

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ ABOU BEKR BELKAID-TLEMEN
FACULTÉ DE TECHNOLOGIE
DÉPARTEMENT DE GÉNIE MÉCANIQUE



Mémoire de Master en Génie Mécanique

Option

Maintenance Industrielle

Présenté par

MILOUDI RADOINE

THÈME

**Optimisation de la fiabilité des
équipements au niveau de l'atelier de
finissage "EATIT" Seb dou**

Soutenu : le mois de Juin 2015

Devant le jury :

Encadreur :	Kerboua Bachir	Pr. UABB-Tlemcen
Président :	Guenifed Abdelhalim	MAA. UABB-Tlemcen
Examineur :	Mangouchi Ahmed	MAA. UABB-Tlemcen
Examineur :	Hamza Cherif S.M	MCB. UABB-Tlemcen
Invité :	Mahi Tani Driss	Dir. Maintenance EATIT Seb dou

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2014 - 2015

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي
خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ
وَالَّذِي يُضَوِّبُ الْمَوْتَى
إِنَّ رَبَّهُ لَسَدِيدٌ
إِلَىٰ عَرْشِهِ الرَّحِيمُ
الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيَّاحَ
تُبْرِئُ السُّعَىٰ وَيُنزِلُ
الْمِنْرَانَ الْمُبَارَكَ
الَّذِي يُسَبِّحُ بِحَمْدِهِ
الْمَلَائِكَةُ وَالرُّسُلُ
وَالْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ
الْعَالَمِينَ

REMERCIEMENTS

Le présent travail a été effectué sous la direction de Monsieur KERBOUA BACHIR, Professeur à la Faculté de Technologie, qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude pour son aide, ses conseils, ses encouragements, et sa grande bienveillance qu'il n'a cessé de me prodiguer tout au long de ce travail.

Que Monsieur Guenifed Abdelhalim, enseignant à la Faculté de Technologie, Université Abou Bekr Belkaid , Tlemcen, trouve ici l'expression de ma reconnaissance pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider le jury.

Je remercie également, Monsieur Mangouchi Ahmed enseignant à la Faculté de Technologie, Université Abou Bekr Belkaid , Tlemcen, pour l'intérêt qu'il a porté en acceptant d'examiner mon travail.

J'exprime également mes vifs remerciements à Monsieur Hamza Cherif S.M enseignant à la Faculté de Technologie, Université Abou Bekr Belkaid , Tlemcen, à qui je tiens à le remercier d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.

DÉDICACES

Avec l'aide de Dieu tout puissant, j'ai pu achever ce modeste travail que je dédie :

A mes parents qui m'ont beaucoup aidé pour terminer mes études, et qui m'ont tellement encouragé moralement et psychiquement, et qui se sont sacrifiés pour moi.

Mes très chers frères, sœurs, oncles, tantes et, leurs conjoints ainsi que leurs enfants, et à tous les membres de ma grande famille.

A tous les enseignants du département de Génie Mécanique de la Faculté de technologie.

A mes amis : Samir, Nori, Kada, Tahraoui , Safi, Krimo, Houari, Salim, Hsaine, Amine, Selmoune, Belabess .

A tous mes amis de la promotion Maintenance Industrielle (2014 - 2015) sans préciser leurs noms.

A tous ceux qui m'ont aidé durant ma formation.

Miloudi Radouine

Résumé

Ce travail présente le développement des outils d'aide à la décision pour l'établissement de la politique de la maintenance à appliquer afin d'optimiser l'exploitation des équipements de l'atelier de finissage au niveau du complexe « EATIT » Sebdo. La fiabilité montre qu'elle est un outil d'aide à la décision pour l'optimisation des stratégies de maintenance. Pour se faire elle se base sur la méthode « ABC » et l'analyse par « AMDEC ». Ce mémoire traite une méthode d'optimisation de la maintenance basée essentiellement sur la méthode de Pareto à laquelle on a ajouté d'autres outils d'analyse comme le modèle de Weibull, qui permet de remonter jusqu'aux causes initiales de l'anomalie ou de dysfonctionnement. La finalité de cette recherche est de cibler les actions de maintenance à mettre en place en vue d'une rentabilité optimale. Pour concrétiser la méthode, nous l'avons appliquée pour les équipements de l'atelier de finissage. Les résultats vont permettre d'identifier les éléments critiques et en suite définir un plan d'action d'une maintenance préventive qui conduit à la réduction des coûts de maintenance tout en visant l'augmentation du bénéfice de l'entreprise.

Mots clés: Fiabilité, Défaillance, Maintenance industrielle, Taux de défaillance, Maintenance préventive.

Abstract

This work presents the development of decision support tools for the establishment of the maintenance policy to be applied to optimize the use of the finishing shop equipment at " EATIT " Sebdo . The MBF has shown that it is a tool for decision support for optimizing maintenance strategies. To do it is based on three tools namely the "ABC" method, criticality matrix and the FMEA grid. But unfortunately the method does not determine the root causes of the failure. This brief discusses an optimization method for maintenance which is essentially based on the method of Pareto to which was added other tools to go back to the root causes of the anomaly or malfunction while determining entities criticisms that require optimal maintenance plan. The purpose of the approach is to target the maintenance actions to implement in order to maximize profitability .To implement the method, we applied for the equipment of the finishing shop, which identifies the critical elements and then define an optimal service action plan. The method results in lower maintenance costs while the benefits directly to the company.

Keywords: Reliability, Failure, Industrial maintenance, Failure rate, preventive maintenance.

ملخص

يتعرض هذا العمل لتطوير أدوات أخذ القرار لإنشاء سياسة الصيانة تساعد مصلحة الصيانة على استخدامها الأمثل للحفاظ على نجاعة المعدات في ورشة التجهيز بمركب النسيج "المؤسسة الجزائرية للأنسجة الصناعية والتقنية" EATIT " سبدو.

أظهرت طريقة MBF كأداة لدعم اتخاذ القرارات لتحسين استراتيجيات الصيانة. للقيام بتحليل دقيق يقوم مسنول الصيانة بتطبيق أدوات النوعية " ABC وطريقة AMDEC.

يناقش هذا البحث الأسلوب الأمثل لأعمال الصيانة التي تقوم أساسا على طريقة Pareto والتي أضافت إليها أدوات أخرى تساعد على إيجاد الأسباب الجذرية للتلف أو الخلل، في حين تحديد طريقة WEIBULL تساعد على التحليل الدقيق و الانتقادات التي تتطلب خطة الصيانة المثلى في اكتشاف نقاط الضعف. والغرض من هذا المنهج هو استهداف إجراءات الصيانة من أجل تطوير الصيانة و منع التدهور و الفشل الكلي و النسبي.

هذه الطرق الحديثة تحدد العناصر الأساسية لمتابعة تدهور الآلات و المعدات و تطبيق الصيانة الوقائية. نتاج هذا البحث تساعد في تخفيض تكاليف الصيانة و مضاعفة الفوائد المباشرة و الغير مباشرة للمؤسسة. كلمات البحث: النجاعة، الفشل، الصيانة الصناعية، معدل الفشل، الصيانة الوقائية .

SOMMAIRE

<i>Introduction générale</i>	02
------------------------------------	----

CHAPITRE 1: GÉNÉRALITÉS SUR LES ENTREPRISES DE TEXTILE

1.1 Configuration de l'industrie textile nationale	04
1.1.1 Industrie textile publique	04
<i>a) Filière de textile cotonnière</i>	04
<i>b) Filière de textile lainière</i>	04
<i>c) Filière de soierie synthétique</i>	04
<i>d) Filière de jute</i>	04
<i>e) Filière de textile diverse</i>	05
<i>f) Filière de confection – bonneterie</i>	05
<i>g) Filière des services et études</i>	05
1.1.2 Industrie textile privée	05
1.1.3 Industrie textile artisanale	06
1.1.4 Localisation géographique de l'industrie de textile en Algérie	06
1.1.5 Potentiel de l'industrie textile nationale	06
<i>1.1.5.1 Potentiel de production</i>	06
<i>1.1.5.2 Potentiel humain</i>	07
1.2 Présentation du complexe "EATIT"	07
1.3 Historique	07
1.4 Activités du complexe	08
1.5 Certification	09
1.6 Plan de masse du complexe	10
1.7 Organigramme du complexe	11
1.8 Organigramme de la direction finissage	12
1.9 Processus de fabrication	12
1.9.1 Filature	12
1.9.2 Tissage	14
1.9.3 Finissage	14

CHAPITRE 2: ANALYSE DE LA MAINTENANCE AU NIVEAU DU COMPLEXE

"EATIT" SEBDOU

2.1 Introduction	17
-------------------------------	----

SOMMAIRE

2.2	Histoire de la maintenance	18
2.3	Définition de la Norme AFNOR	18
2.4	Importance de la maintenance au niveau de l'entreprise	19
2.5	Service maintenance	19
2.5.1	Situation dans l'entreprise	19
2.5.1.1	<i>Service maintenance centralisé</i>	20
2.5.1.2	<i>Service maintenance décentralisé</i>	20
2.5.2	Rôle du service maintenance	21
2.6	Importance de la maintenance dans une entreprise	21
2.7	Position de la maintenance dans le complexe	22
2.8	Différentes formes de maintenance	22
2.8.1	Maintenance corrective	23
2.8.1.1	<i>Maintenance curative</i>	23
2.8.1.2	<i>Maintenance palliative</i>	23
2.8.2	Maintenance préventive	23
2.8.2.1	<i>Maintenance préventive systématique</i>	24
2.8.2.2	<i>Maintenance préventive conditionnelle</i>	24
2.8.2.3	<i>Maintenance prévisionnelle</i>	25
2.9	Activités de la maintenance	25
2.10	Activités opérationnelles	25
a)	<i>Dépannages</i>	26
b)	<i>Réparation</i>	26
2.11	Activités de suivi	26
a)	<i>Visites</i>	26
b)	<i>Inspections</i>	26
c)	<i>Contrôles</i>	27
2.12	Révisions	27
2.13	Profils de la maintenance	27
2.13.1	Agent de maintenance	27
a)	<i>Technicien de maintenance</i>	28
b)	<i>Technicien de méthode</i>	28
2.13.2	Pratique de la maintenance	28
2.13.3	Niveaux d'urgence	29

SOMMAIRE

2.13.3 Niveaux de maintenance	29
<u>CHAPITRE 3. ANALYSE DE LA FIABILITÉ DES ÉQUIPEMENTS INDUSTRIELS</u>	
3.1 Introduction	31
3.2 La fiabilité	31
3.2.1 Définition selon la norme (AFNOR X06-501)	31
3.2.2 Fiabilité et qualité	31
3.2.3 Application de la fiabilité	32
3.2.4 Différentes lois de la fiabilité	32
a) Loi binomiale	32
b) Loi de Poisson	33
c) Loi normale	33
d) Loi exponentielle	33
e) Loi de Weibull	34
3.2.5 Paramètres principaux de la fiabilité	35
3.2.6 Optimisation de la maintenance par la fiabilité (OMF)	36
3.2.7 Maintenance basée sur la fiabilité (MBF)	37
3.2.7.1 Principes	37
3.2.7.2 Différentes phases d'une étude MBF	38
3.2.7.3 Objectifs de la MBF	38
3.3 Défaillance	39
3.3.1 Types de défaillance	39
3.3.2 Paramètres de la fiabilité	40
3.3.2.1 Moyenne des temps de bon fonctionnement « MTBF »	40
3.3.2.2 Moyenne des temps techniques de réparation « MTTR »	40
3.3.2.3 Moyenne des temps techniques d'arrêt « MTTA »	40
3.3.3 Taux de défaillance et de réparation	41
3.3.3.1 Taux de défaillance	41
3.3.3.2 Evolution du taux de défaillance	42
3.3.3.3 Taux de réparation	43
3.4 Diagramme de Pareto	43

SOMMAIRE

3.5 Analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC).....	44
3.5.1 Avantages de la méthode AMDEC.....	45
3.5.2 Mise au point de la fiche AMDEC.....	45
3.5.2.1 <i>Analyse fonctionnelle</i>	46
a. Les composants.....	46
b. Les fonctions.....	46
3.5.2.2 <i>Analyse de défaillance</i>	46
a. Modes de défaillance.....	46
b. Causes de défaillance.....	46
c. Effets.....	47
3.5.2.3 <i>Critères</i>	47
a) Le critère G (gravité)	47
b) Le critère O (occurrence)	48
c) Le critère D (non détection)	48
d) Le critère C (criticité)	49
3.5.2.4 <i>Mesures</i>	50

CHAPITRE 4: APPLICATION DE LA FIABILITÉ

4.1 Introduction.....	50
4. 2 Découpage de l'entreprise.....	50
4. 3 Classification du matériel.....	54
a) Suivant l'état du matériel.....	54
b) Suivant les conditions de travail.....	54
4. 4.1 Collecte des données.....	54
a) Flambeuse.....	54
b) Pad roll.....	55
c) Merceriseuse.....	56
d) Hot flue A.....	56
e) Hot flue B.....	56
f) Pad steam A.....	57
g) Pad steam B.....	58
h) Rame A.....	59
i) Rame B.....	59

SOMMAIRE

j) Sanforisseuse.....	60
k) Classification des équipements.....	60
4.4.2 Analyse des données.....	61
4.5 Sélection de l'équipement.....	61
4.6 Tracer de la courbe ABC.....	62
4.6.1 Déterminer les zones « ABC »	62
4.6.2 Interprétation de la courbe.....	62
4.7 Diagnostic par l'AMDEC.....	63
4.7.1 Analyse de système.....	63
4.7.2 Tableau de cotation.....	65
4.7.3 AMDEC de pad steam B.....	65
4.7.4 Description de roulement auto-aligneur uc 207.....	67
4.8 Détermination des paramètres de fiabilité des organes sélectionnés	68
4.8.1 Cas de pad steam B.....	68
4.8.2 Détermination des paramètres de Weibull graphiquement.....	68
4.8.3 Analyse des résultats théoriques.....	71
4.9 Analyse des résultats trouvés.....	77
4.10 Conclusion.....	77
<i>Conclusion générale.....</i>	<i>79</i>
<i>Bibliographie.....</i>	<i>81</i>

