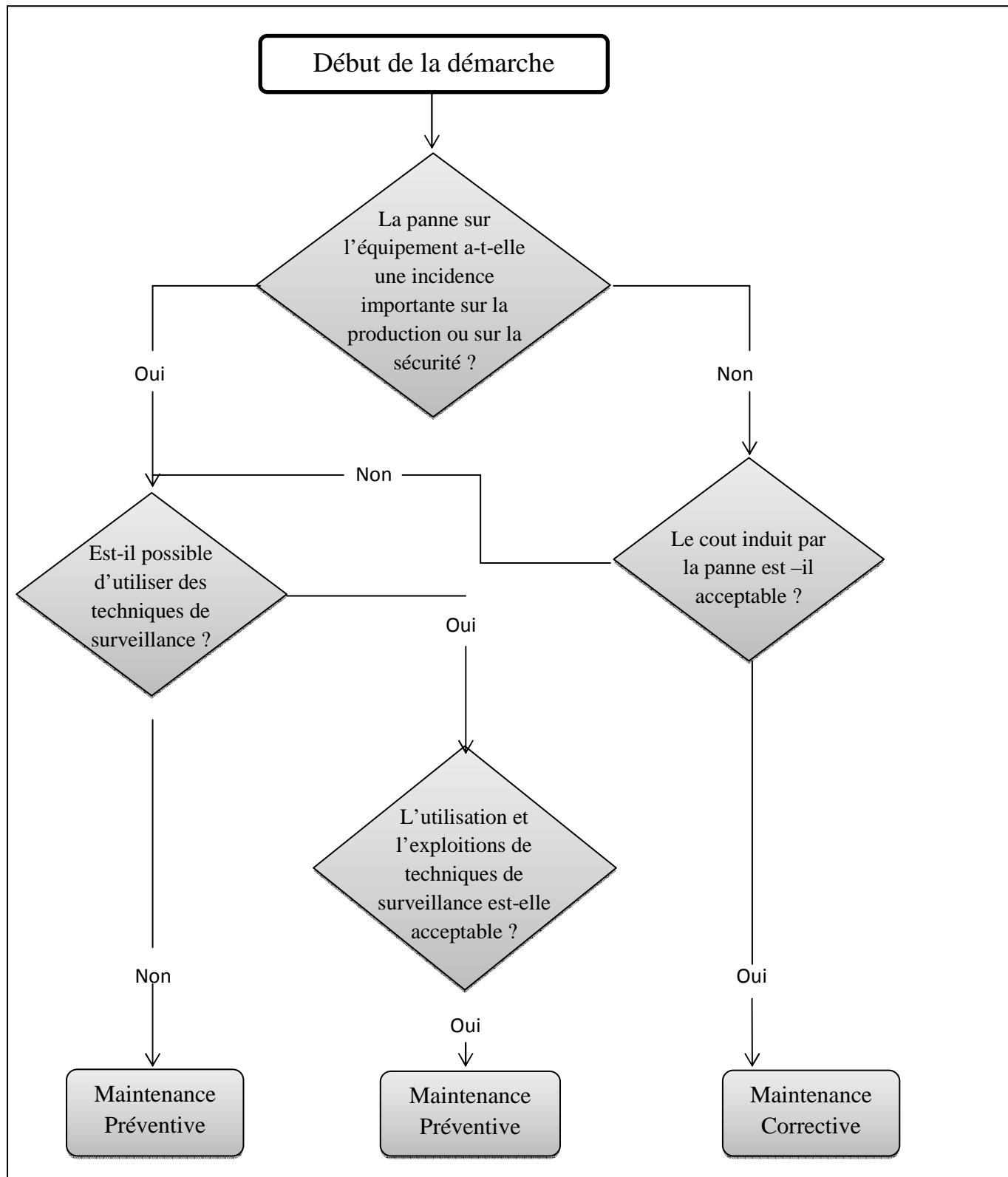


Figure I.1. Types de maintenance

I.6.Choix d’un type de maintenance

La mise en place d'une politique de maintenance nécessite une analyse rigoureuse du système de production, des modes de dégradation, des paramètres physiques pertinents, des moyens à mettre en œuvre, des coûts induits, des objectifs en disponibilité et en gain économique, des qualifications du personnel, des réticences des personnels et des conséquences sur l'organisation générale du service.

L'organigramme suivant représente la démarche suivie pour le choix d'un type de maintenance [2]



FigureI.2. Démarche suivi pour le choix d'un type de maintenance.[2]

I.7. But de la maintenance

La maintenance à pour but : [4]

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

I.8. Les opérations de maintenance

I.8.1. Les opérations de maintenance corrective

- **Le dépannage :**

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

Le dépannage n'a pas de conditions d'applications particulières. La connaissance du comportement du matériel et des modes de dégradation sont à la base d'un bon diagnostic et permettent souvent de gagner du temps.

- **La réparation :**

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

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

Tous les équipements sont concernés.

I.8.2. Les opérations de maintenance préventive [5]

- **Les inspections :**

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

- **Les visites :**

Opérations de surveillance qui, dans le cadre de la maintenance préventive systématique,

s'opèrent selon une périodicité déterminée. Ces interventions correspondent à une liste d'opérations définies préalablement qui peuvent entraîner des démontages d'organes et une immobilisation du matériel. Une visite peut entraîner une action de maintenance corrective.

- **Les contrôles :**

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

- **Révision :**

Ensemble des actions d'exams, de contrôles et des interventions effectuées en vue d'assurer le bien contre toute défaillance majeure ou critique, pendant un temps ou pour un nombre d'unités d'usage donné. Il faut distinguer suivant l'étendue des opérations à effectuer les révisions partielles et les révisions générales. Dans les 2 cas, cette opération nécessite la dépose de différents sous-ensembles. Le terme révision ne doit en aucun cas être confondu avec les termes visites, contrôles, inspections. Les 2 types d'opérations définis (révision générale ou partielle) relèvent du 4ème niveau de maintenance.

I.9. Les niveaux de la maintenance

Dans l'application de la maintenance, les différents cas à intervenir sont repartis selon leurs importances en cinq niveaux [6].

Un niveau de la maintenance se définit par rapport :

- A la nature de l'intervention,
- A la qualification de l'intervenant,
- Aux moyens mis en œuvre.

Selon « AFNOR X60-010 » donne, à titre indicatif, 5 niveaux de maintenance, en précisant la responsabilité, la production ou la maintenance.

- **1^{er} Niveau :**

Réglage simple, prévus par le constructeur aux organes accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement, ou échange d'éléments consommables en toute sécurité.

- **Exemples:**

- Echanges en toutes écriture d'éléments consommables tels que : fusibles, voyants...
- Dégradation d'un produit défectueux sur une machine automatisée après la mise en sécurité de la machine.

Ces interventions de premier niveau peuvent être réalisées par l'exploitant du bien, Sans outillage particulier à partir des instructions d'utilisation.

- **2ème Niveau:**

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

Exemples :

- Graissages d'une machine;
- Contrôle du bon fonctionnement d'un four de traitement thermique;
- Remplacement d'une électrovanne sur un système desserrage de pièce.

Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien de qualification moyenne, sur place avec l'outillage portable défini par les instructions de maintenance.

- **3ème Niveau:**

Identification et diagnostic des pannes, réparations par échange de composants ou d'éléments fonctionnels, réparations mécaniques mineure set toutes opérations courantes de maintenance préventive telle que réglage général ou réalignèrent des appareils de mesure...etc.

Exemples :

- Remplacement d'une bobine de contacteur défectueuse à la suite d'une sur tension;
- Démontage d'un manomètre donnant des indications erronées réétalonnage sur un banc de contrôle, remontage sur la machine.

- **4ème Niveau:**

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

Exemples:

- Révision générale d'un compresseur;
- Démontage, réparation, remontage, réglage d'un treuil de levage;

- **5ème Niveau:**

Rénovation, reconstruction, et modernisation ; par définition, cet perde travaux est donc effectué par le constructeur ou par le reconstruteur.

Exemples :

- Révision générale de la chaufferie d'une usine;
- Rénovations d'une ligne de conditionnement.

I.10. Conclusion

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

Nous allons consacrer le deuxième chapitre pour présenter l'étude de fiabilité, la maintenabilité ainsi la disponibilité.



Chapitre II

ETUDE THEORIQUE DE
FMD

II.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.

Dans ce chapitre l'analyse FMD permettra au gestionnaire de la fonction maintenance de déterminer une stratégie de maintenance basé sur l'étude graphique à travers un exemple pratique qui permet d'obtenir des analyses profondes pour mieux planifier une politique de gestion de la maintenance qu'implique les objectifs désirés .

II.2. Etude de fiabilité

II.2.1. Définition

La fiabilité caractérise l'aptitude d'un système ou d'un matériel à accomplir une fonction requise dans des conditions données pendant un intervalle de temps donné.

II.2.2. Fiabilité et problématique

La fiabilité a sans doute pris son développement depuis la dernière guerre mondiale. Elle est vite devenue une science à part entière dans les applications appartenant à de nombreux domaines. Elle a pour fondements mathématiques la statistique et le calcul des probabilités qui sont nécessaires à la compréhension et à l'analyse des données de fiabilité.

La défaillance (la non fiabilité) augmente les coûts d'après-vente (application des garanties, frais judiciaires,...etc.).

Construire plus fiable augmente les coûts de conception et de production, en pratique, le coût total d'un produit prend en compte ces deux tendances. [7]

II.2.3. Objectif

Utilisée depuis bientôt une dizaine d'années dans l'industrie, le concept de fiabilité permet a l'aide de renseignement statistique recueillies pendant la vie du matériel: [8]

- 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.

II.2.4. Indicateurs de fiabilité (λ) et (MTBF)

Précédemment le taux de défaillance a été défini par des expressions mathématiques a travers un calcul de probabilité. On peut également [7].

$$\lambda = \frac{\text{nombre de défaillances pendant le service}}{\text{durée totale de bon fonctionnement}} \quad (\text{II.1})$$

l'exprimé par une expression physique . Il caractérise la vitesse de variation de la fiabilité au cours du temps. La durée de bon fonctionnement est égale à la durée totale en service moins la durée des défaillances.

Le MTBF (Mean Time Between Failure) est souvent traduit comme étant la moyenne des temps de bon fonctionnement mais représente la moyenne des temps entre deux défaillances. En d'autres termes, Il correspond à l'espérance de la durée de vie t .

Physiquement le MTBF peut être exprimé par le rapport des temps

$$\text{MTBF} = \int_0^{\infty} R(t) \quad (\text{II.2})$$

$$\text{MTBF} = \frac{\text{somme des temps ment entre les(n)defaillance}}{\text{nombre d'intervention de maintenance avec immobilisation}} \quad (\text{II.3})$$

Si λ est constant :

$$\text{MTBF} = \frac{1}{\lambda} \quad (\text{II.4})$$

Par définition le MTBF est la durée de vie moyenne du système.

II.2.5. Allures typiques du graphe $\lambda(t)$ en fonction du temps t

En pratique, le taux de panne λ peut être constant, mais aussi croissant ou décroissant au cour 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 : [9]

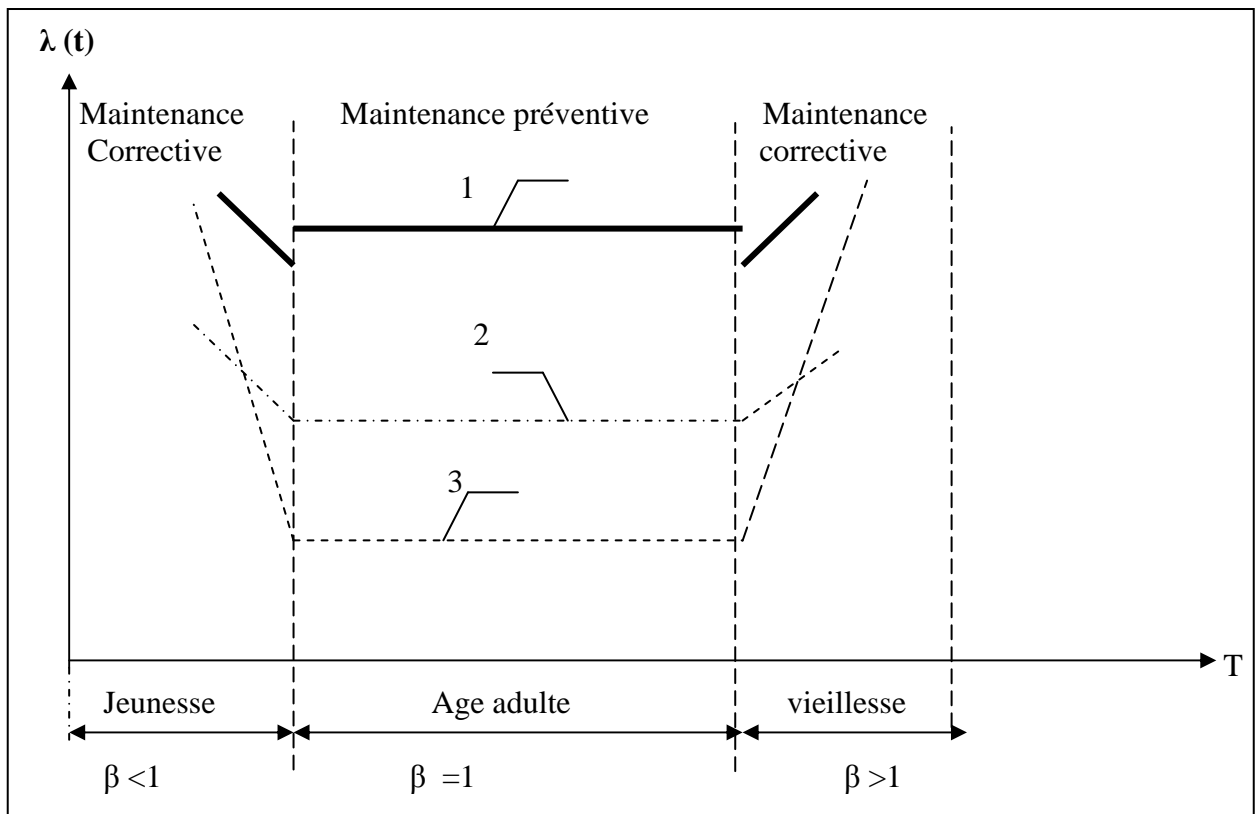


Figure II.1. Courbe en baignoire [9]

1. matériel mécanique
2. matériel électrique
3. matériel électronique

Zone 1 (période de jeunesse)

Période de défaillance précoce (ou période de jeunesse) : c'est le début de la vie du produit et les défaillances sont dites « de jeunesse » (composants neufs présentant des défauts de fabrication...). Le taux de défaillance λ décroît rapidement au cours du temps. Préventions possibles : déverminage, rodage, contrôles et tests renforcés avant livraison, etc. La loi de Weibull (avec $\beta < 1$) est utilisable pour décrire ce type de défaillance.

