

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة غرداية

Université de Ghardaïa

N° d'enregistrement

/ / / / /



كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté de Sciences et de la Technologie

قسم العلوم والتكنولوجيا

Département des Sciences et de la Technologie

Mémoire de fin d'étude, en vue de l'obtention du diplôme

Master

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : Electromécanique

Spécialité : Maintenance industrielle

Thème :

**Les paramètres nécessaires pour l'optimisation de
la fiabilité des équipements dans l'entreprise Alfa
pipe GHARDAIA**

Présenté par :

BOUBEKEUR Mohammed.

BAHAZ Abderrahmane.

Soutenu publiquement le...../06/2022

Devant le jury composé de :

BENDAOUI Messaoud	Grade	Docteur	Encadrant
--------------------------	--------------	----------------	------------------

Année universitaire 2021/2022

Dédicace

J'ai l'immense hommage pour consacrer ce modeste travail a tous ceux qui m'ont soutenu durant mon parcours académique.

A ma très chère mère, qui me donne toujours l'espoir de vivre Et qui n'a jamais cessé de prier pour moi

A mon cher père qui m'a encouragé à continuer le parcours.

A mes très chers frères, Mes très chères sœurs Qui mon dirigé.

A ma chère femme qui m'a soutenu.

Et enfin à ma grande famille et toutes mes connaissances.

BAHAZ Abderrahmane.



Dédicace

Je suis heureux de présenter cet humble acte à mes chers parents, père et mère qui m'ont encouragé à poursuivre mon cheminement scolaire.

A mes frères et à toute ma famille élargie.

Et à tous les docteurs, professeurs et toute l'équipe enseignante.

Et à tous mes chers amis.

Sans parler des gens qui m'aiment.

BOUBEKEUR Mohammed.



Remerciement :

Merci à Dieu Tout-Puissant , qui nous a aidé jusqu'au bout du parcours universitaire avec cette recherche, et c'est grâce aux professeurs et docteurs , particulièrement Dr. BENDAOUI Messaoud qui nous ont aidés de terminer ce travail.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de me rencontrer et de répondre à mes questions durant mes recherches.

Nous voudrions remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage dans la société de ALFA PIPE et qui m'ont aidée lors de la rédaction de ce mémoire.

Nous tenons à exprimer notre gratitude à nos chers parents, amis et collègues qui nous ont apporté leur soutien moral et intellectuel tout au long de notre parcours académique.

Résumé :

Dans ce travail, nous avons étudié la fiabilité de la machine de fabrication des tubes M6 au sein de la société ALFA Pipe, en appliquant la loi de Weibull et en travaillant à l'amélioration de la fiabilité, puis en appliquant la loi de Pareto pour identifier et résoudre les causes importantes de défaillance.

Mots clé : temps de bon fonctionnement, temps d'arrêt, loi de Weibull, loi de Pareto, fiabilité, disponibilité, maintenance systématique et préventive.

ملخص:

من خلال تطبيق قانون ويبل عملنا على دراسة آلة التلحم في شركة الانابيب لتحسين الموثوقية، وكذلك من خلال تطبيق قانون باريتو حددنا وحصرنا الأسباب المهمة للفشل مع تقديم الحلول الممكنة. الكلمات المفتاحية: وقت التوقف، وقت التشغيل، قانون ويبل، قانون باريتو، الموثوقية، التوافر، الصيانة الوقائية والروتينية.

Abstract :

In this work, we studied the reliability of the welding machine in the company of ALFA Pipe, by applying Weibull's law and working to improve reliability, then applying Pareto's law to identify and solve the causes of major failures.

Keywords: uptime, downtime, Weibull's law, Pareto's law, reliability, availability, systematic and preventive maintenance.

Table des matières :

Dédicace	II
Dédicace.....	III
Remerciement :	IV
Résumé :	IV
Liste des tableaux :	VIII
Liste des figures :	IX
Liste des abréviations explicitées :	XI
Introduction Générale :	XII

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise

I.1. Introduction :	2
I.2. Description technique de l'entreprise :	2
I.2.1. Etude sommaire de l'activité de production de tubes :	2
I.2.2. Développement de TUS Ghardaïa :	3
I.2.3. Fiche technique :	4
I.2.4. Les normes de fabrication de tube :	4
I.3. Machine à souder en spirale :	5
I.3.1. Caractéristiques techniques :	6
I.3.2. Sécurité de la machine à souder :	7
I.3.3. Entretien de la machine à souder en spirale :	7
I.3.4. Équipement :	9
I.4. La place de la maintenance préventive dans l'Entreprise :	9
I.5. Conclusion :	14

Chapitre 2 : Objectif et stratégie de la maintenance

II.1. Introduction :	16
II.2. définition de la maintenance :	16
II.2.1. Définition de la maintenance selon l'AFNOR la norme NF X 60-010 :	16
II.2.2. Définitions de la maintenance selon l'AFNOR par la norme NF EN 13306 X 60- 319 :	16
II.3. Missions du service maintenance :	16
II.4. Les méthodes de la maintenance :	17
II.4.1. La maintenance corrective :	18
II.4.2. La maintenance préventive :	19
II.4.2.1 La maintenance préventive systématique :	20
II.4.2.2 La maintenance préventive conditionnelle :	21
II.4.2.3 La maintenance préventive prévisionnelle :	22
II.4.2.4 Les opérations de maintenance préventive :	22

II.4.3.	Maintenance améliorative :	22
II.5.	Stratégie de la maintenance :	23
II.5.1	Les niveaux de la maintenance :	23
II.5.2	Choix d'une politique de maintenance optimale :	24
II.6.	Conclusion :	26

Chapitre 3 : Les paramètres de la fiabilité et les méthodes d'analyse

III.1	Introduction :	28
III.2	Définition de La Fiabilité :	28
III.2.1	Objectifs de L'analyse de la fiabilité :	29
III.2.2	Evolution des coûts en fonction de la fiabilité :	29
III.3	Application de la fiabilité :	30
III.4	Les lois de la probabilité utilisées en fiabilité :	31
III.4.1	La loi exponentielle :	31
III.4.2	La loi normale (Laplace-Gauss) :	32
III.4.3	La loi Log-normale (ou de Galton) :	33
III.4.4	La loi de Wei bull :	33
III.4.5	La loi Gamma :	35
III.4.6	La loi uniforme :	36
III.4.7	La loi du Khi-deux :	36
III.4.8	La loi de Birnbaum-Saunders :	37
III.5	Défaillance, défauts et pannes :	37
III.5.1	Définition de la défaillance :	37
III.5.2	Définition d'un défaut :	38
III.5.3	Définition de la panne :	38
III.5.4	Les méthodes de diagnostic :	38
III.5.5	Classification des défaillances :	39
III.6	Etude détaillée des différents types de défaillances:	40
III.7	Les paramètres de la fiabilité :	42
III.7.1	Moyenne des temps de bon fonctionnement « MTBF » :	42
III.7.2	Moyenne des temps techniques de réparation « MTTR » :	42
III.7.3	Moyenne des temps techniques d'arrêt « MTTA » :	42
III.8	Les méthodes d'optimisation de la maintenance :	43
III.8.1	LA METHODE AMDEC :	43
III.8.2	La méthodologie de l'analyse:	44
III.8.3	La METHODE ISHIKAWA :	45
III.8.4	LE DIAGRAMME PARETO :	47
III.9	Conclusion :	48

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production

IV.1	Introduction :	50
IV.2	Historique des pannes :	50
IV.3	Analyse de la fiabilité :	53
IV.3.1	Analyse du TTR et du TBF :	53
IV.3.2	Application du modèle de Wei bull :	55
IV.3.3	Les paramètres de Wei bull :	59
IV.3.3.1	Calcul de MTBF et de l'écart type σ:	59
IV.3.3.2	La densité de probabilité $f(t)$:	59
IV.3.3.3	La fonction fiabilité $R(t)$:	60
IV.3.3.4	La fonction de répartition $F(t)$:	60
IV.3.3.5	Taux de défaillance:	60
IV.3.3.6	Calcul de la fiabilité $R(t)$, La fonction de répartition $F(t)$, la densité Probabilité $f(t)$ et du taux de défaillance $\lambda(t)$:	60
IV.4	L'analyse de La maintenabilité :	64
IV.5	L'analyse de la disponibilité :	67
IV.5.1.	Disponibilité intrinsèque :	67
IV.5.2.	Disponibilité instantanée :	67
IV.5.3.	Analyse par Méthode de Pareto (ABC) :	69
IV.6	Recommandations :	71
IV.7	Conclusion :	72
	Conclusion générale :	XIII
	Références Bibliographiques :	XIV
	Annexe :	XV

Liste des tableaux :

Les tableaux de chapitre 1 :

Tableau I 1 : Caractéristiques techniques de la machine MAS .	6
Tableau I 2 : diamètres des tubes et épaisseurs des parois.	7
Tableau I 3 : Programme D'entretien Préventif Mois de Mars 2015.	13

Les tableaux de chapitre 2 :

Tableau II 1 : Types de maintenance.	17
--------------------------------------	----

Les tableaux de chapitre 4 :

Tableau IV 1 : historique des pannes.	50
Tableau IV 2 : Calcul du TTR et du TBF.	53
Tableau IV 3 : Les valeurs de fonction réelle $F(t_i)$.	55
Tableau IV 4 : Les Paramètres de Wei bull.	59
Tableau IV 5 : Calcul $f(t)$, $R(t)$, $F(t)$, $\lambda(t)$ en fonction de TBF.	60
Tableau IV 6 : Calcul la maintenabilité en fonction de TTR.	65
Tableau IV 7 : calcul la disponibilité en fonction de TBF.	67
Tableau IV 8 : analyse de Pareto.	69

Liste des figures :

Les figures de chapitre 1 :

Figure I 1 : Implantation des différentes zones de l'usine	3
Figure I 2 : stock des bobines non préparée.	4
Figure I 3 : produit fini.....	5
Figure I 4 : Schéma synoptique du procédé de fabrication.	8

Les figures de chapitre 2 :

Figure II 1 : Effet d'une bonne maintenance préventive	19
Figure II 2 : Principe de la maintenance conditionnelle.....	21
Figure II 3 : Arbre de décision d'une politique de maintenance.....	25
Figure II 4 : Répartition préventif-correctif : aspect économique.	25

Les figures de chapitre 3 :

Figure III 1 : Courbes d'évolution des coûts en fonction de la fiabilité.....	30
Figure III 2 : Probabilités complémentaires.	31
Figure III 3 : Propriété sans mémoire de la loi exponentielle.....	32
Figure III 4 : Courbes de la distribution de Wei bull.	35
Figure III 5 : Schématisation du processus de retour d'expérience.	39
Figure III 6 : Analyse des défaillances.....	41
Figure III 7 : Phases d'une intervention corrective.....	43
Figure III 8 : Organisation de la méthode AMDEC.....	45
Figure III 9 : Le diagramme d'Ishikawa.	46
Figure III 10 : Courbe de Pareto.	47

Les figures de chapitre 4 :

Figure IV 1 : courbe de Wei bull.	58
Figure IV 2 : courbe fonction de répartition.....	63
Figure IV 3 : courbe fonction de fiabilité.....	63
Figure IV 4 : Courbe fonction de densité.	63
Figure IV 5 : courbe fonction de taux de Défaillance	64
Figure IV 6 : Courbe de la fonction de maintenabilité.....	66
Figure IV 7 : Courbe de la fonction de disponibilité.	68
Figure IV 8 : Courbe de Pareto.....	71

Liste des abréviations explicitées :

MTBF : (Mean Time Between Failures) c'est la moyenne des temps de bon fonctionnement entre deux défaillances

MTTR : (Mean Time To Repair) c'est le temps moyen mis pour réparer le système.

λ (t): Taux de défaillance.

TBF : Temps de Bon Fonctionnement entre deux défaillances.

TTR : Le temps mis pour réparer le système.

f(t) : Densité de probabilité.

F(t) : La fonction de répartition.

R(t) : La fonction de fiabilité.

M(t) : Fonction maintenabilité.

D(t) : Fonction de disponibilité.

μ (t): Taux de réparation.

FMD : Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité.

Di : Disponibilité intrinsèque.

β : Paramètres de forme.

γ : Paramètre de position.

η : Paramètre d'échelle.

IP : Intervention préventive.

IC : Intervention corrective.

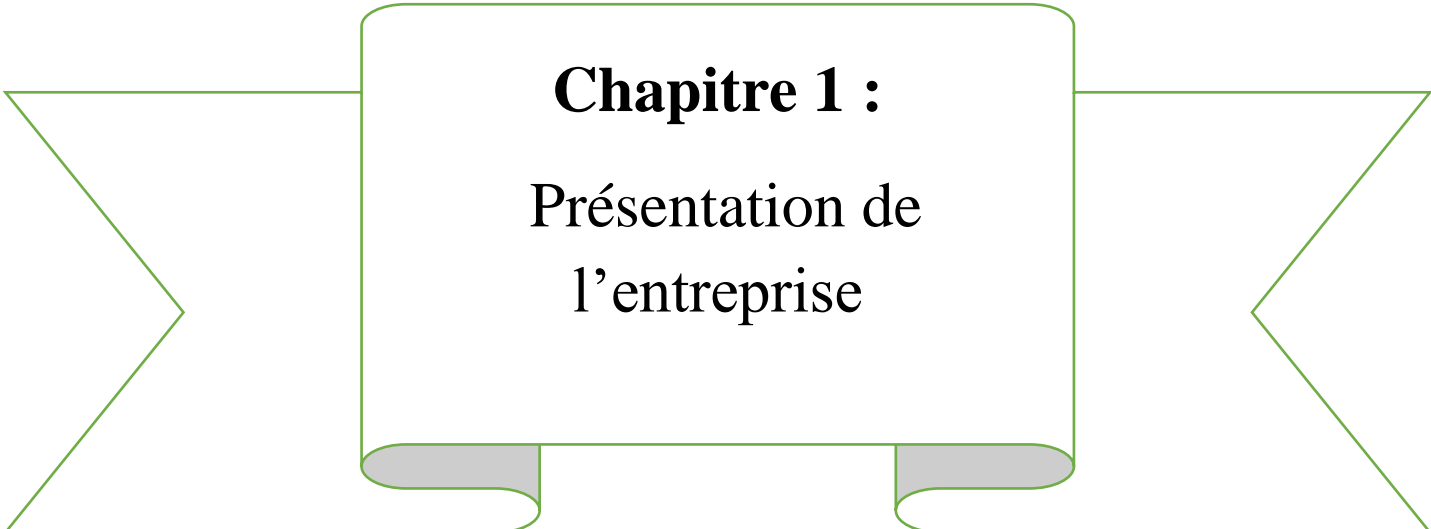
Ta : Tempe d'arrêt.

Fr : fréquence.

Introduction Générale :

La maintenance a traversé différentes étapes de développement. Avec le début de la révolution industrielle, et jusqu'à récemment, la méthode de maintenance courante était la méthode de réaction (intervention jusqu'à la panne de machin) ,Cependant, les défis et l'accélération de la concurrence économique dans le temps, qui impose un ensemble de mesures d'amélioration en raison de l'interruption de la production pendant de longues périodes afin de réparer parfois, et la possibilité de pertes importantes en machines ou en vies, ont contraint les entreprises adopter un plan proactif pour faire face à ces défis par le biais de la maintenance dite préventive. Cependant, la possibilité de dysfonctionnements inattendus est toujours possible pour plusieurs raisons, notamment la différence de qualité ou de mauvaises interventions de réparation.

L'objectif de ce mémoire utiliser et de développer le plan de maintenance préventive optimal et de réduire la possibilité de ce défaillance fonctionnelle grâce à Opérations analytiques utilisant plusieurs lois, dont la loi de weibull, qui permet de simuler de nombre applications probabilistes.



Chapitre 1 :
Présentation de
l'entreprise

Chapitre 1 : présentation de l'entreprise

Chapitre 1 :Présentation de l'entreprise :

I.1. Introduction :

Société Nationale de Transformation de la Tuyauterie et des Produits Plats issues de la restructuration de la Société Nationale de l'Acier, groupe ANABIB PIPE GAZ, tuberiez spirale destinée à fabriquer des tubes en acier pour le transport du pétrole, du gaz et de l'eau.

Implantée à la zone industrielle de Bounoura à Ghardaïa, à 10 km du chef-lieu de wilaya, l'usine occupe une superficie de 230 000 m² et son effectif s'élève en moyenne à 500 employés. En production depuis 1977, ALFAPIPE Tuberiez de Ghardaïa adopte la politique du changement dans la continuité. Sa spécialité est la fabrication de tubes en acier soudés en spirale (de diamètre 20 à 64 pouces, d'épaisseur 7,92 à 15 mm et d'une longueur de 7 à 13 m).

On développer les années dernières pour les grands diamètres à 80 Pousse ; Et l'épaisseur à 25mm pour nouvelle machine a souder.

Grâce à la qualité de ses produits, à la rigueur et l'expérience de son personnel, ALFAPIPE Tuberiez de Ghardaïa répond aux demandes spécifiques de ses clients et offre des prestations diverses, en respectant les délais. La satisfaction des clients, est l'objectif principal de la société :

Détermine le succès et la pérennité de l'entreprise.

ALFAPIPE Tuberiez de Ghardaïa est aujourd'hui un partenaire incontournable qui reste attentif aux nouvelles technologies et contribue pleinement au développement national.

Capacité unitaire 100 000 tonnes/an. Les machines peuvent produire des tubes d'un diamètre de 16 à 64 pouces, d'une épaisseur de 8 à 16 mm et d'une longueur de 8 à 16 m.

Le poids moyen des matières premières sous forme de bobine est de 20 tonnes et la largeur est de 800 à 1800 mm.

I.2. Description technique de l'entreprise :

I.2.1. Etude sommaire de l'activité de production de tubes :

Les machines installées dans l'usine peuvent produire des tubes de 16 à 64 pouces ou (400 à 1600mm) de diamètre, 7 à 16mm d'épaisseur (avec des bobines d'acier) et de 7 à 16m de longueur (la demande est limité au environ 13m de longueur maximum). Les bobines sont en acier d'une nuance de X35à X70.

Chapitre 1 : présentation de l'entreprise

Les bobines sont transportées par voie ferrée de Jijel à Touggourt où elles sont stockées dans un dépôt d'une capacité de 40.000 tonnes, pour être transportées par camion SNTR jusqu'à GHARDAIA (350Km).

I.2.2. Développement de TUS Ghardaïa :

1974 c'était l'année de la mise en chantier de SNS (Société Nationale de la Sidérurgie) à Ghardaïa. Et la mise en service de l'unité de production n'était qu'après deux ans, d'une capacité de 125000 t/ans ; l'équivalent de 375 km.

Pour améliorer ces produit ; en 1992 la SNS a fait une extension et a démarré les deux unités de revêtement ; intérieure et extérieure. Après cette extension, elle a été capable de fabriquer les tubes gazoduc et oléoduc.

Après la restructuration des entreprises, elle a devenu SNTPP (la société National de Traitement des Produits Plats) du groupe ANABIB, et direction Alger. En 2001, elle a devenu PIPE GAZ filiale ANABIB, et en 2006, elle a devenu TUS Ghardaïa, la jumelle de TUS Annaba ; filiales de ALFAPIPE.

Jusqu'à 1999 toutes les unités ont été commandées par les technologies câblées. Après ils ont automatisés l'unité de production et celle de revêtement extérieure.

Et en 2003 ils ont renouvelé les automates des quatre machines à souder. [1]

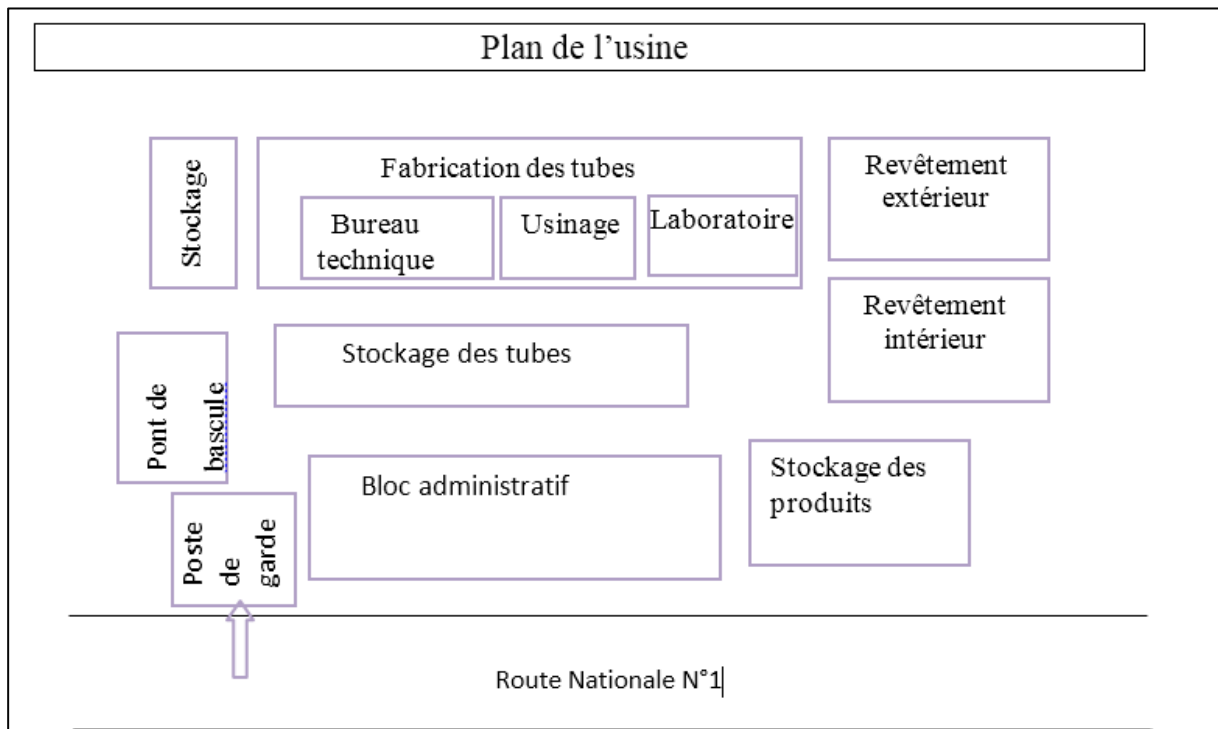


Figure I 1 : Implantation des différentes zones de l'usine [1].

Chapitre 1 : présentation de l'entreprise

I.2.3. Fiche technique :

1. Localisation : zone industrielle Bounoura Ghardaïa
2. Surface : 230 000 m²
3. Année de lancement d'usine : 1977
4. Matière première : Bobine en acier
5. Produit : Tube en acier
6. Nombre des machines de fabrication : 5 machines
7. Productivité : 120 000 tubes annuelle
8. Clients: SONATRACH-SONELGAZ-COSIDER-BP-ANBT...