CHAPITRE 1: GÉNÉRALITÉS SUR LES ENTREPRISES DE TEXTILE

Figure 1.1 Vue aérienne du complexe « EATIT » Sebdou 7

Figure 1.2 Plan de masse du complexe EATIT 10

Figure 1.3 Organigramme du complexe « EATIT » 11

Figure 1.4 Organisation de la direction de finissage 12

Figure 1.5 Schéma technologique de la filature 13

Figure 1.6 Schéma technologique de tissage 14

Figure 1.7 Schéma technologique du finissage 15

CHAPITRE 2: ANALYSE DE LA MAINTENANCE AU NIVEAU DU COMPLEXE "EATIT SEBDOU"

Figure 2.1 Relations possibles entre le service maintenance et les autres services 20

Figure 2.2 Position de la maintenance dans l'organigramme de l'entreprise 22

CHAPITRE 3. ANALYSE DE LA FIABILITÉ DES ÉQUIPEMENTS INDUSTRIELS

Figure 3.1 Probabilités complémentaires 32

Figure 3.2 Tracé de la loi exponentielle 33

Figure 3.3 Les phases d'une étude MBF 38

Figure 3.4 Les phases d'une intervention corrective 41

Figure 3.5 La courbe en baignoire 43

Figure 3.6 Courbe de Pareto 44

Figure 3.7 Diagramme d'Ishikawa 47

CHAPITRE 4: APPLICATION DE LA FIABILITÉ

Figure 4.1 Découpage de l'entreprise 53

Figure 4.2 Découpage de l'atelier Finissage 53

Figure 4.3 Pourcentage des défaillances de l'atelier finissage 60

Figure 4.4 Courbe ABC 62

Figure 4.5	Courbe ABC tracé numériquement	63
Figure 4.6	Découpage fonctionnel de pad steam B	64
Figure 4.7	Roulement auto-aligneur UC 207	67
Figure 4.8	Les dimensions du roulement auto-aligneur UC 207 [16]	67
Figure 4.9	Détermination graphique des paramètres	69
Figure 4.10	Droite de Weibull par code de calcul	70
Figure 4.11	Courbe de fiabilité de « Weibull » 3D	70
Figure 4.12	Courbe de fiabilité estimée du roulement UC 207	72
Figure 4.13	Courbe de fiabilité théorique du roulement UC 207	72
Figure 4.14	Courbe de fiabilité (code de calcul)	73
Figure 4.15	Courbe de répartition estimée du roulement UC 207	73
Figure 4.16	Courbe de répartition théorique du roulement UC 207	74
Figure 4.17	Fonction cumulative (code de calcul)	74
Figure 4.18	La densité de défaillance	75
Figure 4.19	La densité de défaillance (code de calcul)	75
Figure 4.20	Taux de défaillance du roulement UC 207	76
Figure 4.21	Taux de défaillance de « code de calcul»	76

CHAPITRE 1: GÉNÉRALITÉS SUR LES ENTREPRISES DE TEXTILE

Tableau 1.1 Localisation géographique de l'industrie textile en Algérie6

CHAPITRE 2: ANALYSE DE LA MAINTENANCE AU NIVEAU DU COMPLEXE "EATIT SEBDOU"

Tableau 2.1 Types de maintenance23

CHAPITRE 3. ANALYSE DE LA FIABILITÉ DES ÉQUIPEMENTS INDUSTRIELS

Tableau 3.1 Exemple de feuille AMDEC – moyen de production-.....45

Tableau 3.2 Le critère gravité48

Tableau 3.3 Critère d'occurrence48

Tableau 3.4 Critère de non détection49

Tableau 3.5 Critère de criticité49

CHAPITRE 4: APPLICATION DE LA FIABILITÉ

Tableau 4 .1 Tableau récapitulatif des défaillances de flambeuse54

Tableau 4 .2 Tableau récapitulatif des défaillances de pad roll55

Tableau 4 .3 Tableau récapitulatif des défaillances de Merceriseuse55

Tableau 4 .4 Tableau récapitulatif des défaillances de Hot flue A56

Tableau 4 .5 Tableau récapitulatif des défaillances de Hot flue B56

Tableau 4 .6 Tableau récapitulatif des défaillances de Pad steam A57

Tableau 4 .7 Tableau récapitulatif des défaillances de Pad steam B58

Tableau 4 .8 Tableau récapitulatif des défaillances de Rame A59

Tableau 4 .9 Tableau récapitulatif des défaillances de Rame B59

Tableau 4 .10 Tableau récapitulatif des défaillances de Sanforiseuse60

Tableau 4 .11 Tableau de classement des équipements61

Tableau 4 .12 Grille de cotation65

Tableau 4 .13 AMDEC de pad steam B65

Tableau 4 .14 Préparation des données historiques de roulement auto-aligneur uc 20768

Tableau 4 .15 Tableau des résultats71

MBF : Maintenance Basée sur la Fiabilité.

AMDEC : Analyse des Modes de Défaillances de leurs Effets et de leurs Criticités.

MTBF : Moyenne des Temps de Bon Fonctionnement [h].

OMF : Optimisation de la Maintenance par Fiabilité.

TPM : Maintenance Productive Totale.

MTTR : Moyenne des Temps Techniques de Réparation [h].

MTTA : Moyenne des Temps Techniques d'Arrêt [h].

ABC : Méthode de Pareto d'analyse et sélection.

TBF : Temps de Bon Fonctionnement avant la première défaillance [h].

$\lambda(t)$: Taux de défaillance [%].

$\mu(t)$: Taux de réparation[%].

N(t): Nombre de systèmes suivants à l'instant t.

F(t): Fonction de répartition [%].

m: Indice.

N₀: Nombre d'éléments à l'instant t.

R(t): Fiabilité au temps t [%].

T : Variable aléatoire « durée de vie »

t : Temps (t).

β (Beta) : Paramètre de forme de la loi de "Weibull".

η (Êta) : Paramètre d'échelle de la loi de "Weibull"

γ (Gamma) : Paramètre de position de la loi de "Weibull"

G : Indice de gravité.

F : Indice de la fréquence.

D : Indice de la détection.

G : Indice de la criticité.

Le développement de l'industrie exige un système de suivi et un diagnostic qui permet d'améliorer les conditions de travail, accélérer les rythmes de productivité, augmenter la production de qualité et diminuer les coûts de la maintenance.

L'application de la maintenance dans l'industrie d'aujourd'hui doit être nécessaire pour augmenter la qualité et la quantité de la production. De plus, la qualité du produit fabriqué est elle-même tributaire de la fiabilité des équipements.

Les objectifs de cette étude au niveau de l'entreprise « EATIT » Sebdu consiste à :

- Sélectionner les organes étudiés par des méthodes d'analyse « ABC » et des outils d'analyse « AMDEC ».
- Déterminer les paramètres de fiabilité en utilisant le modèle de "Weibull".
- Choisir la politique de la maintenance à appliquer aux équipements en exploitation.

Le mémoire est structuré en quatre chapitres :

Dans le premier chapitre, nous présenterons des généralités sur les entreprises de textiles, et précisément le complexe « EATIT » Sebdu, ainsi ses activités et ses processus de fabrication qui commencent dans l'atelier de filature jusqu'à l'atelier de finissage.

Dans le second chapitre, nous rappellerons certains concepts de maintenance, non seulement pour introduire certaines définitions, mais également pour mettre en évidence l'ampleur de l'effort nécessaire pour mettre en place et le choix de maintenance.

Troisième chapitre, est consacré aux différentes méthodes de diagnostic de maintenance qu'on va appliquer au niveau de l'atelier finissage de l'entreprise « EATIT » Sebdu, ainsi nous introduirons les concepts de fiabilité, de défaillance, et la durée de vie (MTBF) des équipements mécaniques.

Enfin, dans le dernier chapitre on met en application les outils de fiabilité, pour une étude des cas pratiques sur un équipement stratégique de l'atelier finissage. On va débiter par la méthode « ABC » pour déterminer l'équipement le plus critique de l'atelier, en suite, on fera une optimisation par la méthode « AMDEC » sur l'équipement déterminé afin de trouver l'organe critique, et pour cela on développera des modèles récents, pour la détermination des paramètres de fiabilité et le type de la maintenance à appliquer.

CHAPITRE 1
GÉNÉRALITÉS SUR LES
ENTREPRISES DE TEXTILE

CHAPITRE 1: GÉNÉRALITÉS SUR LES ENTREPRISES DE TEXTILE

1.1 Configuration de l'industrie textile nationale

Sur le plan technique, l'Industrie textile algérienne est organisée selon un schéma d'intégration verticale (filature- tissage- finissage- confection) de même qu'elle embrasse l'ensemble des filières technologiques du textile.

Dans cette branche d'industrie coexistent deux secteurs complémentaires, à savoir le secteur textile public et le secteur textile privé.

1.1.1 Industrie de textile publique

Structurée actuellement en trois (3) groupes industriels, l'industrie textile publique qui reste dominante dans le textile de base intègre les filières d'activités ci-après :

a) Filière de textile cotonnière

Sur le plan du processus, cette filière est intégrée verticalement en disposant des activités de filature, tissage, teinturerie et finissage. Elle est organisée actuellement en douze (12) filiales de production, cette filière réalise plusieurs types de produits cotonniers, notamment :

- ✓ Le textile d'habillement
- ✓ Le textile d'ameublement
- ✓ Le textile industriel
- ✓ Le fil à coudre.

b) Filière de textile lainière

Cette filière met en œuvre trois types d'activité de textile :

- ✓ Les filés laine et synthétiques
- ✓ Les draperies lainières
- ✓ Les couvertures textiles

c) Filière de soierie synthétique

Cette filière est spécialisée en trois filiales de production, elle est spécialisée dans le textile/ habillement et le textile d'ameublement à base de soierie synthétique, de même qu'elle dispose d'activités de broderie.

d) Filière de jute

Cette filière est spécialisée dans la production d'emballage en jute, de filets de pêche et de corderie.

e) Filière de textile diverse

Cette filière concerne la production intégrée de moquette, de tissus non tissés, d'ouate et de couvertures. Elle est spécialisée également dans le traitement et la transformation des déchets textiles.

f) Filière de confection - bonneterie

Cette filière est organisée en trois créneaux d'activité, elle est composée de :

- ✓ Quinze filiales de production en confection touchant essentiellement le vêtement ville, les chemiseries et le vêtement professionnel.

- ✓ Trois filiales de production en bonneterie activant dans les articles de sport, les sous-vêtements hommes et enfants, les articles chaussants.

- ✓ Trois filiales de confection dans les articles bâches et articles de camping.

g) Filière des services et études

Cette filière est composée de :

- ✓ Une filiale de distribution textile (ENADITEX)

- ✓ Une filiale laboratoire et centre technique (CNTC)

- ✓ Une filiale de promotion et développement des fibres textiles (PRODEF)

1.1.2 Industrie de textile privée

Le secteur textile privé est composé des unités de production de module variable allant de l'unité PMI/PME au simple atelier de confection. Dans un passé très récent, l'Industrie textile privée du point de vue de son potentiel était représentée par quelque 5000 unités soit :

- ✓ (6) filatures type coton
- ✓ (3) unités de texturation
- ✓ (955) unités dans le tissage- finissage
- ✓ (1025) unités dans la bonneterie
- ✓ (3000) unités dans la confection.

Sur le plan de la production, le secteur privé a réalisé une gamme assez large de produits tels que :

- ✓ Les tissus coton et synthétique
- ✓ Les étoffes de bonneterie
- ✓ Les articles de confection hommes- femmes- enfants.
- ✓ Les articles d'ameublement
- ✓ Les articles chaussants

1.1.3 Industrie de textile artisanale

Dans l'environnement du secteur textile industriel, il est dénombré une industrie textile artisanale organisée sous forme de coopératives locales, de PMI ou de simples ateliers type familial. Quelque 3000 ateliers d'artisans activaient dans ce secteur. La production du secteur textile artisanal est axée essentiellement sur :

- ✓ Le tapis en 100% laine et autres produits de tapisserie.
- ✓ Couvertures laine type artisanal.
- ✓ Divers vêtements textiles artisanat.

1.1.4 Localisation géographique de l'industrie de textile en Algérie

Cette localisation est partagée selon le planning suivant :

Tableau 1.1 Localisation géographique de l'industrie textile en Algérie

RÉGIONS	NOMBRE D'UNITÉS	EMPLOI TOTAL
Centre	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 12 Unités textiles ▪ 9 Unités confections ▪ 1 laboratoire 	11082
Est	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 11 Unités textiles ▪ 6 Unités confections 	6780
Ouest	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 7 Unités textiles ▪ 6 Unités de confections 	4799

1.1.5 Potentiel de l'industrie textile nationale

1.1.5.1 Potentiel de production

L'industrie textile nationale, toutes filières technologiques confondues, recèle des capacités de production assez significatives par rapport aux besoins quantitatifs du marché.

1.1.5.2 Potentiel humain

Le potentiel humain de la branche textile est évalué aujourd'hui à 50000 agents entre les deux secteurs public et privé.

1.2 Présentation du complexe "EATIT"

L'Entreprise Algérienne des Textiles Industriels et Techniques (EATIT Seb dou) est une société des produits textiles. Elle est située à Seb dou, à 37 Km sud-ouest de la wilaya de Tlemcen. L'établissement de Seb dou fait partie d'un groupe de sept unités de textile et de confection réparties à Tizi Ouzou (CTO), Béjaïa (ICOTAL), Batna (COTITEX), Souk Ahras (LASA), M'sila (TINDAL), Tlemcen (SOITEX) et Seb dou (DENITEX). Le complexe de Seb dou est composé de treize (13) secteurs, sa superficie est de 16.9 Hectares dont 6.9 Hectares bâtis.