Zone 2 (période de bon fonctionnement)

Période de défaillance à taux constant (ou sensiblement constant) : c'est la zone de maturité ou de pleine activité du produit pour laquelle le taux de défaillance λ est sensiblement constant.

C'est également le domaine des défaillances imprévisibles se produisant de façon aléatoire. En étude de probabilité, la loi de fiabilité adaptée à cette zone ($\lambda = \lambda(t) = \text{constante}$) est la distribution exponentielle, forme $R(t) = e^{-\lambda t}$. Le phénomène d'arrivée des pannes dans le temps appelé « processus de Poisson ».

Zone 3 (période de vieillissement)

Période de défaillance par vieillissement: c'est la période de fin de vie du produit caractérisée par des défaillances dues à l'âge ou à l'usure des composants. Le taux de défaillances λ croît rapidement avec le temps, du fait de la dégradation du matériel (usures mécaniques, phénomènes de fatigue, dérive des composants électroniques...). Les lois de fiabilité adaptées à cette zone sont : les lois normales, Gamma, log-normale ou encore Weibull (avec $\beta > 2$).

II.2.6. Principales lois utilisées

II.2.6.1 La loi exponentielle

La loi exponentielle a de nombreuses applications dans le domaine de l'ingénierie en particulier dans l'étude de fiabilité d'un équipement. Elle présente également diverses applications dans l'étude des phénomènes d'attentes. [10]

II.2.6.2 La loi normale

Cette loi est aussi appelée loi de Gauss. La loi normale est la loi statistique la plus répandue et la plus utile, elle est utilisée afin d'approcher des probabilités associées à des variables aléatoires binomiales possédant un paramètre 'n' très grand. Elle représente beaucoup de phénomènes aléatoires. De plus, de nombreuses autres lois statistiques peuvent être approchées par la loi normale, tout spécialement dans le cas des grands échantillons. Sa fonction de fiabilité est : [11]

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (\text{II.5})$$

II.2.6.3. La loi de Weibull

L'expression loi de Weibull recouvre en fait toute une famille de lois, certaines d'entre elles apparaissent en physique comme conséquence de certaines hypothèses. C'est en particulier, le cas de la loi exponentielle ($\beta = 1$) et de la loi normale ($\beta = 3$). Ces lois constituent surtout des approximations particulièrement utiles dans des techniques diverses alors qu'il serait très difficile et sans grand intérêt de justifier une forme particulière de loi. Une distribution à valeurs positives (ou, plus généralement mais moins fréquemment, à valeurs supérieures à une valeur donnée) a presque toujours la même allure.

Elle ne part d'une fréquence d'apparition nul, croît jusqu'à un maximum et décroît plus lentement. Il est alors possible de trouver dans la famille de Weibull une loi qui ne s'éloigne pas trop des données disponibles en calculant β et à partir de la moyenne et la variance observées. Sa fonction de fiabilité est : [10]

Avec les paramètres et signification :

γ, β, η définissent la distribution de Weibull.

On utilise trois paramètres :

- β : paramètre de forme ($\beta > 0$)
- η : paramètre d'échelle ($\eta > 0$)
- γ : paramètre de position ($-\infty > \gamma > +\infty$) Sa courbe théorique de distribution est donnée à la figure II.2:

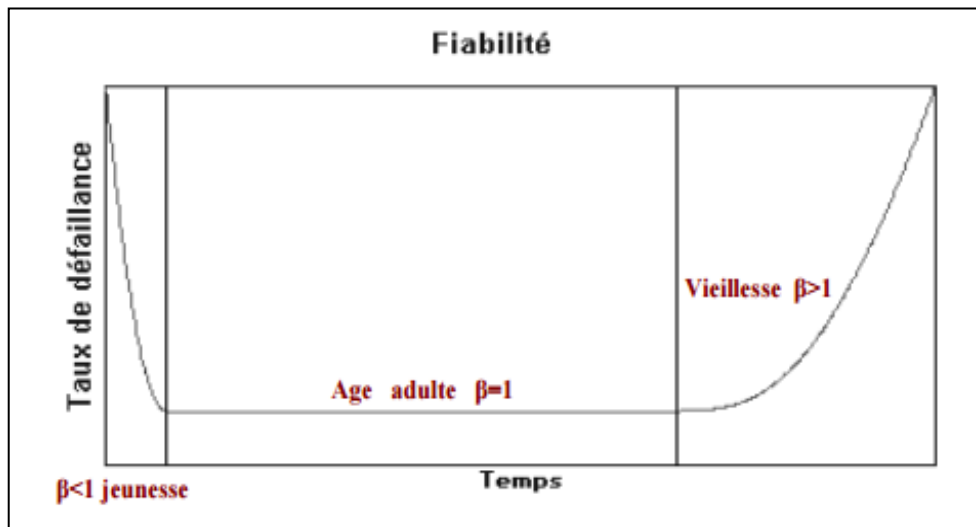


Figure II.2. Courbe en baignoire.

β : est le paramètre de forme du modèle. Nous constatons que : Si $\beta < 1$ le taux de défaillances est décroissant, nous avons donc des panne de jeunesse, si $\beta = 1$ le taux de défaillances est constant et si $\beta > 1$ e taux est croissant, panne de vieillesse ou maturité en mécanique. η : est le paramètre d'échelle et indique l'ordre de grandeur de la durée de vie moyenne. γ : est le paramètre de décalage, souvent il est égal à 0.

Le modèle de Weibull ne peut à lui seul représenter l'ensemble des cofacteurs influents sur la fiabilité de la macro composant, l'adjonction d'un modèle à hasard proportionnel sous forme de régression apporte une réponse qui devrait être plus adaptée.

II.2.6.4. La loi log-normale (ou loi de GALTON)

Soit une VA continue positive; si la variable $Y=\text{Log}x$ 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.

Tableau II.1. Principales lois de survie

	lois exponentielle.	lois de weibull	lois normal	loi log-normale
Fiabilité(lois de survie) : $R(t)$	$e^{(-\lambda_0 t)}$	$e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta}$	$\int_t^0 \frac{1}{\sigma_0 \sqrt{2\pi}} e^{\left[\frac{1(t-\mu)^2}{2\sigma_0^2}\right]}$	$\int_t^0 \frac{1}{\sigma_0 \sqrt{2\pi}} e^{\left[\frac{1(\ln t - \mu)^2}{2\sigma_0^2}\right]}$
Densité des défaillance : $f(t)$	$\lambda e^{(-\lambda_0 t)}$	$\frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta}$	$\int_t^0 \frac{1}{\sigma_0 \sqrt{2\pi}} e^{\left[\frac{1(t-\mu)^2}{2\sigma_0^2}\right]}$	$\int_t^0 \frac{1}{\sigma_0 \sqrt{2\pi}} e^{\left[\frac{1(\ln t - \mu)^2}{2\sigma_0^2}\right]}$
Taux instantané de défaillance : $\lambda(t)$	λ_0	$\frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1}$	$\frac{f(t)}{R(t)}$	$\left[\frac{f(t)}{R(t)}\right]$

II.2.7. Le modèle de Weibull [11]

II.2.7.1 Caractéristiques

a) la fonction de Fiabilité : est désignée par $R(t)$ représentant la probabilité de bon fonctionnement à l'instant t .

$$R(t) = e^{\left[-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta\right]} \quad (\text{II.6})$$

b) La fonction de répartition : est la probabilité que le dispositif soit en panne à l'instant t . Elle est exprimée par :

$$F(t) = 1 - e^{\left[-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta\right]} \quad (\text{II.7})$$

c) Densité de probabilité : elle caractérise la probabilité de panne juste à temps

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left[\frac{t-\gamma}{\eta}\right]^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta\right] \quad (\text{II.8})$$

d) **Taux de défaillance** : est un estimateur de fiabilité. Il s'exprime par :

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t - \gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} \quad (\text{II.9})$$

e) **Le moyen de temps de bon fonctionnement MTBF** :

$$\text{MTBF} = \gamma + A\eta \quad (\text{II.10})$$

II.2.7.2. Signification des paramètres de weibull

a. Paramètre de forme β :

La courbe théorique de distribution est montrée à la **figure II.3**. On peut remarquer l'influence du paramètre β (coefficient de forme).

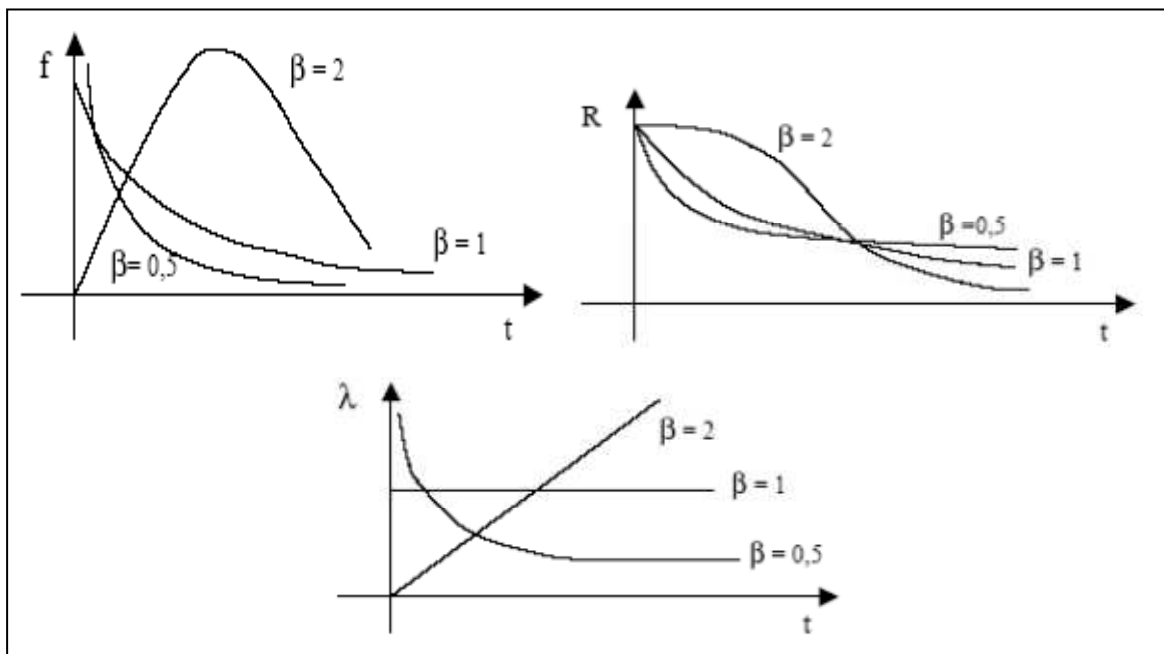


Figure II.3. Courbes théoriques de Weibull

- **$\beta < 1$** : correspond à la zone décroissante de la courbe, c'est la période de mise en place et de rodage l'installation (période de jeunesse).
- **$\beta = 1$** : correspond à la zone où le taux de défaillance aléatoire est pratiquement constant, c'est la période de défaillance aléatoire qui ne présente généralement aucune symphonie de dégradation préalable (vie utile) c'est la période la plus longue.
- **$\beta > 1$** : correspond à la zone croissant rapide. C'est l'époque de vieillesse qui est provoquée par l'usure mécanique.

b. Paramètre de position γ

Il permet de déterminer la date du début de défaillance, son unité est celle du temps, Si:

- $\gamma < 0$: les défaillances sont débutées avant l'origine du temps.
- $\gamma = 0$: les défaillances ont pour début l'origine du temps.
- $\gamma > 0$: il ya une survie normal entre $t = 0$ et $t = \gamma$.

c. Paramètre d'échelle η

En unité qui est associé à l'échelle utilisé sur graphe d'alliant platt.

Ce graphe est gradué comme suit :

- en abscisse $\ln t$
- en ordonnée $\ln \frac{1}{1-f(t)}$

II.2.7.3. Calcul de la fonction de répartition $F(t)$

L'historique d'un système permet de calculer les temps de bon fonctionnement (TBF). Donc des fréquences cumulées de défaillance notées $F(i)$ fonction de répartition. Pour chaque système, le nombre de TBF relevé est appelé N , et en fonction de l'importance de celui-ci, il faut distinguer.

- $N > 50$: les TBF sont regroupés par classe et dans ce cas $F(i)$ est donnée par :

$$F(i) = \frac{i}{N} = \frac{\sum ni}{N} \quad (\text{II.11})$$

- $20 < N < 50$: dans ce cas, on donne un rang i à chaque TBF. On utilise la formule d'approximation des rangs moyen pour le calcul de $F(i)$, ce qui donne :

$$F(i) = \frac{i}{N+1} = \frac{\sum ni}{N+1} \quad (\text{II.12})$$

- $N < 20$: dans ce cas, on utilise la formule d'approximation des rangs médians pour le calcul de (i) ,

ce qui donne :

$$F(i) = \frac{i-0.3}{N+0.4} = \frac{\sum ni-0.3}{N+0.4} \quad (\text{II.13})$$

II.2.8. Test de KOLMOGOROV- SMIRNOV

Au une restriction n'est nécessaire, quel que soit la taille (n) on peut l'applique. L'idée du test est de compare la fonction réelle de répartition des défaillances à la fonction de répartition théorique. Il consiste à mesurer l'écart point par point entre ces deux fonctions : [12]

$$\mathcal{D}n_{max} = |F(i) - F(t)| \quad (II.14)$$

Ou : $F(t)$ est la fonction de répartition réelle ; elle peut être obtenue par la méthode des range moyens

$$F(i) = \frac{\sum ni}{N} \quad (II.15)$$

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \quad (II.16)$$

On montre que $\mathcal{D}n = \text{Max } |F(i) - F(t)|$ suit une loi ne dépendant que de η , et on écrit que :

$$P(\text{Max } |F(i) - F(t)| < \mathcal{D}n, \alpha) = 1 - \alpha \quad (II.17)$$

* Si $\mathcal{D}n_{max} > \mathcal{D}n_\alpha$ on refuse l'hypothèse du modèle théorique.

* Si $\mathcal{D}n_{max} < \mathcal{D}n_\alpha$ on accepte l'hypothèse du modèle théorique.

α : le seuil de confiance ou le niveau significatif, dépend de la politique de maintenance exigée.

Remarque: la valeur de $\mathcal{D}n_\alpha$ est donnée par la table de Kolmogorov-Smirnov.

II.3. Etude de maintenabilité

II.3.1. Définition

Dans des conditions données, la maintenabilité est l'aptitude d'un bien à être maintenu ou rétabli dans un état où il peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, en utilisant des procédures et des moyens prescrits.

Maintenabilité = être rapidement dépanné

C'est aussi 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 données, en utilisant des procédures et des moyens prescrits.