I.2.4. Les normes de fabrication de tube :

En dehors des dérogations ou des exigences particulières de la présente spécification et/ou de la commande, tous les tubes seront rigoureusement contrôlés suivant les normes : API ; ASME ; ASNT.

API: American Petroleum Institute Standards.

-API 5L: specification for line Pipe, 44-ème edition,

-API Q1: specification for quality programs.

-ASME: American Society for Mechanical Engineers

-ASME Partie C : Spécification Pour Baguettes d'Apport, Electrodes et Métaux d'Apport

-ASNT: American Society for Non-Destructive Testing ASNT

SNT-TC-1A, Pratiques Recommandées pour la Qualification et la Certification du Personnel du Contrôle Non Destructif.



Figure I 2 : stock des bobines non préparée.

Chapitre 1 : présentation de l'entreprise



Figure I 3 : produit fini.

I.3. Machine à souder en spirale : [2]

La machine à souder en spirale est utilisée pour fabriquer des tubes à partir de bandes de différentes largeurs et épaisseurs qui ne sont pas enroulées à partir de bobines (rouleaux). Ces bandes sont laminées en spirale puis soudées intérieurement et extérieurement et directement refroidies par poudre selon le procédé de soudage immergé.

Les éléments de base consistent en :

- Éléments de préparation de la bande.
- Eléments formant tuyaux.
- Éléments de sortie de tuyau.

- l'éléments de préparation de bandes s'étend du dispositif de déroulage des bandes dévidées jusqu'aux rouleaux de l'entraîneur. Dans cette zone, la bande est tirée au travers de la machine et passe par différents stades de l'usinage. Elle est dressée, guidée et rognée des deux côtés par la cisaille circulaire de rognage qui fait suite. L'élimination des bords de laminage est liée à la mise au point d'une largeur constante de bande. Ensuite, à l'aide d'outils raboteurs et de brosses de nettoyage, on prépare les rives pour la soudure. Le raboutage des bobines pour obtenir une bande sans fin fait également partie de la préparation des bandes. L'opération se fait comme suit :

- Coupez les marques d'extrémité du ruban.
- Alignez les bords.
- Souder.

Pendant cette phase de l'usinage, la soudure des tubes est interrompue pendant un court laps de temps.

Chapitre 1 : présentation de l'entreprise

Tous les éléments de la partie "préparation des bobines "sont boulonnés et fixés sur le châssis de base de la machine. Celui-ci repose sur des galets et il est pivoté dans la position correspondante (angle d'entrée) selon la largeur de la bande et le diamètre du tube.

Dans la cage de formage, la bande est formée en tube selon le principe de la cintruse à rouleaux multiples. Les rives qui convergent dans la cage de formage sont soudées intérieurement d'abord, puis extérieurement.

Sur un châssis orientable pour le réglage de la fente de soudure, sont montée la lunette de commande (dispositif de guidage du tube), le support avec la traverse pour l'installation de soudage extérieur et le contrôle aux ultra-sons et le dispositif de descente du tube. C'est là également que le tronçon du tube sortant est réduit à la longueur correspondante par chariot mobile d'oxycoupage.

Le tube, sectionné aux longueurs voulues pendant son passage continu, est descendu sur l'installation de transport (grille) et évacué latéralement hors de la machine.

I.3.1. Caractéristiques techniques :

Tableau I 1 : Caractéristiques techniques de la machine MAS [1].

Largeur de bande	
Bande non rongée	630 à 1830mm
Bande rongée	600 à 1800mm
Poids de bobine	Max .30MP=30tonnes
Diamètre extérieur de bobine	1200 à 2000mm
Diamètre intérieur de bobine	600 à 820mm
Angle d'entrée de bobine	18° à 45°
Epaisseur de la paroi du tube	8 à 16mm
Gamme de diamètre du tube	16 à 64pouce (406.4 à 1625.6mm)
Gamme de longueur du tube	9 à 16m
Qualité de tube	Acier +Fer

Diagramme des diamètres des tubes et des épaisseurs des parois pour la soudure en spirale type :

R-SSP 1800.

Chapitre 1 : présentation de l'entreprise

Tableau I 2 : diamètres des tubes et épaisseurs des parois.

Diamètre des tubes en pouces.	Largeur Max. Feuillard (mm)	Qualité et épaisseur max des parois (mm)			
		X52	X56	X60	X70
16	800	9.52	8.74	7.52	7.52
24	1200	11.13	9.52	9.52	7.52
30	1500	12.70	11.13	11.13	9.52
36	1800	15.88	12.70	12.70	9.52
42	1800	15.88	13.49	12.70	12.70
48	1800	15.88	15.88	13.49	12.70
52	1800	15.88	15.88	15.88	13.49
60	1800	15.88	15.88	15.88	15.88
64	1800	15.88	15.88	15.88	15.88

I.3.2. Sécurité de la machine à souder : [3]

Avant la mise en route de la machine à souder en spirale, les opérations doivent s'assurer de la présence de dispositifs dans la zone dangereuse de la soudure.

Avant tout, il y a lieu de tenir éloignée de la machine toutes personnes étrangères.

Les zones, particulièrement, dangereuses sont ceux entre la chaise-support de bobine et le chariot récepteur de bobine, entre les support de bobine, entre les dispositifs de serrage, devant la râcheuse et la cisaille circulaire dans la zone de l'entraîneur, dans la zone de déplacement du chariot d'oxycoupage, en les dispositifs de descente des tubes.

En cas d'urgence appuie sur les boutons poussoirs rouges (ARRET D'URGANCE) qui se trouve sur tous les tableaux et pupitre de commande.

I.3.3. Entretien de la machine à souder en spirale : [3]

Il est indiscutable qu'au premier Chef de la sécurité du fonctionnement et la longévité de l'équipement dépendant d'un entretien minutieux et du soin qu'on en prend. Acet effet il y a lieu :

- De nettoyage l'équipement une fois par semaine.
- De graisser, après le nettoyage hebdomadaire, les broches coulisses, vis en mouvement.

Chapitre 1 : présentation de l'entreprise

- De rincer proprement les engrenages et les paliers lors de renouvellement de la graisse, avant le nouveau remplissage.
- De n'employer que les huiles et les graisses indiquées par le constructeur.

Remarque :

Les travaux d'entretien ne doivent être entrepris que lorsque la machine est mise hors circuit.

Schéma synoptique du procédé de fabrication :

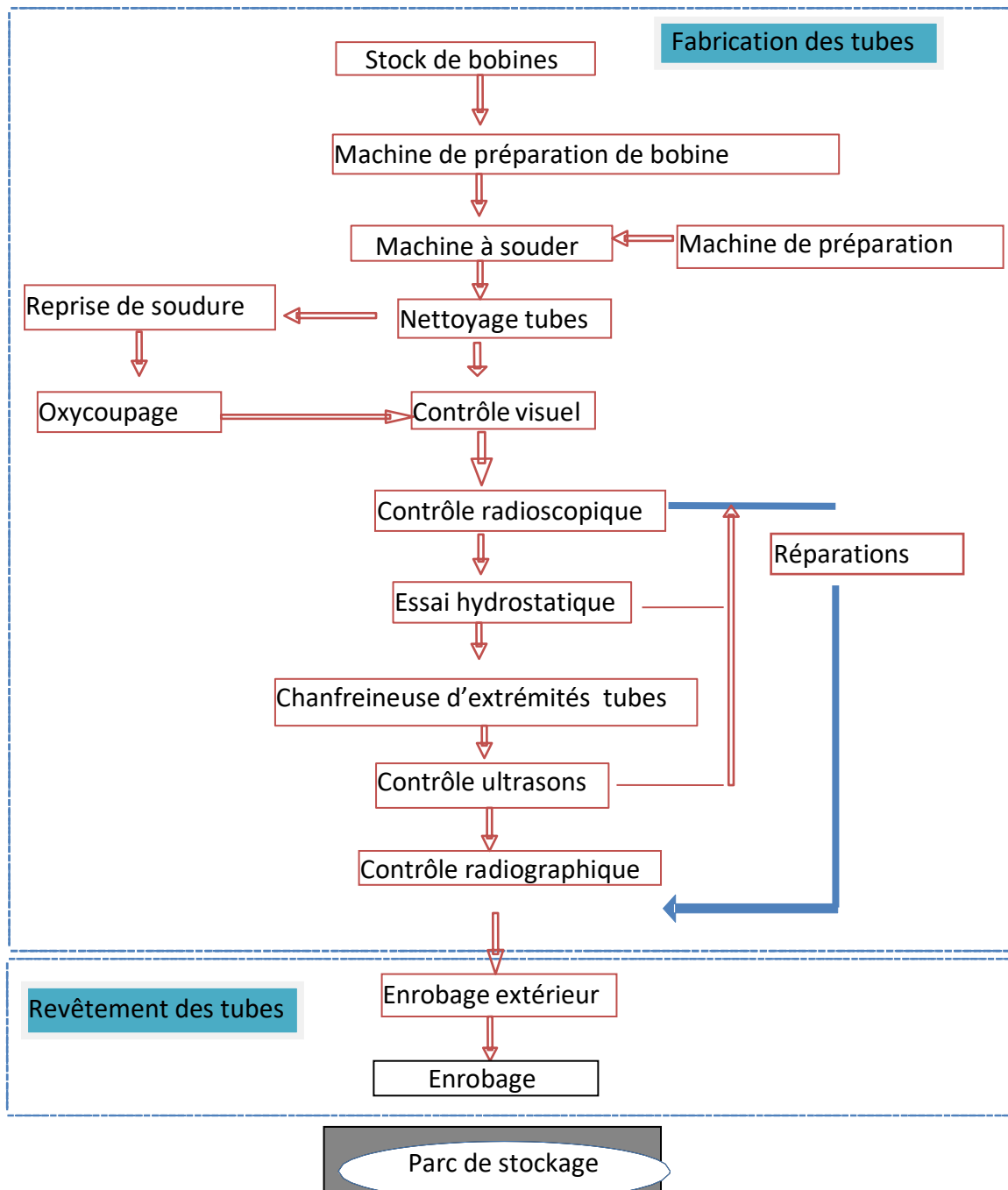


Figure I 4 : Schéma synoptique du procédé de fabrication. [1]

Chapitre 1 : présentation de l'entreprise

I.3.4. Équipement :

La fabrication de tubes en spirale nécessite des employés hautement qualifiés et compétents et un excellent équipement, c'est pourquoi ALFA PIPE dispose des machines suivantes :

Machines à rouleaux

Quatre machines à souder

- 2 formules de nettoyage des tubes

Deux zones de reprise de soudure

Appareil d'oxycoupage

Contrôle des rayons X et radiographie

- chan installation de freinage

Banc d'essai hydrostatique

- Pose d'un bardage extérieur

Pose de peinture intérieure

- des convoyeurs qui assurent les déplacements des tubes entre les différentes machines

- des ponts roulants pour différents poids 15T ,34T

* En plus de l'équipement il existe divers ateliers et laboratoires pour vérifier la qualité des produits et fournir des pièces de rechange pour diverses machines :

- atelier mécanique

Atelier de chaudronnerie

- Atelier électrique

Laboratoire mécanique

Laboratoire électronique

- laboratoire de chimie

I.4. La place de la maintenance préventive dans l'Entreprise : [4]

N°PRD	DESIGNATIONS DES OPERATIONS
1.	CONSIGNATION DU PONT :
1.1	s'assurer que l'interrupteur (à clé) de la « tension de commande » sur pupitre est coupé
1.2	respecter les consignes générales de sécurité.
1.3	S'assurer que les vannes principales d'oxygène (banc) et d'acétylène (jaune) sont fermées

Chapitre 1 : présentation de l'entreprise

2.	CHAISE SUPPORT BOBINE :
2.1	Vérifier la fixation de guidage de glissières horizontal et verticales
2.2	Vérifier la fixation de chapes de vérin de déplacement transversal
2.3	Vérifier la fixation des arrêteurs des axes de vérin de déplacement transversal
2.4	Vérifier l'état d'usure de racleurs de glissières horizontal et vertical
3.	DEVIDOIR BOBINES :
3.1	Vérifier l'état des racleurs de glissières mâchoires de côté extérieur et intérieur
3.2	Vérifier l'état de racleurs des 4 patins de déplacement longitudinal
3.3	Vérifier la fixation des chapes de vérins de déplacement de 2 mâchoires
3.4	Vérifier la rotation et l'état de surface des 2 galets de guidage latéral
3.5	Vérifier l'état de fixation des axes de grand et petit vérin de déplacement longitudinal
3.6	Nettoyage et révision de la chaine énergétique
4.	PREPLANEUR :
4.1	Vérifier serrage des 8 boulons (clé 65) de fixation des traverses supérieures avec couple de -250 m.kg
4.2	Vérifier le serrage des 8 écrous (clé 55) de tiges de distance entre les montants avec couple de 65 m.kg
4.3	Vérifier le serrage des 8 boulons (clé 46) de fixation des montants sue châssis avec couple de 38 m.kg
4.4	Vérifier l'état des racleurs de patins de déplacement longitudinal
4.5	Vérifier la rotation et l'état de surface des 2 galets de guidage latéral
5.	DISPOSITIF DE SERRAGE ET DE RABOUTAGE DES EXTREMITES DE BANDE :
5.1	Vérifier la fixation des arrêteurs des articulations des 2 mâchoires
5.2	Vérifier la bonne rotation des galets de roulement supérieur et inférieur du chariot de raboutage
5.3	Vérifier l'état des 2 pingions a chaine et réglage de la tension de la chaine.
6.	POULIE DE GUIDAGE :
6.1	Vérifier le serrage des 2 blocs de poulies sur le châssis boulons (clé 46) avec couple de 38 m.kg.

Chapitre 1 : présentation de l'entreprise

7.	BLOC DE CISAILLE ET HACHEUSE :
7.1	Vérifier l'état de la déformation de deux tunnels guide chute
7.2	Vérifier la fixation sur le bloc de 2 tunnels guide chute
7.3	Vérifier l'état des 2 flasques inférieures et supérieures de la hacheuse
7.4	Vérifier le serrage des vis des flasques inférieures
8.	TRANSPORTEUR CHUTES :
8.1	Vérifier l'état de pignon de la chaîne d'entraînement
8.2	Vérifier l'état de la bande transporteuse de chutes
9.	UNITE DE FRAISAGE DE RIVE :
9.1	Vérifier l'état des surfaces et les rotations des 2 trains de galets supérieures
9.2	Vérifier la rotation des têtes de fraisage
10.	DISPOSITIFS DE GALET SUPPORT BANDE :
10.1	Vérifier la rotation des galets support bande des 2 dispositifs
10.2	Vérifier la fixation des 2 dispositifs de galet support bande
11.	DISPOSITIF DE BROSSAGE DE BAND :
11.1	Vérifier la rotation des 2 galets copieur de la brosse
11.2	Vérifier l'usure de la brosse (15-20mm sur les extrémités)
12.	DISPOSITIF DE PRECINTREGE BORDSDE BAND :
12.1	Vérifier la rotation des 2 galets supérieurs et galets inférieurs de pré cintrage
13.	DISPOSITIF DE REGLAGE DE LA FENTE DE SOUDAGE :
13.1	Vérifier l'état et la rotation des galets du dispositif de réglage de fente
14.	INSTALLATION DE SOUDAGE EXTERIEUR :
14.1	Vérifier le jeu radial de douilles billes du système de déplacement horizontal et vertical et les nettoyages
14.2	Vérifier fixation de l'ensemble de la tête de soudage
15.	INSTALLATION D'ASPERATION DE REAPORT FLUX :
15.1	Vérifier la tension et l'état des 4 courroies trapézoïdales d'entraînement de l'aspirateur

Chapitre 1 : présentation de l'entreprise

15.2	Vérifier la fixation de poulies menant et mené et l'état des clavettes
15.3	Vérifier l'état de l'ensemble de 2 roulements de l'axe de la turbine d'aspiration, nettoyer et graisser
15.4	Vérifier l'état de silént bloc –sur socle de montage de l'aspirateur
16.	U S BANDE :
16.1	Réglage tension de la chaine et alignement des 2 pingions
16.2	Vérifier le roulement de peignions fou
16.3	Vérifier les roulements et la fixation de 4 galets du chariot
16.4	Vérifier assemblage et fonctionnement de bras pivotement d'entraînement
17.	LUNETE DE COMMANDE :
17.1	Vérifier la rotation des 3 galets et leurs contacts le tube
17.2	Vérifier l'usure des 3 galets et en cas d'une usure déportée, réglage l'angle d'inclinaison suivant les consignes de bureau méthodes
17.3	Vérifier des chapes et des arrêteoirs d'axes de galets
18.	BRAS SUPPORT TUBE :
18.1	Vérifier la fixation des chapes de galet
18.2	Vérifier la rotation et l'angle d'inclinaison de galet
18.3	Vérifier la mise à la position du bras au tube
19.	TABLE ELEVATRICE :
19.1	Vérifier la fixation des chapes de vérins et verticalité des tables
19.2	Vérifier la rotation des galets
19.3	Vérifier la fixation des chapes de galet

Chapitre 1 : présentation de l'entreprise

Exemple de Programme D'entretien Préventif Mois de Mars 2015 :

Tableau I 3 : Programme D'entretien Préventif Mois de Mars 2015.

	M	M	J	D	L	M	M	J	D	L	M	M	J	D	L	M	M	J	D	L	M	M	J
Installation	1	2	3	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	27	28	29	30	31
Préparation bobineM3																				X			
Regeneration flu M 4																				X			
Machine à soudez A																							
Machine à soudez B							X																
Machine à soudez C															X								
Machine à soudez D										X													
Machine à soudez E																							
Machine Nettoyage tube 9							X																
Machine nettoyage tube 10										X													
Machine tronçonnage M 17	X																						
Machine RX 23				X																			
Banc hydrostatique 24					v																		
Chanfreineuse tube 25															X								
Machine RX 29									X														
N D T M 30									X														
P R 2101																							
P R 2102																							
P R 2103																			X				
P R 2104		X																					
P R 2105													X										
P R 2106										X													
P R 2108								X															
P R 2110			X																				
P R 2111																	X						
Comp Regatta /atlas cop																X							
Zone N° 1				X																			
Zone N° 2	X																						
Zone N° 3														X									

A decorative banner with a central rounded rectangular box and two side flaps. The central box contains the chapter title. The side flaps are triangular and point outwards. The banner has a light green outline and a grey shadow at the bottom.

Chapitre 2 :

Objectif et la stratégie de
maintenance

Chapitre 2 : Objectif et stratégie de la maintenance

Chapitre 2 : Objectif et stratégie de la maintenance :

II.1. Introduction :

La maintenance a un rôle important pour entretenir l'équipement et assurer le meilleur fonctionnement possible de l'équipement selon le budget alloué, en réalisant des réparations d'urgence, des mesures préventives pour éviter l'arrêt de la production, des réparations en atelier, des mesures d'amélioration.

Le service de maintenance génère des bénéfices notables pour l'entreprise, mais cela ne signifie pas qu'elle n'encoure pas de dépenses qui varient, telles que le paiement des salaires des agents et l'amélioration du stock de pièces de rechange et de matériel de maintenance.

Le service maintenance doit mettre en œuvre la politique de maintenance définie par la direction de l'entreprise ; cette politique doit permettre d'atteindre le rendement maximal des systèmes de l'entreprise. Cependant, tous les équipements n'ont pas le même degré d'importance d'un point de vue maintenance. Le service devra donc, dans le cadre de la politique globale, définir les stratégies les mieux adaptées aux diverses situations.

II.2. définition de la maintenance :

II.2.1. Définition de la maintenance selon l'AFNOR la norme NF X 60-010 :

Ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé. Bien maintenir, c'est assurer l'ensemble de ces opérations au coût optimal.

II.2.2. Définitions de la maintenance selon l'AFNOR par la norme NF EN 13306 X 60- 319 :

La maintenance est l'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise.

II.3. Missions du service maintenance :

Un patrimoine représente des investissements importants pour lesquels il faut assurer un retour rapide, ce qui passe par une bonne disponibilité avec un niveau de rendement optimal.

Sa maintenance ne se limite plus à sa simple remise en état. Le service maintenance doit à travers cette mission satisfaire les besoins de la production :

Chapitre 2 : Objectif et stratégie de la maintenance

- ❖ améliorer la disponibilité des équipements de production.
- ❖ améliorer l'interface production - maintenance, c'est-à-dire connaître et appliquer les méthodes et outils pour améliorer la communication (TPM, GMAO).
- ❖ Obtenir le coût global minimal pour les équipements.
- ❖ Se mettre en conformité avec la législation sur la sécurité.
- ❖ Se mettre en conformité avec la législation sur l'environnement.
- ❖ Participer à la qualité des produits fabriqués.
- ❖ Participer à l'amélioration des coûts de fabrication.
- ❖ Participer à l'image de marque de l'entreprise.

II.4. Les méthodes de la maintenance :

Deux grandes catégories de maintenance peuvent être identifiées dans Tableau II.1 : la maintenance corrective et la maintenance préventive. La maintenance corrective est une maintenance effectuée par un système lorsqu'un défaut existe déjà et doit être corrigé. La maintenance préventive est une maintenance censée prévenir les pannes.

Tableau II 1 : Types de maintenance.

	Maintenance				
Type de maintenance	Maintenance corrective		Maintenance préventive		
	Maintenance palliative	Maintenance curative	Maintenance systématique	Maintenance conditionnelle	Maintenance prévisionnelle
Evénement déclencheur	Défaillance	Défaillance	Date/échéance	Franchissement limite ou seuil	Dérives, Tendances
Action de maintenance	Dépannage	Reparation	Remplacements systématiques	Remplacements Sous condition	Interventions ciblées

Chapitre 2 : Objectif et stratégie de la maintenance

Une classification des stratégies de maintenance peut être trouvée dans :

II.4.1. La maintenance corrective :

Définition :

La norme (NF EN 13306) définit ainsi la maintenance corrective : « Exécutée après détection d'une panne est destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise ». Ou bien c'est l'ensemble des activités réalisées après la panne du système pouvant être liée à sa défaillance ou à la dégradation de sa fonction, elle a alors pour but de le remettre en état de marche. C'est une forme de maintenance dont l'attitude consiste à attendre la panne pour procéder à une intervention. Il faut distinguer là, deux aspects :

La maintenance palliative et la maintenance curative.

Maintenance palliative : appelée dépannage, dont l'objectif est de supprimer les effets de la défaillance et remettre provisoirement le matériel à un niveau de performance acceptable mais inférieur au niveau optimal.

Maintenance curative : appelée réparation, dont l'objectif est de ramener le système à un niveau de performance optimal. Son caractère inéluctable ne doit cependant pas faire oublier que cette maintenance doit faire l'objet d'une réflexion approfondie pour être optimisée en mettant tout en œuvre pour intervenir dans les meilleures conditions :

-disponibilité des moyens nécessaires : documentation à jour, pièces de rechange nécessaires, outillages et moyens techniques, etc. ;

-maîtrise par les intervenants d'une méthodologie d'intervention intégrant une méthodologie de diagnostic, etc.