EATIT SPA Seb dou, ENTREPRISE ALGÉRIENNE DES TEXTILES INDUSTRIELS ET TECHNIQUE Seb dou (DENITEX) 13006 Tlemcen Algérie.

Figure 1.1 Vue aérienne du complexe « EATIT » Seb dou

1.3 Historique

Le projet du complexe industriel textile de Seb dou a été lancé en 1974 en tant qu'unité industrielle de la société nationale "SONITEX". Après la restructuration organique de la société SONITEX en 1982, et suivant le décret n° 82-399 du 04 décembre 1982, le complexe Industriel Textile de Seb dou est devenu une unité de l'entreprise publique économique "COTITEX". Sa mise en exploitation est intervenue au cours de l'année 1979.

L'Entreprise des industries textiles, Société par actions, par abréviation DENITEX Spa est issue de la scission de l'entreprise des industries textiles cotonnières de Seb dou "COTITEX

Sebdou", elle même découlant de la restructuration de l'entreprise nationale des industries textiles cotonnières "COTITEX" en date du 1^{er} avril 1986.

"DENITEX" a été créée après le découpage de la société mère "COTITEX" le trois février 1998. Depuis janvier 2012, le complexe de textile, DENITEX de Sebdou a pris une autre dimension en fusionnant avec l'entreprise algérienne des textiles industriels et techniques "EATIT". Le complexe a été mis en service le 01 juin 1979, il est composé de six bâtiments :

- ✓ Filature
- ✓ Tissage
- ✓ Finissage
- ✓ Annexes Techniques
- ✓ Station Epuration des eaux
- ✓ Poste énergie électrique

Sa capacité de production théorique est :

- ✓ Filature : 2 000 tonnes / ans
- ✓ Tissage : 6 000 mètres linéaires / ans
- ✓ Finissage : Traitement de toute la production.

Selon les statistiques données par son directeur général, ce complexe a réalisé en 2011 un chiffre d'affaires de plus de 70 milliards de dinars. Concernant la production, on note un total de 959 tonnes en filature, 2.241 tonnes en tissage et 2.518 tonnes pour le finissage. L'entreprise compte actuellement un personnel estimé à 845 ouvriers et cadres compris. Cette dernière réalise une capacité de production annuelle de plus de quatre millions de mètres linéaires.

1.4 Activités du complexe

Le complexe d'EATIT a des activités de production des textiles de type, bleu jean gabardine, bleu de travail, en utilisant les matières premières suivantes :

- ✓ Matière première (coton, polyester)
- ✓ Colorants
- ✓ Produits de fixation (les fixateurs)
- ✓ Détergents et autres produits chimiques

Le complexe d'EATIT "SPA" est une unité de production intégrée qui comprend diverses spécialités :

- ✓ Filature : production de fil simple et retors.

- ✓ Tissage : production de tissu écru.
- ✓ Finissage : production de tissu fini.
- ✓ Maintenance : l'entreprise dispose, pour la maintenance de ses équipements, d'un atelier mécanique (tournage, fraisage, soudure), d'un atelier électrique (rembobinage des moteurs) et d'un atelier électronique.
- ✓ Chauffage et climatisation.
- ✓ Traitement des eaux.
- ✓ Épuration des eaux : l'entreprise dispose de sa propre station d'épuration qui est fonctionnelle.
- ✓ Environnement : en juin 2008, un contrat de performance environnemental a été établi entre le ministère de l'aménagement du territoire, de l'environnement et du tourisme avec DENITEX "spa".
- ✓ Laboratoires physique et chimique : pour le suivi de la qualité des produits et le contrôle les différents paramètres à tous les stades du processus de production.
- ✓ Dans le domaine de l'hygiène, sécurité et environnement, l'entreprise s'engage à :
 - La mise en œuvre des formations ciblant des postes de travail pour une plus grande efficacité dans le respect de l'environnement, des règles de santé, d'hygiène et de sécurité.
 - Le développement d'un environnement sain, propice à une implication maximale.
 - Une réactivité dans la prévention des non conformités et des impacts sur la santé, la sécurité et l'environnement.
 - Le suivi et l'écoute permanente de l'environnement externe : économique, législatif et social.
 - La rationalisation des dépenses d'énergie et des ressources.

1.5 Certification

L'entreprise "EATIT" Sebdou a un certificat ISO du système management qualité :

- ✓ Certification de l'entreprise selon les normes ISO 9001 version 2000 du "Système Management Qualité" par le comité de certification LQS France est intervenue le 22/12/2008.
- ✓ Certification de l'entreprise selon les normes ISO 9001 version 2008 du "Système Management Qualité" par le comité de certification LQS France est intervenue le 06/12/2010.

1.6 Plan de masse du complexe

Ce plan montre bien les différentes structures du complexe

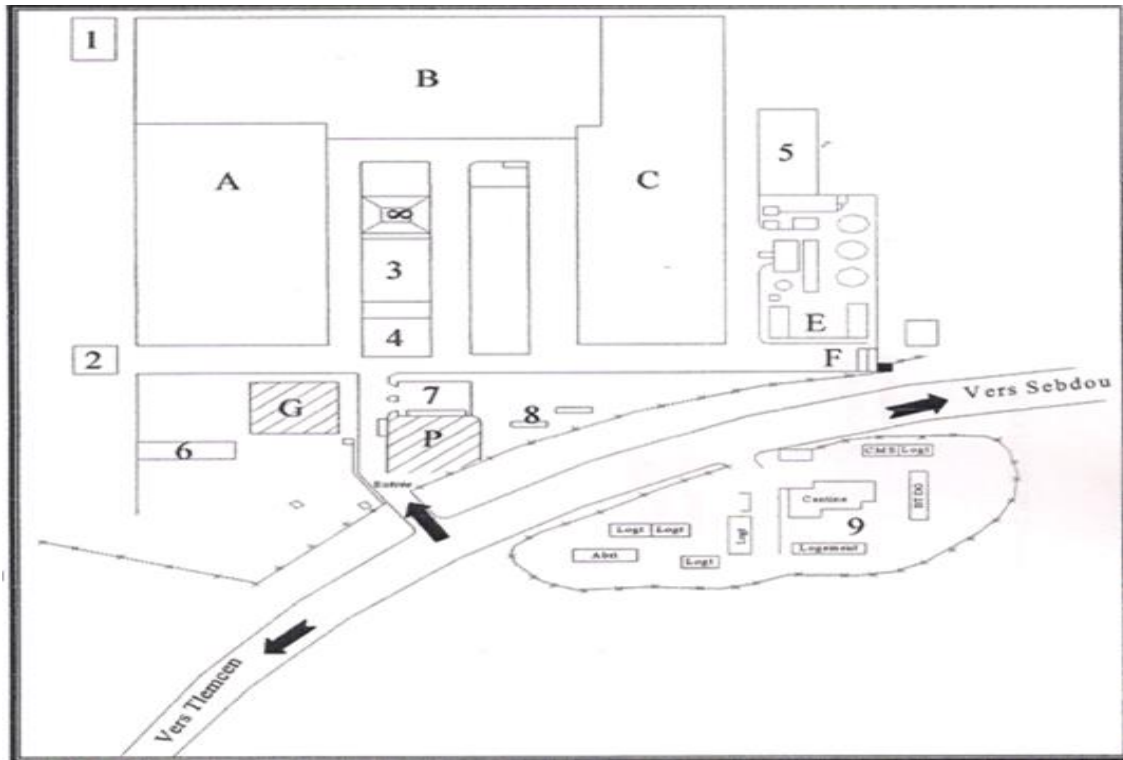


Figure 1.2 Plan de masse du complexe EATIT

Légende :

- | | |
|---|---------------------------------------|
| A. Filature | 1. Atelier mécanique auto |
| B. Tissage | 2. Hangar produit chimique |
| C. Finissage | 3. Abri stockage huiles. |
| D. Annexe technique | 4. Cantine |
| E. Station de traitement de d'épuration d'eau | 5. Abri produit chimique et chaux |
| F. Transformateur HT/MT | 6. Abri pour véhicule lourds |
| G. Administration | 7. Abri pour véhicule légers |
| P. Parking | 8. Campements ouvriers |
| | 9. Logements, GMS, Foyer et générale. |

1.7 Organigramme du complexe

Cet organigramme montre les différentes directions de l'entreprise

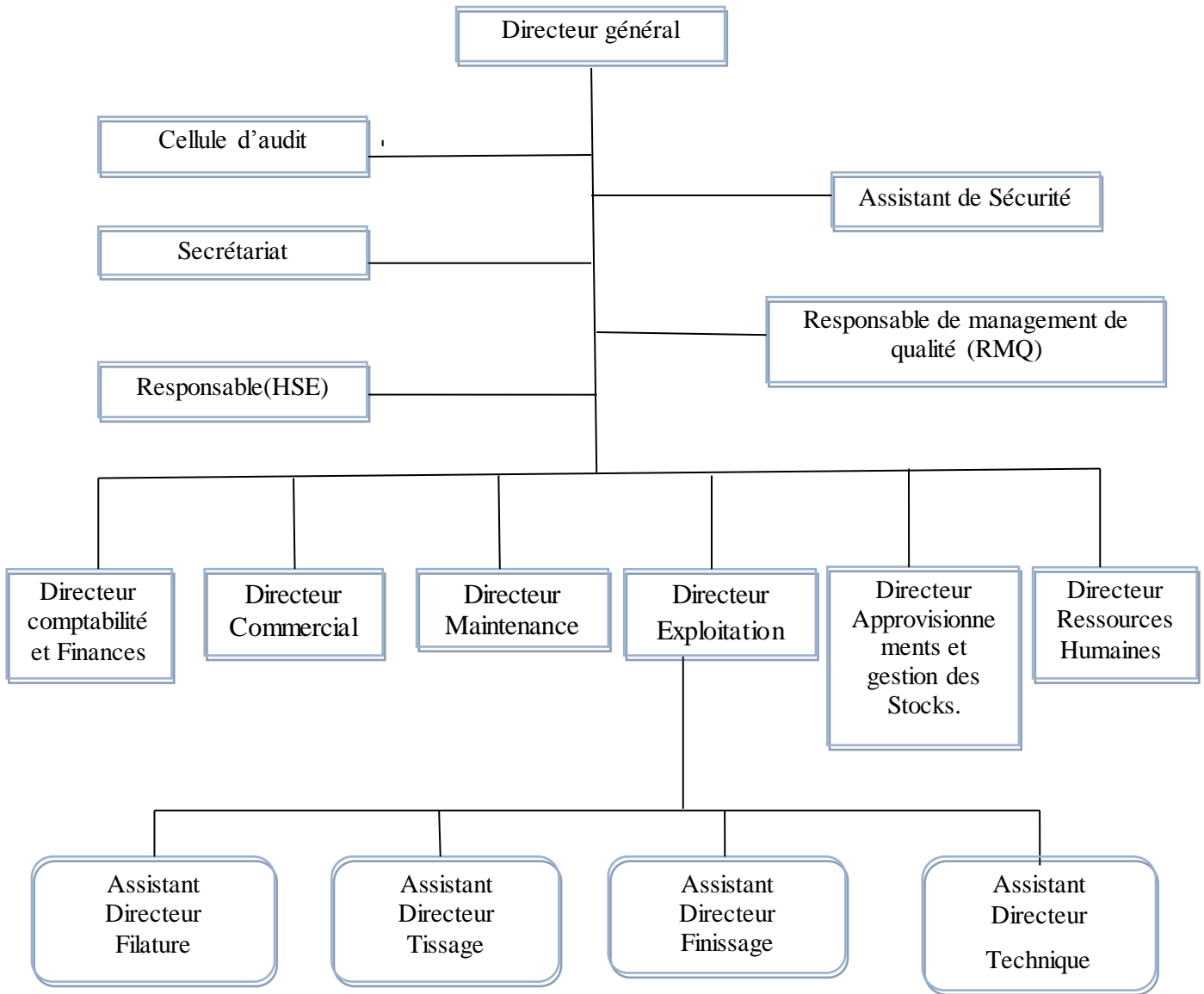


Figure 1.3 Organigramme du complexe « EATIT »

1.8 Organigramme de la direction finissage

Cet organigramme montre les différentes structures de la direction de finissage, figure 1.4