A partir de ces définitions, on distingue :

- La maintenabilité intrinsèque : elle est « construite » dès la phase de conception à partir d'un cahier des charges prenant en compte les critères de maintenabilité (modularité, accessibilité, etc).
- La maintenabilité prévisionnelle : elle est également « construite », mais à partir de l'objectif de disponibilité.
- La maintenabilité opérationnelle: elle sera mesurée à partir des historiques d'interventions. L'analyse de maintenabilité permettra d'estimer la MTTR ainsi que les lois probabilistes de maintenabilité (sur les mêmes modèles que la fiabilité). [13]

II.3.2. La fonction maintenabilité

C'est la probabilité pour qu'un dispositif soit réparé avant le temps t

$$M(t) = 1 - e^{-\mu t} \quad (\text{II.18})$$

Le taux de réparation (μ)

$$\mu = 1 / \text{MTTR} \quad (\text{II.19})$$

μ est le taux de réparation ou le nombre d'intervention par unité de temps.

MTTR: Moyenne des temps de réparation

$$\text{MTTR} = \sum \text{TR} / N \quad (\text{II.20})$$

TR est le temps de réparation

II.3.3. Observations

La maintenabilité caractérise la facilité à remettre ou de maintenir un bien en bon état de fonctionnement. Cette notion ne peut s'appliquer qu'à du matériel maintenable, donc réparable. « Les moyens prescrits » englobent des notions très diverses : moyens en personnel, appareillages, outillages, etc. La maintenabilité d'un équipement dépend de nombreux facteurs:

Facteur liés a l'équipement	facteur liés au constructeur	facteur liés a la maintenance
-documentation -aptitude au démontage -facilité d'utilisation	-conception -qualité de service après-vente -facilité d'obtention des pièces de rechange -cout des pièces de rechange	-préparation et formation des personnel -moyens adéquats -études d'améliorations (maintenance amélioratives)

Remarque : On peut améliorer la maintenabilité en :

- Développant les documents d'aide à l'intervention,
- Améliorant l'aptitude de la machine au démontage (modifications risquant de coûter cher),
- Améliorant l'interchangeabilité des pièces et sous ensemble.

II.3.4. Maintenabilité et maintenance

Pour un technicien de maintenance, la maintenabilité est la capacité d'un équipement à être rétabli lorsqu'un besoin de maintenance apparaît. L'idée de « facilité de maintenir » se matérialise par des mesures réalisées à partir des durées d'intervention.

Il est évident que la maintenabilité intrinsèque est le facteur primordial pour que la maintenance soit performante sur le terrain. En effet, une amélioration ultérieure de la maintenabilité initiale n'est jamais chose facile.

Il est donc indispensable que la maintenance sache définir ses besoins et les intégrer au cahier des charges d'un équipement nouveau afin que celui-ci puisse être facilement maintenable.

II.3.5. Maintenabilité et disponibilité

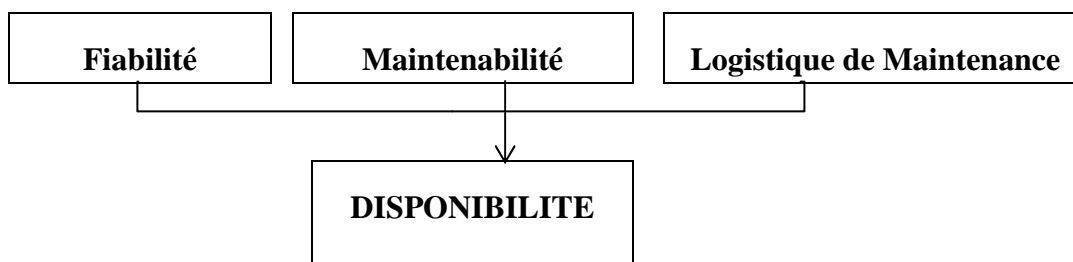


Figure II.4. Composant de la disponibilité.

Le schéma ci-dessus rappelle les composantes de la disponibilité d'un équipement. Il met en évidence :

- Que la maintenabilité est un des leviers d'action pour améliorer la disponibilité et donc la productivité d'un équipement,
- Que la fiabilité et la maintenabilité sont 2 notions parallèles de même importance (et dont les démarches d'analyse sont semblables).

II.4. Etude de la disponibilité

II.4.1. Définition de la disponibilité

La norme **AFNOR X60 – 500** définit la disponibilité comme « 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 ». [13]

II.4.2. Différents niveaux de la disponibilité

II.4.2.1. 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 :

$$D_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (\text{II.21})$$

MTBF : moyenne des temps de bon fonctionnement (Mean Time Between Failures).

MTTR : moyenne des temps d'immobilisation pour intervention de maintenance (Mean Time To Repaire).

D'où :

$$MTBF = \frac{TCBF}{N_c} \quad (II.22)$$

$$MTTR = \frac{\sum TR}{N_c} \quad (II.23)$$

Avec :

TCBF: Temps cumulé de bon fonctionnement.

NC : Nombre d'interventions de maintenance avec immobilisation

Remarque : Cette disponibilité correspond à des conditions idéales, c'est-à-dire avec un support logistique parfait

II.4.2.2. Disponibilité moyenne

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

$$D_m = \frac{TCBF}{MCBF + TCI} \quad (II.24)$$

TCI: Temps cumulé d'immobilisation

Remarque : Le temps cumulé d'immobilisation comprend les temps d'intervention et les temps logistiques.

II.4.2.3. Disponibilité opérationnelle

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

$$D_o = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR + MTL} \quad (II.25)$$

Avec :

M.T.L. : moyenne des temps logistiques.

II.4.2.4. Disponibilité asymptotique

Lorsque λ et μ sont indépendants des 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_∞ elle est égale à :

$$A_\infty = \frac{\mu}{\mu + \lambda} \quad (\text{II.26})$$

Avec :

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \quad (\text{II.27})$$

$$\mu = \frac{1}{MTTR} \quad (\text{II.28})$$

II.4.2.5. 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:

$$D(t) = \frac{\mu}{(\mu + \lambda)} + \frac{\lambda}{(\mu + \lambda)} e^{-(\mu + \lambda)t} \quad (\text{II.29})$$

II.5. Méthode ABC (Diagramme Pareto)

II.5.1. Introduction

Une des règles d'or de la maintenance est de ne pas traiter tous les problèmes sur un même pied d'égalité, il faut donc déceler les problèmes les plus importants qui valent la peine d'être abordés et ne pas se laisser accaparer par les détails.

La méthode d'analyse ABC permet de mettre en évidence les éléments les plus importants sur lesquels il faut concentrer les efforts et les interventions. [14]

II.5.2. Origine de la méthode ABC

Un économiste italien, Wilfred Pareto, en étudiant la répartition des impôts constata que 20 % des contribuables payaient 80 % de la recette de ces impôts. D'autres répartitions analogiques ont pu être constatées, ce qui a permis d'en tirer la loi des 20-80 ou la loi de Pareto. Cette loi peut s'appliquer à beaucoup de problèmes, c'est un outil efficace pour le choix et l'aide à la décision

- 1) Exemple de répartition appliquées à la maintenance.

20 % des systèmes représentent 80 % des pannes.

20 % des interventions représentent 80 % des coûts de maintenance.

20 % des composants représentent 80 % de la valeur des stocks.

2) Mise en application de la loi.

L'exploitation de cette loi permet de déterminer les éléments les plus pénalisants afin d'en diminuer leurs effets :

- Diminuer les coûts de maintenance.
- Améliorer la fiabilité des systèmes.
- Justifier la mise en place d'une politique de maintenance

II.5.3. Fonction

Suggérer objectivement un choix, c'est-à-dire classer par ordre d'importance des éléments (produits, machines, pièces...) à partir d'une base de connaissance d'une période antérieure (historique de pannes par exemple). Les résultats se présentent sous la forme d'une courbe appelée courbe ABC dont l'exploitation permet de détecter les éléments les plus significatifs du problème à résoudre et de prendre les décisions permettant sa résolution [14]

II.5.4. Méthode

L'étude suppose obligatoirement que l'on est :

Un historique

Des prévisions

Pour un secteur ou un système donné l'application de la loi de Pareto impose plusieurs étapes :

a) Définition de l'objectif de l'étude et de ses limites.

Ces éléments peuvent être :

- Des matériels.
- Des causes de pannes.
- Des natures de pannes...

b) Choisir le critère de classement.

Organiser le classement selon les critères de valeurs retenus (les coûts, les temps, les rebuts...).

Construire un graphique.

c) Ce graphe fera apparaître les constituants sur la situation étudiée.

d) Déterminer les zones ABC.

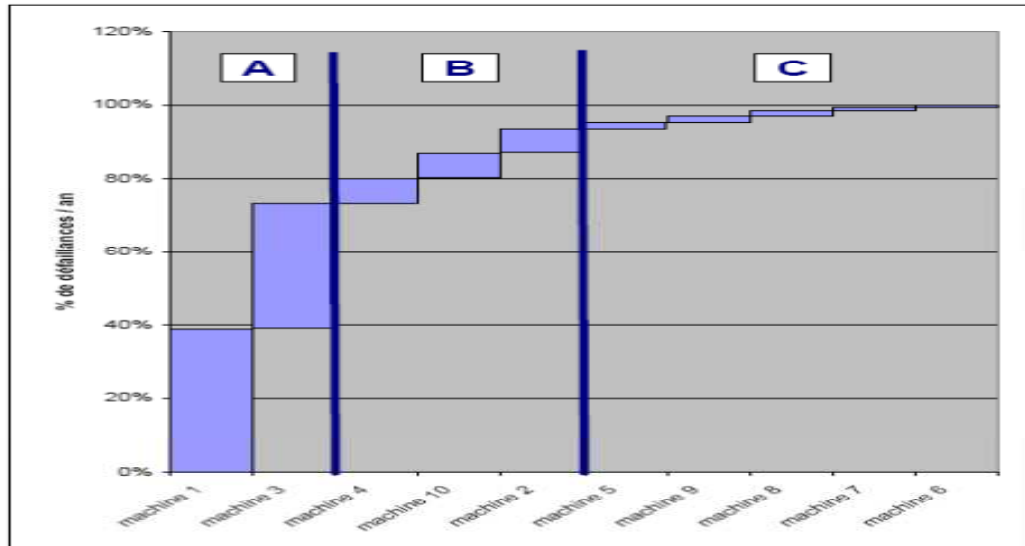


Figure II.5 courbe ABC

La méthode ABC est très proche de la technique du diagramme de Pareto, sauf que les trois catégories A, B et C se caractérisent par trois seuils :

A = accumulation à 80 %;

B = les 15 % suivants (95 % au total);

C = les 5 % restants (100 % au total).

e) Interprétation de la courbe.

L'étude porte dans un premier temps sur les éléments constituant la Zone A en priorité.

Si les décisions et modifications apportées aux éléments de la zone A ne donnent pas satisfaction, on continuera l'étude sur les premiers éléments de la zone B jusqu'à satisfaction. Les éléments appartenant à la zone C peuvent être négligés, car ils ont peu d'influence sur le critère étudié.

II.6.Conclusion

La Fiabilité, Maintenabilité et la disponibilité sont des notions fondamentales de même importance. Fiabilité=ne pas avoir de défaillance

Maintenabilité= être rapidement dépanné,

Disponibilité=être en état d'accomplir sa fonction.

Dans ce chapitre nous avons présentés les notions global de la fiabilité, maintenabilité ainsi la disponibilité.



Chapitre III

REPRESENTATION DE LA
SOCIETE

III.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous tenterons de présenter l'entreprise dans la quelle le projet de fin d'études s'est déroulé à savoir, l'Entreprise Faderco de Sétif. Pour se faire, nous présenterons la situation géographique de cette entreprise, ses activités, sa structure et finalement son organisation.

III.2. Représentation de la société

Historique

Société par Actions (SPA), Faderco est avant tout une entreprise familiale. Fondée en 1986, nous n'avons eu de cesse depuis lors de diversifier nos offres en maximisant les intrants locaux. Notre histoire résulte de l'accomplissement de projets industriels d'envergures et de lancements de produits adaptés. Tout ceci est rendu possible grâce à une écoute constante des besoins des consommateurs et des impératifs du marché.

Tout a commencé avec les cotons tiges et l'hygiène féminine qui furent les premières activités développées en 1986. Faderco est aujourd'hui le leader national en hygiène féminine avec une offre large composée de 14 produits permettant d'assurer le confort quotidien de 12 millions de femmes.

Faderco a poursuivi son expansion avec l'introduction des couches bébés en 2000, les rendant accessibles à tous. Nos marques de change pour bébé font aujourd'hui de Faderco le leader du marché avec plus de 820 millions de couches produites chaque année.

Faderco est en constante évolution et la production entièrement nationale a toujours été au cœur de notre réflexion stratégique. Notre marque Uni-form, spécialisée dans les produits d'incontinence pour adultes et alèses de lit, en est le meilleur exemple : trois ans ont en effet suffi à Faderco pour atteindre 100% de couverture nationale en matière d'incontinence adulte.

Cette réflexion basée sur le long terme nous a également poussés à produire localement, depuis 2015, la pâte à papier nécessaire à la transformation et à la production de la majorité de nos produits. Depuis sa création en 1986, Faderco n'a qu'un but : placer le client au cœur de ses préoccupations.

Faderco est aujourd'hui un acteur majeur de l'industrie nationale et de l'hygiène corporelle en particulier. L'entreprise s'est développée avec une croissance soutenue tout au long de ces 30 dernières années. Aujourd'hui, avec 1 600 collaborateurs, 11 marques réparties dans 7 domaines d'activités stratégiques et 2 filiales, Faderco poursuit son aventure et continue à apporter ses produits de qualité à tous.

Soucieuse d'être plus proche de ses consommateurs, Faderco fait de la logistique et de la distribution sa priorité. Pour cela, la marque a créé en 2011 une société spécialisée dans la distribution,

Difex, afin de répondre aux besoins grandissants des consommateurs tout en poursuivant l'élan naturel du groupe vers plus de proximité. Difex dispose ainsi de 4 plateformes de distribution à Alger, Sétif, Constantine et Oran. Elle couvre dès lors plus de 25 000 points de vente tout en employant plus de 350 personnes.

« Notre filiale Difex pour mission de livrer nos produits à travers tout le territoire et nous permet d'être au plus près des consommateurs. » Responsable de la distribution chez Faderco.

Alors que le site de production de Warak, spécialisé dans la production de ouate de cellulose (pâte à papier), a vu le jour en 2015 ; Faderco a pris l'initiative de créer la même année la filiale Injazat, spécialisée quant à elle dans la réalisation et gestion de projets en bâtiment pour Faderco.

III.3. Localisation du complexe



Figure III .1 .Représentation de l'entreprise par la mappe

Implantation commune de Séif

Statut juridique : Société par Actions (SPA),

Superficie totale : 123.000 m²

Superficie couverte : 24.000m²

Lieu d'implantation : située à 262 km au sud-est d'Alger, sur un important axe desservant plusieurs villes des hauts plateaux (M'sila, Sétif, Batna, Bordj bou arreridj).

III.4. Organisation

FADERCO, composées d'hommes et de femmes, constituent leur force. Un vivier de savoir-faire et de connaissances toutes vouées au bien-être des consommateurs. Une nouvelle génération constamment épaulée par une expertise trentenaire qui transmet le savoir-faire de Faderco.