De la même façon, ces défaillances dont on attend l'apparition, seront gérées en amont comme en aval de l'intervention et il sera nécessaire de bien définir la procédure de gestion en ce qui concerne :

1-la rédaction d'un compte rendu d'intervention ;

2-la mise à jour des documents techniques schémas, plans, etc. ;

3-l'optimisation du stock de pièce de rechange.

Cette exploitation de l'événement défaillance sera aussi l'un des points permettant de définir et d'optimiser ultérieurement la maintenance préventive qui pourra être définie quelle qu'en soit la forme [5].

Chapitre 2 : Objectif et stratégie de la maintenance

II.4.2. La maintenance préventive :

Dans la définition de la maintenance préventive, nous incluons l'ensemble des contrôles, visites et interventions de maintenance effectuées préventivement. La maintenance préventive s'oppose en cela à la maintenance corrective déclenchée à partir des perturbations ou par les événements, et donc subie par la maintenance. La maintenance préventive comprend :

- Contrôles ou visites systématiques,
- Expertises, actions et remplacements effectués à la suite de contrôles ou de visites,
- Remplacements systématiques,
- Maintenance conditionnelle, ou contrôles non destructifs.

A partir de la définition générale de la maintenance préventive, on distingue trois variantes qui peuvent être utilisées conjointement en complément l'une de l'autre :

- Maintenance préventive systématique,
- Maintenance préventive conditionnelle,
- Maintenance préventive prévisionnelle.

La maintenance préventive ne doit pas consister à dire à un agent de maintenance : « Si l'état de tel organe est bon » au moyen d'une liste de des points à examiner. Dans ce cas, si l'état est bon, on ne dit rien ; s'il n'est pas bon, il faut intervenir de suite, ce qui nécessite forcément une disponibilité en pièces de rechange, il s'agit d'une détection d'anomalie et non de maintenance préventive. Au contraire, la maintenance préventive doit consister à suivre l'évolution de l'état d'un organe, de manière à prévoir une intervention dans un délai raisonnable et l'achat de la pièce de remplacement nécessaire (donc on n'a pas besoin de la tenir en stock, si le délai normal le permet) Figure II 1. [6]

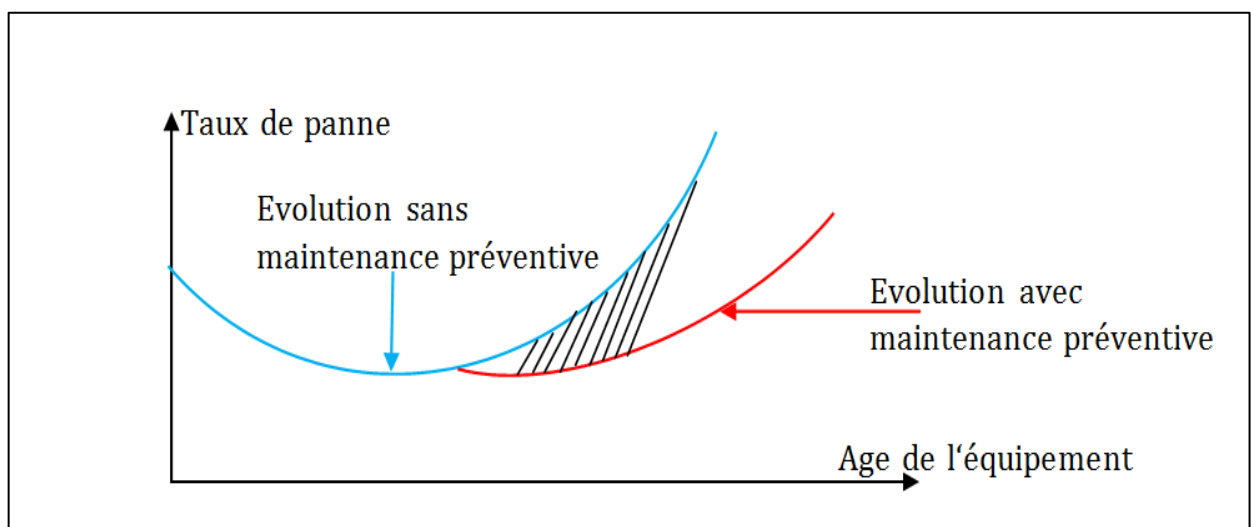


Figure II 1 : Effet d'une bonne maintenance préventive [7].

Chapitre 2 : Objectif et stratégie de la maintenance

II.4.2.1 La maintenance préventive systématique : [8]

Visites systématiques :

Les visites sont effectuées selon un échéancier établi suivant le temps ou le nombre d'unités d'usage. À chaque visite, on détermine l'état de l'organe qui sera exprimé soit par une valeur de mesure (épaisseur, température, intensité, etc.), soit par une appréciation visuelle. Et on pourra interpréter l'évolution de l'état d'un organe par les degrés d'appréciation : Rien à signaler, Début de dégradation, Dégradation avancée et Danger. Par principe, la maintenance préventive systématique est effectuée en fonction de conditions qui reflètent l'état d'évolution d'une défaillance. L'intervention peut être programmée juste à temps avant l'apparition de la panne.

Remplacements systématiques :

Selon un échéancier défini, on remplace systématiquement un composant, un organe ou un sous-ensemble complet (il s'agit d'un échange standard).

Dans la mise en place d'une maintenance préventive, il vaut toujours mieux commencer par des visites systématiques, plutôt que par des remplacements systématiques, sauf dans les cas suivants :

- lorsque des raisons de sécurité s'imposent;
- lorsque le coût de l'arrêt de production est disproportionné par rapport au coût de remplacement;
- lorsque le coût de la pièce concernée est si faible qu'il ne justifie pas de visites Systématiques;
- lorsque la durée de vie est connue avec exactitude par l'expérience.

Le risque de remplacement systématique est de changer des éléments encore capables d'assumer le bon fonctionnement pendant un temps non négligeable.

La visite systématique permet tout d'abord de capitaliser les expériences sur le comportement des organes soumis aux conditions d'utilisation réelle.

Ronde ou visite en marche :

La visite systématique effectuée pendant le fonctionnement permet d'optimiser l'arrêt machine. Pour ce type de maintenance, on suit l'effet de la dégradation ou de l'usure pour éviter le démontage indésirable. Les contrôles sont simples à réaliser : lecture des valeurs des paramètres, examens sensoriels... Les valeurs des paramètres pour un fonctionnement normal sont connues à l'avance

Tout en respectant les règles de sécurité, une surveillance quotidienne en marche permet de

Chapitre 2 : Objectif et stratégie de la maintenance

détecter rapidement le début d'une dégradation. La durée et la fréquence de ces opérations sont courtes. Dans la mesure du possible, cette maintenance de premier niveau est confiée aux opérateurs pour les machines de production et aux exploitants pour les utilités. Ce sont eux qui sont les mieux placés pour constater les conditions de l'apparition des pannes.

II.4.2.2 La maintenance préventive conditionnelle :

D'après la définition Afnor, il s'agit d'une forme de maintenance préventive basée sur une surveillance de fonctionnement du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement et intégrant les actions qui en découlent. La maintenance conditionnelle permet d'assurer le suivi continu du matériel en service, et la décision d'intervention est prise lorsqu'il y a une évidence expérimentale de défaut imminent ou d'un seuil de dégradation prédéterminé. Cela concerne certains types de défaut, de pannes arrivant progressivement ou par dérive. L'étude des dérives dans le cadre des interventions de maintenance préventive permet de déceler les seuils d'alerte, tant dans les technologies relevant de la mécanique que celles de l'électronique. Au cours de la conception d'une installation, on définit des tolérances pour certains paramètres. La variation progressive d'un paramètre n'implique pas la défaillance d'un organe. Mais lorsqu'un paramètre sort de la tolérance, le fonctionnement peut être complètement perturbé. Le suivi de l'évolution des paramètres permet de préciser la nature et la date des interventions. Le paramètre suivi peut être :

- une mesure électrique (tension, intensité...);
- une mesure de température ;
- un pourcentage de particules dans l'huile ;
- un niveau de vibration... On choisit comme paramètre à suivre celui qui caractérise le mieux la dégradation des composants ou la cause de la perturbation de fonctionnement.[8]

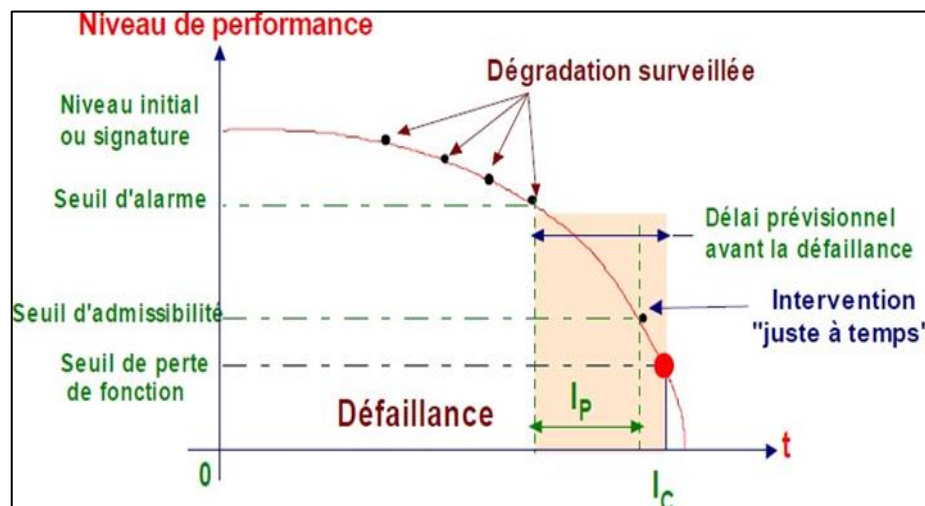


Figure II 2 : Principe de la maintenance conditionnelle.

Chapitre 2 : Objectif et stratégie de la maintenance

II.4.2.3 La maintenance préventive prévisionnelle :

La maintenance prévisionnelle, également appelée maintenance proactive, est également réalisée à la suite d'une analyse de l'évolution surveillée des paramètres précurseurs de panne qui permettent de qualifier l'état de fonctionnement du système. La maintenance proactive est une forme de maintenance prédictive qui consiste à déterminer les causes à l'origine des défaillances et des usures précoces des équipements du système. La maintenance prévisionnelle permet d'anticiper et de prévoir au mieux le moment où l'opération de maintenance devra être réalisée.

Cette forme de maintenance permet de réduire le nombre de défaillances imprévues, et donc l'indisponibilité du système. Elle permet de planifier les opérations de maintenance de manière à utiliser les équipements au maximum de leurs possibilités. En surveillant les équipements, il est possible de corriger des erreurs de conduite ou des anomalies qui peuvent générer des défaillances plus graves par la suite et d'améliorer la sécurité en évitant des accidents critiques. Par contre, cette forme de maintenance nécessite de mettre en place des techniques de surveillance et de mesure qui peuvent être très coûteuses.

II.4.2.4 Les opérations de maintenance préventive :

Elles permettent d'effectuer des opérations de surveillances en relevant des anomalies, des réglages simples sans arrêt de l'équipement.

Inspections :

On vérifie des données par rapport au dossier technique, ou l'on effectue des contrôles de conformité.

Contrôle :

Elles s'effectuent à des périodes fixes avec immobilisation de l'équipement. Une liste d'opérations est prédéfinie. Ces visites sont réalisées en maintenance préventive systématique.

Visite :

Une opération de remplacement de matériel s'effectue par un échange standard des pièces. Cette opération s'effectue équipement à l'arrêt, en conséquence des essais seront nécessaires et une mise en service de l'équipement.

II.4.3. Maintenance améliorative :

L'amélioration des biens d'équipement est un « ensemble des mesures techniques, administratives et de gestion, destinées à améliorer la sûreté de fonctionnement d'un bien sans changer sa fonction requise » (norme NF EN 13306). On apporte donc des modifications à la conception

Chapitre 2 : Objectif et stratégie de la maintenance

d'origine dans le but d'augmenter la durée de vie des composants, de les standardiser, de réduire la consommation d'énergie, d'améliorer la maintenabilité, etc.. C'est une aide importante si l'on décide ensuite de construire un équipement effectuant le même travail mais à la technologie moderne : on n'y retrouvera plus les mêmes problèmes.

Objectifs de la maintenance améliorative:

La maintenance améliorative est un état d'esprit nécessitant un pouvoir d'observation critique et une attitude créative. Un projet d'amélioration passe obligatoirement par une étude économique sérieuse : l'amélioration doit être rentable. Tout le matériel est concerné, sauf bien sûr, le matériel proche de la réforme. Les objectifs de la maintenance améliorative d'un bien sont:

- L'augmentation des performances de production.
- L'augmentation de la fiabilité.
- L'amélioration de la maintenabilité.
- La standardisation de certains éléments ou sous-ensemble
- L'augmentation de la sécurité des utilisateurs. .[9]

II.5. Stratégie de la maintenance :

II.5.1 Les niveaux de la maintenance :

1^{er} niveau :

Réglages simples assurés par le constructeur, au moyen d'éléments accessibles sans démontage ni ouverture de l'appareil, ou remplacement d'éléments vulnérables, tels que voyants lumineux ou certains fusibles, etc., en toute sécurité. Ce type d'intervention peut être réalisé sur le terrain par l'opérateur du bien, sans outils et à l'aide d'un mode d'emploi. L'inventaire des consommables nécessaires est très faible.

2^{ème} niveau :

Dépannage par remplacement standard des composants prévus à cet effet et opérations mineures de maintenance préventive telles que graissage ou vérification du bon fonctionnement. Ce type d'intervention peut être réalisé sur site par un technicien habilité moyennement qualifié à l'aide des outils portatifs définis dans les notices de maintenance.

Chapitre 2 : Objectif et stratégie de la maintenance

3ème niveau :

Identification et diagnostic des pannes, réparations par remplacement de pièces ou d'éléments fonctionnels, petites réparations mécaniques et toutes les opérations courantes de maintenance préventive telles que réglage général ou recalibrage des appareils de mesure. Ce type d'intervention peut être réalisé sur site ou en atelier par un technicien professionnel, à l'aide des outils prévus dans la notice d'entretien et d'appareils de mesure et de réglage, éventuellement un établi. Test et inspection de l'équipement et utilisation de toute la documentation requise pour entretenir la propriété et les pièces fournies par le magasin.

4ème niveau :

Tous les travaux majeurs d'entretien correctif ou préventif à l'exception des rénovations et reconstructions. Ce niveau comprend également le réglage des appareils de mesure pour la maintenance, et éventuellement la vérification des normes de travail par des organismes professionnels. Ce type d'intervention peut être réalisé dans un atelier dédié par une équipe comprenant un encadrement technique hautement spécialisé.

5ème niveau :

Remises à neuf, transformations ou grosses réparations commandées par des ateliers centraux ou des unités extérieures. Par définition, ce type de travaux est donc réalisé par le constructeur ou le reconstruteur, de manière définie par le constructeur, donc proche de la fabrication.

II.5.2 Choix d'une politique de maintenance optimale :

La maintenance corrective entraîne une perte importante de temps de production, qui est variable, nécessite des stocks de pièces de rechange, et les équipes de maintenance attendent les pannes et deviennent disponibles rapidement. En général ce type de gestion de la maintenance entraîne des coûts importants et une disponibilité et une sécurité réduite. Elle ne doit donc être utilisée que lorsque d'autres méthodes de prévention ne peuvent pas être appliquées, notamment lors de la prévention des pannes dites "aléatoires" avec un taux de défaillance constant. Dans ce cas tous les efforts possibles doivent être faits pour réduire les conséquences d'une panne, et les règles de bonne maintenabilité doivent être appliquées.

Choix de la politique de Maintenance

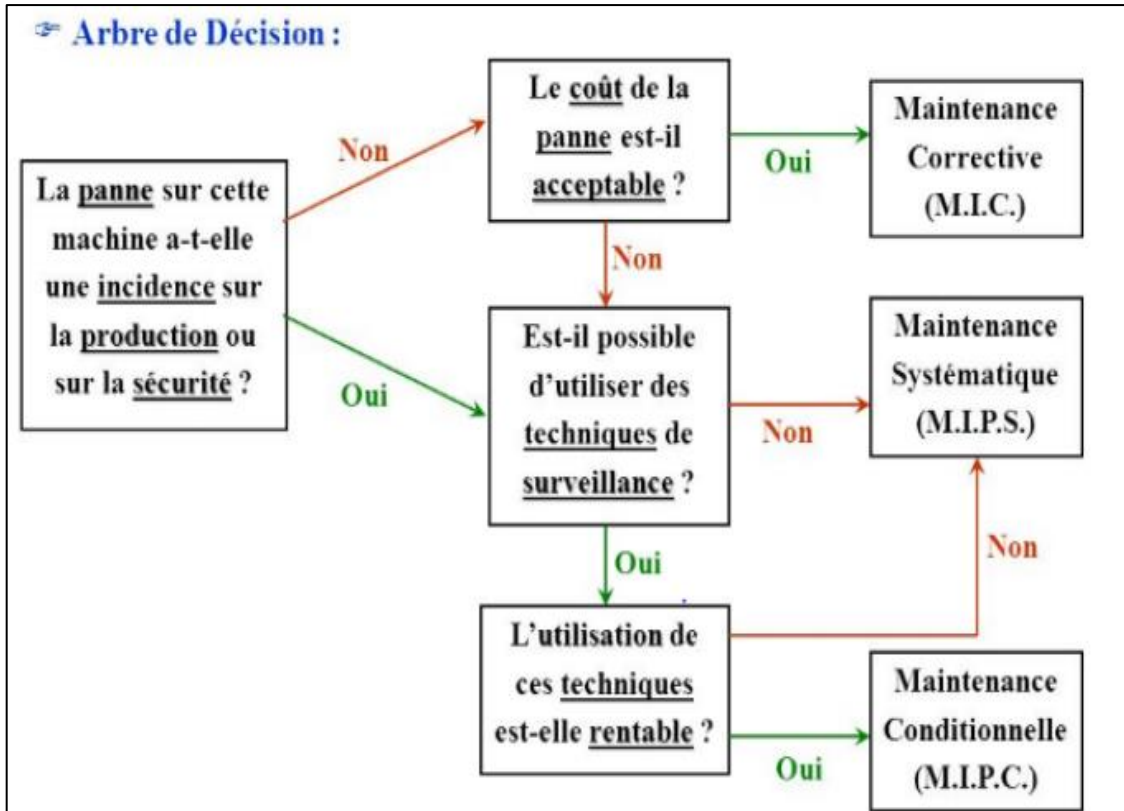


Figure II 3 : Arbre de décision d'une politique de maintenance.

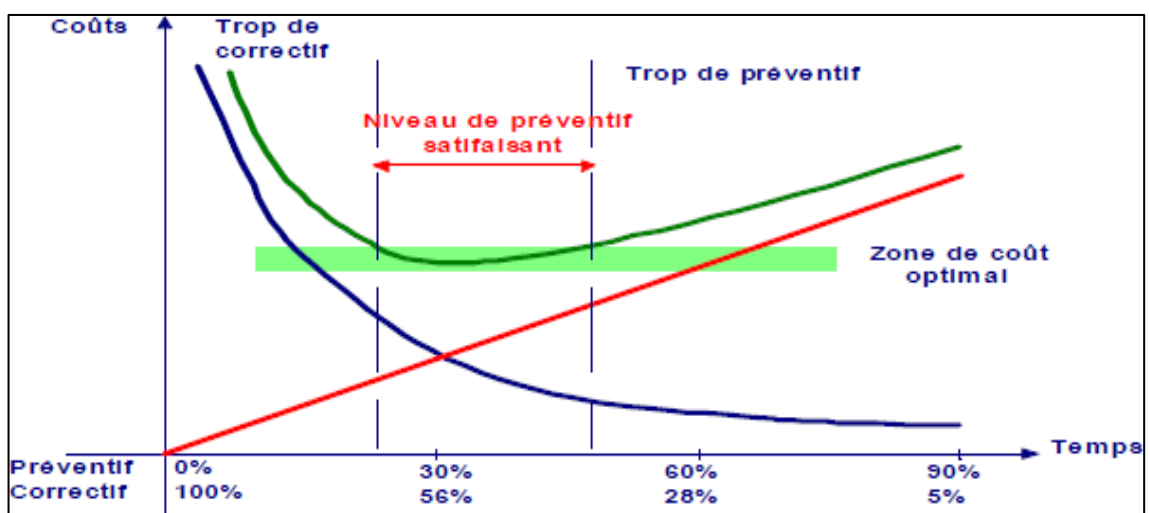


Figure II 4 : Répartition préventif-correctif : aspect économique.

Chapitre 2 : Objectif et stratégie de la maintenance

Coûts de la maintenance :

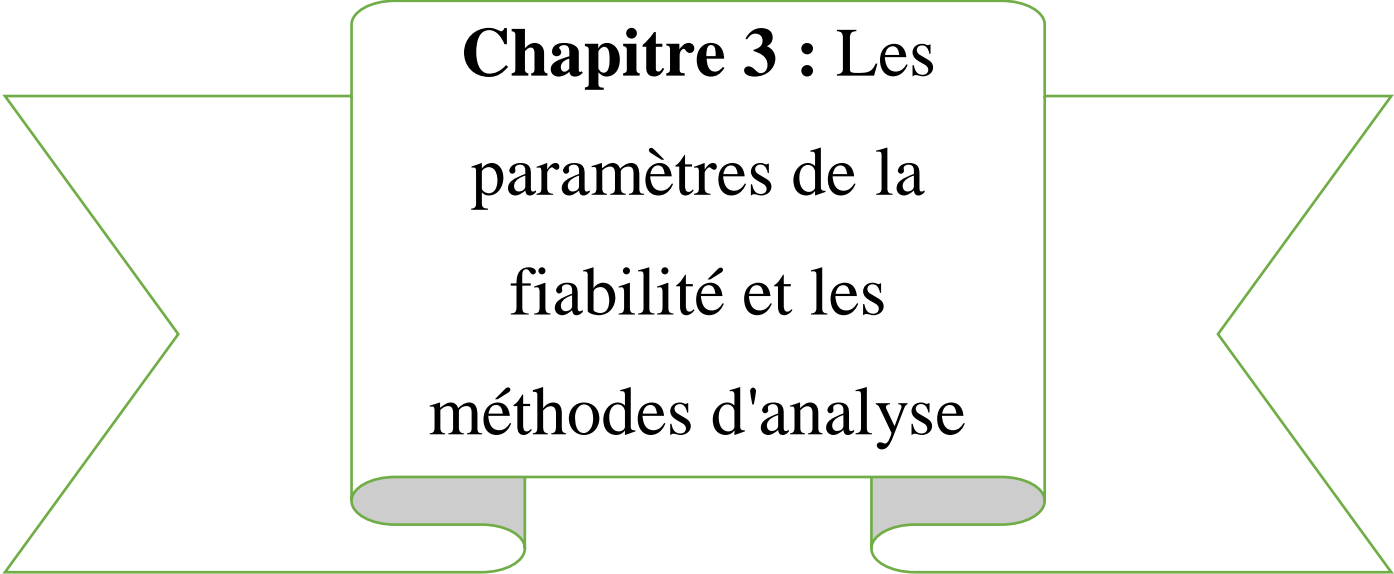
Les coûts de la maintenance représentent l'ensemble des dépenses engagées pour maintenir en état de fonctionnement un système ou un équipement. Il existe trois types de coûts :

- Le coût de maintenance direct qui comprend : le prix de la pièce de rechange et la main d'œuvre.
- Le coût de maintenance indirect qui comprend : le coût du personnel non imputable avec certitude à une tâche de maintenance, les dépenses d'entretien, de réparation des outillages spécifiques ou non, les dépenses d'infrastructure.
- Le coût d'indisponibilité ou de défaillance lié à l'action de la maintenance à effectuer, ce dernier correspond à une perte sèche d'exploitation [10]

II.6. Conclusion :

La maintenance est importante pour tout établissement industriel pour son rôle dans la réduction des risques des pannes et son efficacité à réduire les dépenses financières de différentes manières.