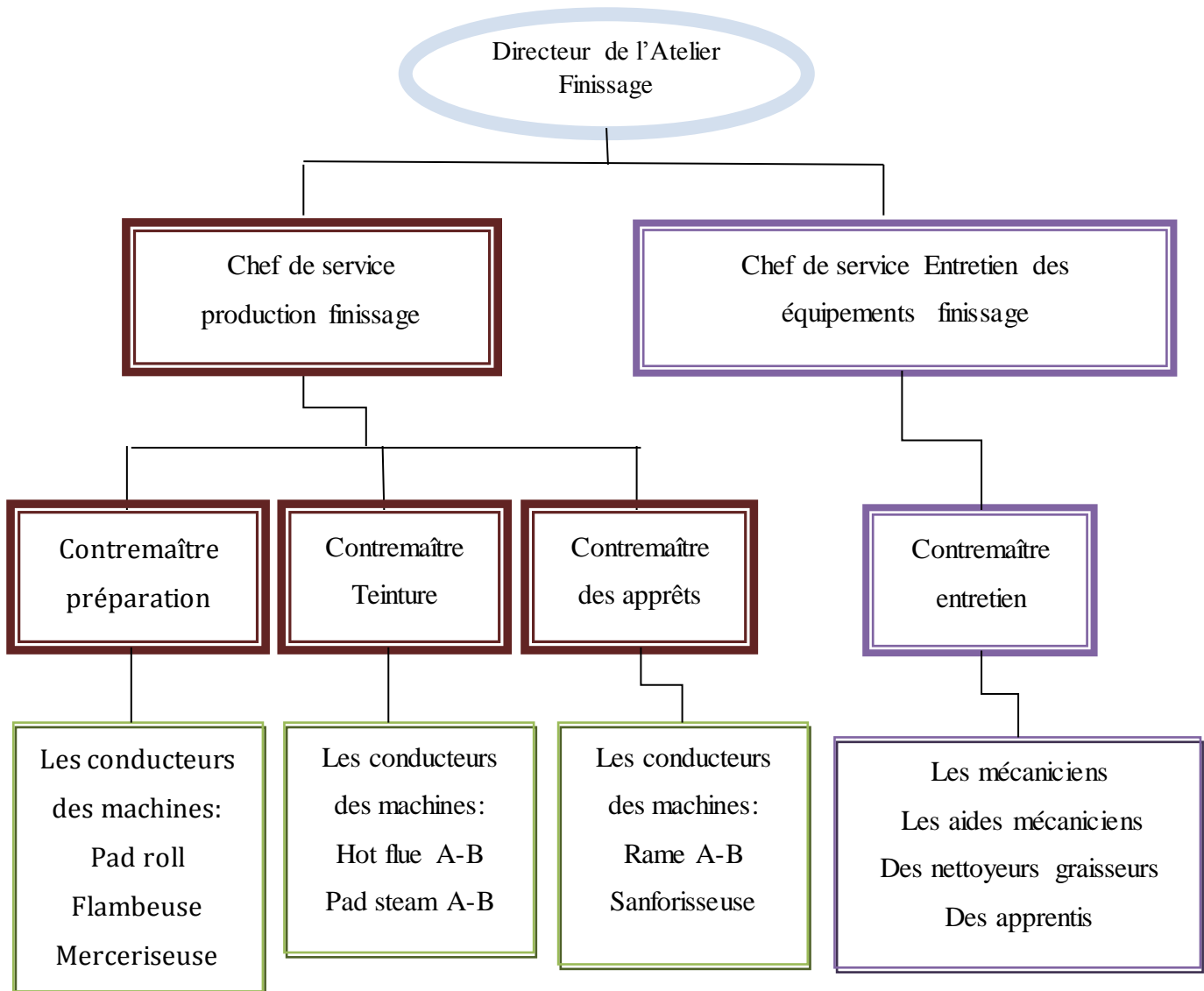


Figure 1.4 Organisation de la direction de finissage

1.9 Processus de fabrication

Nous avons recensé les différents processus de fabrication de tissus, figure 1.5.

1.9.1 Filature

C'est l'ensemble des traitements appliqués à la matière textile pour la transformer en fil.

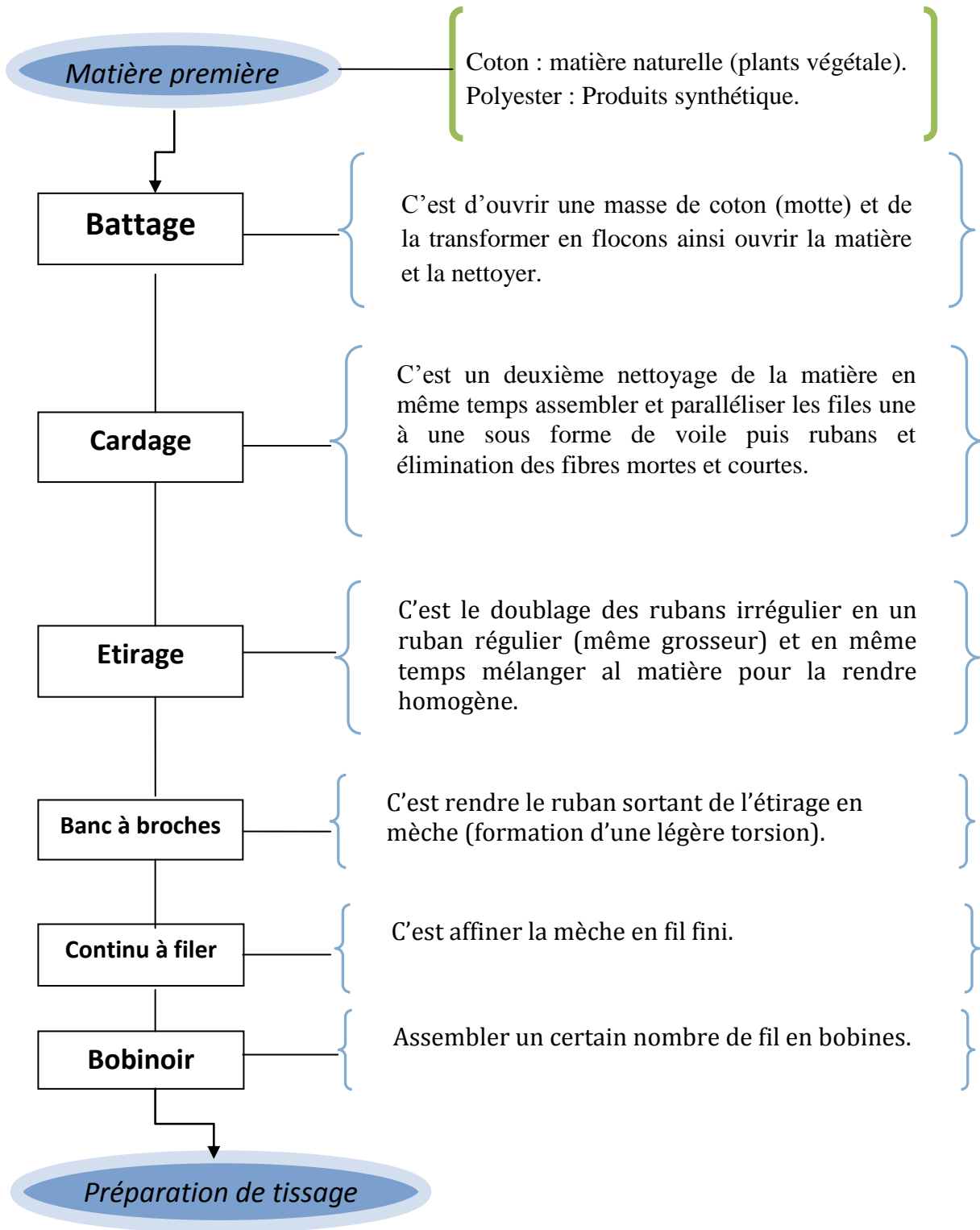


Figure 1.5 Schéma technologique de la filature

1.9.2 Tissage

C'est l'ensemble des traitements appliqués à des fils pour les transformer en un tissu (c'est un croisement entre les fils de chaîne et de trame dans un ordre déterminé), figure 1.6.

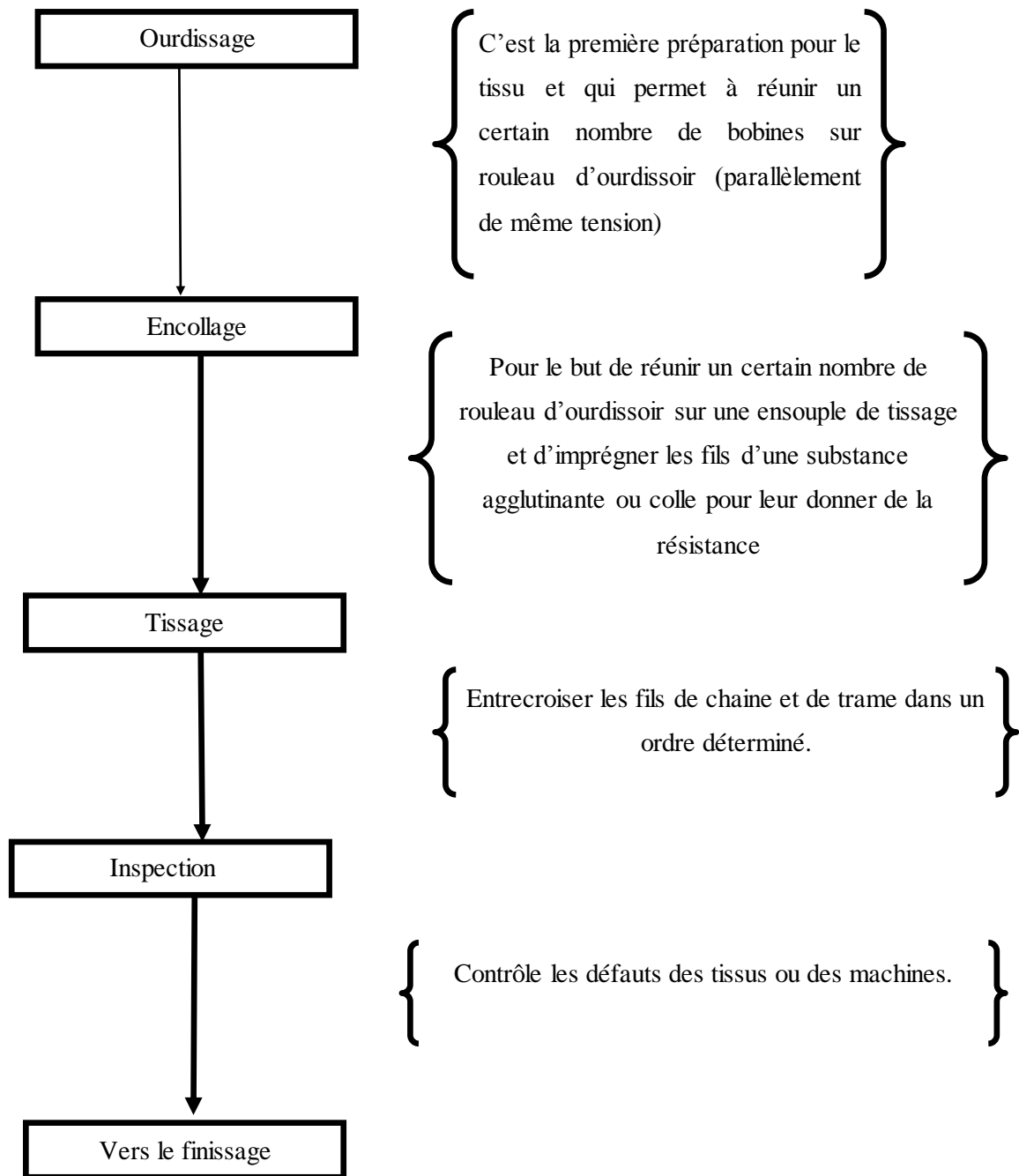


Figure 1.6 Schéma technologique de tissage

1.9.3 Finissage

Ce dernier est un traitement chimique et mécanique du tissu, il comprend plusieurs opérations selon le type suivant, voir figure 1.7.

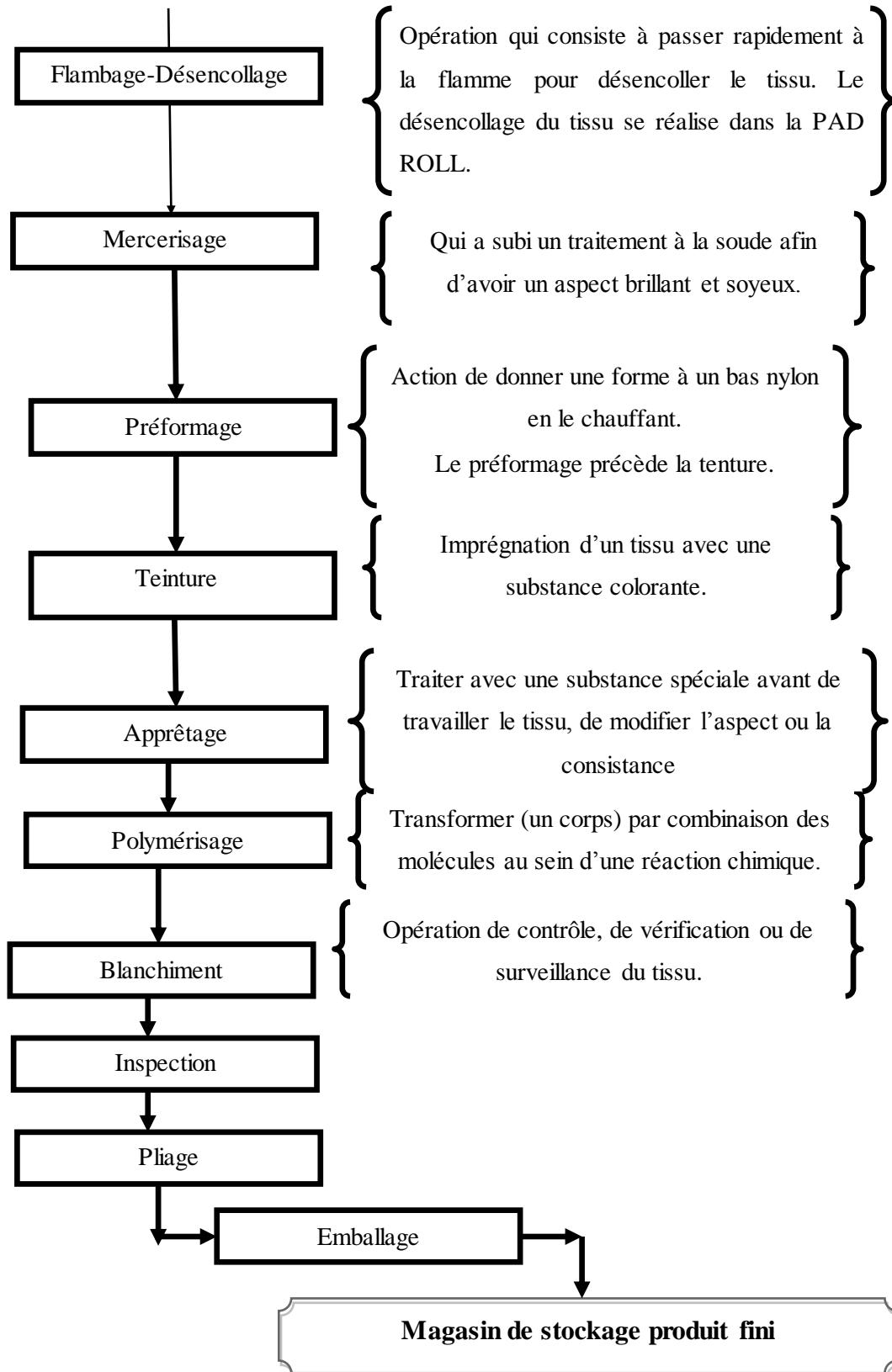


Figure 1.7 Schéma technologique du finissage

CHAPITRE 2

ANALYSE DE LA MAINTENANCE AU NIVEAU DU

COMPLEXE "EATIT" SEBDOU

CHAPITRE 2 : ANALYSE DE LA MAINTENANCE AU NIVEAU DU COMPLEXE "EATIT" SEBDOU

2.1 Introduction

La maintenance s'inscrit parmi les contraintes que rencontre tout exploitant d'une installation industrielle. Plus généralement, une installation de production nécessitant un ensemble des moyens matériels et humains ne sera en mesure d'assurer le service qu'on lui demande qu'après avoir surmonté diverses contraintes, dont la maintenance des équipements. Construire un complexe, une usine ou un atelier ne sert à rien en l'absence d'une production significative, d'un personnel qualifié et d'un système d'organisation permettant le maintien en bon état des installations.