Nous développons ainsi des équipes confirmées et déterminées dans tous les départements de notre entreprise.

FADERCO emploie actuellement 1600 personnes, un nombre en constante évolution. Ces employées ont été divisées en trois usines situées à Alger et à Sétif, leur usines ainsi que leur bureaux évoluent également afin de permettre à toutes nos équipes de travailler conjointement dans le meilleur cadre possible.

III.5. Activités

FADERCO porte au cœur de son métier les préoccupations des familles algériennes en leur proposant des produits qui facilitent leur quotidien. Sa force réside dans sa proximité avec les consommateurs mais aussi avec la société dans son ensemble. Autrement dit, Faderco est une entreprise responsable, soucieuse de son impact sur l'environnement dans lequel elle évolue.

Leur actions citoyennes se concentrent ainsi sur l'aide à l'enfance et le soutien au sport, piliers de notre politique de « Responsabilité sociétale ».

La gamme de FADERCO varie selon l'âge et les besoins du marché algérien, Faderco a effectué un large investissement dans la fabrication des tissus en cellulose (Papier) sous le nom WARAK, et aussi Faderco est connue par la marque BIMBIES et COTEX.

Des produits du quotidien, à tous les âges de la vie.

Les produits à usage unique pour l'hygiène, la santé et l'essuyage sont incontournables de notre vie quotidienne. Nous les utilisons chaque jour : à la maison, en entreprise, à l'école, dans les lieux de détente, au restaurant, à l'hôpital... Les produits à usage unique pour l'hygiène, la santé et l'essuyage protègent, absorbent, essuient. Ils assurent la meilleure hygiène possible par leurs caractéristiques de conception et de fabrication, et le fait de ne servir qu'une seule fois puisque ce sont des produits à usage unique.

Pour la plupart, ils sont utilisés en contact avec la peau ou les muqueuses. Certains sont mis occasionnellement en contact avec les aliments. D'autres sont destinés à la protection ou à l'essuyage d'objets. D'autres enfin répondent à des exigences d'hygiène optimales (au bloc opératoire par exemple).

Sous leur apparente simplicité, les produits à usage unique pour l'hygiène, la santé et l'essuyage sont le résultat de recherches et de développements grâce auxquels ils s'adaptent en permanence à l'évolution des besoins des consommateurs et contribuent ainsi à l'amélioration de la qualité de la vie.

A chaque produit, sa fonctionnalité
homme-mouchoir

Les produits d'hygiène papier

- Papier-toilette,
- Essuie-tout ménager,
- Mouchoirs,
- Nappes, sets, serviettes de table,
- Essuie-mains papier,
- Autres articles d'essuyage dont industriel,
- Draps d'examen.

Les produits d'hygiène papier sont majoritairement composés de produits en ouate de cellulose (produits « tissu »). Ils sont utilisés pour l'hygiène de la personne ou pour la propreté des surfaces ou des objets. Ils se présentent en formats individuels regroupés en paquets, étuis ou boîtes, ou bien en rouleaux ou bobineaux.

Les produits d'hygiène absorbants :

- Couches-bébés (changes complets, culottes-couches, ...),
- Protections féminines (tampons, serviettes périodiques, protège-slips), femme-tampon,
- Protections pour incontinents (protections anatomiques, changes complets, slips absorbants, couches droites, alèses absorbantes...).

Les produits d'hygiène absorbants comportent un matelas absorbant, généralement composé de pâte de bois défibrée (pâte fluff) avec des super-absorbants, associé à d'autres matériaux tels que plastique, nontissé, élastiques... Ces produits sont, pour la large majorité d'entre eux, des produits portés à même le corps.



Figure III.2. Produits de Faderco

III.6. Procède de fabrication

a) Fabriquer des produits d'hygiène papier

Un produit en ouate de cellulose (produit tissue) est fabriqué selon un procédé papetier adapté qui consiste à fabriquer la ouate de cellulose puis à la transformer en produit fini.

b) La ouate de cellulose

La ouate de cellulose s'obtient à partir d'un procédé de fabrication papetier spécifique consistant pour l'essentiel à mélanger des fibres de cellulose issues du bois ou des fibres issues de papiers récupérés, avec de l'eau pour obtenir une pâte très diluée qui va être répartie sur une large toile.

Les fibres de cellulose sont issues du bois ou des fibres issues de papiers récupérés ou d'un mélange. Le fabricant choisit ses fibres (composition fibreuse) selon le produit final à fabriquer. Ainsi à procédé de fabrication de base identique, on rencontrera des ouates de cellulose différentes d'un produit à l'autre, d'un fabricant à un autre, en fonction de sa composition et de l'usage final du produit.

Classiquement, la feuille se forme en séchant en passant simultanément sur un cylindre sécheur et sous une hotte à très haute température. La feuille est ensuite crêpée très finement, sans que cela soit rendu visible à l'oeil nu. C'est le type de crêpage qui influe sur la résistance et la douceur de la feuille.

A ce stade la fabrication de la ouate de cellulose (papier tissue) est terminée. On obtient une bobine de ouate de cellulose de plusieurs tonnes (bobine-mère) qui va subir plusieurs étapes de transformation pour obtenir le produit fini (produit tissue) qui sera vendu au consommateur.



Figure III.3. Tissue machine.

c) La transformation en produit fini

La bobine-mère est acheminée du site de production vers le site de transformation. La plupart du temps la production et la transformation ont lieu sur le même site de fabrication.

A partir des bobines-mères (utilisées entières ou préalablement découpées), on assemble classiquement plusieurs épaisseurs de ouate de cellulose selon divers procédés qui confèrent des propriétés spécifiques au produit final qui sera obtenu.

L'ensemble est découpé à la largeur du produit final et chaque feuille individuelle est formée ou prédécoupée suivant le produit.

In fine rouleaux ou paquets sont formés sur une machine appropriée puis conditionnés en vue de leur vente au consommateur final, regroupés et palettisés en vue de leur acheminement chez le distributeur



Figure III.4. Déplacez le rouleau-mère du site de production vers le site de traitement.



Figure III.5. Assemblage de produit et exportation.

d) Fabriquer des produits d'hygiène absorbants

Les produits d'hygiène absorbants sont fabriqués sur des sites dédiés selon une technologie d'assemblage de composants, selon un procédé de fabrication en ligne automatisé de la matière première au produit fini emballé.

Généralement, les produits d'hygiène absorbants sont composés de matières synthétiques (polyéthylène, polyester, polypropylène ou un mélange) et également des fibres de cellulose (issues du bois ou dérivées, ou du coton). Ces fibres peuvent être associées à des super-absorbants. C'est ce qui constitue le matelas (ou noyau) absorbant du produit. Le choix des composants varie selon le type de produit et les caractéristiques recherchées.

Sur une machine, les différents composants sont découpés et assemblés en ligne pour constituer le produit fini, jusqu'à son conditionnement dans l'emballage de vente au consommateur.

Les produits ainsi emballés sont rassemblés dans des emballages de transport qui sont ensuite palettisés en vue de leur acheminement vers les centres de distribution.

La fabrication des produits d'hygiène portés est différente de celle des produits d'hygiène papier :

- Une seule machine prépare et assemble les différents constituants du produit.
- La pâte issue du bois n'est pas transformée en feuille : c'est une matière première qui est défibrée au moment de la fabrication du produit pour constituer un coussin absorbant.

III.7. GMAO

III.7.1. Introduction

Certaines idées reçues répandent que l'utilisation d'une GMAO doit résoudre tous les problèmes rencontrés dans les services de maintenance.

- Or les solutions ne sont pas simples. •Beaucoup d'entreprise sont acheté un logiciel du commerce et l'ayant mis à disposition des mainteniciens, s'aperçoivent très vite que les problèmes , loin d'être résolus , sont encore plus complexes : les mainteneurs invoquent une lourdeur supplémentaire d'un travail de type administratif sans en voir les bienfaits escomptés [15].

III.7.2. Gestion de maintenance assistée par ordinateur

GMAO signifié la gestion de maintenance assisté par ordinateur il s'agit d'un logiciel spécialisé pour réaliser la gestion d'un service technique. La GMAO est constitué d'une base de données « historique » qui est alimenté par le personnel de maintenance via un formulaire. Chaque GMAO est personnalisée selon les besoins spécifique d'exploitation de l'historique ou le fonctionnement d'un site.

III.7.3. Caractéristiques générales

Un système informatique de management de la maintenance est un progiciel organisé autour d'une base de données permettent de programmer et de suivre sous les trois aspects techniques, budgétaires et organisationnel, toutes les activités d'un service de maintenance et les objets de cette activité (services, lignes d'atelier machines ,équipements , sous-ensembles , pièces , etc.) à partir de terminaux répandus dans les bureaux techniques, les ateliers ,les magasins et bureaux d'approvisionnement.

Le logiciel de GMAO permet de construire une base de données dans laquelle on retrouvera :

- Les articles du magasin, les fournisseurs,
- La gestion des demandes d'interventions. Des entrées et sorties des articles,
- La gestion des achats,
- La gestion des actifs (équipements et sous-ensembles),
- La gestion des interventions correctives, préventives,
- Les analyses financières et le suivi des indicateurs de maintenance,
- La gestion des contacts clients et la facturation.

III.7.4. Objectifs de la GMAO

III.7.4.1. Objectifs à caractère économique

- Réduction des coûts de revient par diminution des coûts de maintenance,
- Gestion des parcs de matériels,
- Gestion des pièces de rechange,
- Gestion prévisionnelle de la maintenance,

III.7.4.2. Objectifs à caractère technique

- Réduction des temps de maintenance,
- Facilite la maintenance des systèmes complexes,
- Amélioration de la disponibilité du parc,
- Augmentation de la qualité de maintenance,
- Prolongation de la durabilité des équipements,
- Facilite le suivi de l'activité de maintenance,
- Amélioration de la gestion de la documentation.

III.7.4.3. Objectifs à caractère humain

- Libérer le technicien de tâches présentant peu d'intérêt,
- Accroître la rigueur dans l'analyse des informations.

III.7.5. Structure des logiciels GMAO

- Tous les logiciels GMAO ont en commun la même structure modulaire proposant les mêmes fonctions.
- Logiciel GMAO —————> différents modules



Figure III.6. Structure des logiciels GMAO

- Gestion des équipements,
- Gestion du suivi opérationnel des équipements,
- Gestion des interventions en interne et en externe,
- Gestion du préventif,
- Gestion des stocks,
- Gestion des approvisionnements et des achats,
- Analyse des défaillances,
- Gestion du budget et suivi des dépenses,

- Gestion des ressources humaines,
- Tableaux de bord et statistiques,
- Autres modules et interfaçages possibles.

Domaines à gérer en maintenance :

- Les activités du service de maintenance,
- Le matériel,
- Les stocks de rechanges et l'approvisionnement,
- La gestion budgétaire : ventilation des coûts par matériel, service, type de maintenance.
- Les investissements,
- Les ressources humaines.

III.8.Conclusion

La société algérienne (Faderco) à une grande importance au niveau algérien et international, grâce à sa production et sa commercialisation

Nous avons réalisé notre stage de fin d'études au service maintenance. nous avons observé à travers nos leçons que les leçons théoriques et appliquées sont intégrées, et que le stage est la fenêtre ouverte

Sur le monde appliqué où nous avons été autorisés à interagir plus dans les domaines scientifiques . La présentation de ces derniers fait l'objet du prochain chapitre.



Chapitre IV

HISTORIQUE DES PANES
ET APPLICATION

IV.1.Introduction

Dans le chapitre II précédant nous avons étudié théoriquement la FMD avec les lois présentées dans ce chapitre. Nous avons choisie loi Weibull parce que la loi plus utilisé dans la domaine de maintenance, nous mettrons en œuvre les relations et calcules les équations de cette loi (loi Weibull), et loi de log-normale Afin de déterminer la FMD de ligne de filage. et on début de cette chapitre présenter la ligne, ET après sa présenter l'historique de panne de la ligne puis applique les calcule avec les programme LOG-LAALA pour déterminé les paramètres de Weibull (β , η , γ) et tracé les courbes.

IV.2. Analyse de la fiabilité

IV.2.1Application de modèle de Weibull

a) Le temps de bon fonctionnement

Le calcul des temps de bon fonctionnement et les temps d'arrêts à raison de 24h de travail par jour, nous donnons les résultats suivants :

Tableau IV.1. Valeur de temps de bon fonctionnement

N°	Temps d'arrêt (T.R) [h]	Temps de bon fonctionnement (T.B.F) [h]
1	11	205
2	2,1	21,9
3	10,5	37,5
4	4,5	67,5
5	14,67	177,33
6	3,5	140,5
7	2,33	93,67
8	9,5	86,5
9	1,67	70,33
10	8	64
11	6,83	65,17
12	6	114
13	7,01	160,99
14	3,67	140,33
15	5	163
16	4,25	91,75
17	1,75	142,25
18	1	119
19	22,5	121,5
20	5,5	66,5
21	8	232
22	15	105
23	13,5	58,5
24	4,5	163,5
25	6	42

26	18,5	149,5
27	1	191
28	2	382
29	2	70
30	20,5	99,5
31	7	65
32	1	215
33	20	100
34	31	233
35	1,5	70,5
36	2,75	93,25
37	1	167
38	3,5	92,5
39	6	66
40	1	95

On a $ni > 20$

Pour pouvoir utiliser le papier d'ALAIN PLAÏT (dit de WEIBULL), il faut calculer la fonction de répartition $f(t_i)$, donc on applique la méthode des rangs moyens :

$$\mathcal{F}(t_i) = \frac{\sum ni}{N + 1}$$

D'après les données de départ, on a obtenu le tableau suivant

Tableau IV.2. Valeur de fonction repartition réelle $f(t_i)$

Temps de bon fonctionnement (T.B.F) [h]	ni	$\sum ni$	$\mathcal{F}(t_i) = \frac{\sum ni}{N + 1}$
205	1	1	0,024390244
21,9	1	2	0,048780488
37,5	1	3	0,073170732
67,5	1	4	0,097560976
177,33	1	5	0,12195122
140,5	1	6	0,146341463
93,67	1	7	0,170731707
86,5	1	8	0,195121951
70,33	1	9	0,219512195
64	1	10	0,243902439
65,17	1	11	0,268292683
114	1	12	0,292682927
160,99	1	13	0,317073171
140,33	1	14	0,341463415
163	1	15	0,365853659
91,75	1	16	0,390243902
142,25	1	17	0,414634146
119	1	18	0,43902439
121,5	1	19	0,463414634

66,5	1	20	0,487804878
232	1	21	0,512195122
105	1	22	0,536585366
58,5	1	23	0,56097561
163,5	1	24	0,585365854
42	1	25	0,609756098
149,5	1	26	0,634146341
191	1	27	0,658536585
382	1	28	0,682926829
70	1	29	0,707317073
99,5	1	30	0,731707317
65	1	31	0,756097561
215	1	32	0,780487805
100	1	33	0,804878049
233	1	34	0,829268293
70,5	1	35	0,853658537
93,25	1	36	0,87804878
167	1	37	0,902439024
92,5	1	38	0,926829268
66	1	39	0,951219512
95	1	40	0,975609756

b) Détermination des paramètres de WEIBULL :

A partir de logiciel LOG _ LAALA, On déduire les paramètres: β , η , γ , MTBF,...?