La stratégie de chaque société face aux pannes varie d'une société à l'autre, il y a quelques sociétés qui choisissent la maintenance corrective par la réparation instantanée, mais c'est une vieille stratégie parce qu'il existe actuellement la maintenance préventive qui est mieux face à d'éventuels dysfonctionnements dans le futur.



**Chapitre 3 : Les
paramètres de la
fiabilité et les
méthodes d'analyse**

Chapitre 3 : Les paramètres de la fiabilité et les méthodes d'analyse

Chapitre 3 : Les paramètres de la fiabilité et les méthodes d'analyse :

III.1 Introduction :

Le développement rapide des outils et systèmes qui nous entourent et leurs complexités nous ont incités à approfondir les stratégies pour assurer leur sécurité et la nôtre, et cette sécurité ne peut être atteinte que si toutes les installations, systèmes et équipements sont sécuritaires.

La sûreté de fonctionnement à travers ses techniques de fiabilité permet de connaître le fonctionnement des systèmes, leurs caractéristiques, leurs schémas de défaillance et les mécanismes qui provoquent leur arrêt.

L'évaluation de la fiabilité nous permet de prédire le comportement des systèmes dans le temps et nous garantit des solutions importantes pour faire face aux risques qui peuvent survenir. Et pour cela, on va dans ce stage pratique dans au sein de la société ALFA PIPE étudier la fiabilité de la machine à souder.

III.2 Définition de La Fiabilité :

La définition adoptée par le groupe de travail 56 de la Commission Électrotechnique Internationale (CEI) est la suivante : "la fiabilité est une caractéristique d'un dispositif, exprimée par la probabilité qu'il accomplisse une fonction requise dans des conditions données, pendant un temps donné."

La fiabilité se caractérise par quatre concepts:

a) La probabilité :

En mathématiques, la probabilité est utilisée pour décrire l'incertitude : le rapport du nombre de cas favorables au nombre de cas possibles de tout événement, la probabilité qui exprime les chances de succès ou d'échec.

b) L'accomplissement d'une fonction requise :

La fonction a besoin d'être définie de façon précise, on ne peut pas évaluer la fiabilité d'un dispositif sans connaître exactement le rôle qu'il doit jouer, donc les contraintes qu'il subira par voie de conséquences. Le dispositif devra être dans un état qui lui permette d'accomplir la fonction requise d'une manière satisfaisante. Ceci implique un certain niveau minimum de performances au-dessous desquelles le dispositif est considéré comme défaillant. Il est fondamental de bien définir ce niveau minimum de performances, c'est ce qu'on appelle communément le critère de défaillance.

Chapitre 3 : Les paramètres de la fiabilité et les méthodes d'analyse

Si le niveau de minimum de performance ne peut être obtenu, le dispositif n'assure plus le fonctionnement, il présente un certain état défectueux, ce que l'on appelle un mode de défaillance.

c) Des conditions données :

Ces conditions sont relatives à l'environnement et à l'utilisation. Ce sont les contraintes physiques, chimiques, électriques et mécaniques subies par le dispositif : conditions du milieu (ambiance), actions provoquées par son interaction avec d'autres dispositifs. Ces "conditions données" peuvent s'exprimer sous forme d'un profil de mission : évolution de l'amplitude de chaque type de contrainte subie en fonction du temps pour la mission prévue.

d) Le temps :

Le temps s'exprime par la durée du cycle, c'est ce que l'on appelle la durée de la tâche, et ainsi s'expriment les facteurs influant sur ce cycle et les évolutions constatées sur l'équipement.

III.2.1 Objectif de L'analyse de la fiabilité :

L'analyse de la fiabilité constitue une phase indispensable dans toute étude de sûreté de fonctionnement. A l'origine, la fiabilité concernait les systèmes à haute technologie (centrales nucléaires, aérospatial). Aujourd'hui, la fiabilité est devenue un paramètre clé de la qualité et d'aide à la décision, dans l'étude de la plupart des composants, produits et processus "grand public" : Transport, énergie, bâtiments, composants électroniques, composants mécaniques.

De nombreux industriels travaillent à l'évaluation et l'amélioration de la fiabilité de leurs produits au cours de leur cycle de développement, de la conception à la mise en service (conception, fabrication et exploitation) afin de développer leurs connaissances sur le rapport Coût/Fiabilité et maîtriser les sources de défaillance.

L'analyse de la fiabilité dans le domaine de la mécanique est un outil très important pour caractériser le comportement du produit dans les différentes phases de vie, mesurer l'impact des modifications de conception sur l'intégrité du produit, qualifier un nouveau produit et améliorer ses performances tout au long de sa mission.[11]

III.2.2 Evolution des coûts en fonction de la fiabilité :

La complexités de la conception de la machine et de ses pièces affectent la fiabilité, et donc son contrôle devient plus complexe, d'autant plus que les conditions environnantes diffèrent d'un endroit à l'autre et donc la fiabilité dans un environnement sera certainement différente dans un autre milieu par exemple : (une huile moteur de synthèse prévue pour des moteurs moderne (multisoupapes et

Chapitre 3 : Les paramètres de la fiabilité et les méthodes d'analyse

turbo) ne convient pas forcément pour un moteur de conception plus rudimentaire (tondeuse, moteur usé, voiture ancienne).

L'amélioration des performances de fiabilité en général réduit les dépenses de garantie et améliore la rentabilité, mais cela peut être coûteux en termes de conception et de production.

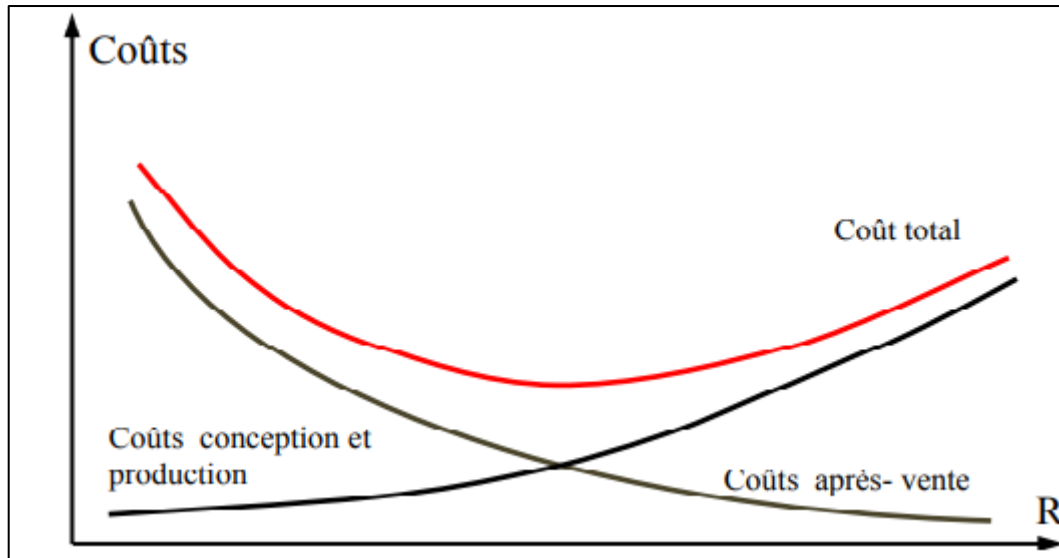


Figure III 1 : Courbes d'évolution des coûts en fonction de la fiabilité.

III.3 Application de la fiabilité :

Un dispositif mis en marche pour la première fois à tombera en panne à un instant non connu à priori "t" : date de la panne est une variable aléatoire de la fonction de répartition F(t)".

Voir figure III 2.

F(t) est la probabilité d'une défaillance avant l'instant (ti).

$$F(t) = \Pr(t < t_i).$$

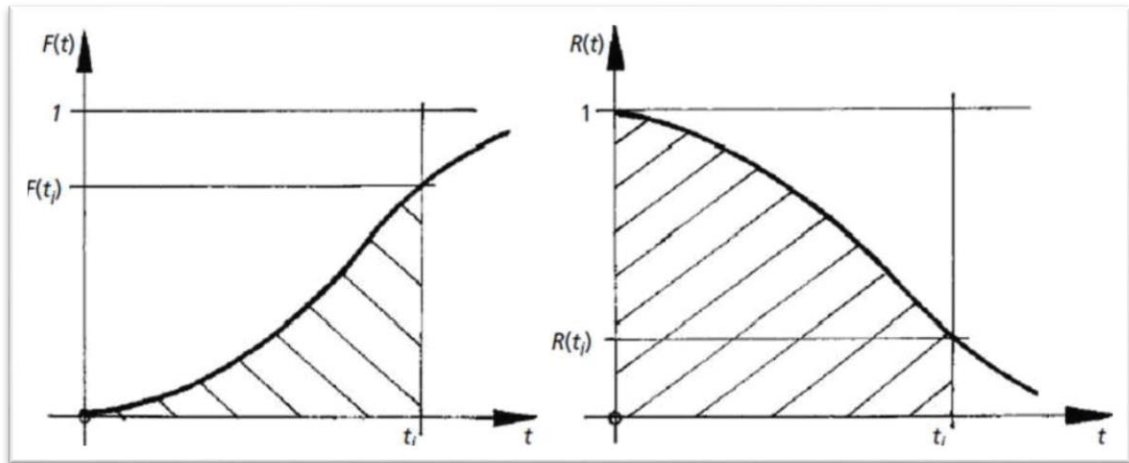
R(t) est la probabilité de bon fonctionnement à

$$(t_i). R(t) = \Pr(t > t_i).$$

Probabilités complémentaires :

$$F(t)+R(t)=1 \text{ ou } \int_0^t f(t). dt + \int_t^{+\infty} f(t). dt = 1 [12]$$

Chapitre 3 : Les paramètres de la fiabilité et les méthodes d'analyse



a) Fonction de répartition

b) Fonction de fiabilité

Figure III 2 : Probabilités complémentaires.

III.4 Les lois de Probabilité utilisées en fiabilité : [13]

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

- ❖ La loi exponentielle
- ❖ La loi normale (Laplace-Gauss)
- ❖ La loi Log-normale (ou de Galton)
- ❖ La loi de WEIBULL
- ❖ La loi Gamma
- ❖ La loi uniforme
- ❖ La loi du Khi-deux
- ❖ La loi de Birnbaum-Saunders

III.4.1 La loi exponentielle :

Cette loi a de nombreuses applications dans plusieurs domaines. C'est une loi simple, très utilisée en fiabilité dont le taux de défaillance est constant. Elle décrit la vie des matériels qui subissent des défaillances brutales.

- ✓ La densité de probabilité d'une loi exponentielle de paramètre $f(t)$ s'écrit :

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$$

- ✓ La fonction fiabilité :

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

Chapitre 3 : Les paramètres de la fiabilité et les méthodes d'analyse

- ✓ Le taux de défaillance est constant dans le temps : $\lambda(t)=\lambda$
- ✓ Une propriété principale de la loi exponentielle est d'être sans mémoire ou "Memorylessproperty" en anglais :

$$P(T \geq t + \Delta t / T \geq t) = \frac{e^{-\lambda(t+\Delta t)}}{e^{-\lambda t}} = e^{-\lambda \cdot \Delta t} = P(T \geq \Delta t) \quad t > 0, \Delta > 0$$

Comme l'indique la figure III 3, ce résultat montre que la loi conditionnelle de la durée de vie d'un dispositif qui a fonctionné sans tomber en panne jusqu'à l'instant t est identique à la loi de la durée de vie d'un nouveau dispositif. Ceci signifie qu'à l'instant t , le dispositif est considéré comme neuf (ou "as good as new" en anglais), de durée de vie exponentielle de paramètre λ .

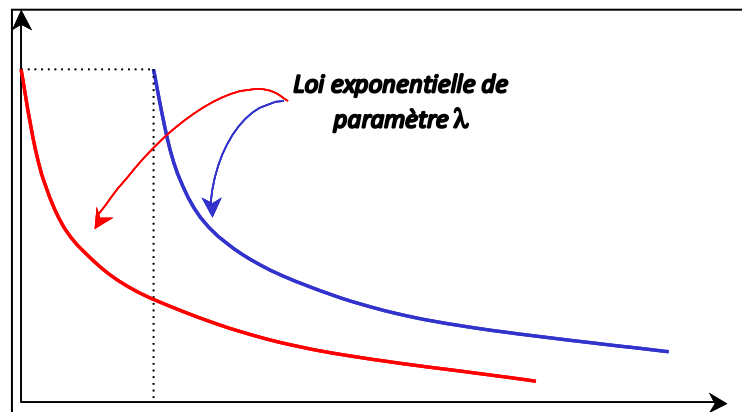


Figure III 3 : Propriété sans mémoire de la loi exponentielle.

III.4.2 La loi normale (Laplace-Gauss) :

La loi normale est très répandue parmi les lois de probabilité car elle s'applique à de nombreux phénomènes. En fiabilité, la distribution normale est utilisée pour représenter la distribution des durées de vie de dispositifs en fin de vie (usure) car le taux de défaillance est toujours croissant. On ne l'utilisera que si la moyenne des durées de vie est supérieure à 3 fois l'écart type. En effet, est toujours positif, alors que la variable normale est définie de $-\infty$ à $+\infty$; la restriction imposée réduit la probabilité théorique de trouver une durée de vie négative à environ 0.1 %.

La densité de probabilité d'une loi normale de moyenne μ et d'écart-type σ

s'écrit :

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

La fonction de répartition s'écrit :

$$F(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \cdot dx$$

Chapitre 3 : Les paramètres de la fiabilité et les méthodes d'analyse

La fiabilité est donnée par : $R(t)=1-\Phi((t-\mu)/\sigma)$

Où Φ est la fonction de répartition de la loi normale centrée ($\mu=0$) réduite ($\sigma=1$) :

$$\Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t e^{-\frac{u^2}{2}} du \quad [13]$$

III.4.3 La loi Log-normale (ou de Galton) :

Une variable aléatoire continue et positive T est distribuée selon une loi log-normale si son logarithme népérien est distribué suivant une loi normale. Cette distribution est largement utilisée pour modéliser des données de vie, en particulier les défaillances par fatigue en mécanique. La densité de probabilité d'une loi log-normale de paramètres positifs μ et σ est :

$$f(t) = \frac{1}{\sigma t \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\log(t) - \mu}{\sigma} \right)^2}, t > 0$$

La fonction fiabilité :

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{\log(t) - \mu}{\sigma}\right)$$
$$R(t) = 1 - \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_0^t \frac{1}{x} \cdot e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{\log(x) - \mu}{\sigma} \right)^2} dx$$

Φ : Fonction de répartition de la loi normale centrée réduite. Le domaine de définition n'étant jamais négatif, il n'y a aucune limitation à l'emploi de la distribution log-normale en fiabilité. Le taux de défaillance est croissant dans le début de vie puis décroissant en tendant vers zéro et la distribution est très dissymétrique.

III.4.4 La loi de Wei bull :

C'est la plus populaire des lois, utilisée dans plusieurs domaines (électronique, mécanique,...). Elle permet de modéliser en particulier de nombreuses situations d'usure de matériel. Elle caractérise le comportement du système dans les trois phases de vie : période de jeunesse, période de vie utile et période d'usure ou vieillissement.

Dans sa forme la plus générale, la distribution de Wei bull dépend des trois paramètres suivants : β , η et γ .

La densité de probabilité d'une loi de Wei bull a pour expression :

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

Chapitre 3 : Les paramètres de la fiabilité et les méthodes d'analyse

Où :

- β est le paramètre de forme ($\beta > 0$), souvent il est égal, inférieur ou supérieur à 1. La loi de "Wei bull" correspond à un taux de défaillance instantané, constant, décroissant ou croissant
- η est le paramètre d'échelle ($\eta > 0$), parfois nommé « caractéristique de vie » c'est un simple paramètre de temps
- γ est le paramètre de position ($\gamma \geq 0$)

La fonction fiabilité s'écrit : $R(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta}$

Le taux de défaillance est donnée par : $\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1}$

Suivant les valeurs de β , le taux de défaillance est soit décroissant ($\beta < 1$) soit constant ($\beta = 1$), soit croissant ($\beta > 1$). La distribution de Wei bull permet donc de représenter les trois périodes de la vie d'un dispositif décrites par la courbe en baignoire.

- ✓ Le cas $\gamma > 0$ correspond à des dispositifs dont la probabilité de défaillance est nulle jusqu'à un certain âge γ .
- ✓ Le cas $\gamma < 0$ est non défini
- ✓ Le cas $\gamma = 0$ correspond à des dispositifs neufs la formule de Weibull est dite à deux variables.

Chapitre 3 : Les paramètres de la fiabilité et les méthodes d'analyse

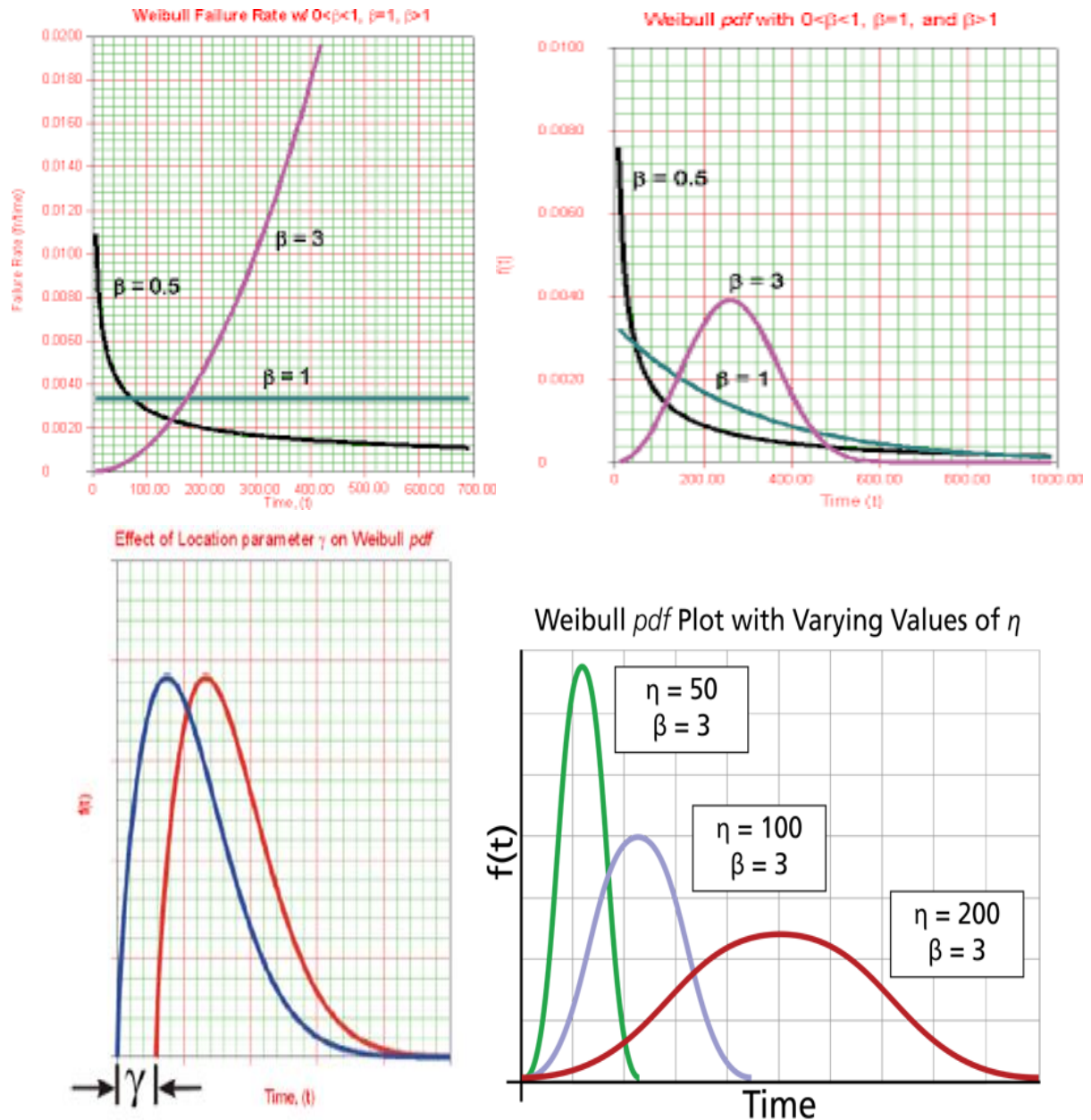


Figure III 4 : Courbes de la distribution de Wei bull.

III.4.5 La loi Gamma :

La loi gamma est la loi de l'instant d'occurrence du $\alpha^{\text{ème}}$ évènement dans un processus de Poisson.

Soit $\{T_i\}_{i=1, \dots, \alpha}$ le vecteur représentant les durées inter-évènements (les temps entre les défaillances successives d'un système). Si ces durées sont des variables aléatoires indépendantes et identiquement distribuées selon une loi exponentielle de paramètre β , alors le temps cumulé d'apparition de α défaillances suit une loi Gamma de paramètre (α, β) . Sa densité de probabilité s'écrit :

Chapitre 3 : Les paramètres de la fiabilité et les méthodes d'analyse

$$f(t) = \frac{\beta^\alpha t^{\alpha-1} e^{-\beta t}}{\Gamma(\alpha)}, t \geq 0, \alpha \geq 0, \beta \geq 0.$$

Le taux de défaillance est donné par : $\lambda(t) = \frac{\beta^\alpha t^{\alpha-1} e^{-\beta t}}{\int_t^\infty \Gamma(\alpha) f(u) du}$

La loi gamma est très utilisée dans l'approche bayésienne, elle est la conjuguée naturelle de la loi exponentielle de paramètre λ .