Ce constat explique la tendance actuelle de l'usine « *produit en main* », alors que en réalité correspond à l'usine livrée « *clés en main* ». Il faut donc penser, dès que l'on conçoit une nouvelle installation, aux moyens qui seront nécessaires pour son exploitation. On remarque plus d'échecs économiques, notamment dans les pays en voie de développement pour cause de déficience de la main d'œuvre suffisamment qualifiée, tant en production qu'en maintenance, et pour manque des moyens appropriés. Des rapports de l'organisation des nations unies pour le développement industriel (ONUDI) indiquent qu'environ 40% des usines sont mal utilisées, à cause d'une production et d'une maintenance dissociables.

Les installations et les équipements tendent à se détériorer dans le temps sous l'action des causes multiples, telles que l'usure, la déformation due au fonctionnement ou l'action des agents corrosifs (agents chimiques, atmosphères, etc.). Ces détériorations peuvent provoquer l'arrêt de fonctionnement, diminuer les capacités de production, mettre en péril la sécurité des biens et des personnes, provoquer des rébus, diminuer la qualité, augmenter les coûts de fonctionnement (augmentation de la consommation d'énergie, etc.) et diminuer la valeur marchande de ces moyens. Maintenir c'est donc effectuer des opérations de dépannage, graissage, visite, réparation, amélioration etc., qui permettent de conserver le potentiel du matériel pour assurer la continuité et la qualité de la production. Bien maintenir c'est aussi assurer ces opérations au coût global optimum.

Aujourd'hui, maîtriser la disponibilité des biens, des matériels et des équipements industriels, permettre à l'industrie d'agir sur la régularité de sa production, sur ses coûts de fabrication, sur sa compétitivité et sur son succès commercial. Pour vendre plus et pour vendre mieux, il faut non plus seulement proposer un meilleur mode de conduite de l'installation mais de garantir à l'exploitant un mode d'intervention rapide, une mise en

place de détection et de diagnostic des défaillances, en un mot une maintenance de qualité permette d'atteindre la production optimale.

2.2 Histoire de la maintenance

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

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

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

2.3 Définition de la Norme AFNOR

Selon la définition de L'AFNOR (*Agence Française de Normalisation*), la maintenance vise à maintenir ou à rétablir un bien dans un état spécifié afin que celui-ci soit en mesure d'assurer un service déterminé [1].

La première définition normative de la maintenance fut donnée par L'AFNOR en 1994 (Norme NFX60-010), elle l'a défini comme suit :

« Ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé »

Elle a été remplacée par une nouvelle définition en 2001, désormais européenne (NF EN 13306 X 60-319) :

« 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 les fonctions requises. » [2]

Pour la fédération européenne des sociétés nationales de maintenance EFNMS (*European Federation of National Maintenance Societies*) proposent la définition suivante.

«Toutes les actions qui ont pour objectif de garder ou de remettre un bien en état de remplir la fonction défini. Ces actions regroupent toutes les fonctions techniques, administratives, humains et matériels » [3]

2.4 Importance de la maintenance au niveau de l'entreprise

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

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

2.5 Service maintenance

2.5.1 Situation dans l'entreprise

Selon la spécificité, et surtout selon la taille des entreprises, on distingue deux types d'organisation :

- Un service maintenance centralisé
- Plusieurs services de maintenance de dimension proportionnellement plus modeste liés chacun à un service de l'entreprise.

2.5.1.1 Service maintenance centralisé

La centralisation montre que la maintenance est assurée par un service qui a les avantages :

- Facilité de planning
- Budget unique
- Facilité de surveillance
- Contrôle effectif de la main-d'œuvre
- Communication simplifiée avec les autres services de l'entreprise grâce à sa situation centralisée

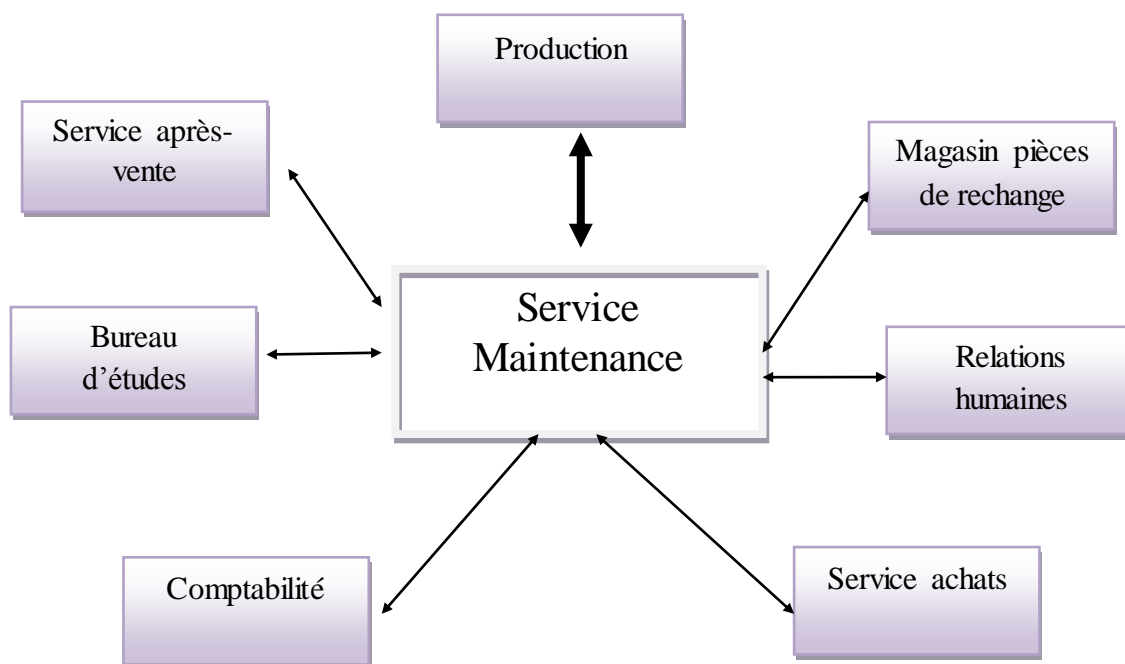


Figure 2.1 Relations entre le service maintenance et les autres services

2.5.1.2 Service maintenance décentralisé

La décentralisation implique que le service maintenance est dépossédé de certaines responsabilités : c'est généralement la maintenance qui passe sous le contrôle des services de production et de fabrication. Le service de maintenance peut, à la demande des services cités ci-dessus, mettre son personnel à leur disposition pour l'accomplissement de certains travaux, comme les avantages suivants.

- Permet d'avoir des meilleures communications et relations avec le service responsable et utilisateur
- Avoir une réactivité accrue

- Meilleure connaissance du matériel
- Gestion administrative allégée

2.5.2 Rôle du service maintenance

Le service maintenance doit mettre en œuvre la politique de maintenance définie dans l'entreprise, celle-ci devant permettre d'atteindre le rendement optimal des systèmes de production et d'exploitation. Dans une entreprise, tous les systèmes ne peuvent pas être considérés de la même manière du point de vue maintenance. Le service maintenance devra donc, dans le cadre de la politique globale, définir les stratégies les mieux adaptées aux diverses situations. Il sera ainsi conduit à faire des prévisions ciblées :

- Prévisions à long terme : elles concernent principalement les investissements lourds ou les travaux durables. Ce sont ces prévisions qui sont, le plus, dictées par la politique globale de l'entreprise.
- Prévisions à moyen terme : la maintenance doit se faire sans interrompre le planning de charge de la production.
- Prévisions à court terme : elles peuvent être de l'ordre de la semaine, de la journée voire de quelques heures. Même dans ces cas, avec le souci de perturber le moins possible la marche de la production, les interventions devront elles aussi avoir subi un minimum de préparation.

2.6 Importance de la maintenance dans une entreprise

L'évolution et la complexité des systèmes de production, ainsi que le besoin de produire vite et bien, ont obligé les industriels à structurer et à organiser les « ateliers d'entretien », ils ont surtout créé des nouveaux concepts et des nouvelles manières d'intervenir sur des structures de production concernant les produits manufacturés.

Aujourd'hui, dans les secteurs d'activités industrielles, l'entretien a laissé place à la maintenance. Ce changement ne réside pas uniquement dans un changement de dénomination, mais aussi dans un bouleversement complet de la manière de faire et de concevoir ce qui s'appelait « entretien » et que l'on appelle aujourd'hui « maintenance ». Il y a quelques années, les ateliers de production ne disposaient d'aucune structure de maintenance, l'entretien des machines ou des unités de production se faisait par des personnes, spécialisées ou non, sans logistique établie et surtout non définie. La production en série, la complexité des systèmes et surtout la rentabilité, ont poussé les industriels à créer un domaine dans l'entreprise appelé « Service Maintenance » qui doit s'entourer

d'hommes de terrain, où le spectre des compétences est très large. L'importance de la maintenance peut être fort différente d'un secteur d'activité à un autre. La préoccupation permanente de la recherche de la meilleure disponibilité suppose que tout devra être mis en œuvre afin d'éviter la défaillance. La maintenance sera donc inévitable et lourde surtout dans les secteurs où la sécurité est capitale, à l'inverse des secteurs de production manufacturière à faible valeur ajoutée pourront se limiter à entretien traditionnel et limité.

2.7 Position de la maintenance dans le complexe

Ci-dessous l'organigramme de la position de la maintenance dans l'entreprise.

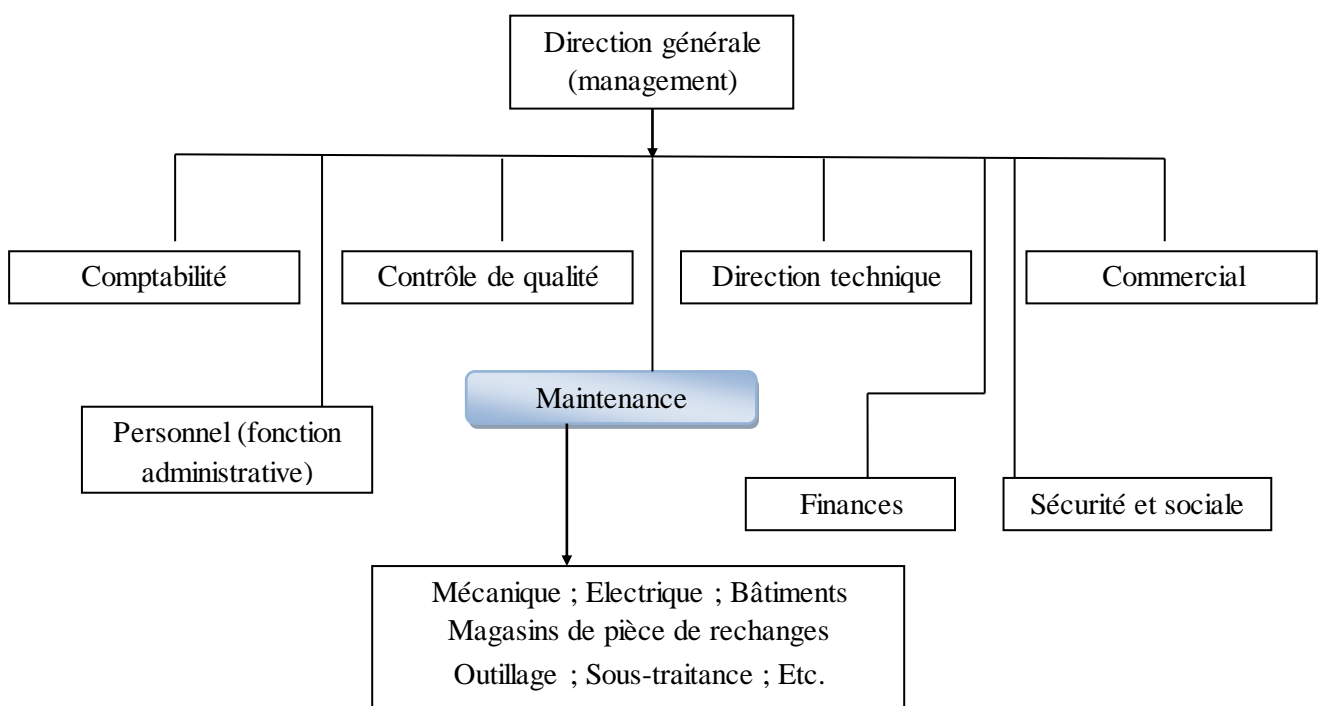


Figure 2.2 Position de la maintenance dans l'organigramme de l'entreprise

2.8 Différentes formes de maintenance

Il existe deux principales familles de maintenance que l'on peut repérer sur le tableau suivant : la maintenance corrective et la maintenance préventive.