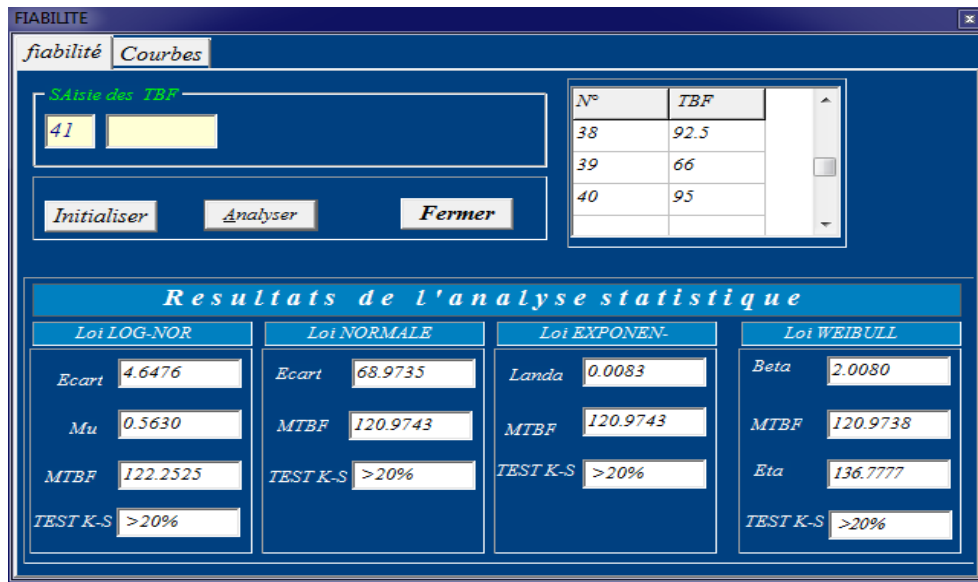


Figure IV.1 . Paramètres loi de weibull en logiciel Log-LAALA

$\beta=2.008$

$\gamma=0$ (l'allure est une droite)

$\eta=136.7777$ h

MTBF=120.9738 h

IV.2.2. Le test de KOLMOGOROV SMIRNOV

Ce test consiste à calculer l'écart entre la fonction théorique $F(t)$ Théo et la fonction réelle $F(t)$ réel et prendre le maximum en valeur absolue Dn_{max} . Cette valeur est comparée avec Dn_{α} Qui est donnée par la table de Kolmogorov

* Si $Dn_{max} > Dn_{\alpha}$ on refuse l'hypothèse du modèle théorique.

* Si $Dn_{max} < Dn_{\alpha}$ on accepte l'hypothèse du modèle théorique.

N.B :* la valeur de Dn_{α} est donnée par la table de Kolmogorov-Smirnov.

Le tableau ci-dessous donne la différence entre la fonction de répartition réelle et théorique. On calcul avec les formules suivantes pour remplir le tableau

Tableau IV.3. La valeur différence entre la fonction de répartition réelle et théorique.

N°	Temps de bon fonctionnement (T.B.F) [h]	$\mathcal{F}(ti) = \frac{\sum ni}{N + 1}$	F(t)	$Di = F(ti) - F(t) $
1	21,9	0,024390244	0,024947023	0,000556779
2	37,5	0,048780488	0,071693838	0,02291335
3	42	0,073170732	0,089174623	0,016003891
4	58,5	0,097560976	0,166139938	0,068578962
5	64	0,12195122	0,195565654	0,073614435
6	65	0,146341463	0,201082342	0,054740878
7	65,17	0,170731707	0,202024944	0,031293236
8	66	0,195121951	0,206646526	0,011524575
9	66,5	0,219512195	0,209445957	0,010066238
10	67,5	0,243902439	0,215078548	0,028823891
11	70	0,268292683	0,229347907	0,038944776
12	70,33	0,292682927	0,231250606	0,061432321
13	70,5	0,317073171	0,232232462	0,084840709
14	86,5	0,341463415	0,328662202	0,012801213
15	91,75	0,365853659	0,361435681	0,004417978
16	92,5	0,390243902	0,366138943	0,02410496
17	93,25	0,414634146	0,370845733	0,043788413
18	93,67	0,43902439	0,373482857	0,065541534
19	95	0,463414634	0,381838648	0,081575986
20	99,5	0,487804878	0,410127813	0,077677065
21	100	0,512195122	0,413269176	0,098925946
22	105	0,536585366	0,444602111	0,091983255

23	114	0,56097561	0,500256004	0,060719605
24	119	0,585365854	0,530506395	0,054859459
25	121,5	0,609756098	0,545398628	0,064357469
26	140,33	0,634146341	0,651052264	0,016905923
27	140,5	0,658536585	0,651945345	0,006591241
28	142,25	0,682926829	0,661068626	0,021858204
29	149,5	0,707317073	0,697456704	0,00986037
30	160,99	0,731707317	0,750221837	0,01851452
31	163	0,756097561	0,758811893	0,002714332
32	163,5	0,780487805	0,760918693	0,019569112
33	167	0,804878049	0,775330374	0,029547675
34	177,33	0,829268293	0,814437602	0,014830691
35	191	0,853658537	0,858467081	0,004808545
36	205	0,87804878	0,894982911	0,016934131
37	215	0,902439024	0,916240529	0,013801505
38	232	0,926829268	0,944380623	0,017551355
39	233	0,951219512	0,945757182	0,00546233
40	382	0,975609756	0,999615813	0,024006057

$$\alpha = 0.05 = 5\%$$

$$Dn_{\alpha} = D_{41,0,05} = 0,21012$$

La fréquence maximum $Dn_{max} = 0,098925946$

Donc : $Dn_{\alpha} > Dn_{max}$

Ou : $0,21012 > 0,098925946$

D'où: le modèle de Weibull est accepté

IV.2.3. Exploitation les paramètres de WEIBULL

a) Calcule de R (t), f (t), $\lambda(t)$ et F (t) lorsque t =MTBF

Le MTBF :

$$MTBF = \gamma + A\eta$$

A partir de Tableau numériques pour une loi de weibull (en annexe) selon la valeur de β ; on déduire →

$$A \approx 0.8862 \quad MTBF = 0 + 0.8862 * 136.7777 = 121.2123 \text{ h}$$

1. Calcule de R (MTBF)

$$R(MTBF) = e^{-\left(\frac{MTBF-\gamma}{\eta}\right)^{\beta}} = 0,4563 = 45.63\%$$

2. Calcule de F (MTBF)

$$F(\text{MTBF}) = 1 - e^{-\left(\frac{\text{MTBF}-\gamma}{\eta}\right)^\beta} = 0,5436 = 54.36\%$$

3. Calcul de f (MTBF)

$$f(\text{MTBF}) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{\text{MTBF}-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{\text{MTBF}-\gamma}{\eta}\right)^\beta} = 0,0059 = 5.9\%$$

4. Calcul de λ (MTBF)

$$\lambda (\text{MTBF}) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{\text{MTBF}-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} = 1,1915 \text{ panne/heures}$$

5- Calcul du temps souhaitable pour une intervention systématique:

$$R(t) = 90\% \Rightarrow t = ?$$

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

$$\ln R(t) = -\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta = \ln(0.9) \Leftrightarrow -[\ln R(t)]^{1/\beta} = t/\eta \Rightarrow t = -\eta[\ln R(t)]^{1/\beta}$$

$$t = 44.59\text{h}$$

D'après les figures précédentes on trouve que le temps systématique de maintenance pour assurer la fiabilité de 90% de la machine est 44.59 heures.

IV.2.4 Calcul de $R(t)$, $F(t)$, $f(t)$, $\lambda(t)$

Les résultats obtenus sont dans le tableau ci-dessous

Tableau IV.4. Les valeurs des $R(t)$, $F(t)$, $f(t)$, $\lambda(t)$

T.B.F	n_i	Σn_i	$\mathcal{F}(t_i) = \frac{\Sigma n_i}{N + 1}$	$F(t)$	$f(th)$	$R(t)$	$\lambda(t)$
21,9	1	1	0,024390244	0,02494702	0,002258608	0,975052977	0,002316395
37,5	1	2	0,048780488	0,07169384	0,003697939	0,928306162	0,003983534
42	1	3	0,073170732	0,08917462	0,004067386	0,910825377	0,004465605
58,5	1	4	0,097560976	0,16613994	0,005200335	0,833860062	0,006236459
64	1	5	0,12195122	0,19556565	0,005492436	0,804434346	0,0068277
65	1	6	0,146341463	0,20108234	0,005540688	0,798917658	0,006935243
65,17	1	7	0,170731707	0,20202494	0,00554874	0,797975056	0,006953526
66	1	8	0,195121951	0,20664653	0,005587429	0,793353474	0,007042799
66,5	1	9	0,219512195	0,20944596	0,005610231	0,790554043	0,007096582
67,5	1	10	0,243902439	0,21507855	0,005654698	0,784921452	0,007204157
70	1	11	0,268292683	0,22934791	0,0057592	0,770652093	0,007473152
70,33	1	12	0,292682927	0,23125061	0,005772282	0,768749394	0,007508665
70,5	1	13	0,317073171	0,23223246	0,005778956	0,767767538	0,00752696
86,5	1	14	0,341463415	0,3286622	0,006210096	0,671337798	0,00925033
91,75	1	15	0,365853659	0,36143568	0,006268398	0,638564319	0,009816392
92,5	1	16	0,390243902	0,36613894	0,0062735	0,633861057	0,00989728

93,25	1	17	0,414634146	0,37084573	0,00627781	0,629154267	0,009978173
93,67	1	18	0,43902439	0,37348286	0,006279879	0,626517143	0,010023475
95	1	19	0,463414634	0,38183865	0,006284811	0,618161352	0,010166943
99,5	1	20	0,487804878	0,41012781	0,006283601	0,589872187	0,010652478
100	1	21	0,512195122	0,41326918	0,006281797	0,586730824	0,010706438
105	1	22	0,536585366	0,44460211	0,006246087	0,555397889	0,011246148
114	1	23	0,56097561	0,500256	0,006105942	0,499743996	0,01221814
119	1	24	0,585365854	0,53050639	0,005989989	0,469493605	0,012758403
121,5	1	25	0,609756098	0,54539863	0,005922821	0,454601372	0,013028604
140,33	1	26	0,634146341	0,65105226	0,005256941	0,348947736	0,015065124
140,5	1	27	0,658536585	0,65194534	0,00524989	0,348054655	0,015083521
142,25	1	28	0,682926829	0,66106863	0,005176467	0,338931374	0,015272906
149,5	1	29	0,707317073	0,6974567	0,004858149	0,302543296	0,016057699
160,99	1	30	0,731707317	0,75022184	0,004321681	0,249778163	0,017302079
163	1	31	0,756097561	0,75881189	0,004225577	0,241188107	0,017519838
163,5	1	32	0,780487805	0,76091869	0,004201618	0,239081307	0,017574011
167	1	33	0,804878049	0,77533037	0,004033551	0,224669626	0,017953255
177,33	1	34	0,829268293	0,8144376	0,003539219	0,185562398	0,019072932
191	1	35	0,853658537	0,85846708	0,00290927	0,141532919	0,020555433
205	1	36	0,87804878	0,89498291	0,00231821	0,105017089	0,022074602
215	1	37	0,902439024	0,91624053	0,001939889	0,083759471	0,023160235
232	1	38	0,926829268	0,94438062	0,001390859	0,055619377	0,025006729
233	1	39	0,951219512	0,94575718	0,001362329	0,054242818	0,02511538
382	1	40	0,975609756	0,99961581	1,58821E-05	0,000384187	0,041339466

On obtient d'après le logiciel LOG-LAALA les allures suivantes :

Fonction de Densité de probabilité :

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t - \gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \Rightarrow f(t) = \frac{2.008}{136.7777} \left(\frac{t}{136.7777}\right)^{1.008} e^{-\left(\frac{t}{136.7777}\right)^{2.008}}$$

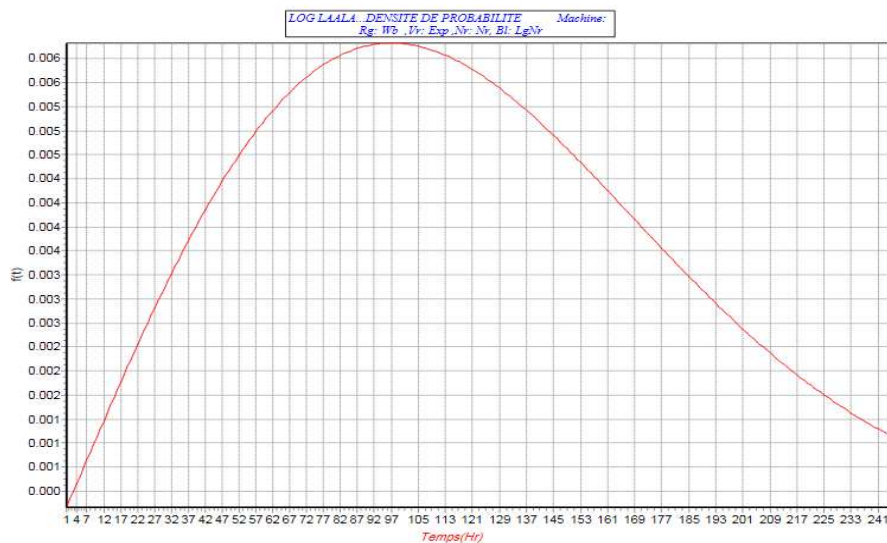


Figure IV.2. La courbe de la densité de probabilité

Analyse de la courbe

D'après cette courbe on remarque que la fonction f(t) (densité de probabilité) augmente avec la progression du temps jusqu'à le temps (t= 97 h) et après cette valeur la fonction f(t) diminue avec le temps.