Un cas particulier intéressant consiste, pour un entier naturel n fixé, à choisir les paramètres : $\alpha=n/2$ et $\beta=1/2$. La loi obtenue est celle du Khi-deux à n degrés de liberté. [13]

III.4.6 La loi uniforme :

C'est une loi utilisée dans l'approche bayésienne pour modéliser l'avis d'experts face à une situation donnée. La densité de probabilité et la fiabilité d'une loi uniforme sur $[0, a]$ sont données par les formules suivantes :

$$f(t) = \begin{cases} \frac{1}{a} & \text{si } 0 \leq t \leq a \\ 0 & \text{si } t > a \end{cases}$$

Plus généralement, la distribution de probabilité d'une loi uniforme sur $[a, b]$ s'écrit :

$$f(t) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & \text{si } a \leq t \leq b \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

III.4.7 La loi du Khi-deux :

La loi du Khi-deux, ou loi de Pearson, ne sert pas à modéliser directement la fiabilité, mais essentiellement au calcul des limites de confiance lors des estimations par intervalle de confiance. Elle est caractérisée par un paramètre positif v appelé degrés de liberté et définie que pour des valeurs positives.

La densité de probabilité d'une loi de Khi-deux à v degrés s'écrit :

$$f(t) = \frac{1}{e^{\frac{v}{2}} \Gamma(\frac{v}{2})} t^{\frac{v}{2}-1} e^{-\frac{t}{2}} \quad t \geq 0$$

La loi du Khi-deux est décrite par une table statistique.

Chapitre 3 : Les paramètres de la fiabilité et les méthodes d'analyse

III.4.8 La loi de Birnbaum-Saunders :

Pour caractériser des défaillances dues à la propagation de fissure par fatigue, Birnbaum et Saunders (1969) ont proposé une distribution de vie basée sur deux paramètres.

Cette distribution, pour une variable aléatoire non négative T, est obtenue en tenant compte des caractéristiques de base du processus de fatigue. La variable aléatoire T représente les instants de défaillance.

La densité de probabilité d'une loi Birnbaum et Saunders de paramètres α et β est donnée par la formule :

$$f(t) = \frac{1}{2\sqrt{2\pi}\alpha^2\beta t^2} \cdot \frac{t^2 - \beta^2}{\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\frac{1}{2}} - \left(\frac{\beta}{t}\right)^{\frac{1}{2}}} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2\alpha^2}\left(\frac{t}{\beta} + \frac{\beta}{t} - 2\right)\right]$$

Avec $t > 0$; $\alpha > 0$; $\beta > 0$

La fonction de fiabilité est donnée par la formule :

$$R(t) = 1 - \Phi \left\{ \left[\frac{1}{\alpha} \left[\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\frac{1}{2}} - \left(\frac{\beta}{t}\right)^{\frac{1}{2}} \right] \right] \right\} \quad \alpha > 0, \beta > 0$$

Où Φ est la fonction de répartition de la loi normale centrée réduite.

III.5 Défaillance, défauts et pannes :

III.5.1 Définition de la défaillance :

C'est la cessation de l'aptitude d'un ensemble à accomplir sa ou ses fonctions requise avec les performances définies dans les spécifications techniques.

L'ensemble est indisponible suite à la défaillance.

Une décomposition fonctionnelle fait appel à des fonctions principales, secondaires, techniques, de contraintes internes et externes, Une décomposition matérielle prend en compte les notions de système, sous système, ensemble, sous-ensemble, composants ...

La décomposition fonctionnelle est en parfaite cohérence avec la définition d'une défaillance qui s'énonce ainsi d'après la norme AFNOR 60010X : Une défaillance est l'altération ou la cessation de l'aptitude d'un ensemble à accomplir sa ou ses fonctions requises avec les performances définies dans les spécifications techniques.

Chapitre 3 : Les paramètres de la fiabilité et les méthodes d'analyse

III.5.2 Définition d'un défaut :

Un défaut est tout écart entre la caractéristique observée sur le dispositif et la caractéristique de référence lorsque celui-ci est en dehors des spécifications. Diagnostic et expertise Les défauts sont classifiés d'une façon similaire aux défaillances.

III.5.3 Définition de la panne :

La panne est l'incapacité d'un outil à exécuter la fonction requise.

Dès qu'un dysfonctionnement apparaît, il se caractérise par l'incapacité de l'outil à remplir sa fonction, Par conséquent, la panne résulte toujours d'une défaillance.

Une défaillance conduit à un défaut puisqu'il existe un écart entre la caractéristique constatée et la caractéristique spécifiée.

Inversement un défaut n'induit pas nécessairement une défaillance.

III.5.4 Les méthodes de diagnostic :

Elles dépendent de la connaissance du SSC:

- les connaissances : AMDE- AMDEC, AdD, systèmes experts...,
- les données de retour d'expérience : analyse logique de la défaillance / dégradation, identification des causes, évaluation des conséquences... ,
- le retour d'expérience et l'expertise disponibles: variables importantes, classes de problèmes, état du SSC, actions à mettre en œuvre et efficacité...,
- les modèles physiques : comparaison calcul/observation et détection des incohérences
- Le retour d'expérience de la maintenance couvre les besoins de SdF et de sécurité – sûreté.
- Le modèle de maintenance (l'arborescence fonctionnelle – matérielle) définit le retour d'expérience à suivre.
- Le retour d'expérience donne une vision rétrospective ; il est nécessaire mais ne suffit pas pour une vision prospective. [14]

Chapitre 3 : Les paramètres de la fiabilité et les méthodes d'analyse

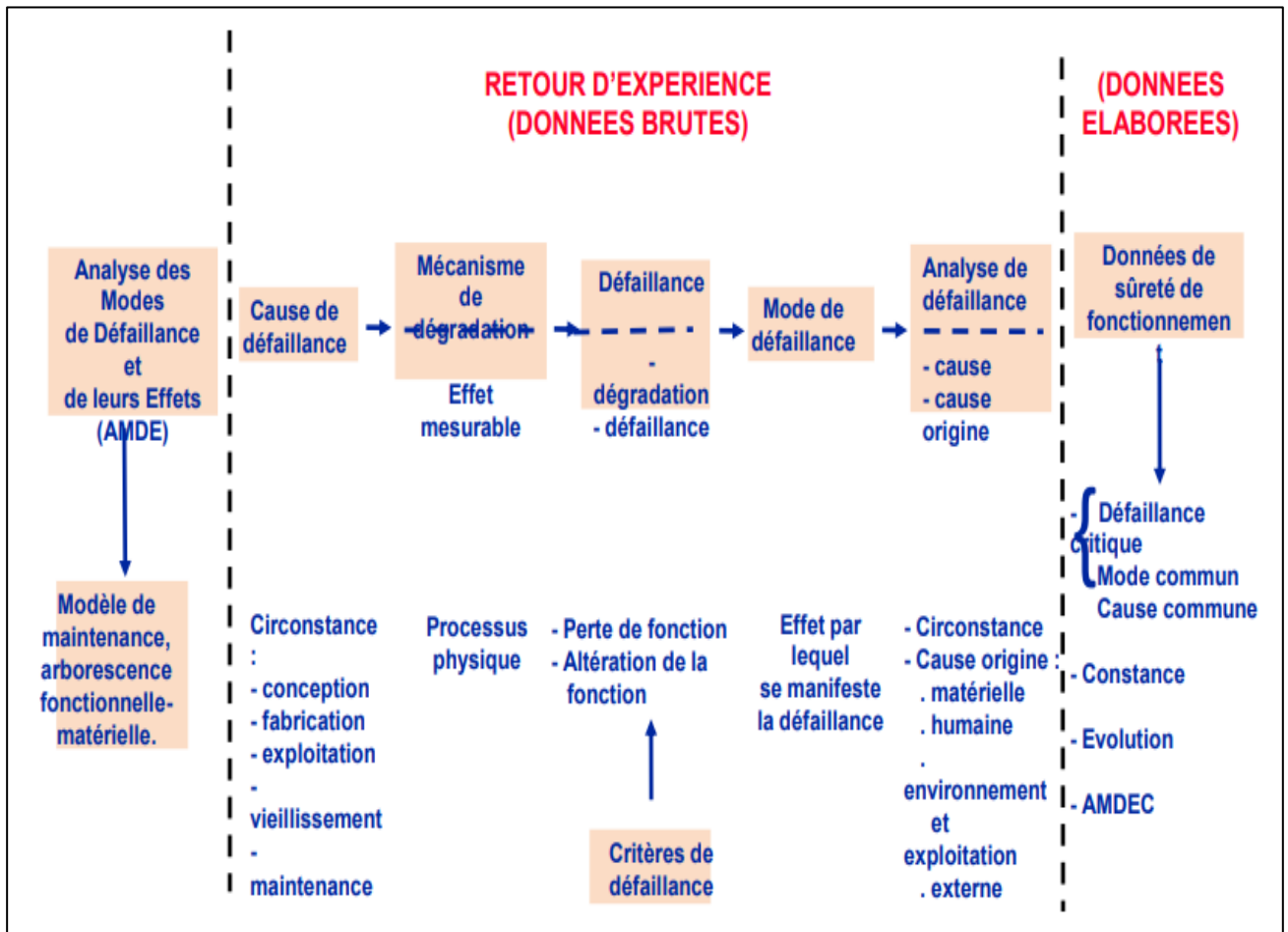


Figure III 5 : Schématisation du processus de retour d'expérience.

III.5.5 Classification des défaillances :

La norme NF X 60-011 propose plusieurs mises en famille des défaillances:

Suivant leurs causes:

- Défaillances de causes intrinsèques : défaillances dues à une mauvaise conception du bien, à une fabrication non conforme du bien ou à une mauvaise installation du bien.
Les défaillances par usure (liées à la durée de vie d'utilisation) et par vieillissement (liées au cours du temps) sont des défaillances intrinsèques.
- Défaillance de causes extrinsèques : défaillances de mauvais emploi, par fausses manœuvres, dues à la maintenance, conséquences d'une autre défaillance.

Suivant leur degré : défaillance complète, partielle, permanente, fugitive, intermittente, etc.

Suivant leur vitesse d'apparition : soudaine ou progressive [15]

Chapitre 3 : Les paramètres de la fiabilité et les méthodes d'analyse

III.6 Etude détaillée des différents types de défaillances: [16]

➤ Défaillance progressive : elle est due à une évolution progressive des caractéristiques d'un bien. En général, elle peut être repérée par une inspection ou un contrôle antérieur. Elle peut aussi être évitée par la mise en place d'une maintenance spécifique. Ces défaillances concernent principalement les organes mécaniques.

➤ Défaillance soudaine : brutale, elle est due à une évolution quasi instantanée des caractéristiques d'un bien. Une anticipation de ce type de défaillance est impossible pour effectuer une intervention avant la manifestation de cette défaillance.

➤ Défaillance partielle : elle résulte d'une déviation d'une ou des caractéristiques d'un bien au-delà des limites spécifiées, mais elle n'entraîne pas une disparition complète de la fonction requise. On parle alors de fonctionnement dégradé (ex: boîte de vitesse n'offrant qu'une vitesse sur 2). Un tel état peut être toléré sur une période longue. Mais dans ce cas, la fonction du système est limitée.

➤ Défaillance complète : elle résulte d'une déviation d'une ou des caractéristiques d'un bien au-delà des limites spécifiées en entraînant une disparition complète de la fonction requise.

➤ Défaillance intermittente : elle est limitée dans le temps ; temps après lequel le bien retrouve son aptitude à accomplir sa fonction requise sans qu'aucune action corrective n'ait été effectuée (ex : défaut de connexion électrique).

➤ Défaillance catalectique : elle est à la fois soudaine et complète.

➤ Défaillance par dégradation : elle est à la fois progressive et partielle. Ce sont les défaillances les plus faciles à prévoir et à anticiper. S'il n'y a pas de suivi, elles conduisent généralement à une défaillance complète. Ex : corrosion, usure par frottement.

➤ Défaillance intrinsèque : c'est le système lui-même qui est à l'origine de la défaillance.

➤ Défaillance extrinsèque : les défaillances sont dues à des causes extérieures (maintenance, exploitation). Le système n'est pas « responsable » de la défaillance.

➤ Défaillance due à une faiblesse inhérente (intrinsèque) : elle est propre au système lors des conditions normales d'utilisation. La défaillance survient alors que le système n'est pas soumis à des contraintes dépassant ses possibilités. Bien souvent, ce sont la conception et/ou la réalisation qui peuvent être mises en cause. Ex : défaut qualité matière, sous dimensionnement, etc.

➤ Défaillance première (intrinsèque) : défaillance propre à un composant du système. Ex : grippage d'un roulement à bille.

➤ Défaillance due à un mauvais emploi (extrinsèque) : elle est attribuable à l'application de contraintes au-delà des possibilités données du système. Ce genre de défaillance peut être évité par une formation des personnels de conduite ou par l'élaboration de procédures précises et détaillées.

Chapitre 3 : Les paramètres de la fiabilité et les méthodes d'analyse

➤ Défaillance due à un mauvais entretien (extrinsèque) : elle est attribuable au non-respect ou à la méconnaissance des règles de maintenance de l'équipement.

Ce genre de défaillance peut être évité par une formation des personnels de maintenance ou par l'élaboration de programmes et de procédures précis et détaillés.

➤ Défaillance seconde (extrinsèque) : elle n'est pas due à une défaillance de composant. Ex : détérioration d'un palier suite à un blocage d'un roulement pour cause de grippage suite à un mauvais graissage.

➤ Défaillance critique : elle empêche l'accomplissement de la mission et fait encourir des risques de blessures à des personnes ou des dégâts très importants au bien. Ce type de défaillance est surtout prise en compte dans les études de sureté (nucléaire, transport aérien, pétrochimie, etc.). Ex : fissures dans le réfractaire d'un four de fusion.

➤ Défaillance majeure : elle risque de réduire l'aptitude d'un autre système plus complexe à accomplir sa fonction. Ex : défaillance de la salle de contrôle (supervision) d'un four de fusion.

➤ Défaillance mineure : elle ne réduit pas l'aptitude d'un autre système plus complexe à accomplir sa fonction. Ex : défaillance du système de refroidissement en sortie d'un four de moulage.

(Figure III 6).

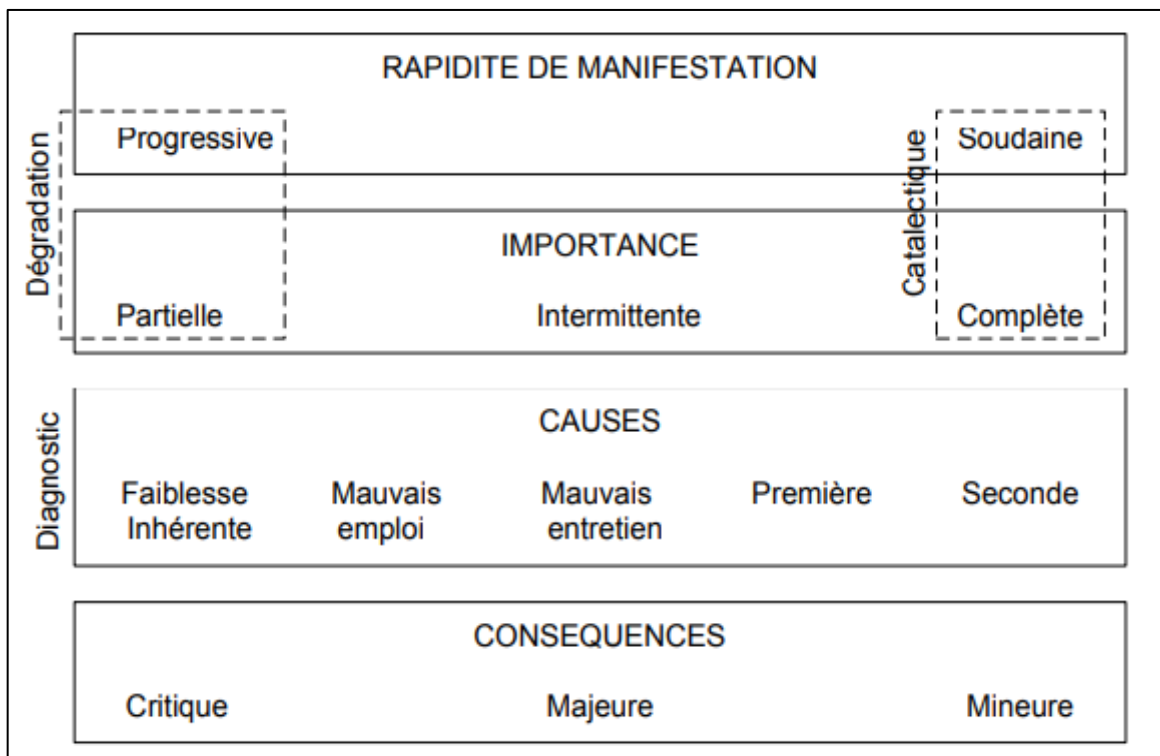


Figure III 6 : Analyse des défaillances.

Chapitre 3 : Les paramètres de la fiabilité et les méthodes d'analyse

III.7 Les paramètres de la fiabilité :

III.7.1 Moyenne des temps de bon fonctionnement « MTBF » :

La MTBF est la moyenne des temps de bon fonctionnement. Un temps de bon fonctionnement est le temps compris entre deux défaillances. La moyenne de ces temps est un indicateur Indispensable pour tout gestionnaire d'un parc matériel. Le taux de défaillance λ donne une image de la qualité du comportement des systèmes.

La MTBF global est la résultante des MTBF des composants du système. Les MTBF sont calculées à partir des renseignements des historiques des systèmes ou des documents d'activité des techniciens de maintenance.

III.7.2 Moyenne des temps techniques de réparation « MTTR » :

La MTTR est la Moyenne des Temps Techniques de Réparation. Comme la MTBF, elle est calculée à partir de données portées sur les comptes rendus et sur les historiques. Le TTR est le temps durant lequel on intervient physiquement sur le système défaillance. Il débute lors de la prise en charge de ce système et se termine après les contrôles et essais, lorsque le système est remis en route.

III.7.3 Moyenne des temps techniques d'arrêt « MTTA » :

La MTTA est la Moyenne des Temps Techniques d'Arrêt. Les TTA sont une partie des temps d'arrêt qu'un système en exploitation peut connaître.

Les TTA concernent principalement la maintenance corrective dans la mesure où les interventions sont effectuées hors production. Les TTR sont donc généralement inclus aux TTA. Néanmoins, dans certaines conditions, l'inverse est possible lorsque l'intervention peut débiter avant l'arrêt du système. (Figure III 7)

Chapitre 3 : Les paramètres de la fiabilité et les méthodes d'analyse

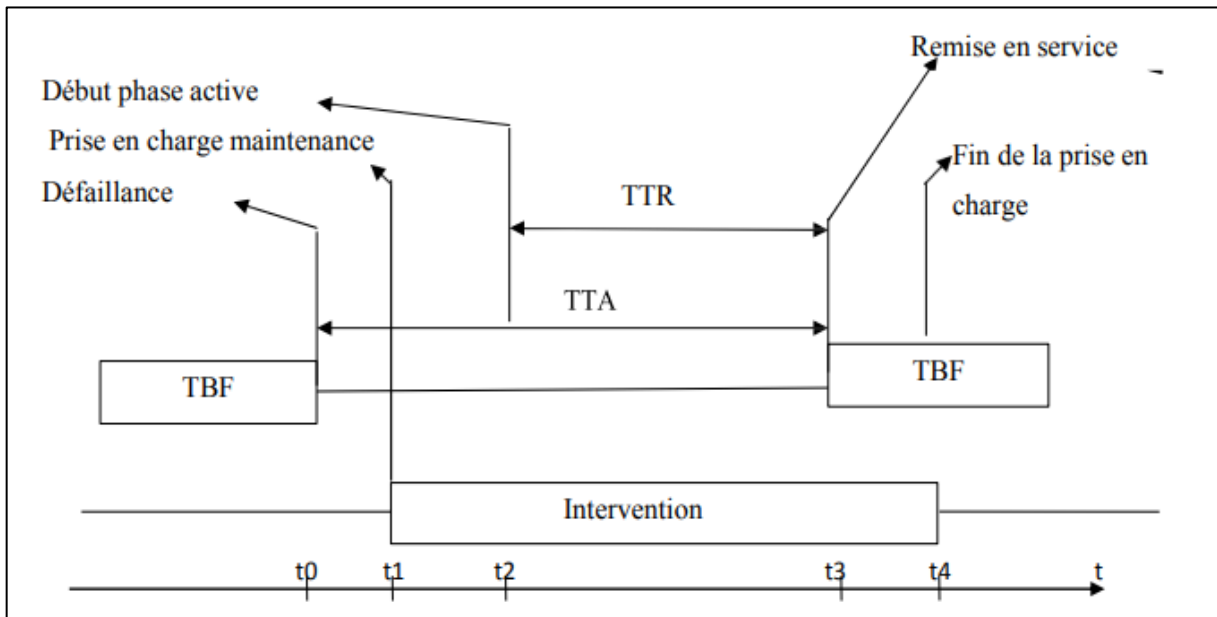


Figure III 7 : Phases d'une intervention corrective.

- ✓ $t_0 - t_1$: temps de détection de la défaillance et d'appel.
- ✓ $t_1 - t_2$: temps logistique, de préparation et de diagnostic.
- ✓ $t_2 - t_3$: phase active.
- ✓ $t_3 - t_4$: temps annexes (compte rendu, nettoyage, déplacement).

Afin d'optimiser la disponibilité des systèmes et de réduire l'écart entre TTA et TTR, il est indispensable de chercher à réduire les temps non actifs (de t_0 à t_2). [12]

III.8 Les méthodes d'optimisation de la maintenance :

III.8.1 LA METHODE AMDEC :

Analyse des Modes de Défaillances et de leurs Effets et leurs Criticité (AMDEC) : permet d'anticiper et de gérer les risques dans l'entreprise. C'est l'un des outils les plus fameux de l'amélioration continue en qualité. À l'origine utilisée essentiellement dans les entreprises industrielles et plus particulièrement dans le secteur de l'automobile, l'AMDEC s'est étendue à toutes les entreprises qui mettent en œuvre les normes ISO 9000 et qui s'orientent vers la satisfaction client.

Principe :

L'AMDEC est fondée sur une démarche inductive (compréhension du comportement) consistant à analyser les effets au niveau équipement puis sous-système et système de panne de composants élémentaires. Les modes des défaillances considérés peuvent être définis au niveau composant ou bloc fonctionnel (constitué de quelques composants assurant une fonction élémentaire).

Chapitre 3 : Les paramètres de la fiabilité et les méthodes d'analyse

Ils sont issus de normes, de bases de données ou résultent d'une démarche déductive d'analyse de défaillance. La liste des modes de défaillance des composants est vaste et recouvre notamment les types de panne suivants :

- Court-circuit, circuit ouvert, dérive d'un paramètre électrique, pour des composants électroniques élémentaire.
- rupture, déformation, grippage, usure, pollution, pour des composants mécanique.
- modes, déterministes ou aléatoires pour des composants électroniques intégrés.