Tableau 2.1 Types de maintenance

	Types de maintenance				
Type de maintenance	Maintenance corrective		Maintenance préventive		
	Maintenanc e palliative	Maintenan ce curative	Maintenance systématique	Maintenance conditionnelle	Maintenance prévisionnelle
Déclencheur	Défaillance	Défaillance	Date/échéance	Franchissement limite ou seuil	Dérives, Tendance
Action de maintenance	Dépannage	Réparation	Remplacements systématiques	Remplacements Sous condition	Interventions ciblées

2.8.1 Maintenance corrective

La maintenance corrective est le type de maintenance qui s'approche le plus à l'entretien traditionnel dans la mesure où, comme son nom l'indique, intervient sur le système après l'apparition d'une défaillance. On peut distinguer deux types de maintenance corrective : la maintenance curative et la maintenance palliative.

2.8.1.1 Maintenance curative

Ce type de maintenance permet de remettre définitivement en état le système après l'apparition d'une défaillance. Cette remise en état du système est une réparation durable. Les équipements réparés doivent assurer les fonctions pour lesquelles ils ont été conçus. Une réparation est une opération définitive de la maintenance curative qui peut être décidée soit immédiatement à la suite d'une défaillance, soit après un dépannage (voir le paragraphe suivant).

2.8.1.2 Maintenance palliative

La maintenance palliative revêt un caractère temporaire et provisoire. Elle est principalement constituée des opérations qui devront toutefois être suivies des actions curatives (réparations). Le dépannage est une opération de maintenance palliative qui est destinée à remettre le système en état provisoire de fonctionnement, de manière à ce qu'il puisse assurer une partie de ses fonctions requises. Les opérations de dépannage sont souvent de courte durée et peuvent être nombreuses et elles sont également très coûteuses.

2.8.2 Maintenance préventive

C'est principalement le développement de ce type de maintenance qui a entraîné la mutation des services entretiens traditionnels. Préventive sous-entend prévenir, l'objectif

de ces formes de maintenance est de prévenir la panne avant qu'elle ne survienne. Il en résulte principalement une économie sur les pertes de production mais aussi une diminution de la dégradation des équipements [4].

Il existe deux formes principales de maintenance préventive. La maintenance préventive systématique et la maintenance préventive conditionnelle. On peut ajouter une autre, la maintenance préventive prévisionnelle qui est assimilable à une maintenance conditionnelle.

2.8.2.1 Maintenance préventive systématique

La maintenance préventive systématique est une forme de maintenance organisée autour d'un échéancier correspondant au temps (ex : réglage de la tension des courroies toutes les dix semaines) ou au nombre d'unités d'usage (ex : vidange tous les 20 000 Km), Il s'agit donc d'une maintenance programmée. La périodicité des opérations de la maintenance est déterminée à partir de la mise en service et elle est essentiellement basée sur des données de fiabilité. Cette forme de maintenance nécessite de connaître le comportement du matériel, les modes de dégradation (l'usure des équipements) et le temps moyen de bon fonctionnement entre deux défaillances du système (MTBF).

La maintenance préventive systématique assure le remplacement périodique des équipements dont certaines pièces sont anormalement usées. Elle permet également de remplacer les équipements dont la panne risque de provoquer des accidents graves ou les équipements ayant un coût de défaillance élevé.

Cette méthode systématique coûte assez cher mais elle assure une grande sécurité en fixant une périodicité de visite qui diminue le risque d'avoir une défaillance avant l'intervention.

2.8.2.2 Maintenance préventive conditionnelle

Dans le cas de la maintenance préventive conditionnelle il n'y a plus d'échéancier, mais un événement, une condition ou le franchissement d'un seuil provoque l'intervention. Le signal peut être donné par un capteur décelant une dérive de comportement (élévation de température, modification du niveau vibratoire, fuite, usure, etc.), ou à la suite d'une inspection ou d'un contrôle. La maintenance préventive conditionnelle peut s'appliquer à tous les types des systèmes pour lesquels un capteur détecte une anomalie, et c'est d'ailleurs grâce au développement de la technologie de ces derniers que cette forme de maintenance a pu faire beaucoup des progrès ces dernières années. C'est une maintenance

relativement coûteuse, elle présente néanmoins l'extrême avantage de pouvoir être appliquée à des matériels dont le comportement est peu ou pas connu. Elle offre, malgré tout, l'intérêt de pouvoir éviter une défaillance tout en exploitant les composants au maximum de leur durée de vie.

2.8.2.3 Maintenance prévisionnelle

La maintenance prévisionnelle, également appelée maintenance proactive, est également réalisée à la suite d'une analyse de l'évolution surveillée des paramètres précurseurs des pannes 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 ou l'origine des défaillances et des usures précoces des équipements. 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 des 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.

2.9 Activités de la maintenance

A la diversité des formes et des méthodes de maintenance selon les besoins et les objectifs, se superpose la variété des matériels sur lesquels le service maintenance doit intervenir. L'activité globale du service est constituée de nombreuses actions qui se différencient par leur durée, leur urgence ou leur anticipation, leur objectif et leur niveau de réparation etc. Néanmoins, il est possible de distinguer trois catégories : les activités opérationnelles, les activités de suivi et celles qui opèrent la synthèse avec les deux précédentes.

2.10 Activités opérationnelles

Les activités opérationnelles constituent fort logiquement l'essentiel de la charge dans le cadre de la maintenance corrective et sont au nombre de deux :

a) Dépannages

Le dépannage est une action sur un bien en vue de le remettre en état de fonctionnement. Compte tenu de l'objectif, une action de dépannage peut s'accommoder comme résultats provisoires (maintenance palliative) avec des conditions de réalisation hors règles des procédures, des couts et de qualité.

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

b) Réparation

Intervention définitive et limitée de maintenance corrective après une panne ou une défaillance. La définition précise l'objectif principal de la réparation à savoir son caractère définitif. En fait, une réparation pourra être décidée à la suite d'un constat de panne ou d'un incident, d'une dérive de fonctionnement (qualité produit, par exemple), d'une observation ou d'un rapport de visite, etc. C'est une opération de correction de rectification qui est programmée, planifiée et pour laquelle tous les moyens ont été rassemblés.

2.11 Activités de suivi

La maintenance préventive doit, pour remplir son rôle, connaître l'état ainsi que l'évolution du comportement des matériels. Pour cela, il n'y a pas d'autre moyen que la surveillance attentive et l'exploitation des données qui en découlent.

a) Visites

Les visites sont des opérations qui se pratiquent dans le cadre d'un programme de maintenance préventive systématique qui s'opèrent selon une périodicité déterminée. Elles sont régies par une programmation qui fixe leur périodicité, elles reposent sur des listes des points à vérifier selon des caractéristiques prédéterminées. L'importance et la précision des observations souhaitées, peuvent induire des démontages légers et doivent donc parfois être inscrites dans le planning de production afin d'éviter tout arrêt de production.

b) Inspections

Elles ont une portée nettement moins importante que les visites, les inspections se limitent à des surveillances des systèmes. Les inspections ont pour principal objectif la découverte éventuelle d'amorces d'anomalies et peuvent, le cas échéant, comprendre

quelques réglages simples avec un outillage ordinaire. Contrairement aux visites, elles peuvent être menées en cours de production.

c) Contrôles

C'est une vérification de conformité par rapport à des données préétablies suivies d'un jugement. Le contrôle peut comporter une activité d'information, inclure une décision (acceptation, rejet, ajournement).

2.12 Révisions

C'est l'ensemble des actions des examens, des contrôles et des interventions effectuées en vue d'assurer le bon fonctionnement contre toute défaillance majeure ou critique pendant un temps ou pour un nombre d'unités d'usage donné. Il faut distinguer suivant l'étendue des opérations à effectuer les révisions partielles et les révisions générales. Dans les deux cas, cette opération nécessite la dépose des différents sous-ensembles. Le terme révision ne doit en aucun cas être confondu avec les termes visites, contrôles, inspections.

2.13 Profils de la maintenance

2.13.1 Agent de maintenance

Son rôle est de réparer des pannes qui interviennent de manière imprévue. Il doit être capable de détecter l'origine des dysfonctionnements et de proposer des solutions de dépannage. Depuis le passage de la maintenance curative à la préventive, il doit aussi prendre part à l'amélioration du rendement des installations et des moyens d'intervention. Pour cela, il est important qu'il prenne en charge le suivi de ses prestations et des opérations de maintenance.

Un agent de maintenance doit disposer de nombreuses compétences dans différents domaines : mécanique, électricité, pneumatique, hydraulique et automatisme. Ses qualités principales sont la polyvalence et la créativité. Cependant, d'autres aptitudes sont aussi exigées :

- d'ordre relationnel : permettent à l'agent de maintenance d'échanger des informations avec le reste du personnel.
- d'ordre organisationnel : respect des procédures, suivi des méthodes, ...
- d'ordre personnel : autonomie, résistance physique, diplomatie, rigueur, sens des responsabilités...

a. Technicien de maintenance

Le technicien de maintenance industrielle maintient en bon état de marche les équipements et machines de production, il peut intervenir pour :

- Réparer une panne, après un diagnostic de dysfonctionnement, sur place ou en atelier, avec comme impératif de faire redémarrer au plus vite la production. Son intervention est suivie des nouveaux contrôles et réglages. Il s'agit d'une maintenance « curative ».
- Éviter une panne ou un dysfonctionnement grâce à un entretien régulier et planifié
- vérification du bon état des équipements, graissage, changement de pièces, mesures de contrôle Il s'agit d'une maintenance « préventive ».
- Il doit être aussi capable de planifier et de coordonner les interventions et d'en assurer leur bon fonctionnement, et rédige des comptes-rendus qu'il transmet à son responsable.

Afin de réaliser ses travaux, il est nécessaire que le technicien maîtrise des outils d'analyse de fiabilité (calcul des ratios de taux de panne, diagramme de Pareto, analyse vibratoire...).

b. Technicien de méthode

Il réalise les mêmes activités que celles du technicien de maintenance. Cependant, son premier travail correspond à planifier la méthode d'intervention. En effet, afin d'améliorer les modalités d'intervention, il prend l'initiative d'élaborer des cahiers des charges. Cela consiste à définir les règles d'actions liées aux spécificités techniques, aux délais, aux coûts et à l'approvisionnement. De plus, il contrôle le respect de l'application de ces cahiers des charges par le personnel. Enfin, il identifie et optimise les coûts de maintenance. Le technicien méthode doit avoir les mêmes compétences que le technicien de maintenance.

2.13.2 Pratique de la maintenance

L'activité du service maintenance est variée dans ses objectifs proprement dits et dans ses actions et ses lieux d'intervention. Contrairement à beaucoup d'autres services pour lesquels la situation du travail est stable et sans risque d'événements aléatoires, le service maintenance réclame une organisation rigoureuse, précise mais suffisamment souple pour accepter d'intégrer les perturbations comme l'apparition d'une défaillance importante dans un planning établis.

2.13.3 Niveaux d'urgence

La norme propose une classification des degrés d'urgence en quatre niveaux qui vont de U1 (urgence la plus forte pour laquelle on prévient directement le responsable), il n'y a pas de préparation du travail, mais un technicien est immédiatement dépêché sur le lieu de l'urgence, à U4 (qui concerne des travaux qui devront être réalisés après préparation, planification, et qui la plupart du temps acceptent un délai correspondant à la prochaine visite). Cette classification en quatre niveaux n'est qu'une proposition, chaque service maintenance peut affiner ce découpage, en précisant les termes et les adapter à ses propres besoins.

2.13.4 Niveaux de maintenance

Les niveaux sont généralement classés en cinq et sont désignés dans la norme «NF X 60-010 ». Cependant, comme pour les niveaux d'urgence, chaque responsable peut modifier ce découpage. Ce classement par niveau facilite, par exemple, la communication entre l'agent qui a procédé au diagnostic et le responsable du planning et de l'ordonnancement qui doit affecter le personnel et le matériel à une intervention. Les interventions de maintenance peuvent être classées par ordre croissant de complexités selon norme « X60-015 » : [5]

1. Réglage matériel ou échange des éléments accessibles simplement.
2. Dépannage par échange de matériel ou petite intervention préventive
3. Identification et diagnostic de panne.
4. Travaux importants de maintenance corrective ou préventive (Révisions).
5. Rénovation, reconstitution, réparation importante.

CHAPITRE 3

ANALYSE DE LA FIABILITÉ DES ÉQUIPEMENTS INDUSTRIELS

CHAPITRE 3. ANALYSE DE LA FIABILITÉ DES ÉQUIPEMENTS INDUSTRIELS

3.1 Introduction

La fiabilité d'un système est son aptitude à ne pas connaître de défaillance. Une meilleure fiabilité réduit les aléas de fonctionnement. La fonction MTBF (mean time between failure) est l'indice de référence pour évaluer la fiabilité. En théorie, la MTBF devrait pouvoir s'obtenir en divisant le temps de fonctionnement par le nombre des défaillances. Dans la réalité, les choses sont beaucoup moins simples. En effet, il faudrait disposer de l'inventaire complet des défaillances et il faudrait que leurs apparitions soient régulières, autrement dit, que tous les temps de fonctionnement soient représentatifs de la population. Cela ne peut pas être le cas, simplement, à cause de sa vie, un système connaît trois périodes (jeunesse, maturité, obsolescence) et peut avoir des modifications, des transformations, des remises à neuf...etc. En plus, à l'instant de l'évaluation de la fiabilité d'un système, bien que son comportement global soit connu, il est impossible d'estimer à l'avance et avec certitude la phase de sa vie.

- La mesure de la fiabilité est donc une estimation moins simple.
- La difficulté sera encore plus grande dans le cas de l'évaluation de la disponibilité.