Fonction de répartition :

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \Rightarrow F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{136.7777}\right)^{2.008}}$$

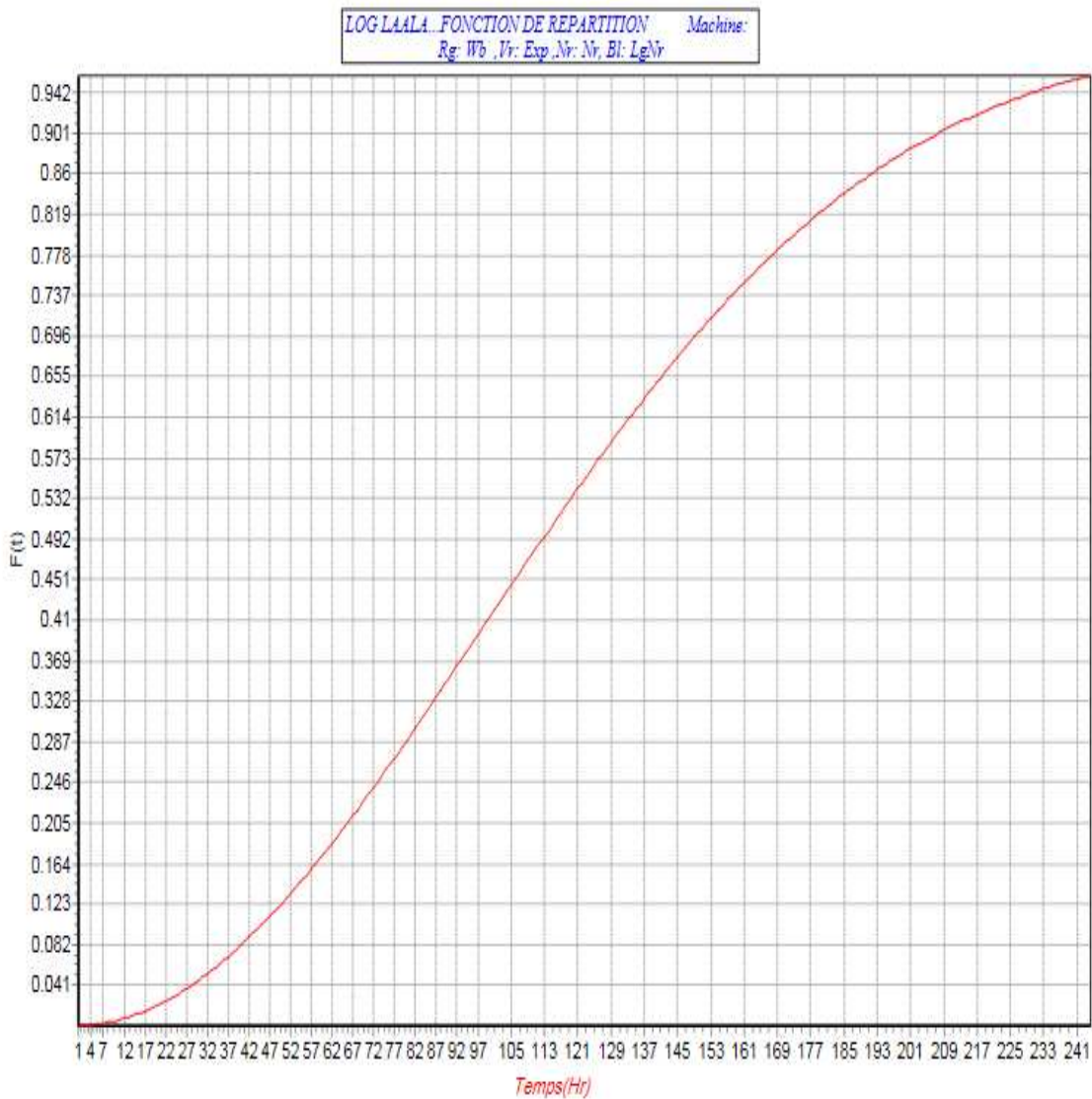


Figure IV.3.La courbe de la fonction de répartition

Analyse de la courbe :

La courbe de la fonction de répartition est une courbe croissante, et qui représente la probabilité cumulée de défaillance, et ce qu'on peut voir dans cette courbe c'est que la probabilité de défaillance de la machine augmente avec l'augmentation des temps de bons fonctionnements

Fonction de fiabilité :

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \Rightarrow R(t) = e^{-\left(\frac{t}{136.7777}\right)^{2.008}}$$



Figure IV.4.La courbe de la fonction fiabilité

Analyse de la courbe :

Le graphe décroissant en fonction de temps ce qui fait expliquer par le phénomène de dégradation comme par exemple l'usure.

L'amélioration de la fiabilité la passe obligatoirement par une analyse des défaillances avec une étude détaillée de leurs causes de leurs modes et de leurs conséquences.

Fonction de défaillance :

$$\lambda(t) = \frac{F(t)}{R(t)} \Rightarrow \lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t - \gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} \Rightarrow \frac{2.008}{136.7777} \left(\frac{t}{136.7777} \right)^{1.008}$$



Figure IV.5. Courbe de taux de défaillance

Analyse de la courbe :

La courbe qui représente le taux de défaillance à un instant donné est une courbe croissante. $\beta = 2.0080$ ne correspond pas à la zone de décroissance rapide c'est la période de mise en place et de déverminage de l'installation. Les défaillances sont dues à des anomalies ou des imperfections de montage ou à la méconnaissance de la conduite du matériel de la part des opérateurs, c.-à-d. que le taux de défaillance augmente aussi avec l'augmentation du temps de bon fonctionnement, cette augmentation qui provoque la diminution de fiabilité de la machine.

IV.3. Analyse de la maintenabilité

La fonction de maintenabilité est :

$$M(t) = 1 - e^{-\mu t} \quad \text{Où} \quad \mu = \frac{1}{MTTR} \quad \text{Et} \quad MTTR = \frac{TTR}{N}$$

Où N : est le nombre des pannes

D'après l'historique on a:

Tableau IV.5. Maintenabilité M (t)

TR	N	M (t)
1	5	0,12599268
1,5	1	0,1829049
1,67	1	0,20139842
1,75	1	0,20995583
2	2	0,23611121
2,1	1	0,24632928
2,33	1	0,26931514
2,75	1	0,30949562
3,5	2	0,37583021
3,67	1	0,3899572
4,25	1	0,43579225
4,5	2	0,45447104
5	1	0,48999393
5,5	1	0,5232037
6	3	0,55425096
6,83	1	0,60139025
7	1	0,61041208
7,01	1	0,61093637
8	2	0,65949731
9,5	1	0,72177692
10,5	1	0,75683099

11	1	0,77266528
13,5	1	0,83764957
14,67	1	0,86131609
15	1	0,86734426
18,5	1	0,9172003
20	1	0,93234477
20,5	1	0,93675023
22,5	1	0,95168421
31	1	0,98461962

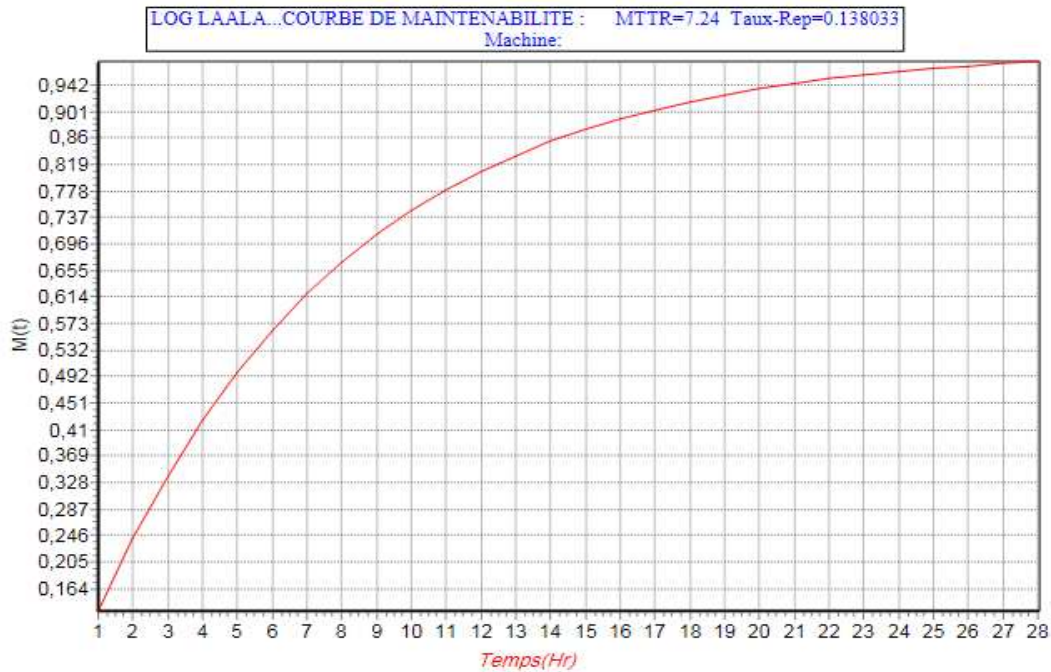


Figure IV.6. Courbe maintenabilité M (t)

Analyse de la courbe :

On voit que la courbe de maintenabilité est une courbe croissante, qui est le complément à l'unité de la probabilité pour que le système ne soit pas réparé sur l'intervalle [0, t].

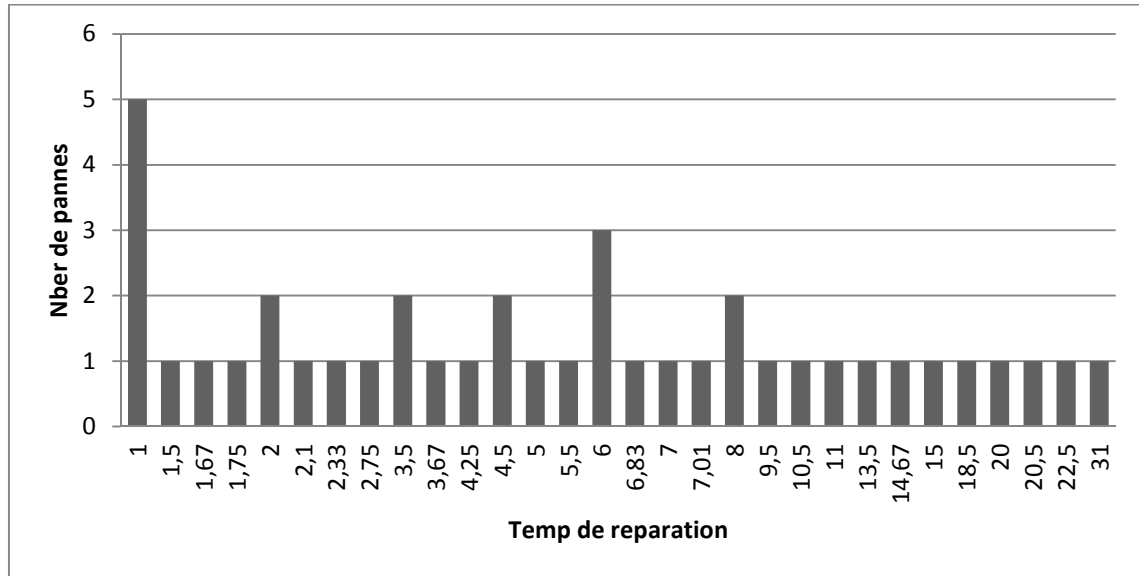


Figure IV.7. Diagramme de pannes.

IV.4. Analyse de la disponibilité

IV.4.1. Disponibilité intrinsèque théorique

$$MTBF=120,9738 \text{ h}$$

$$MTTR=724 \text{ h}$$

$$Di = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} + \frac{120,9738}{120,9738 + 7,24} = 0,94353182$$

$$Di=94,353182\%$$

IV.4.2. Disponibilité instantanée

$$\mu = \frac{1}{MTTR} = 0,138121547 \text{ h}$$

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} = 120,9738 \text{ h}$$

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

$$Di = \frac{0,138121547}{0,138121547 + 120,9738} + \frac{120,9738}{0,138121547 + 120,9738} e^{-(120,9738 + 0,138121547)t}$$

$$Di = 0,94353182 + 0,05646818e^{-(0,1463878)t}$$

Tableau IV.6. Disponibilité instantanée.

TR	D(t)
1	0,99231031
1,5	0,98886756
1,67	0,98775326
1,75	0,9872384
2	0,98566779
2,1	0,98505546
2,33	0,98368067
2,75	0,98128655
3,5	0,97736087
3,67	0,97652939
4,25	0,97384338
4,5	0,97275412
5	0,97069163
5,5	0,96877471
6	0,96699308
6,83	0,96430886
7	0,96379819
7,01	0,96376854
8	0,96103837
9,5	0,95758703
10,5	0,95567303
11	0,95481611
13,5	0,95135775
14,67	0,95012587
15	0,9498149
18,5	0,9472959
20	0,94655383
20,5	0,94634054
22,5	0,94562765
31	0,94413572

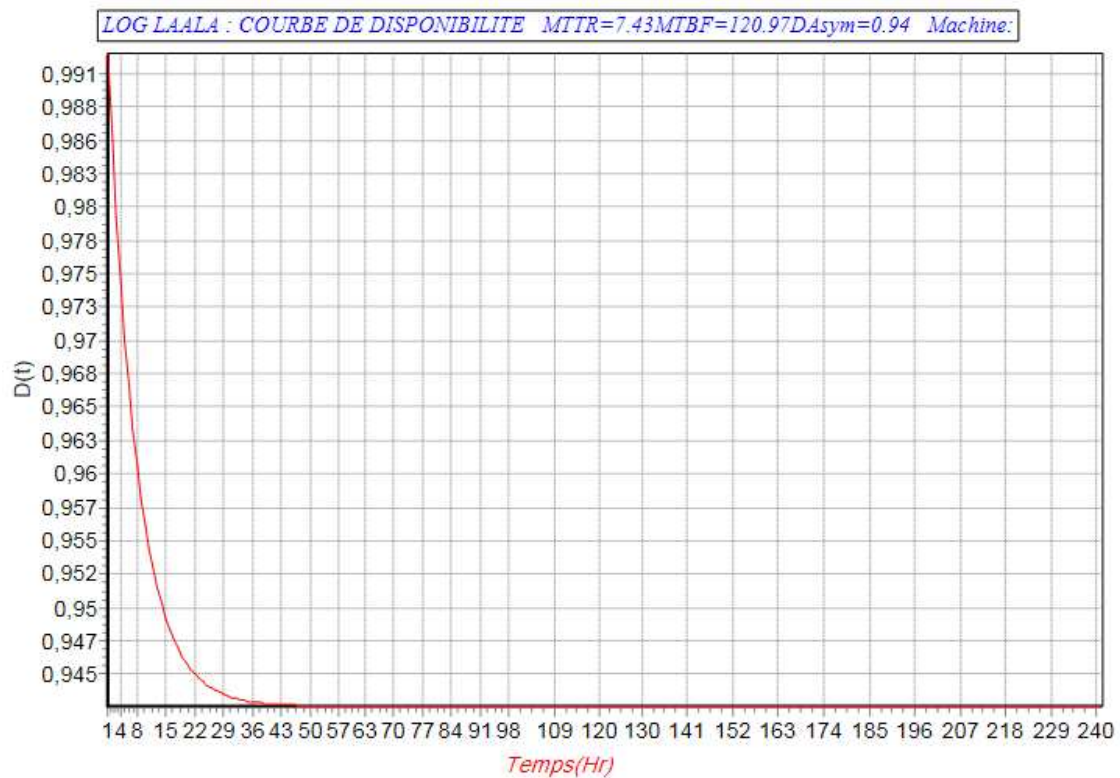


Figure IV.8. Disponibilité instantanée

Analyse de la courbe :

On voit que la courbe de disponibilité est une courbe descendante, et la disponibilité est le reflet de la fiabilité et de la maintenabilité, l'augmentation de cette caractéristique revient directement à augmenter ces deux paramètres et du moment de la on doit agir toujours sur la fiabilité. Nous pouvons constater que la machine représente une disponibilité instantanée prévisionnelle très passable car elle est donc on doit maintenir ce seuil de $D(t)$.