Objectifs :

L'Objectif d'une AMDEC est d'identifier les effets des modes de bris d'équipement, de système ou d'usine. Cette analyse produit généralement des recommandations qui conduisent à une amélioration de la fiabilité de l'équipement. L'AMDEC joue un rôle essentiel dans un programme d'assurance fiabilité. Cette méthode peut s'appliquer à un large éventail de problèmes survenant dans les systèmes techniques. Elle peut être plus ou moins approfondies ou modifiées en fonction du but à atteindre. Cette analyse, qui est peu utilisée pendant les phases d'étude, de planification et de définition, est largement employée au cours de la conception et de la mise en œuvre. Il faut, toutefois, rappeler que l'AMDEC n'est qu'une étape du programme de fiabilité et de maintenabilité qui requiert d'effectuer de multiples tâches dans des domaines variés.

III.8.2 La méthodologie de l'analyse:

La méthodologie doit être établie pour le système dans son ensemble.

Elle se détaille comme suit:

- Chaque composant est considéré séparément;
- On envisage divers mode de défaillance (rupture, corrosion)
- On analyse les conséquences pour le système;
- On fournit des recommandations pour améliorer la maintenabilité. La méthode comprend des aspects qualitatifs et quantitatifs.

Les aspects qualitatifs sont:

- Le recensement des défaillances potentielles;
- L'identification des causes;
- L'identification des effets sur les clients ou utilisateurs et sur l'environnement.

Les aspects quantitatifs sont:

- L'estimation du risque (ou l'impact sur le client) associé à la défaillance afin de hiérarchiser les défaillances potentielles;

Chapitre 3 : Les paramètres de la fiabilité et les méthodes d'analyse

- La hiérarchisation des actions correctrices.

L'application de la méthode comprend Sept étapes principales qui s'agencent de la façon décrite dans l'ordinogramme de la (figure III 8). [17]

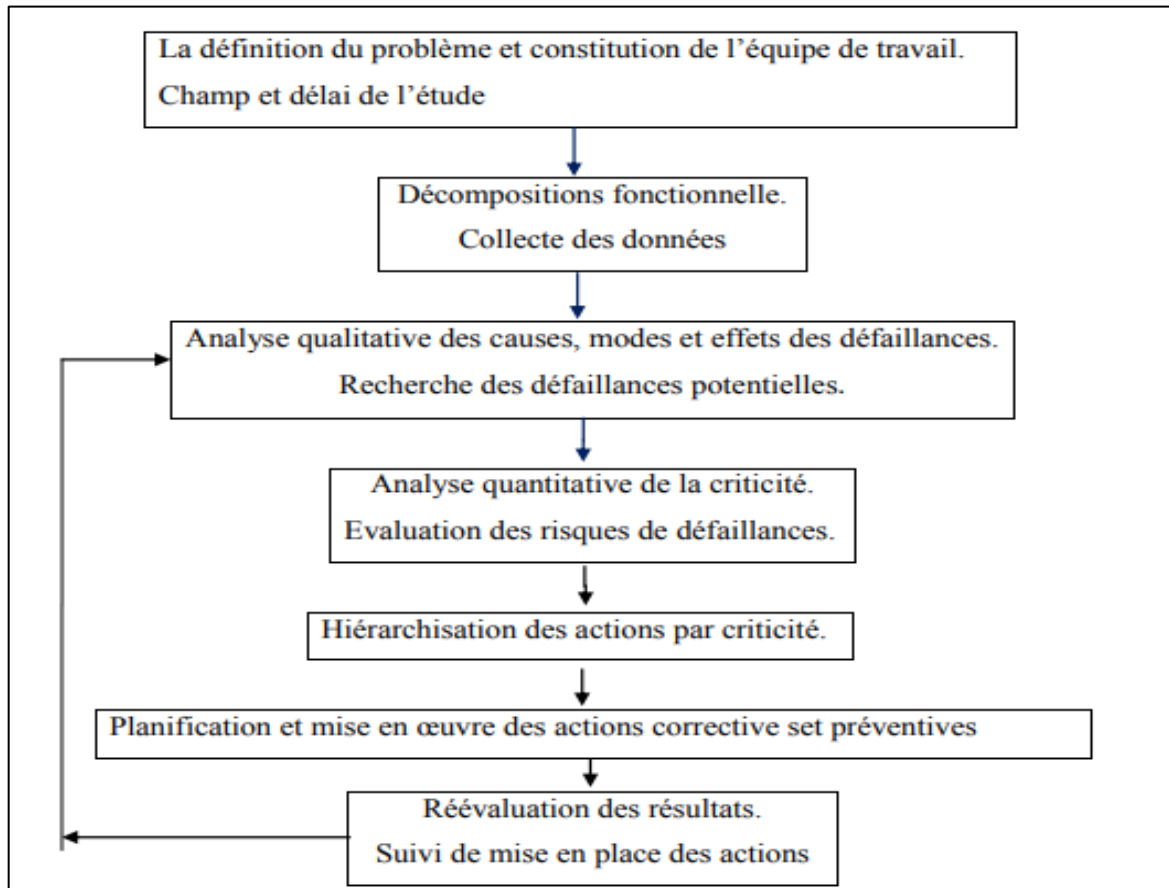


Figure III 8 : Organisation de la méthode AMDEC.

III.8.3 La METHODE ISHIKAWA :

Définition:

Cet outil a été créé par Ishikawa, professeur à l'Université de TOKYO dans les années 60 et concepteur d'une méthode de management de la qualité totale. Le diagramme causes-effet est une représentation graphique du classement par familles de toutes les causes possibles pouvant influencer un processus. Ces familles de causes au nombre de 5 engendrent la non qualité dans un processus de fabrication. Leur nom commence par la lettre M d'où l'appellation 5M. Ishikawa a proposé une représentation graphique en « arête de poisson »

Le diagramme d'Ishikawa appelé aussi la méthode des 5M, le diagramme cause à effet ou le diagramme en arête de poisson est une démarche qui permet d'identifier les causes possibles d'un problème ou un défaut (effet).

Chapitre 3 : Les paramètres de la fiabilité et les méthodes d'analyse

Le diagramme d'Ishikawa (figure III 9). Se présente sous la forme d'un graphe en arêtes de poisson. Dans ce dernier, sont classées par catégorie les causes selon la loi des 5M.

La méthode des 5 M permet d'orienter la réflexion vers les 5 domaines, desquels sont généralement issues les causes :

M1 - Matières : matières premières, pièces, ensembles, fournitures, identification, stockage, qualité, manutention

M2 - Matériel : Recense les causes probables ayant pour origine les supports techniques et les produits utilisés. Machines, outils, équipements, capacité, âge, nombre, maintenance

M3-Main d'œuvre : directe, indirecte, motivation, formation, absentéisme, expérience, problème de compétence, d'organisation, de management

M4 - Milieu : environnement physique, éclairage, bruit, aménagement, relations, température, climat, marché, législation

M5 – Méthodes : instructions, manuels, procédures, modes opératoires.

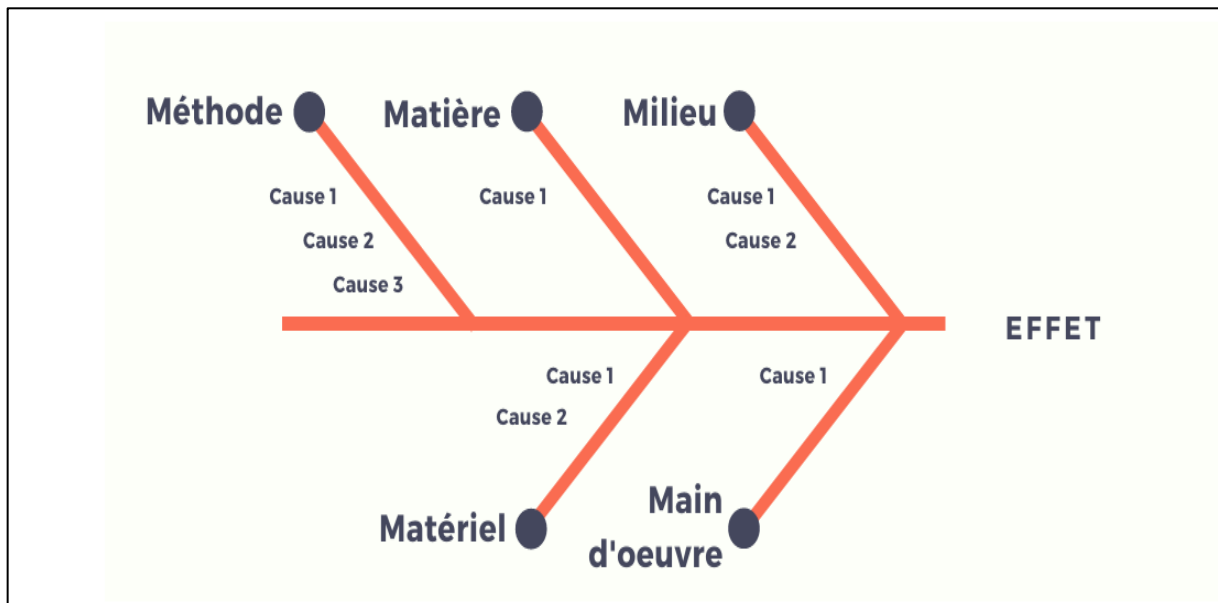


Figure III 9 : Le diagramme d'Ishikawa.

Le diagramme Causes-Effet est donc l'image des causes identifiées d'un dysfonctionnement potentiel pouvant survenir sur un système. Il se veut le plus exhaustif possible en représentant toutes les causes qui peuvent avoir une influence sur la sûreté de fonctionnement. Les 5 grandes familles ou 5 facteurs primaires sont renseignés par des facteurs secondaires et parfois tertiaires ; Les différents facteurs doivent être hiérarchisés [18]

Chapitre 3 : Les paramètres de la fiabilité et les méthodes d'analyse

III.8.4 LE DIAGRAMME PARETO :

La méthode d'ABC est une méthode graphique qui met en évidence les cas les plus représentatifs d'une situation tout en mettant en évidence le peu d'importance des éléments les plus faibles, c'est un outil d'aide à la décision. La loi repose sur une série d'éléments clairement définie et traitée en fonction d'un critère correspondant à un caractère et pour une période donnée. (Voir figure III.10).

Example:

- Série : machines-outils
- Critère : nombre d'interventions
- Caractère : le plus important

La démarche de la méthode se décline en cinq étapes principales :

- 1) Classer dans un tableau les valeurs en fonction du caractère choisi (en général, le classement est décroissant).
- 2) Ordonner les valeurs, c'est-à-dire leur affecter un numéro d'ordre.
- 3) Cumuler les valeurs.
- 4) Tracer la courbe en pourcentage des valeurs cumulées du critère en fonction du pourcentage des éléments cumulés qui en sont responsables.
- 5) Exploiter les résultats .

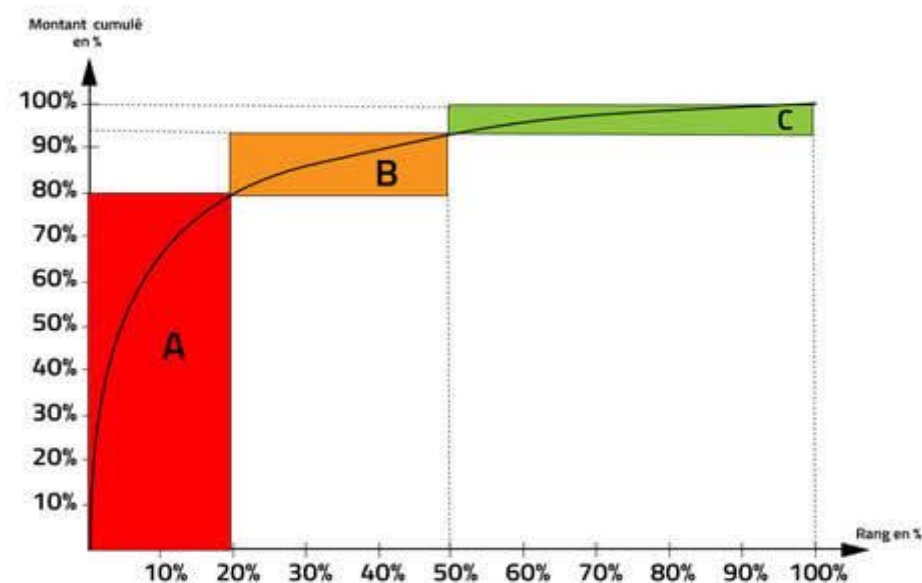


Figure III 10 : Courbe de Pareto.

Chapitre 3 : Les paramètres de la fiabilité et les méthodes d'analyse

Il s'agit de délimiter sur la courbe obtenue des zones à partir de l'allure de la courbe. En général la courbe possède deux cassures, ce qui permet de définir trois zones:

- La première partie de la courbe détermine la zone appelée A.
- La seconde partie de la courbe détermine la zone appelée B.
- La troisième partie de la courbe détermine la zone appelée C.

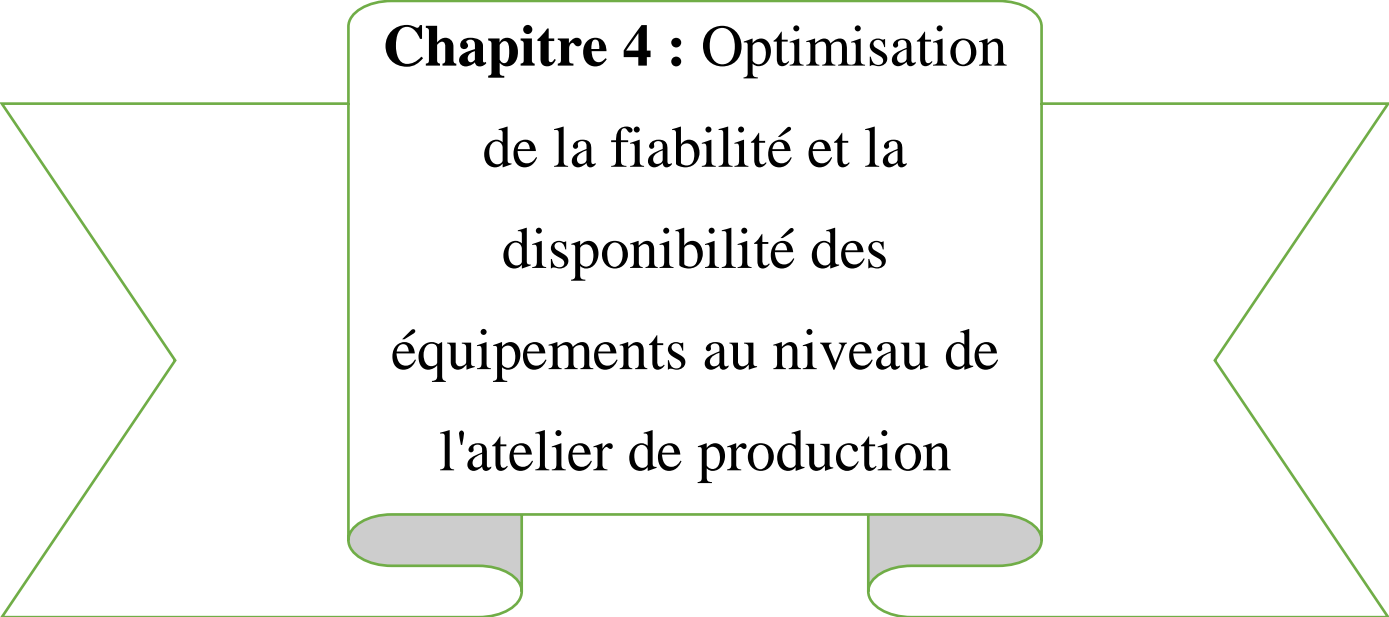
L'étude porte dans un premier temps sur les éléments constituant la zone A en priorité

- .Si les décisions et les 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. [12]

III.9 Conclusion :

L'analyse de fiabilité joue un rôle important pour suivre l'évolution des machines et assurer leur fonctionnement grâce à l'analyse probabiliste par plusieurs lois. L'analyse par la méthode AMDEC permet d'anticiper et de gérer les risques en entreprise. De plus, Pareto nous a fourni une solution pour faire face aux problèmes de leur origine par la classification des pannes, le diagramme logique d'Ishikawa qui identifie chaque problème avec son cause est une autre méthode d'analyse réussie .

Cette analyse nous donne un aperçu plus profond des obstacles, permettant le développement continu de la machine.



Chapitre 4 : Optimisation
de la fiabilité et la
disponibilité des
équipements au niveau de
l'atelier de production

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production :

IV.1 Introduction :

Après la collection de toutes les informations et méthodes par lesquelles nous pouvons améliorer la fiabilité de la machine de fabrication de tubes M6, nous appliquerons la méthode ABC et nous utiliserons la loi de fiabilité (loi de Weibull).

IV.2 Historique des pannes :

Après avoir contacté le bureau technique spécialement section méthode, nous avons collecté des informations sur l'historique des pannes de la machine de la fabrication des tubes M6, pendant 12 mois et on a obtenu le tableau suivant :

Tableau IV 1 : historique des pannes.

N°	Date	début de la défaillance	fin de la défaillance	T d'arrêt	Cause D'arrêt
01	12/01/2015	08 :15	08 :45	30min	Réparation flasque hacheuse coté G
02	14/01/2015	15 :05	15 :30	25min	Réparation broche chariot RB
03	18/01/2015	09 :10	10 :40	1H30min	Mise en place bloc chanfrein.
04	22/01/2015	08 :35	10 :35	2H00	Changement bloc cisaille
05	24/01/2015	14 :15	16 :15	2H00	Réparation tunnel guide chute coté D
06	27/01/2015	21 :30	02 :30	5H00	Changement bloc cisaille avec roulement
07	28/02/2015	13 :50	14 :40	50min	Déblocage bloc chanfrein
08	01/03/15	10 :00	12 :00	2H00	Changement vérin guidage bande coté G
09	08/03/15	22 :40	23 :30	50min	Déblocage broche déplacement galet support tube
10	12/03/15	15 :10	16 :00	50min	Fixation flasque coté D
11	19/03/15	21 :15	22 :15	1H00	Serrage écroue guidage bande
12	27/03/15	09 :15	09 :35	20min	Démontage galet de rive

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production

13	29/03/15	14 :05	15 :05	01H00	Réparation blocs chanfrein coté G
14	03/04/2015	23 :35	00 :35	1H00	Réglage tunnel guide chute
15	05/04/2015	17 :25	17 :55	30min	Remontage flasque cisaille
16	05/04/2015	18 :55	19 :25	30min	Débloccage galet d'appui sup coté G
17	06/04/2015	14 :35	16 :05	1H30min	Changement galet avec axe du bloc chanfrein CD
18	08/04/2015	00 :05	04 :05	4H00	Soudage plateau support bobine
19	09/04/2015	12 :10	12 :45	35min	Mise en place transporteur chute
20	13/04/2015	10 :05	10 :35	30min	Réparation bloc chanfrein CG
21	15/04/2015	06 :45	07 :45	1H00	Fixation flasque du tourteau hacheuse
22	17/04/2015	08 :30	10 :00	1H30min	Réglage tunnel guide chute
23	01/05/2015	20 :50	21 :20	1H30min	Fixation glissière
24	04/05/2015	14 :40	15 :40	1H00	Serrage écroue guidage bande
25	12/05/2015	22 :20	22 :50	30min	Fixation bras chalumeau
26	21/05/2015	08 :30	09 :00	30min	Serrage bloc chanfrein
27	21/05/2015	10 :45	12 :40	1H55min	Changement vérin guidage bande
28	23/05/2015	06 :10	09 :50	3H40min	Changement vérin carré coté G
29	23/05/2015	21 :40	21 :55	15min	Réglage bras chalumeau
30	31/05/2015	16 :00	17 :20	1H20min	Changement écroue KM 11 du vérin guidage bande
31	31/05/2015	23 :15	23 :35	20min	Remontage flasque
32	07/06/15	03 :40	04 :20	40min	Changement galet
33	13/06/15	21 :30	02 :10	4H40min	Fixation la base du bloc chanfrein coté G
34	17/06/15	07 :10	08 :00	50min	Réparation vérin guidage bande
35	25/07/15	09 :15	09 :35	20min	Réglage bras chalumeau

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production

36	27/07/15	07 :30	09 :15	2H10min	Réglage galet de la table élévatrice
37	0/08/15	22 :10	00 :00	1H50min	Démontage tunnel guide chute
38	10/08/15	06 :05	06 :45	40min	Réglage hacheuse cote D
39	24/08/15	05 :30	10 :45	5H15min	Montage moteur et courroies
40	25/08/15	14 :05	14 :25	20min	Fixation tunnel
41	26/08/15	15 :15	16 :15	1H00	Elimination jeu
42	29/08/15	13 :10	13 :30	20min	Débloccage chariot
43	30/08/15	16 :05	17 :35	1H30min	Démontage bloc cisailles coté G
44	09/09/15	19 :25	19 :55	30min	Extraction des vis cisaille et remettre la hacheuse
45	09/09/15	20 :05	20 : 30	25min	Réparation bras chalumeau
46	13/09/15	13 :15	20 :15	7H00	débloccage plateau coté G
47	14/09/15	16 :15	18 :55	2h40min	Réparation et soudage dévidoir
48	18/09/15	19 :25	19 :55	30min	Changement galet bloc chanfrein coté G
49	22/09/15	23 :15	23 :45	30min	Fixation tourteau cote G
50	05/10/15	04 :40	05 :10	30min	Réglage bloc chanfrein
51	19/10/15	17 :00	18 :00	1H00	Extraction des vis cisailés et remontage vérin
52	22/10/15	08 :25	09 :05	40min	Fixation Chappe du vérin
53	22/10/15	21 :45	22 :45	1H00	Changement galet d'entrée guide bande
54	26/10/15	14 :30	15 :00	30min	Changement galet bloc chanfrein CG
55	30/10/15	19 :10	19 :40	30min	fixation bras fonte soudage
56	31/10/15	14 :35	16 :05	1H30min	Montage bloc cisaille
57	05/11/15	15 :20	15 :50	30min	Réglage bloc chanfrein
58	19/11/15	19 :35	20 :35	1H00	Extraction des vis cisailles du vérin carré
59	22/11/15	22 :40	23 :40	1H00	Changement poulie guidage bande

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production

60	26/11/15	15 :15	15 :45	30min	Changement bloc chanfrein coté G
61	31/11/15	06 :25	10 :55	4H30	Démontage bloc cisaille G sup et changement roulement
62	31/11/15	16 :35	18 :05	1H30	Montage bloc cisaille
63	08/12/2015	22 :55	23 :25	30min	Réparation galet d'entrée
64	10/12/2015	07 :15	07 :45	30min	Réglage bras chalumeaux
65	16/12/2015	21 :30	22 :15	45min	Débloccage galet vérin carré

IV.3 Analyse de la fiabilité :

IV.3.1 Analyse du TTR et du TBF :

À partir de tableau de l'historique, on va calculer le TTR et le TBF :

$TBF = ([Date \text{ et heure de début de } (N^{ème}+1) \text{ défaillance}] - [Date \text{ et heure de fin de } (N^{ème}) \text{ défaillance}])$

$TTR = ([Date \text{ et heure de fin défaillance}] - [Date \text{ et heure de début défaillance}])$

Tableau IV 2 : Calcul du TTR et du TBF.