3.2 Fiabilité

3.2.1 Définition selon la norme (AFNOR X06-501)

La fiabilité est la caractéristique d'un dispositif, exprimée par la probabilité que ce dispositif accomplisse une fonction requise dans des conditions d'utilisation données et pour une période déterminée. La fiabilité est l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, pendant un intervalle de temps donné [6].

3.2.2 Fiabilité et qualité

Ces notions sont indissociables. Si la qualité est prise dans son sens général de satisfaction du besoin des utilisateurs, il est évident que la fiabilité est un élément de la satisfaction de l'utilisateur. La fiabilité c'est la probabilité de bon fonctionnement. Si la qualité est prise dans le sens "qualité initiale", nous pourrions dire que la qualité initiale garantit la conformité d'un produit à ses spécifications, alors que la fiabilité mesure son aptitude à y demeurer conforme le long de sa vie utile. La fiabilité est l'extension de la qualité initiale dans le temps. Il n'y a pas de bonne fiabilité sans bonne qualité [7].

3.2.3 Application de la fiabilité

Un dispositif mis en marche pour la première fois à (t_0) tombera en panne à un instant non connu a priori "t" : date de la panne est une variable aléatoire de la fonction de répartition "F(t)".

- 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 (ti). $R(t)= \Pr (T > t_i)$.
- Probabilités complémentaires.

$$F(t)+R(t) =1 \text{ ou } \int_0^t f(t).dt + \int_t^{\infty} f(t).dt = 1 \quad (3.1)$$

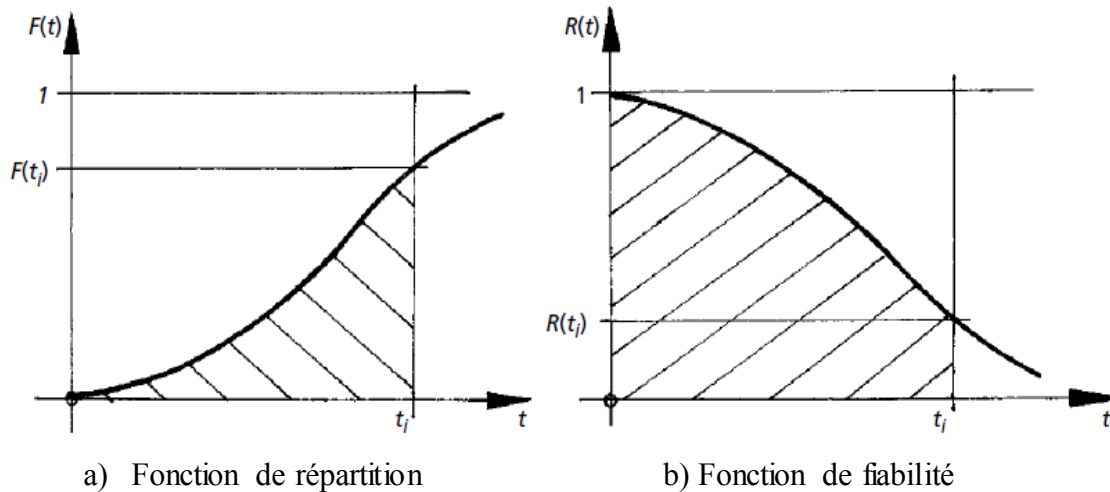


Figure 3.1 Probabilités complémentaires

3.2.4 Différentes lois de la fiabilité

Pour évaluer la fiabilité, il est donc nécessaire de recourir à certains outils mathématiques de calcul de probabilité. L'objet n'est pas ici de présenter de façon détaillée les différentes lois, retenons simplement que l'utilisation de quelques unes peut être nécessaire pour la détermination de la fiabilité.

a) Loi binomiale

Elle permet d'évaluer le nombre des éléments défectueux d'un échantillon prélevé dans une population dont on connaît la probabilité de défaillance.

$$P(x=k)=C_n^k \times P^k \times (1-P)^{(n-k)} \text{ avec } C_n^k = \frac{n!}{(n-k)! \times k!} \quad (3.2)$$

Son espérance mathématique est : $n \times P$

b) Loi de Poisson

Elle permet, lorsque l'on connaît le taux de défaillance d'un système sur une longue période, de calculer la probabilité d'une panne sur une période plus courte, c'est le cas du temps d'une production par exemple.

$$P(x=k) = \frac{e^{-m} \cdot m^k}{k!} \text{ et l'espérance mathématique } E(x)=m \quad (3.3)$$

c) Loi normale

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 présenter la distribution des durées de vies des dispositifs en fin de vie car le taux de défaillance est toujours croissant. Elle est utilisée que si la moyenne des durées de vie est supérieure à trois fois l'écart type.

d) Loi exponentielle

Elle est particulièrement bien adaptée lorsque le taux de défaillance est constant. De ce fait, on l'emploie dans le cas de matériels électrique ou électroniques et pour les systèmes mécaniques lors de leur période de maturité.

L'espérance mathématique est $E(t) = 1/\lambda$, et son expression est $R(t) = e^{-\lambda t}$ représente l'allure de la fiabilité en fonction du temps.

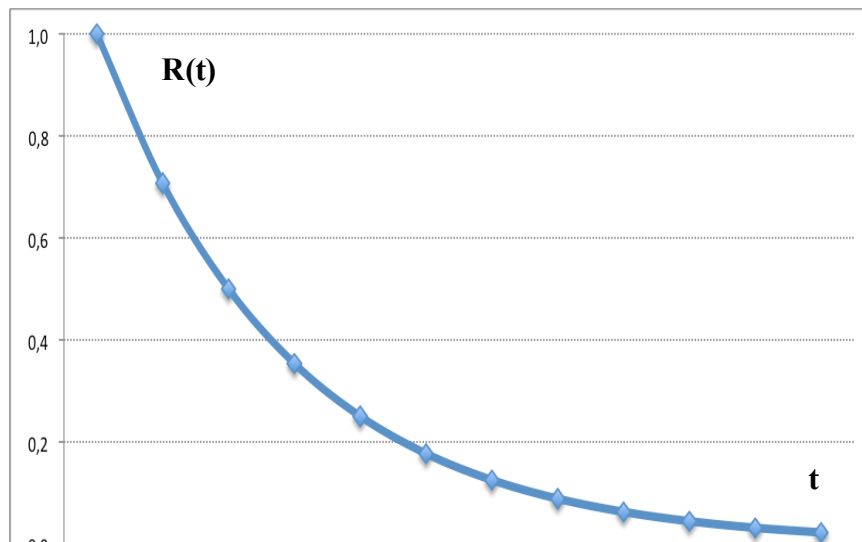


Figure 3.2 Tracé de la fonction de fiabilité

Sur le papier semi-logarithmique, $R(t)$ devient $\log R(t)$ et, le nuage des points correspondant au TBF ajustable par une droite prouve que le taux de défaillance est constant.

A cette fonction $R(t)$ est associée une fonction $F(t) = 1 - R(t)$ dite fonction de réparation. Elle représente en quelque sorte la probabilité, en fonction du temps, de connaître une défaillance [8]. La densité de probabilité $f(t)$ peut se définir comme la réparation probable des défaillances, appelée aussi distribution des défaillances :

$$F(t) = \lambda(t) \times R(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t} \quad (3.4)$$

Le taux de défaillance est quant à lui : $\lambda(t) = f(t)/R(t) = \text{constante}$

e) Loi de Weibull

Contrairement à la loi exponentielle, la loi de Weibull convient quelque soit la valeur du taux de défaillance. Grace à sa souplesse elle s'adapte à toutes les valeurs de $\lambda(t)$, elle permet en plus de déterminer dans quelle période (jeunesse, maturité, obsolescence) se trouve le système étudié. Outre son adaptabilité à toutes les situations, le modèle de Weibull livre d'autres informations comme les trois paramètres β , η et γ [9] :

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \quad (3.5)$$

La loi de Weibull permet une analyse plus fine et donc une image plus précise de l'état du système. Le paramètre β fournit des indications à la fois qualitatives et quantitatives du taux de défaillance instantané. Il est dit indicateur de la forme de la courbe de densité de probabilité, si sa valeur est < 1 , alors $\lambda(t)$ est décroissant, indiquant que le système est en période de jeunesse. Maintenant, si β est égal ou très voisin de 1, c'est le signe d'un comportement régulier du système avec un taux de défaillance sensiblement constant. C'est donc la période de maturité qui est la plus longue dans le cycle de vie d'un matériel. Enfin si la valeur du paramètre de forme β est supérieure à 1, alors le modèle de Weibull est encore plus instructif. Dans ce cas, β révèle d'abord une phase d'obsolescence et c'est l'expression quantitative qui retiendra davantage l'attention, car il est possible de lier la valeur au degré d'obsolescence de matériel.

3.2.5 Paramètres principaux de la fiabilité

Soit un échantillon de (N_0) composants. On relève durant l'essai le nombre ($N_s(t)$) de survivants à l'instant t , en supposant qu'à $t = 0$ tous les composants sont bons. L'étude statistique doit être développée en quatre étapes [10] :

➤ Etape 1

Le choix de l'estimateur et le calcul de son estimation (sa valeur). En fiabilité, on adoptera trois estimateurs principaux :

- L'estimation de la fiabilité au temps t :
$$R(t) = \frac{N_s(t)}{N_0} \quad (3.6)$$

- L'estimation du taux d'avarie à l'instant t :
$$\lambda = \frac{N_s(t-1) - N_s(t)}{N_s(t-1)} \quad (3.7)$$

- L'estimateur du temps moyen de bon fonctionnement, qui est la somme des temps de bon fonctionnement de chaque composant divisée par la grandeur de l'échantillon :

-

$$T_{\text{moy}}(t) = \frac{\sum_0^t t \cdot [N_s(t-1) - N_s(t)]}{N_0} \quad (3.8)$$

Notons que les trois valeurs de ces trois estimateurs sont fonction du temps (t)

➤ Etape 2 : Qualité de l'évaluation

En statistique, on ne peut pas avancer un chiffre, mais seulement on fixe un intervalle de confiance pour le niveau de risque d'erreur que l'on s'est fixé.

➤ Etape 3 : Loi de distribution

C'est la loi mathématique suivant laquelle une estimation serait distribuée si les observations étaient répétées un grand nombre de fois. Pour nos estimateurs, les lois de distribution retenues sont :

- La fiabilité : $R(t) = \exp \left[- \int_0^t \lambda(t) \cdot dt \right]. \quad (3.9)$

- Le taux d'avarie : $\lambda(1) = \frac{1}{R(t)} \cdot \frac{dR}{dt}. \quad (3.10)$

- Le MTBF : $M(t) = - \int_0^t R(t) \cdot dt. \quad (3.11)$

- La densité de défaillance : $f(t) = \frac{1}{N_0} \cdot \frac{dN_f}{dt} = \frac{dR}{dt} \quad (3.12)$

dN_f étant le nombre de défaillances durant l'intervalle de temps dt , $f(t)$ est la probabilité de défaillance dans l'intervalle $[t, (t + dt)]$.

➤ **Etape 4 : Test d'hypothèse simple**

Il permet d'affirmer au risque α qu'il existe une différence significative entre les valeurs de l'échantillon et celles obtenues par application de la loi de distribution.

3.2.6 Optimisation de la maintenance par la fiabilité (OMF) [10]

Tous les équipements d'une installation industrielle sont soumis à des mécanismes de dégradation dus aux conditions de fonctionnement et à l'environnement : usure, fatigue, vieillissement, altérations physico-chimiques diverses. Face aux défaillances qui en résultent, on peut se contenter de pratiquer une maintenance corrective, mais on n'évite pas ainsi les conséquences des pannes que l'on subit. Une attitude plus défensive consiste à mettre en œuvre une maintenance préventive destinée à limiter, voire à empêcher ces défaillances, mais on court alors le risque de dépenses excessives et d'indisponibilités inutiles.

Devant cette situation, le responsable de maintenance ne doit plus se contenter de surveiller et de réparer, il doit envisager des stratégies. Une part de son travail consiste à prévoir les événements et à évaluer les différentes alternatives qui s'offrent pour trouver la solution optimale. Les forces dont il dispose sont limitées par les moyens techniques et financiers qui doivent être placés aux bons endroits. C'est dans ce contexte que la maintenance s'est dotée des méthodes qui considèrent à la fois les techniques et l'organisation. Les industries des process ont généralement appliqué des démarches alliant une évaluation des risques, une analyse du retour d'expérience et une logique de sélection des tâches de maintenance. L'optimisation de la maintenance par la fiabilité (OMF) est aujourd'hui utilisée par d'autres secteurs industriels. Nous commencerons par énoncer les grands principes de cette méthode et de présenter une description générale. Puis, après avoir donné quelques indications sur le management étude, nous examinerons chacune de ses étapes :

- l'analyse fonctionnelle qui fournit des représentations du fonctionnement des systèmes étudiés.
- l'analyse de dysfonctionnement des systèmes qui permettent d'identifier les modes de défaillance des matériels, ou des groupes de matériels, qui ont un rôle fonctionnel important et dont les défaillances sont jugées graves.
- l'analyse du retour d'expérience qui fournit des données essentielles pour établir les choix de maintenance.

- l'analyse de dysfonctionnement des matériels qui rassemblent les informations nécessaires à l'évaluation de la criticité des modes de défaillance.
- la sélection des tâches de maintenance qui conduit à proposer des tâches élémentaires justifiées pour couvrir les modes de défaillance significatifs et, après regroupement, à écrire le programme de maintenance préventive.

Si cette méthode doit être bien organisée, on peut dire qu'elle apporte en retour :

- un ensemble structuré des techniques simples.
- des concepts de base (commentés dans le texte lorsqu'ils sont introduits) sur lesquels s'appuient les grands principes de la maintenance.

Enfin, on notera que la mise en œuvre de cette méthode contribue à l'évolution de la culture de maintenance par l'approche fonctionnelle qu'elle introduit et par un élargissement de l'implication du personnel de l'entreprise.