IV.5. L'application Pratique des méthodes d'analyse:

IV.5.1. Méthodes d'analyse prévisionnelle ABC (Pareto):

Définition :

Pour l'application de la méthode ABC, il faut en premier lieu faire un classement des pannes par ordre décroissant des heures des pannes puis procéder à l'établissement d'un graphe de Pareto.

Tableau IV.7. L'analyse ABC (Pareto)

N°	Organe	Classement en coût (en h)	Cumul des coûts (en h)	% des coûts Cumulés	Nombre de pannes	Cumul des Pannes	% des pannes cumulées
1	problème de circuit de Cole	31	31	11,79	1	1	2,5
2	Support conduite	22,5	53,5	20,34	1	2	5,0
3	ajutement du foil en ceramique toile partie humide machine	20,5	74	28,13	1	3	7,5
4	BRAS SECONDAIRE	20	94	35,74	1	4	10,0
5	blochage au niveau du racle rouleau de tete	18,5	112,5	42,77	1	5	12,5
6	Scanner fault. not working	15	127,5	48,47	1	6	15,0
7	Machine Pope reel secondary Aram block	14,67	142,17	54,05	1	7	17,5
8	Capteur bras secondaire	13,5	155,67	59,18	1	8	20,0
9	Oscillateur de fan shower 1#4	11	166,67	63,37	1	9	22,5
10	TISSUE MACHINE` BRAS METALIQUE DE SECONDRY ARME	10,5	177,17	67,36	1	10	25,0
11	TISSUE MACHIN/POMPE DE COLLE	9,5	186,67	70,97	1	11	27,5
12	TISSUE MACHINE CAPTEUR DE PRESSION DE CAISSE ASPERENTE	8	194,67	74,01	2	13	32,5
13	Des arrêtes répétitifs sur coup-point	7,01	201,68	76,68	1	14	35,0
14	Des arrêts brusques de l'enrouleuse	7	208,68	79,34	1	15	37,5
15	SCANNER PRB PLATFORMS STUCK	6,83	215,51	81,93	1	16	40,0
16	Fuite d'eau manomètre coupe rainure	6	221,51	84,21	3	19	47,5
17	Manque d'eclairage zone sous Yankee	5,5	227,01	86,31	1	20	50,0
18	Confection cache pour moteur feutre	5	232,01	88,21	1	21	52,5
19	capteur de dépression de caisse aspirante 136 PC 002	4,5	236,51	89,92	2	23	57,5
20	Forming roll Gearbox	4,25	240,76	91,53	1	24	60,0
21	Tension feutre	3,67	244,43	92,93	1	25	62,5
22	Installation rinceurs produits chimiques	3,5	247,93	94,26	2	27	67,5
23	problème de drive oscillateur de tissu machine	2,75	250,68	95,30	1	28	70,0
24	TISSUE MACHINE /BALANCE	2,33	253,01	96,19	1	29	72,5
25	anomalie avec le capteur de tension de la toile	2,1	255,11	96,99	1	30	75,0
26	vibration tambour de l'enrouleuse	2	257,11	97,75	2	32	80,0
27	changement d'accouplement du moteur enrouleuse	1,75	258,86	98,41	1	33	82,5
28	TISSUE MACHINE /BRAS SECONDAIRE+PRIMAIRE/	1,67	260,53	99,05	1	34	85,0
29	savoir et aider le technicien valmet concernant le scanner	1,5	262,03	99,62	1	35	87,5
30	Inspection entrainement de rouleau formation	1	263,03	100,00	5	40	100

IV.5.2. La courbe d'analyse ABC

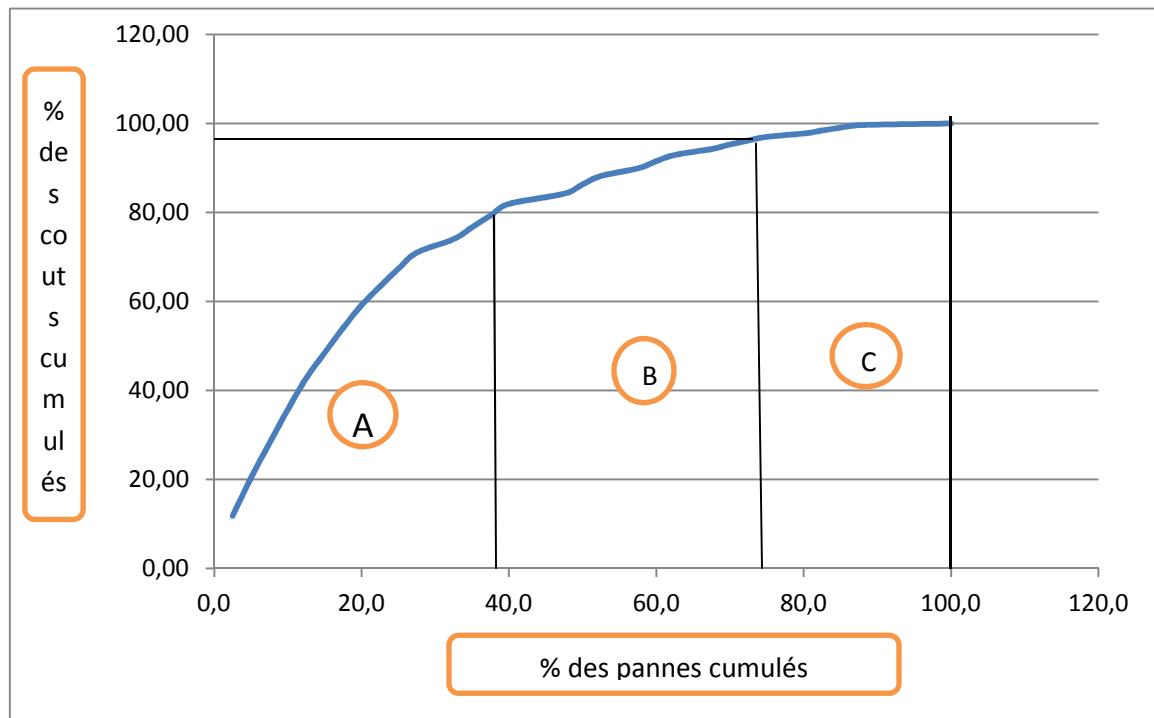


Figure IV.9. Courbe ABC.

IV.5.3. -Interprétation des résultats

Zone "A": Dans la majorité des cas, on constate que environ 38,00 % des pannes représente 80,00 % des heures d'arrêts, ceci constitue la zone A, zone des priorités (palier avant, palier avant et arrière).

Zone "B": Dans cette tranche, les 37,5 % des pannes représentent 15 % supplémentaire (palier arrière).

Zone "C": Dans cette zone les 24,5 % des pannes restantes ne représentent qu'ont 5,00 % des heures d'arrêts (garniture mécanique).

IV.6. Conclusion

L'application de la méthodologie de maintenance intégrée montre bien l'importance que l'on doit accorder aux données du retour d'expérience et d'historique des pannes. Raison pour laquelle l'application de la méthodologie sur les équipements de production, nécessite une organisation structurelle rigoureuse basée sur le principe de flexibilité, adaptabilité et complémentarité et aussi sur des axes particuliers

Dans ce chapitre l'analyse FMD permettra au gestionnaire de la fonction maintenance de déterminer une stratégie de maintenance basé sur l'étude graphique à travers un exemple pratique qui permet d'obtenir des analyses profondes pour mieux planifier une politique de gestion de la maintenance.



**CONCLUSION
GENERALE**

Conclusion générale

Au terme de notre étude, nous pouvons constater et conclure qu'il est très important de définir la panne et comprendre les phénomènes des défaillances et de dégradation du matériels.

Ainsi de connaître les comportements avec une étude détaillée de la Fiabilité et de la Disponibilité qui permet de choisir une meilleure politique de maintenance, ce qui donne la possibilité de réduire les temps d'arrêts, l'indisponibilité et les coûts de maintenance est tous ça pour concrétiser la meilleur organisation de maintenance. Pour ce la des enjeux majeurs doivent être prisent en compte dans la totalité de gestion du système.

Ces enjeux sont:

Enjeu de disponibilité:

- Augmentation de la disponibilité des systèmes,
- Maîtrise de la durée des équipements,
- Optimisation des interventions pendant les arrêts programmés,
- Meilleure surveillance des systèmes (création des tâches de surveillance, implication forte de la conduite).

Enjeu d'amélioration de l'organisation de maintenance:

- Traçabilité des décisions,
- Rapprochement de l'exploitation et de la maintenance,
- Motivation du personnel et adhésion pour le travail en équipe.

Enjeu de sécurité:

- Amélioration de la sécurité des installations,
- Prise en compte des conséquences sur l'environnement,
- Identification des modifications pouvant augmenter la sécurité et la disponibilité des systèmes,
- Adaptation des programmes de maintenance sur le matériels à forts enjeux sécuritaires.

Donc toutes les améliorations de la maintenance doit s'effectuer selon trois axes: axe technique, l'axe d'organisation et l'axe humain.



REFERENCES

Références

- [1] Cours de Maintenance Industrielle/TEC 336/, Faculté Des Sciences, Université de Constantine, 2007/2008.
- [2] **M. Soussan, T. Dib**, Etude critique et propositions d'amélioration de la gestion de la maintenance - cas de l'adduction EL KANSERA, Mémoire d'ingénieur d'état, 2012/2011.
- [3] **D. richet**, Maintenance basée sur la fiabilité : un outil pour la certification, Ed. Masson.1996.
- [4] Cours 5^{ème} génie mécanique, Université de M'sila, 2007.
- [5.] **Romain Lesobre**, Modélisation et optimisation de la maintenance et de la surveillance des Systèmes multi- composants- Applications à la maintenance et à la conception de véhicules industriels, 196p, 2015.
- [6] : <http://tpmattitude.fr/5niv.html>.
- [7] **Ahmed Brillaouar M.A. Salima Beleulmi**. fiabilité maintenabilité disponibilité
UNIVERSITE Constantine 1, 2013-2014
- [8] **A. Dehim**, Etude de la fiabilité et la maintenabilité pour les machines à commandes numérique au niveau de la S.N.V.I, Mémoire d'Ingénieur d'Etat en maintenance industrielle, Université de Boumerdès, 2002.
- [9] **François Monchy**, Maintenance méthode et organisation, livre dunod, 2000.
- [10] **N. Bendris, B. Saadi**, Maintenance préventive, élaboration d'un planning préventif pour la machine tréfileuse coupeuse, Mémoire de master, Université de Bejaia , 2016/2017.
- [11] **Renée Veysseyre**, Statistique et probabilités pour l'ingénieur, 2^{ème} édition. 489p.
- [12] **H. Dif, E. Tacht**, Mesure de la disponibilité d'un échantillon de 8 groupe électrogènes et proposition d'amélioration de cette disponibilité, Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Électromécanique Université de Boumerdès, 2009.
- [13] **M. Nacereddine, B. Farid Abdel Mouemine**, Gestion de la maintenance intégrée de la machine à tubes RM 6 B au niveau de l'entreprise "IRRAGRIS" BBA, Mémoire d'ingénieur d'état en électromécanique, Université de M'sila, 2006.
- [14]http://lpmei.com/cd_bac_mei/Ressources/5%20Ressource%20Gestion%20de%20Maintenance/Par%20eto.pdf
- [15] Cours GMAO, Université Constantine Département de Génie Mécanique.



ANNEXE

ANNEXE N° 1

Intervalles de confiances de F(X)

Valeurs critiques pour le test de Kolmogorov Smirnov

n	$P = .80$	$P = .90$	$P = .95$	$P = .98$	$P = .99$
1	.90000	.95000	.97500	.99000	.99500
2	.68377	.77639	.84189	.90000	.92929
3	.56481	.63604	.70760	.78456	.82908
4	.49265	.56522	.62394	.68887	.73424
5	.44698	.50945	.56328	.62718	.66853
6	.41037	.46799	.51926	.57741	.61661
7	.38148	.43607	.48342	.53844	.57581
8	.35831	.40962	.45427	.50654	.54179
9	.33910	.38746	.43001	.47960	.51332
10	.32260	.36866	.40925	.45662	.48893
11	.30829	.35242	.39122	.43670	.46770
12	.29577	.33815	.37543	.41918	.44905
13	.28470	.32549	.36143	.40362	.43247
14	.27481	.31417	.34890	.38970	.41762
15	.26588	.30397	.33760	.37713	.40420
16	.25778	.29472	.32733	.36571	.39201
17	.25039	.28627	.31796	.35528	.38086
18	.24360	.27851	.30938	.34569	.37062
19	.23735	.27136	.30143	.33685	.36117
20	.23156	.26473	.29408	.32866	.35241
21	.22617	.25858	.28724	.32104	.34427
22	.22115	.25283	.28087	.31394	.33666
23	.21645	.24746	.27490	.30728	.32954
24	.21205	.24242	.26931	.30104	.32286
25	.20790	.23768	.26404	.29516	.31657
26	.20399	.23320	.25907	.28962	.31064
27	.20030	.22898	.25438	.28438	.30502
28	.19680	.22497	.24993	.27942	.29971
29	.19348	.22117	.24571	.27471	.29466
30	.19032	.21756	.24170	.27023	.28987
31	.18732	.21412	.23788	.26596	.28530
32	.18445	.21085	.23424	.26189	.28094
33	.18171	.20771	.23076	.25801	.27677
34	.17909	.20472	.22743	.25429	.27279
35	.17659	.20185	.22425	.25073	.26897
36	.17418	.19910	.22119	.24732	.26532
37	.17188	.19646	.21826	.24404	.26180
38	.16966	.19392	.21544	.24089	.25843
39	.16753	.19148	.21273	.23786	.25518
40	.16547	.18913	.21012	.23494	.25205
41	.16349	.18687	.20760	.23213	.24904
42	.16158	.18468	.20517	.22941	.24613
43	.15974	.18257	.20283	.22679	.24332
44	.15796	.18053	.20056	.22426	.24060
45	.15623	.17856	.19837	.22181	.23798
46	.15457	.17665	.19625	.21944	.23544
47	.15295	.17481	.19420	.21715	.23298
48	.15139	.17302	.19221	.21493	.23059
49	.14987	.17128	.19028	.21277	.22828
50	.14840	.16959	.18841	.21068	.22604