N°	Date	début de la défaillance	fin de la défaillance	TTR (heure)	TBF (heure)
01	12/01/2015	08 :15	08 :45	0.5	0.16
02	14/01/2015	15 :05	15 :30	0.416	1.75
03	18/01/2015	09 :10	10 :40	1.5	1.83
04	22/01/2015	08 :35	10 :35	2	5.66
05	24/01/2015	14 :15	16 :15	2	5.91
06	27/01/2015	21 :30	02 :30	5	11.83
07	28/02/2015	13 :50	14 :40	0.833	12.66
08	01/03/2015	10 :00	12 :00	2	18.91
09	08/03/2015	22 :40	23 :30	0.833	19.33
10	12/03/2015	15 :10	16 :00	0.833	19.4
11	19/03/2015	21 :15	22 :15	1	20
12	27/03/2015	09 :15	09 :35	0.333	24.86
13	29/03/2015	14 :05	15 :05	1	26.58
14	03/04/2015	23 :35	00 :35	1	27.86

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production

15	05/04/2015	17 :25	17 :55	0.5	31.83
16	05/04/2015	18 :55	19 :25	0.5	32
17	06/04/2015	14 :35	16 :05	1.5	32.66
18	08/04/2015	00 :05	04 :05	4	41.5
19	09/04/2015	12 :10	12 :45	0.583	45.91
20	13/04/2015	10 :05	10 :35	0.5	46.16
21	15/04/2015	06 :45	07 :45	1	48.75
22	17/04/2015	08 :30	10 :00	1.5	51.66
23	01/05/2015	20 :50	21 :20	1.5	52.5
24	04/05/2015	14 :40	15 :40	1	54.33
25	12/05/2015	22 :20	22 :50	0.5	62.41
26	21/05/2015	08 :30	09 :00	0.5	64.83
27	21/05/2015	10 :45	12 :40	1.916	66.33
28	23/05/2015	06 :10	09 :50	3.666	68.91
29	23/05/2015	21 :40	21 :55	0.25	74.08
30	31/05/2015	16 :00	17 :20	1.333	79.25
31	31/05/2015	23 :15	23 :35	0.333	87.58
32	07/06/2015	03 :40	04 :20	0.666	87.66
33	13/06/2015	21 :30	02 :10	4.666	87.75
34	17/06/2015	07 :10	08 :00	0.833	88.75
35	25/07/2015	09 :15	09 :35	0.333	89.66
36	27/07/2015	07 :30	09 :15	2.166	93.33
37	04/08/2015	22 :10	00 :00	1.833	93.91
38	10/08/2015	06 :05	06 :45	0.666	96.5
39	24/08/2015	05 :30	10 :45	5.25	99.33
40	25/08/2015	14 :05	14 :25	0.333	100.16
41	26/08/2015	15 :15	16 :15	1	101
42	29/08/2015	13 :10	13 :30	0.333	110.66
43	30/08/2015	16 :05	17 :35	1.5	118.25
44	09/09/2015	19 :25	19 :55	0.5	126.08
45	09/09/2015	20 :05	20 : 30	0.416	146.16
46	13/09/2015	13 :15	20 :15	7	147.91
47	14/09/2015	16 :15	18 :55	0.66	157.75

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production

48	18/09/2015	19 :25	19 :55	0.5	173.25
49	22/09/2015	23 :15	23 :45	0.5	176.5
50	05/10/2015	04 :40	05 :10	0.5	178.66
51	19/10/2015	17 :00	18 :00	1	179.5
52	22/10/2015	08 :25	09 :05	0.666	186.08
53	22/10/2015	21 :45	22 :45	1	196.83
54	26/10/2015	14 :30	15 :00	0.5	198.66
55	30/10/2015	19 :10	19 :40	0.5	201.66
56	31/10/2015	14 :35	16 :05	1.5	204.91
57	05/11/2015	15 :20	15 :50	0.5	241.83
58	19/11/2015	19 :35	20 :35	1	292.91
59	22/11/2015	22 :40	23 :40	1	334.75
60	26/11/2015	15 :15	15 :45	0.5	346.83
61	31/11/2015	06 :25	10 :55	4.5	347.83
62	31/11/2015	16 :35	18 :05	1.5	361.75
63	08/12/2015	22 :55	23 :25	0.5	363.75
64	10/12/2015	07 :15	07 :45	0.5	779.33
65	16/12/2015	21 :30	22 :15	0.75	913.25

IV.3.2 Application du modèle de Wei bull :

D'après les cas qui on a trouvé dans l'historique des pannes qui a dépassé 50 cas, doit nous appliquons la loi suivante :

$$F(t_i) = \frac{i}{N}$$

Tableau IV 3 : Les valeurs de fonction réelle F (ti).

N	TBF (heure)	N	$\sum ni$	F (t _i)	F (t _i) %
01	0.16	1	1	0.01538462	1.53846154
02	1.75	2	3	0.03076923	3.07692308
03	1.83	3	6	0.04615385	4.61538462
04	5.66	4	10	0.06153846	6.15384615
05	5.91	5	15	0.07692308	7.69230769
06	11.83	6	21	0.09230769	9.23076923

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production

07	12.66	7	28	0.10769231	10.7692308
08	18.91	8	36	0.12307692	12.3076923
09	19.33	9	45	0.13846154	13.8461538
10	19.4	10	55	0.15384615	15.3846154
11	20	11	66	0.16923077	16.9230769
12	24.86	12	78	0.18461538	18.4615385
13	26.58	13	91	0.2	20
14	27.86	14	105	0.21538462	21.5384615
15	31.83	15	120	0.23076923	23.0769231
16	32	16	136	0.24615385	24.6153846
17	32.66	17	153	0.26153846	26.1538462
18	41.5	18	170	0.27692308	27.6923077
19	45.91	19	190	0.29230769	29.2307692
20	46.16	20	210	0.30769231	30.7692308
21	48.75	21	231	0.32307692	32.3076923
22	51.66	22	253	0.33846154	33.8461538
23	52.5	23	276	0.35384615	35.3846154
24	54.33	24	300	0.36923077	36.9230769
25	62.41	25	325	0.38461538	38.4615385
26	64.83	26	351	0.4	40
27	66.33	27	378	0.41538462	41.5384615
28	68.91	28	406	0.43076923	43.0769231
29	74.08	29	435	0.44615385	44.6153846
30	79.25	30	465	0.46153846	46.1538462
31	87.58	31	496	0.47692308	47.6923077
32	87.66	32	528	0.49230769	49.2307692
33	87.75	33	561	0.50769231	50.7692308
34	88.75	34	595	0.52307692	52.3076923
35	89.66	35	630	0.53846154	53.8461538
36	93.33	36	666	0.55384615	55.3846154
37	93.91	37	703	0.56923077	56.9230769
38	96.5	38	741	0.58461538	58.4615385
39	99.33	39	780	0.6	60

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production

40	100.16	40	820	0.61538462	61.5384615
41	101	41	861	0.63076923	63.0769231
42	110.66	42	903	0.64615385	64.6153846
43	118.25	43	946	0.66153846	66.1538462
44	126.08	44	990	0.67692308	67.6923077
45	146.16	45	1035	0.69230769	69.2307692
46	147.91	46	1081	0.70769231	70.7692308
47	157.75	47	1128	0.72307692	72.3076923
48	173.25	48	1176	0.73846154	73.8461538
49	176.5	49	1225	0.75384615	75.3846154
50	178.66	50	1275	0.76923077	76.9230769
51	179.5	51	1326	0.78461538	78.4615385
52	186.08	52	1378	0.8	80
53	196.83	53	1431	0.81538462	81.5384615
54	198.66	54	1485	0.83076923	83.0769231
55	201.66	55	1540	0.84615385	84.6153846
56	204.91	56	1596	0.86153846	86.1538462
57	241.83	57	1653	0.87692308	87.6923077
58	292.91	58	1711	0.89230769	89.2307692
59	334.75	59	1770	0.90769231	90.7692308
60	346.83	60	1830	0.92307692	92.3076923
61	347.83	61	1891	0.93846154	93.8461538
62	361.75	62	1953	0.95384615	95.3846154
63	363.75	63	2016	0.96923077	96.9230769
64	779.33	64	2080	0.98461538	98.4615385
65	913.25	65	2145	1	100

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production

D'après ce tableau de résultats de TBF et $F(t_i)$, on obtient la courbe suivante :

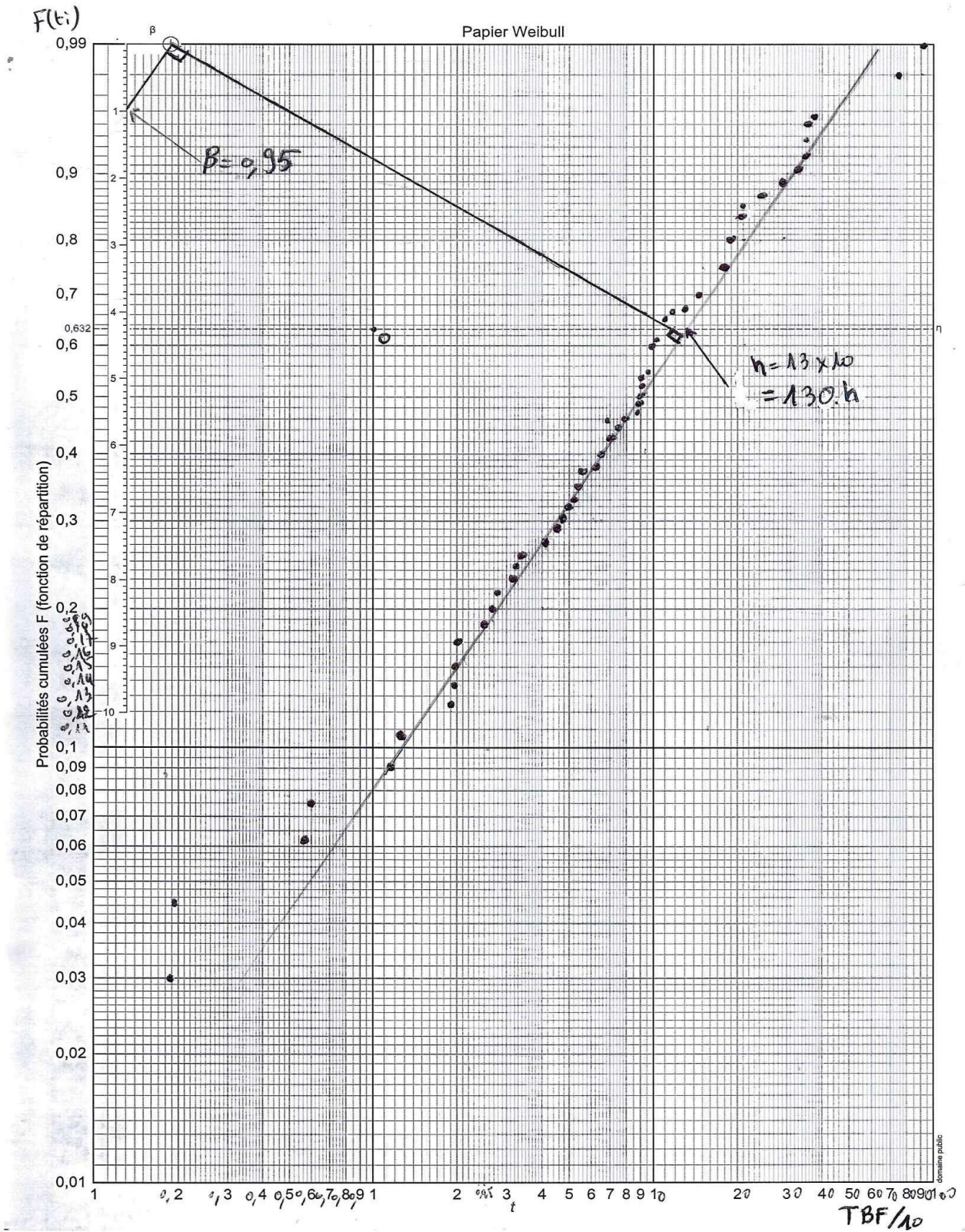


Figure IV 1 : courbe de Wei bull.

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production

IV.3.3 Les paramètres de Wei bull :

Le graphe de Wei bull nous donne les trois paramètres de Wei bull suivants :

Tableau IV 4 : Les Paramètres de Wei bull.

Paramètre	Valeur
β	0.95
γ	0
η	130(h)

IV.3.3.1 Calcul de MTBF et de l'écart type σ :

D'après le résultat trouvé sur papier de Wei bull qui concerne le paramètre $\beta=0,95$, on déduit la valeur de A et B à partir de l'annexe 01.

$$A=1,02341 \quad \text{et} \quad B=1,07769$$

- $MTBF = A \cdot \eta + \gamma$
- $\sigma = B * \eta$

Application numérique :

$$MTBF = 1.02341 * 130 + 0 = 133.04 + 0 = 133.04 \text{ (h)}$$

$$\sigma = 1.07769 * 130 = 140.1 \text{ (h)}$$

IV.3.3.2 La densité de probabilité $f(t)$:

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

Application numérique : $f(t) = 0.26 \%$

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production

IV.3.3.3 La fonction fiabilité R (t):

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

Application numérique : $R(t=MTBF) = 35.98 \%$

IV.3.3.4 La fonction de répartition F (t):

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

Application numérique : $F(t=MTBF) = 64.02 \%$

IV.3.3.5 Taux de défaillance:

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

Application numérique : $\lambda(t = MTBF) = 0.73\% \text{ panne/heure}$

Remarque sur les Résultats :

On Remarque que la fiabilité est faible, et dans le même context la probabilité que le dispositif soit La pane à l'instant de (t= MTBF) et très élevée.

IV.3.3.6 Calcul de la fiabilité R(t), La fonction de répartition F(t), la densité Probabilité f(t) et du taux de défaillance $\lambda(t)$:

Tableau IV 5 : Calcul f(t), R(t), F(t), $\lambda(t)$ en fonction de TBF.

N	TBF (heure)	f(t)	R(t)	F(t)	$\lambda(t)$
1	0.16	0.01020385	0.99883145	0.00116855	0.01021579
2	1.75	0.00894895	0.98729296	0.01270704	0.00906413
3	1.83	0.00892375	0.98671595	0.01328405	0.00904389
4	5.66	0.00820114	0.95948218	0.04051782	0.00854746
5	5.91	0.00816849	0.95773088	0.04226912	0.00852901
6	11.83	0.00755586	0.91718141	0.08281859	0.00823813

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production

7	12.66	0.00748475	0.91163519	0.08836481	0.00821025
8	18.91	0.00700856	0.87093454	0.12906546	0.00804717
9	19.33	0.00697941	0.86826554	0.13173446	0.00803834
10	19.4	0.00697458	0.8678215	0.1321785	0.00803689
11	20	0.0069335	0.86402477	0.13597523	0.00802466
12	24.86	0.00661919	0.83387712	0.16612288	0.00793785
13	26.58	0.00651469	0.82346152	0.17653848	0.00791134
14	27.86	0.00643887	0.8157949	0.1842051	0.00789276
15	31.83	0.00621323	0.79246745	0.20753255	0.00784036
16	32	0.00620386	0.79148357	0.20851643	0.00783827
17	32.66	0.00616772	0.78767538	0.21232462	0.00783028
18	41.5	0.00571304	0.73840027	0.26159973	0.00773705
19	45.91	0.005504	0.71498326	0.28501674	0.00769808
20	46.16	0.00549246	0.71367823	0.28632177	0.00769599
21	48.75	0.00537479	0.70029752	0.29970248	0.00767501
22	51.66	0.00524647	0.68556265	0.31443735	0.0076528
23	52.5	0.00521016	0.68136724	0.31863276	0.00764663
24	54.33	0.00513215	0.67231592	0.32768408	0.00763354
25	62.41	0.00480447	0.63376752	0.36623248	0.0075808
26	64.83	0.00471128	0.62265811	0.37734189	0.0075664
27	66.33	0.00465459	0.61587009	0.38412991	0.00755775
28	68.91	0.00455895	0.60436735	0.39563265	0.00754334
29	74.08	0.00437407	0.58195983	0.41804017	0.0075161
30	79.25	0.00419771	0.5603831	0.4396169	0.0074908
31	87.58	0.00393012	0.52728837	0.47271163	0.00745345
32	87.66	0.00392764	0.5269802	0.4730198	0.00745311
33	87.75	0.00392486	0.52663372	0.47336628	0.00745273
34	88.75	0.00389408	0.52279927	0.47720073	0.00744851
35	89.66	0.00386629	0.51933419	0.48066581	0.00744471
36	93.33	0.00375644	0.50559116	0.49440884	0.00742979
37	93.91	0.00373939	0.50345276	0.49654724	0.00742749
38	96.5	0.00366429	0.49401356	0.50598644	0.0074174
39	99.33	0.00358411	0.4839019	0.5160981	0.00740668

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production

40	100.16	0.00356095	0.48097573	0.51902427	0.0074036
41	101	0.00353768	0.47803233	0.52196767	0.00740051
42	110.66	0.00328154	0.44545046	0.55454954	0.00736679
43	118.25	0.0030942	0.42141608	0.57858392	0.0073424
44	126.08	0.00291277	0.39797987	0.60202013	0.0073189
45	146.16	0.00249672	0.3436635	0.6563365	0.00726501
46	147.91	0.00246353	0.33929655	0.66070345	0.00726069
47	157.75	0.00228523	0.31575507	0.68424493	0.00723735
48	173.25	0.00203096	0.28194093	0.71805907	0.00720351
49	176.5	0.00198146	0.27532372	0.72467628	0.00719682
50	178.66	0.00194924	0.27101197	0.72898803	0.00719244
51	179.5	0.00193686	0.26935346	0.73064654	0.00719076
52	186.08	0.00184261	0.25670816	0.74329184	0.00717783
53	196.83	0.00169862	0.23731354	0.76268646	0.0071577
54	198.66	0.00167528	0.23416105	0.76583895	0.00715439
55	201.66	0.00163772	0.22908338	0.77091662	0.00714903
56	204.91	0.00159801	0.22370675	0.77629325	0.00714331
57	241.83	0.00121007	0.1708073	0.8291927	0.00708439
58	292.91	0.00082515	0.11759648	0.88240352	0.00701683
59	334.75	0.00060374	0.08661779	0.91338221	0.00697015
60	346.83	0.00055175	0.07929923	0.92070077	0.0069578
61	347.83	0.00054765	0.07872184	0.92127816	0.0069568
62	361.75	0.00049371	0.07110784	0.92889216	0.00694316
63	363.75	0.00048642	0.07007613	0.92992387	0.00694125
64	779.33	2.2467E-05	0.00336239	0.99663761	0.00668177
65	913.25	8.3768E-06	0.00126365	0.99873635	0.00662901

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production

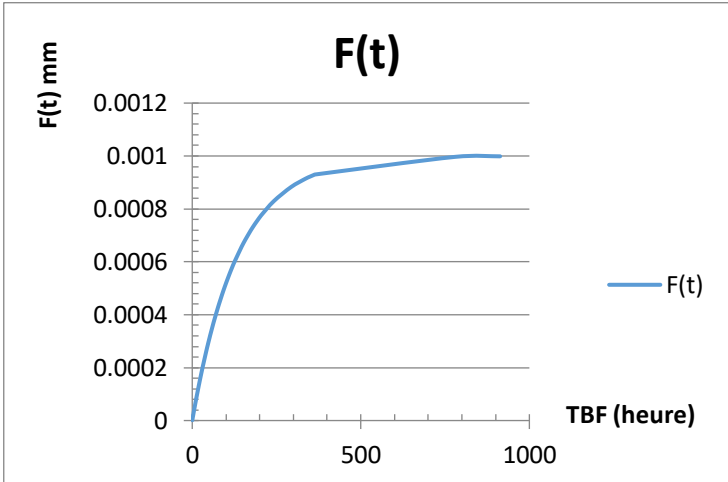


Figure IV 2 : courbe fonction de répartition.

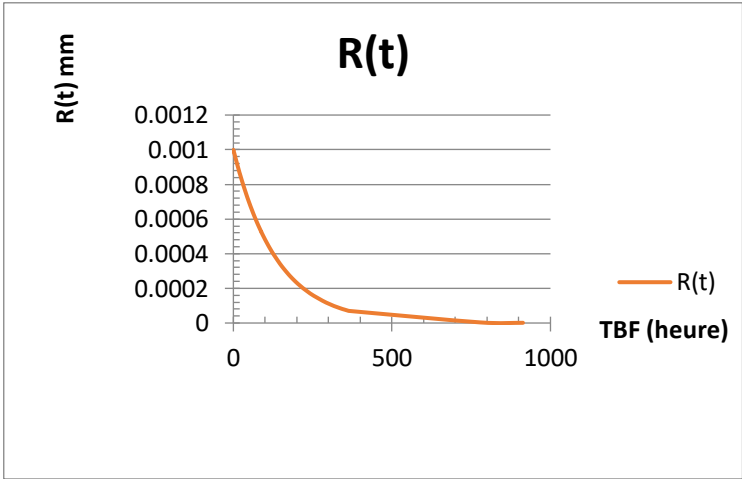


Figure IV 3 : courbe fonction de fiabilité.

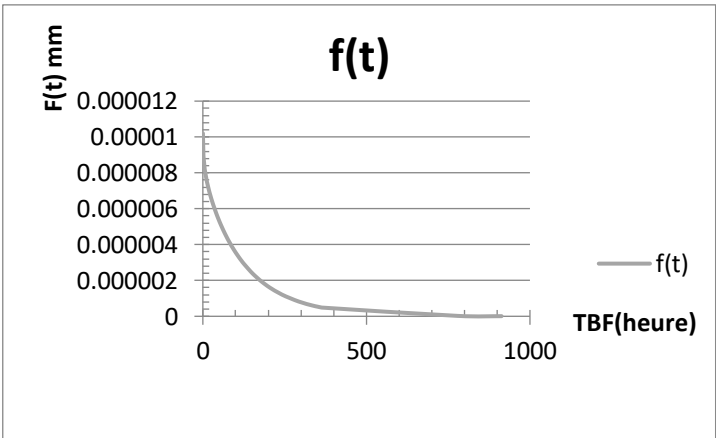


Figure IV 4 : Courbe fonction de densité.