ANNEXE: N0 2

Distribution de weibull : valeurs

Des coefficients A et B en fonction du paramètre de forme

β	A	B	β	A	B	β	A	B	β	A	B
0,05	2,43290E+18	9,03280E+23	1,75	0,89062	0,52523	3,45	0,89907	0,28822	5,15	0,91974	0,20505
0,1	3,62880E+06	1,55977E+09	1,8	0,88929	0,51123	3,5	0,89975	0,28473	5,2	0,92025	0,20336
0,15	2,59357E+03	1,21993E+05	1,85	0,88821	0,49811	3,55	0,90043	0,28133	5,25	0,92075	0,20170
0,2	1,20000E+02	1,90116E+03	1,9	0,88736	0,48579	3,6	0,90111	0,27802	5,3	0,92125	0,20006
0,25	2,40000E+01	1,99359E+02	1,95	0,88671	0,47419	3,65	0,90178	0,27479	5,35	0,92175	0,19846
0,3	9,26053E+00	5,00780E+01	2	0,88623	0,46325	3,7	0,90245	0,27164	5,4	0,92224	0,19688
0,35	5,02914E+00	1,99761E+01	2,05	0,88589	0,45291	3,75	0,90312	0,26857	5,45	0,92272	0,19532
0,4	3,32335E+00	1,04382E+01	2,1	0,88569	0,44310	3,8	0,90379	0,26558	5,5	0,92320	0,19379
0,45	2,47859E+00	6,46009E+00	2,15	0,88561	0,43380	3,85	0,90445	0,26266	5,55	0,92368	0,19229
0,5	2,00000E+00	4,47214E+00	2,2	0,88562	0,42495	3,9	0,90510	0,25980	5,6	0,92414	0,19081
0,55	1,70243E+00	3,34530E+00	2,25	0,88573	0,41652	3,95	0,90576	0,25701	5,65	0,92461	0,18935
0,6	1,50458E+00	2,64514E+00	2,3	0,88591	0,40848	4	0,90640	0,25429	5,7	0,92507	0,18792
0,65	1,36627E+00	2,17887E+00	2,35	0,88617	0,40080	4,05	0,90704	0,25162	5,75	0,92552	0,18651
0,7	1,26682E+00	1,85117E+00	2,4	0,88648	0,39345	4,1	0,90768	0,24902	5,8	0,92597	0,18512
0,75	1,19064	1,61077	2,45	0,88685	0,38642	4,15	0,90831	0,24647	5,85	0,92641	0,18375
0,8	1,13300	1,42816	2,5	0,88726	0,37967	4,2	0,90894	0,24398	5,9	0,92685	0,18240
0,85	1,08796	1,28542	2,55	0,88772	0,37319	4,25	0,90956	0,24154	5,95	0,92729	0,18107
0,9	1,05218	1,17111	2,6	0,88821	0,36696	4,3	0,91017	0,23915	6	0,92772	0,17977
0,95	1,02341	1,07769	2,65	0,88873	0,36097	4,35	0,91078	0,23682	6,05	0,92815	0,17848
1	1,00000	1,00000	2,7	0,88928	0,35520	4,4	0,91138	0,23453	6,1	0,92857	0,17721
1,05	0,98079	0,93440	2,75	0,88986	0,34963	4,45	0,91198	0,23229	6,15	0,92898	0,17596
1,1	0,96491	0,87828	2,8	0,89045	0,34427	4,5	0,91257	0,23009	6,2	0,92940	0,17473
1,15	0,95170	0,82971	2,85	0,89106	0,33909	4,55	0,91316	0,22793	6,25	0,92980	0,17351
1,2	0,94066	0,78724	2,9	0,89169	0,33408	4,6	0,91374	0,22582	6,3	0,93021	0,17232
1,25	0,93138	0,74977	2,95	0,89233	0,32924	4,65	0,91431	0,22375	6,35	0,93061	0,17113
1,3	0,92358	0,71644	3	0,89298	0,32455	4,7	0,91488	0,22172	6,4	0,93100	0,16997
1,35	0,91699	0,68657	3,05	0,89364	0,32001	4,75	0,91544	0,21973	6,45	0,93139	0,16882
1,4	0,91142	0,65964	3,1	0,89431	0,31561	4,8	0,91600	0,21778	6,5	0,93178	0,16769
1,45	0,90672	0,63522	3,15	0,89498	0,31135	4,85	0,91655	0,21586	6,55	0,93216	0,16657
1,5	0,90275	0,61294	3,2	0,89565	0,30721	4,9	0,91710	0,21397	6,6	0,93254	0,16547
1,55	0,89939	0,59252	3,25	0,89633	0,30319	4,95	0,91764	0,21212	6,65	0,93292	0,16439
1,6	0,89657	0,57372	3,3	0,89702	0,29929	5	0,91817	0,21031	6,7	0,93329	0,16332
1,65	0,89421	0,55635	3,35	0,89770	0,29550	5,05	0,91870	0,20853	6,75	0,93366	0,16226
1,7	0,89224	0,54024	3,4	0,89838	0,29181	5,1	0,91922	0,20677	6,8	0,93402	0,16121

ANNEXE N0 3

Résultats Obtenus Par Logiciel Fiaboptim

Utiliser un logiciel< Fiaboptim> Nous avons extrait les paramètres de Weibull

Estimations et tests - -

Loi de Weibull sans Gamma - Risque : 5 %

Ecart maximum : 9,89E-02 D de Kolmogorov : 0,210 Loi acceptable

Ecart maximum : 9,89E-02 D Binomial : 0,162 Loi acceptable

Paramètres	Valeurs
Beta	2,0079827
Eta	136,77761
MTBF	121,20743

Figure.1 Paramètres loi de weibull en logiciel Fiaboptim

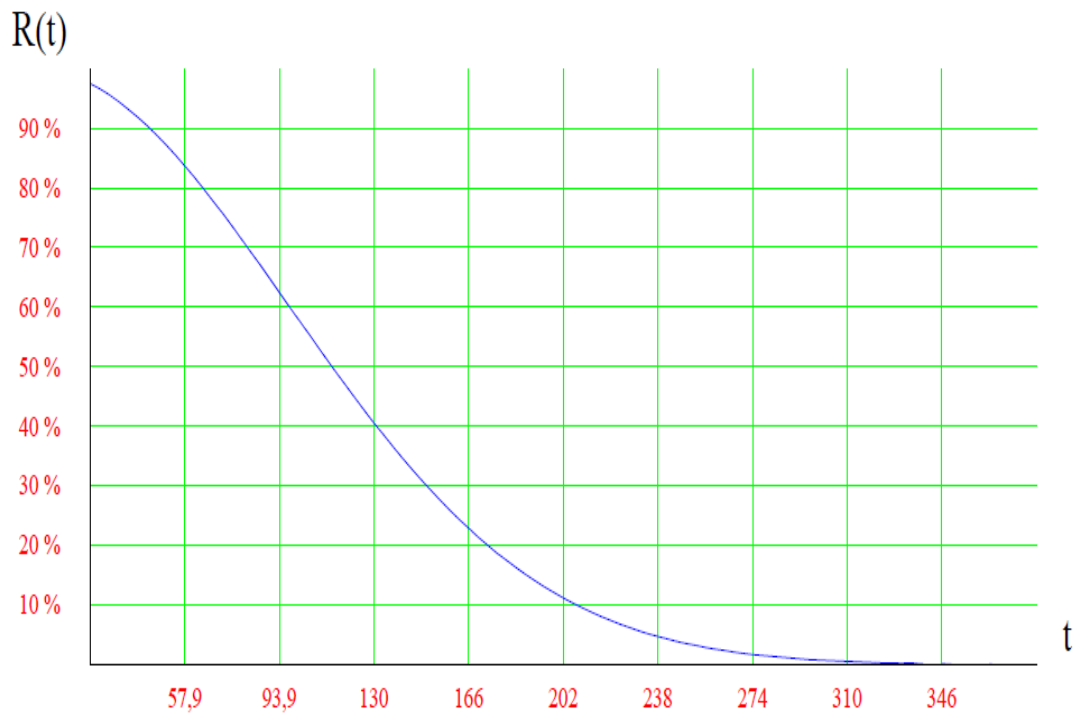


Figure 2. La courbe de la fonction fiabilité

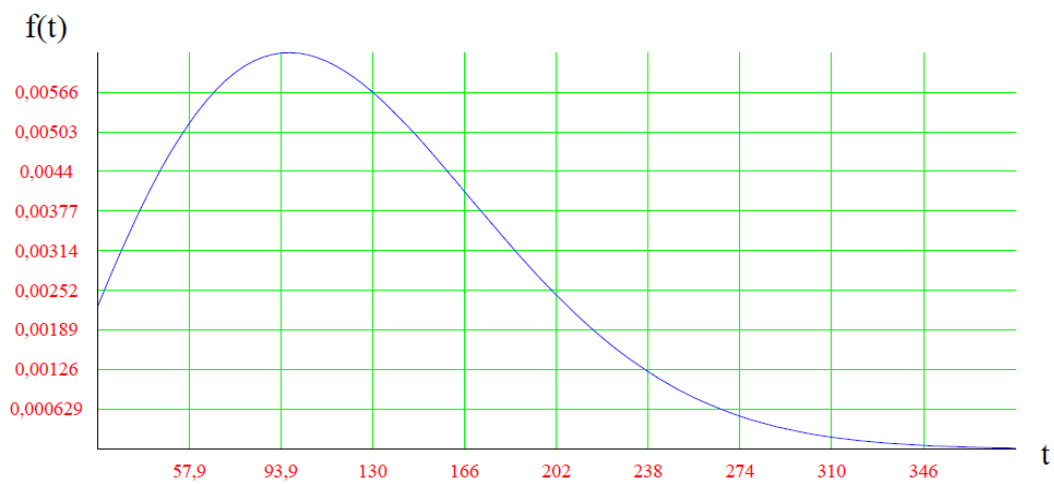


Figure 3. La courbe de la densité de probabilité

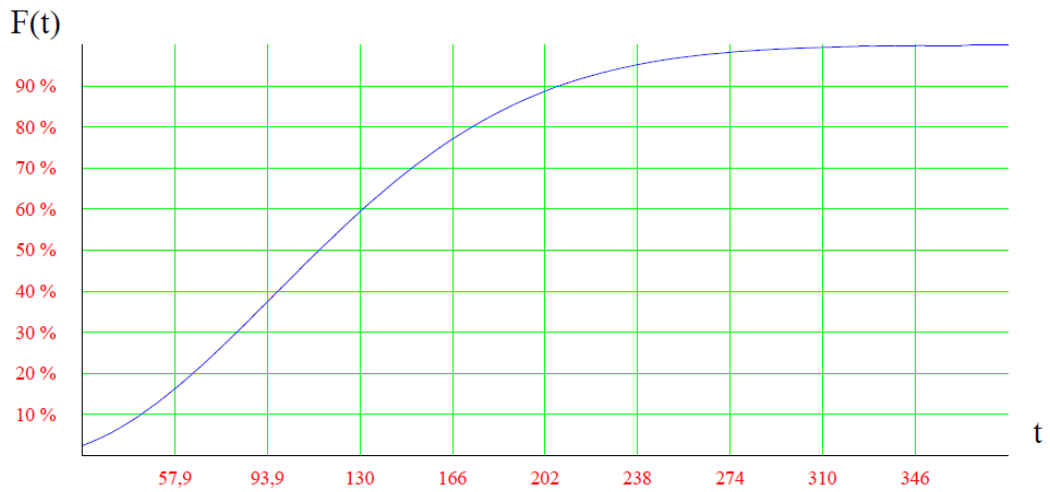


Figure 4. La courbe de la fonction de répartition

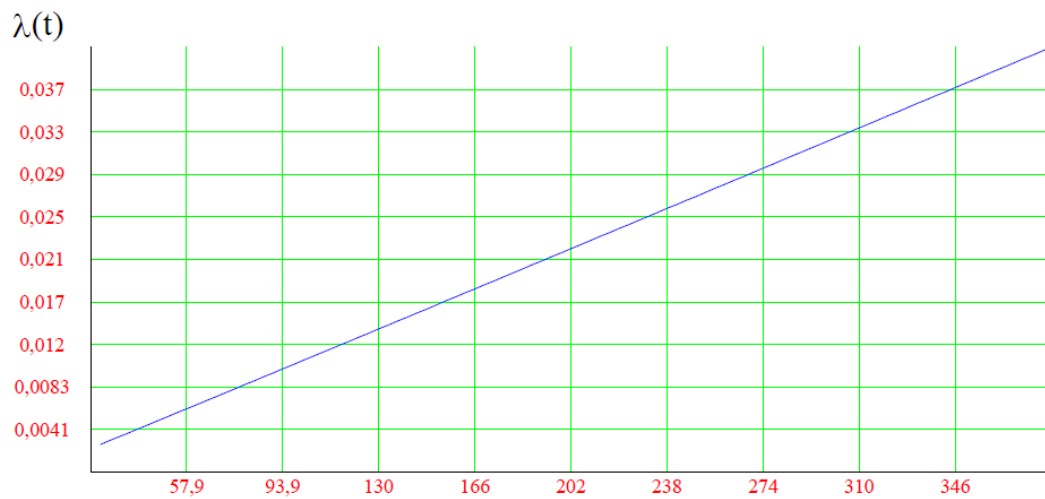


Figure 5. Courbe de taux de défaillance

خلاصة:

الصيانة هي عامل من العوامل التنافسية لأنه يؤثر على وسائل الانتاج (الألات الصناعية) في الشركات, الجودة والتكلفة ، مع وضع هذا في الاعتبار,الصيانة المتكاملة تسمح في تطوير استراتيجيات لزيادة كفاءة وسائل الانتاج باقل تكلفة مع رؤية جديدة للصيانة تساهم في القدرة التنافسية للشركات بغض النظر عن حجمها. تم العمل على تقديم شرح او عرض مفصل للصيانة المتكاملة بالمساعدة على تقديم محاورهم الرئيسية وجميع وسائلهم وتسليط الضوء على نقاط الضعف.

الهدف من عملنا هو دراسة الصيانة وأسباب الأضرار المختلفة ، فضلا عن دراسة موثوقيتها والتوافر وقابلية الصيانة.

كلمات مفتاحية:

الصيانة ، الموثوقية ، التوافر ، قابلية الصيانة ، Weibull.

Résumé:

La maintenance est un facteur de compétitivité puisqu'elle influe sur l'outil de production "les machines industrielles" dans l'entreprise, la qualité et le coût de revient. Dans cette optique la maintenance intégrée permet de développer de nouvelles stratégies visant à augmenter le rendement des moyens de production au moindre coût.

Une nouvelle vision de la maintenance qui permet de contribuer à la compétitivité des entreprises indépendamment de leurs tailles. Effectuer une explication ou une présentation détaillée de la maintenance intégrée à l'aide de présenter leurs axes principales et tous leurs moyens et faire ressortir les points faibles.

Le but de notre travail est l'étude de la maintenance des causes des différents endommagements, ainsi que l'étude de sa fiabilité, maintenabilité et disponibilité.

Mots clés :

Maintenance , fiabilité, disponibilité, maintenabilité, Weibull.