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production

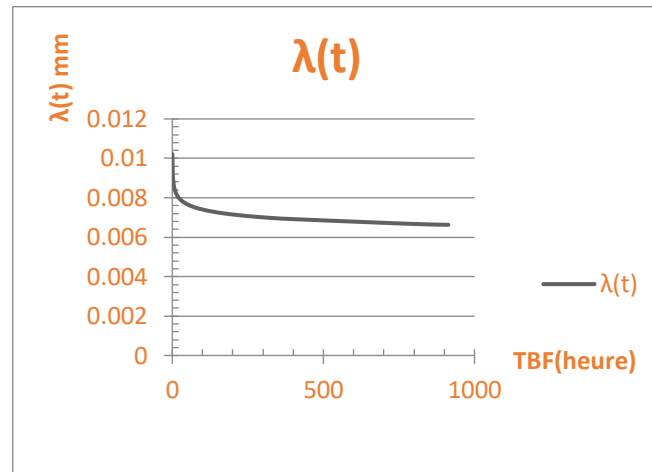


Figure IV 5 : courbe fonction de taux de Défaillance

Remarque sur les courbes :

- On remarque que dans la courbe de fiabilité $R(t)$, la probabilité instantanée de non-défaillance est Le temps entre [0;913.25 heures] de la machine diminue en fonction de TBF, C'est-à-dire qu'avec le temps, nous nous dirigeons vers une défaillance inévitable, en particulier après avoir traversé la phase critique $T=779$ heures.
- sur la courbe de la fonction de répartition $F(t)$, la machine au cours du temps subi une panne entre [0; 913.25h], augmentant avec disponibilité, c'est-à-dire qu'il y aura probablement plusieurs pannes lorsque la machine fonctionne en continu et sans stratégie de maintenance faible intervention.
- Pour la courbe de taux de défaillance on remarque qu'on passe depuis les défaillances de jeunesse, de nombreuses défaillances apparaissent en début d'utilisation, puis le nombre de défaillances ainsi que le taux de défaillance diminuent. Ces défaillances sont dues aux malfaçons lors de les interventions, apparaît alors les défaillances de maturité sont celles dues aux conditions de fonctionnement. Le taux de défaillance est relativement réduit et peut être considéré comme constant.
- Sur la courbe densité $f(t)$, on observe une décroissance exponentielle depuis l'infini.

IV.4 L'analyse de La maintenabilité :

La maintenabilité peut se caractériser par sa MTTR (Moyenne des Temps Technique de Réparation).

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production

$$MTTR = \frac{\sum \text{temps d'intervention pour } (n) \text{ pannes}}{\text{nombre des pannes } (n)} = \frac{\sum ttr}{\text{Nbr des pannes}}$$

Application numérique : MTTR=1.31 heure/pannes

$$\text{Le taux de réparation : } \mu = \frac{1}{MTTR}$$

Application numérique : $\mu=0.76$ pannes/heure

La fonction de maintenabilité c'est : $M(t)=1 - e^{-\mu t}$

A $t=MTTR$: $M(t)= 63\%$

Tableau IV 6 : Calcul la maintenabilité en fonction de TTR.

N	TTR	M(t)	N	TTR	M(t)
1	0.25	0.17304087	34	0.8333	0.46918055
2	0.33333333	0.2237909	35	1	0.53233357
3	0.33333333	0.2237909	36	1	0.53233357
4	0.33333333	0.2237909	37	1	0.53233357
5	0.33333333	0.2237909	38	1	0.53233357
6	0.33333333	0.2237909	39	1	0.53233357
7	0.41666667	0.27142643	40	1	0.53233357
8	0.41666667	0.27142643	41	1	0.53233357
9	0.5	0.31613859	42	1	0.53233357
10	0.5	0.31613859	43	1	0.53233357
11	0.5	0.31613859	44	1	0.53233357
12	0.5	0.31613859	45	1.3333	0.63699306
13	0.5	0.31613859	46	1.5	0.68018098
14	0.5	0.31613859	47	1.5	0.68018098
15	0.5	0.31613859	48	1.5	0.68018098
16	0.5	0.31613859	49	1.5	0.68018098
17	0.5	0.31613859	50	1.5	0.68018098
18	0.5	0.31613859	51	1.5	0.68018098
19	0.5	0.31613859	52	1.5	0.68018098

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production

20	0.5	0.31613859	53	1.8333	0.75175356
21	0.5	0.31613859	54	1.9166	0.76698831
22	0.5	0.31613859	55	2	0.78128811
23	0.5	0.31613859	56	2	0.78128811
24	0.5	0.31613859	57	2	0.78128811
25	0.58333333	0.35810679	58	2.1666	0.80730886
26	0.66666667	0.39749943	59	3.6666	0.93837371
27	0.66666667	0.39749943	60	4	0.95216511
28	0.66666667	0.39749943	61	4.5	0.96728757
29	0.66666667	0.39749943	62	4.6666	0.97117945
30	0.75	0.43447456	63	5	0.97762923
31	0.83333333	0.46918055	64	5.25	0.98150029
32	0.83333333	0.46918055	65	7	0.99510725
33	0.83333333	0.46918055	/	/	/

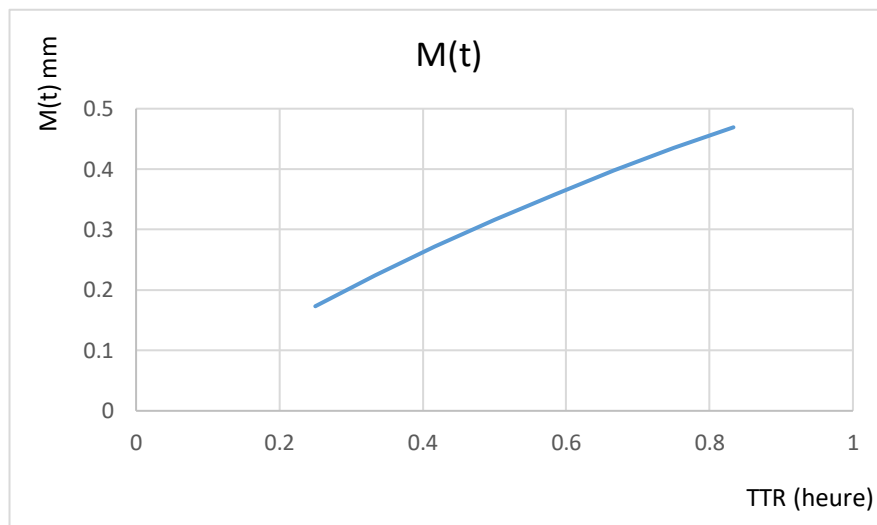


Figure IV 6 : Courbe de la fonction de maintenabilité.

Analyse de la courbe :

On remarque l'augmentation de la Maintenabilité en fonction du temps de réparation, est tout à fait logique, puisque la probabilité de l'aptitude d'être la machine maintenue, augmente avec l'augmentation des TTR, mais notre objectif c'est on diminue le temps de réparation.

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production

IV.5 L'analyse de la disponibilité :

IV.5.1. Disponibilité intrinsèque :

On peut calculer la disponibilité intrinsèque par l'équation suivante :

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

Application Numérique : $Di = \frac{133.04}{133.04+1.31} = 0.99 = 99\%$

IV.5.2. Disponibilité instantanée :

$$D(t) = \frac{\mu}{\lambda+\mu} + \frac{\lambda}{\lambda+\mu} e^{-t(\lambda+\mu)} ; \lambda = 0.0073 h^{-1}, \mu = 0.76 h^{-1}.$$

Donc les résultats sont affichés dans le tableau suivant :

Tableau IV 7 : calcul la disponibilité en fonction de TBF.

N	TBF (heure)	D(t)	N	TBF (heure)	D(t)
1	0.16	0.99840245	34	88.75	0.99
2	1.75	0.99248064	35	89.66	0.99
3	1.83	0.99233295	36	93.33	0.99
4	5.66	0.99012349	37	93.91	0.99
5	5.91	0.99010193	38	96.5	0.99
6	11.83	0.99000109	39	99.33	0.99
7	12.66	0.99000057	40	100.16	0.99
8	18.91	0.99	41	101	0.99
9	19.33	0.99	42	110.66	0.99
10	19.4	0.99	43	118.25	0.99
11	20	0.99	44	126.08	0.99
12	24.86	0.99	45	146.16	0.99
13	26.58	0.99	46	147.91	0.99
14	27.86	0.99	47	157.75	0.99
15	31.83	0.99	48	173.25	0.99
16	32	0.99	49	176.5	0.99

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production

17	32.66	0.99	50	178.66	0.99
18	41.5	0.99	51	179.5	0.99
19	45.91	0.99	52	186.08	0.99
20	46.16	0.99	53	196.83	0.99
21	48.75	0.99	54	198.66	0.99
22	51.66	0.99	55	201.66	0.99
23	52.5	0.99	56	204.91	0.99
24	54.33	0.99	57	241.83	0.99
25	62.41	0.99	58	292.91	0.99
26	64.83	0.99	59	334.75	0.99
27	66.33	0.99	60	346.83	0.99
28	68.91	0.99	61	347.83	0.99
29	74.08	0.99	62	361.75	0.99
30	79.25	0.99	63	363.75	0.99
31	87.58	0.99	64	779.33	0.99
32	87.66	0.99	65	913.25	0.99
33	87.75	0.99	/	/	/

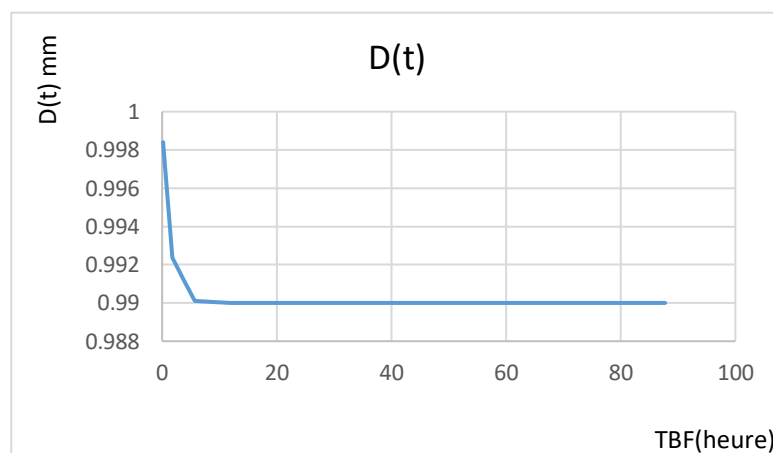


Figure IV 7 : Courbe de la fonction de disponibilité.

Analyse de la courbe :

On remarque que la courbe de la disponibilité se fait un petit décroissement jusqu'à TBF = 40h et puis se stabilise par rapport le temps de bon fonctionnement, c'est-à-dire que quand on augmente le MTBF, la machine être en meilleur état pour accomplir leur fonction requise.

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production

IV.5.3. Analyse par Méthode de Pareto (ABC) :

Cette méthode est basée sur la classification des pannes selon la période où elles ont provoqué l'arrêt de la machine sur une année complète, et cela nous révélera les classifications des cellules A, B et C, où nous commencerons la classification de la période la plus longue au plus petit compte tenu du nombre de répétition (fréquence).

Tableau IV 8 : analyse de Pareto.

cause d'arrêt	Fr	Fr c	Fr c%	T.a	T.a c	T.a c%	Zone
Réglage bloc chanfrein	4	4	6.2	7.33	7.33	8.48	A
déblocage plateau coté G	1	5	7.7	7	14.3	16.6	A
Changement bloc cisaille avec roulement	2	7	11	7	21.3	24.7	A
Réglage tunnel guide chute	4	11	17	6.33	27.7	32	A
Montage moteur et courroies	1	12	18	5.25	32.9	38.1	A
Réglage bloc chanfrein	2	14	22	4.66	37.6	43.4	A
Soudage plateau support bobine	1	15	23	4	41.6	48.1	A
Réparation bloc chanfrein CG	4	19	29	4	45.6	52.7	A
Changement vérin guidage bande coté G	2	21	32	3.91	49.5	57.2	A
Changement vérin carré coté G	1	22	34	3.66	53.1	61.4	A
Changement écroue KM 11 du vérin guidage bande	3	25	38	3.33	56.5	65.3	A
Démontage bloc cisailles coté G	2	27	42	3	59.5	68.8	A
Réglage bras chalumeau	4	31	48	2.25	61.7	71.4	A
Réglage galet de la table élévatrice	1	32	49	2.16	63.9	73.9	A
Changement galet bloc chanfrein coté G	3	35	54	1.66	65.5	75.8	A
Changement galet avec axe du bloc chanfrein CD	1	36	55	1.5	67	77.5	A
FIXATION BRAS FONTE SOUDAGE	1	37	57	1.5	68.5	79.3	A
Fixation glissière	1	38	58	1.5	70	81	B
ELIMINATION JEU	1	39	60	1	71	82.1	B
Extraction des vis cisailles du vérin carré	1	40	62	1	72	83.3	B
Fixation Chappe du vérin	1	41	63	1	73	84.5	B

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production

Fixation flasque du tourteau hacheuse	1	42	65	1	74	85.6	B
Montage bloc cisaille	2	44	68	1	75	86.8	B
Déblocage broche déplacement galet support tube	1	45	69	0.83	75.9	87.7	B
Fixation flasque coté D	1	46	71	0.83	76.7	88.7	B
Réparation vérin guidage bande	1	47	72	0.83	77.5	89.7	B
Remontage flasque cisaille	2	49	75	0.83	78.4	90.6	B
Extraction des vis cisailés et remontage vérin	1	50	77	0.66	79	91.4	B
REGLAGE HACHEUSE COTE D	1	51	78	0.66	79.7	92.1	B
Déblocage galet vérin carré	1	52	80	0.66	80.3	92.9	B
Réparation et soudage dévidoir	1	53	82	0.66	81	93.7	B
Mise en place transporteur chute	1	54	83	0.58	81.6	94.3	B
Changement galet d'entrée guide bande	1	55	85	0.5	82.1	94.9	B
Changement poulie guidage bande	1	56	86	0.5	82.6	95.5	C
Déblocage galet d'appui sup coté G	1	57	88	0.5	83.1	96.1	C
Extraction des vis cisaille et remettre la hacheuse	1	58	89	0.5	83.6	96.6	C
Fixation TOURTEAU COTE G	1	59	91	0.5	84.1	97.2	C
Réparation flasque hacheuse coté G	1	60	92	0.5	84.6	97.8	C
Réparation galet d'entrée	1	61	94	0.5	85.1	98.4	C
Réparation broche chariot RB	1	62	95	0.41	85.5	98.9	C
Déblocage chariot	1	63	97	0.33	85.8	99.2	C
Démontage galet de rive	1	64	98	0.33	86.1	99.6	C
Fixation tunnel	1	65	100	0.33	86.5	100	C

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production

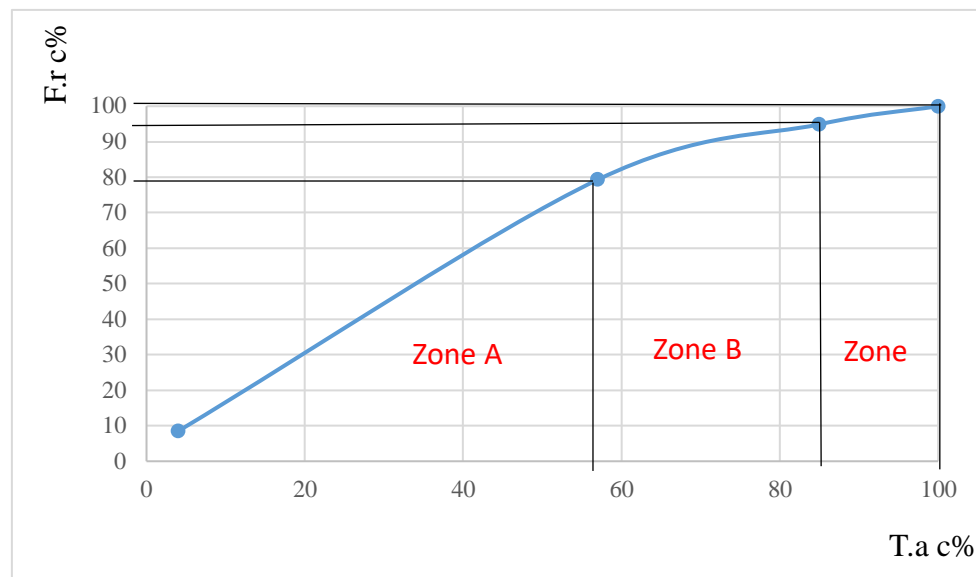


Figure IV 8 : Courbe de Pareto.

Remarque sur les résultats d'analyse de Pareto :

Zone A : On note que 8 types de causes de pannes ont provoqué l'arrêt de la machine pendant 45 heures, ce qui représente 50 % des heures d'arrêt. De plus, les 9 suivants provoquent l'arrêt de la machine pendant 68,5 heures, ce qui représente 80 % du temps d'arrêt de la machine.

Zone B : on note que 16 types de causes de pannes ont provoqué l'arrêt de la machine pendant 13 heures, ce qui représente 15% des heures d'arrêt.

Zone C : On note que, 10 types de causes de pannes ont provoqué l'arrêt de la machine pendant 4.5 heures, ce qui représente 5% des heures d'arrêt.

IV.6 Recommandations :

Les résultats auxquels nous sommes parvenus grâce à l'analyse de Weibull et Pareto nous incitent à prendre des mesures d'amélioration qui permettent de produire plus longtemps, d'entretenir l'équipement des machines et de maintenir l'intégrité de l'environnement de plusieurs erreurs pouvant résulter à cause de l'accumulation et donc:

Premièrement : L'augmentation quantitative et qualitative de l'équipement et de l'efficacité, ainsi que l'amélioration de l'environnement de travail grâce à la soi-disant sécurité industrielle sont très nécessaires pour la continuité de la production avec la qualité appropriée, ainsi que la quantité en nombre de tubes.

Chapitre 4 : Optimisation de la fiabilité et la disponibilité des équipements au niveau de l'atelier de production

Deuxièmement, nous devons augmenter la fiabilité, qui est faible de 36 %, à au moins 85 % par augmentation de la maintenance systématique, Et ce en intervenant lors de chaque 19,2 heures ce qui augmentera les heures de production.

Troisièmement, nous devons améliorer la maintenance corrective, car parmi les raisons de l'échec figurent 4 défaillances sous la forme de Réglage bloc chanfrein, Réglage tunnel guide chute, Réparation bloc chanfrein, Réglage bloc chanfrein, répété 4 fois et provoquant une panne de 20 heures.

Quatrièmement, nous devons nous concentrer sur la zone A, et plus particulièrement sur le bloc chanfrein. Le Plateau, le bloc cisaille avec roulement, la goulotte de guidage du tunnel.

IV.7 Conclusion :

L'analyse de Wei bull et Pareto nous a donné une vision plus claire de l'augmentation des heures de production et de l'amélioration de la fiabilité, ainsi que la découverte des principales causes d'échec sur lesquelles nous devrions nous concentrer, raisons qui assurent la survie de l'entreprise sur le marché.

Conclusion générale :

La recherche que nous avons menée dans le cadre de cette thèse, qui vise à approfondir la Concepts de base sur la maintenance et l'importance de clarifier ses définitions et ses avantages, types d'opérations et les niveaux d'entretien, et les méthodes qui permettent de fiabiliser et de simplifier ses objectifs, que ce soit en termes de productivité ou d'économie, à travers plusieurs lois, que nous avons expliquées dans la recherche et à travers plusieurs transactions telles que TBF et TTR, et après nous avons fait une formation interne chez l'entreprise de ALFA PIPE , puis nous avons choisi la machine à souder M6 pour appliquer notre objectif, et après avoir collecté les informations nous avons pu trouver les résultats souhaités au de temps de bon fonctionnement (TBF) et temps d'arrêt (TTR), après on a utilisé le papier Weibull pour tracer la courbe à partir de laquelle nous avons conclu que $\beta < 1$ signifie que la machine est dans un état jeunesse et selon les résultats obtenus, il a été conclu que la fiabilité de la machine $R(t) = 36\%$ est très faible et identifiant également les causes d'échec les plus importantes afin que nous fassions quelques recommandations qui amélioreront les résultats.

Références Bibliographiques :

- [1] Mr. BENNADIR ALI, Mémoire de fin d'étude Master II , « Etude et Automatisation d'une chanfreineuse de tube à base d'automate programmable industriel type SIMATIC S7- 300), Université de Ghardaïa, promo 2016.
- [2] Mr. BENZITA SAMIA , Mémoire de fin d'étude , «la production et commercialisation de tube acier soudés en spirale), Université de Ghardaïa, promo 2021.
- [3] Mr BOUASRIA Hadj Mohamed , Mémoire de fin d'étude Master II , (COMMANDE ET CONTROL D'UNE MACHINE A SOUDER PIPELINE AVEC AUTOMATE PROGRAMMABLE SIEMENS (S7-300.) , Université de Ghardaïa, promo 2020.
- [4] Dossier technique des machines.
- [5] ABDALLAH MOHAMMED (Optimisation de la maintenance préventive des systèmes de production incorporant la dépendance par les méta-heuristique) thèse de doctorat.
- [6] Djamel HALIMI (Contribution à l'amélioration de la maintenance préventive des machines dynamiques dans l'industrie des hydrocarbures) Thèse de doctorat 2014.
- [7] Djalal HEDJAZI (Conception d'un modèle coopératif de support de la télémaintenance industrielle) thèse de doctorat Juillet 2011 Univ de Batna.
- [8] Jean Heng (PRATIQUE DE LA MAINTENANCE PRÉVENTIVE).
- [9]. ISET Nabeul (Chapitre 02 de la stratégie de maintenance).
- [10] ABDELKARIM (Impact de la fiabilité sur équipements (étude de cas aux niveaux denitex)) mémoire de Master Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen _2012.
- [11] Pr.Ahmed BELLAOUAR, M.A. Salima BELEULMI (Cours FIABILITE MAINTENABILITE DISPONIBILITE) Université de Constantine 2013/2014.
- [12] MAROUF SIDI MOHAMMED (AMÉLIORATION DE LA MAINTENANCE DES ÉQUIPEMENTS AU NIVEAU DE L'ATELIER DE TISSAGE (DENITEX-SEBDOU) mémoire de Master Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen _Mai 2016.
- [13] Mme OUAHIBA TEBBI (ESTIMATION DES LOIS DE FIABILITE EN MECANIQUE PAR LES ESSAIS ACCELERES) Mémoire de Doctorat Université d'Angers.
- [14] André Lannoy, Leïla Marle (Quelques méthodes d'analyse, de diagnostic et de pronostic utilisées en fiabilité et maintenance industrielle).Juin 2011.
- [15] SITE WEB : <http://tpmattitude.fr/defail.html> (Les Défaillances).
- [16] Cours Généralités sur les défaillances université frère Mentouri Constantine.
- [17] Guetatlia Mohamed (Amélioration de la sûreté de fonctionnement d'un système mécatronique : 'actionneur intelligent') Octobre 2020 Université 8Mai 1945 – Guelma.
- [18] DAFDAF Abd Elhak et FAID Omar (Optimisation de la fiabilité d'un système électromécanique). Mémoire de Master, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF – M'SILA 2017/2018.

Annexe :

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	1,26582E+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	0,24396	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