3.2.7 Maintenance basée sur la fiabilité (MBF)

La MBF est un véritable outil de conception de la maintenance préventive ; en conciliant les doubles enjeux disponibilité/cout global de possession des installations. Parmi les outils ou méthodes qu'elle utilise, les grilles d'analyse de mode de défaillances, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC). Cette technique apporte une connaissance approfondie de fonctionnement et des interactions d'un système, par l'analyse systématique des relations causes-effets. Elle occupe une place importante dans l'optimisation de la fonction maintenance.

Aujourd'hui, l'intérêt économique de la fonction maintenance réside dans l'anticipation des anomalies potentielles, plus que dans les actions correctives, voire la maîtrise du processus de production. Son ambition est de guider la démarche industrielle dans une voie d'augmentation des moyens organisationnels, technique et d'information [11].

3.2.7.1 Principes

- Estimer la criticité des équipements au travers d'une échelle de classement.
- Déterminer pour chaque équipement les défaillances dont les conséquences sont les plus préjudiciables.
- Etudier les actions de maintenance préventive à travers un arbre de décision.
- Simuler le plan de maintenance préventive issu des études et évaluer sa justification technico-économique.

3.2.7.2 Différentes phases d'une étude MBF

Une étude de fiabilité est basée sur les phases suivantes :

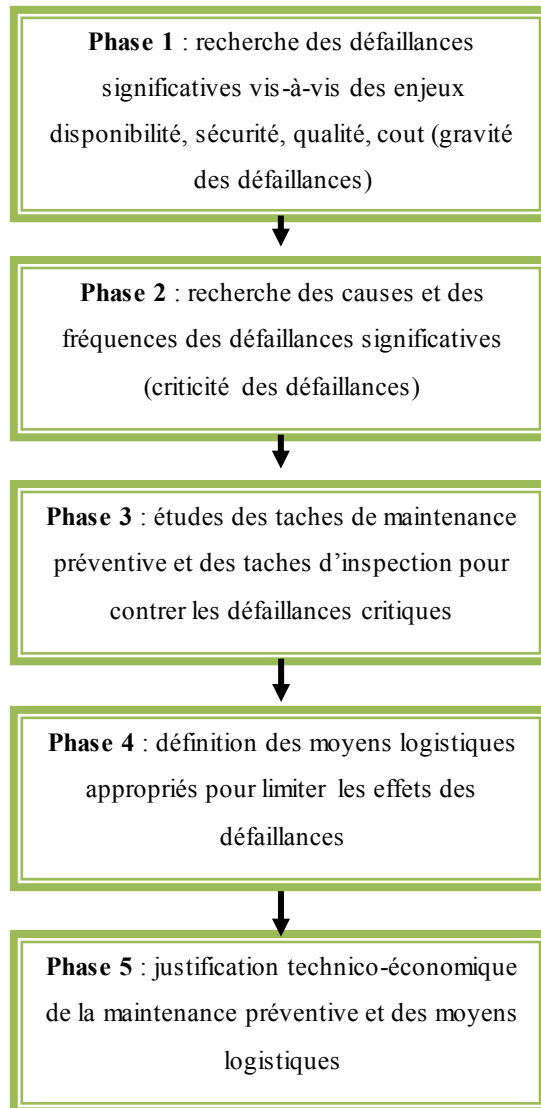


Figure 3.3 Phases d'une étude MBF

3.2.7.3 Objectifs de la MBF

L'objectif principal est clair : améliorer la disponibilité des équipements sélectionnés comme critiques par leur influence sur la sécurité, sur la qualité et par leur impact sur les flux de production. Améliorer la disponibilité implique la réduction des défaillances techniques par la mise en place d'un plan préventif, mais aussi la réduction des durées des pertes de production par une nouvelle répartition des tâches entre production et maintenance.

Les autres objectifs recherchés sont :

- la maîtrise des coûts par l'optimisation du plan de maintenance préventive, en faisant porter l'effort de prévention « au bon endroit et au bon moment », donc par élimination de tâches préventives constatées improductives.
- la mise en œuvre d'une démarche structurée, par analyse systématique de chaque mode de défaillance qui permet de justifier les décisions prises.
- la mise en œuvre d'une démarche participative au niveau des groupes de travail MBF ou au niveau des tâches réparties entre production et maintenance.
- la rapidité des résultats associés à une faible perturbation de l'organisation, par opposition à la TPM qui est une démarche globale de management à objectifs sur le long terme.

3.3 Défaillance

La norme X60-10 (AFNOR 88), stipule que c'est la cessation de l'aptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise [12]. On classe les défaillances en fonction :

- Des causes (mauvais emploi, faiblesse inhérente, usure)
- De leur degré (partielle, complète, intermittente).
- De leur vitesse d'apparition (défaillance soudaine, progressive).

3.3.1 Types de défaillance

Les défaillances ont des causes, des manifestations et des conséquences très diverses. Aussi, pour mieux les connaître et pouvoir efficacement intervenir, il est nécessaire de distinguer plusieurs catégories.

a) ***Selon la rapidité de manifestation*** : Elle peut être progressive, due à une évolution des caractéristiques d'un bien, ou soudaine et brutale due à une évolution quasi instantanée des caractéristiques d'un bien.

b) ***Selon le degré d'importance*** : On trouve trois types (défaillance partielle, défaillance complète et la défaillance intermittente).

c) ***Selon les causes*** : Ces défaillances sont de deux ordres (les défaillances intrinsèques ayant pour origine le système lui-même et les défaillances extrinsèques pour lesquelles le système n'est pas en cause).

d) *En fonction des conséquences :*

- Défaillance grave qui empêche l'accomplissement de la mission et fait encourir des risques de blessures à des personnes ou des dégâts très importants au matériel.
- Défaillance majeure qui risque de réduire l'aptitude du système plus à accomplir sa fonction.
- Défaillance mineure, c'est une défaillance qui ne réduit pas l'aptitude du système à accomplir sa fonction.

3.3.2 Paramètres de la fiabilité

C'est les moyennes des temps de bon fonctionnement, des temps techniques de réparation, des temps techniques d'arrêt.

3.3.2.1 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, sont calculées à partir des renseignements des historiques ou des documents d'activité des techniciens de maintenance.

3.3.2.2 Moyenne des temps techniques de réparation « MTTR »

La MTTR est la Moyenne des Temps Techniques de Réparation. Comme la MTBF est calculée à partir de données portées sur les comptes-rendus, à défaut, sur les historiques. Le "TTR" est le temps durant lequel on intervient physiquement sur le système défaillant. 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.

3.3.2.3 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. Ils ont pour cause une raison technique et sont à distinguer des arrêts inhérents à la production (attente de pièces, de matière,...). Les (TTA) concernent principalement la maintenance corrective dans la mesure où les interventions à caractère préventif sont effectuées hors production. Les TTR sont donc

généralement inclus aux (TTA). Néanmoins, dans certaines conditions, l'inverse est possible lorsque l'intervention peut débuter avant l'arrêt du système, figure 3.4.

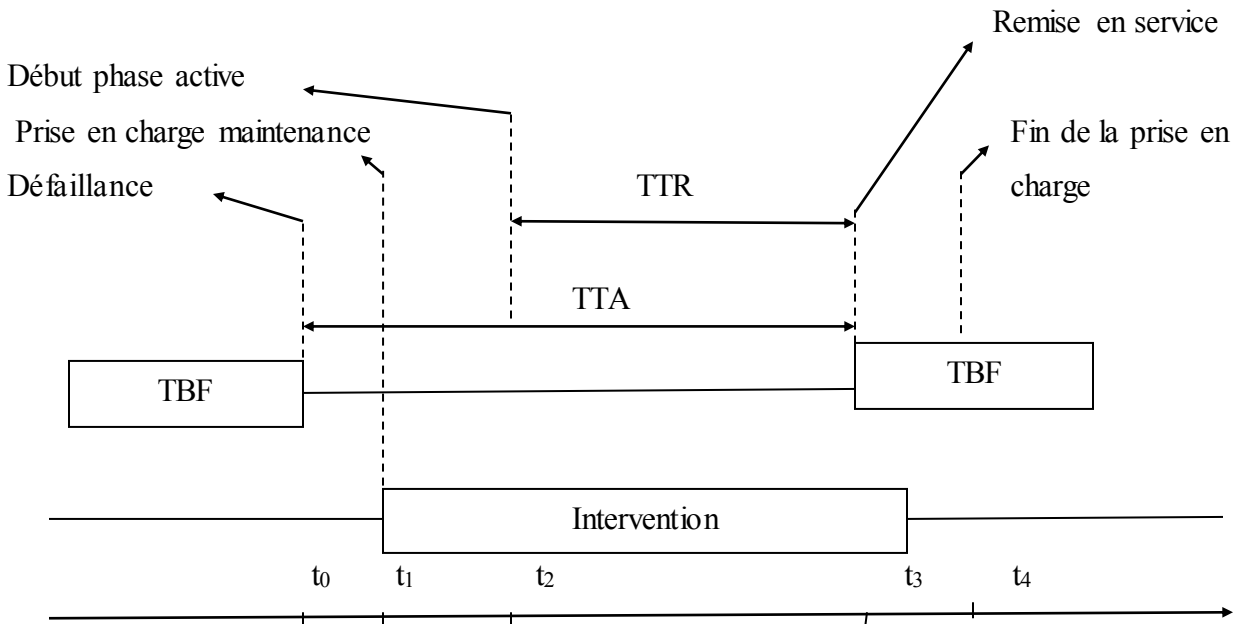


Figure 3.4 Phases d'une intervention corrective

- $t_0 - t_1$: 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 réduisant l'écart entre (TTA) et (TTR), il est indispensable de chercher à réduire les temps non actifs (de t_0 à t_2).

3.3.3 Taux de défaillance et de réparation

La (MTBF) et la (MTTR) sont des indicateurs précieux pour un service maintenance, puisqu'ils permettent d'évaluer la santé des matériels ainsi que l'activité de service, on déduit deux estimateurs indispensables de la fiabilité : $\lambda(t)$ et $\mu(t)$. $\lambda(t)$ représente le taux de défaillance et $\mu(t)$ représente le taux de réparation.

3.3.3.1 Taux de défaillance

Pour un ensemble des systèmes, le taux de défaillance représente une proportion ramenée à l'unité de temps des éléments qui, ayant survécu à un instant arbitraire t , ne sont plus en vie à l'instant $t + dt$. Sa forme générale est le rapport: Nombre de défaillance / durée d'usage. Le taux moyen de défaillance s'obtient également par la relation :

$$\lambda(t) = 1 / \text{MTBF} \quad (3.13)$$

(N_0) le nombre initial des systèmes

($N(t)$) le nombre des systèmes survivants à l'instant t ,

($N(t + \Delta t)$) le nombre des systèmes survivants à l'instant $t + \Delta t$.

($N(t) / N_0$) est un estimateur de la fiabilité $R(t)$:

$$N(t) - N(t + \Delta t) = \Delta N > 0 \quad (3.14)$$

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

$$\lambda(t) dt = - \frac{dN}{N(t)} \quad (3.15)$$

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

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (3.16)$$

3.3.3.2 Evolution du taux de défaillance

Durant la vie d'un système, son comportement ne peut pas être constant. Après une période dite de jeunesse, le système connaît une période de maturité qui, elle-même, précède une période de vieillesse. Le taux de défaillance peut être assimilé à un indicateur représentatif du rythme auquel surviennent les défaillances. Lors des trois phases de la vie d'un système, ce taux n'est pas constant. Si nous représentons le taux de défaillance en fonction du temps, nous obtenons une courbe appelée « baignoire » qui est divisée en trois parties : la première est appelée période de mortalité infantile où le taux est en décroissance ce qui correspond aussi au rodage; la deuxième partie n'est autre que la durée de vie utile : c'est la zone où le taux est constant; la dernière partie est appelée période de vieillissement où d'usure : en atteignant cet âge, le composant commence à vieillir et le taux augmente en fonction du temps, figure 3.5.

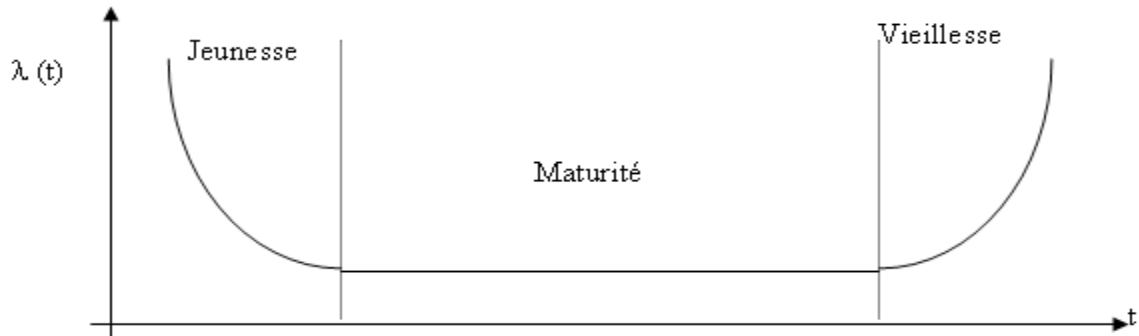


Figure 3.5 Courbe en baignoire

3.3.3.3 Taux de réparation

Il est noté par $\mu(t)$ et s'obtient par la relation : $\mu(t) = 1 / \text{MTTR}$. Dans le cas où $\mu(t)$ est constant, la fonction de maintenabilité est $M(t) = 1 - e^{-\mu t}$. Il est à la fois un indicateur de l'aptitude d'un bien à être réparé et, de l'efficacité de la maintenance durant la phase active d'une intervention. Il introduit ainsi la notion de maintenabilité d'un système dans la norme AFNOR X 60-010.

3.4 Diagramme de Pareto

La méthode « 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, figure 3.6.

Exemples :

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

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

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

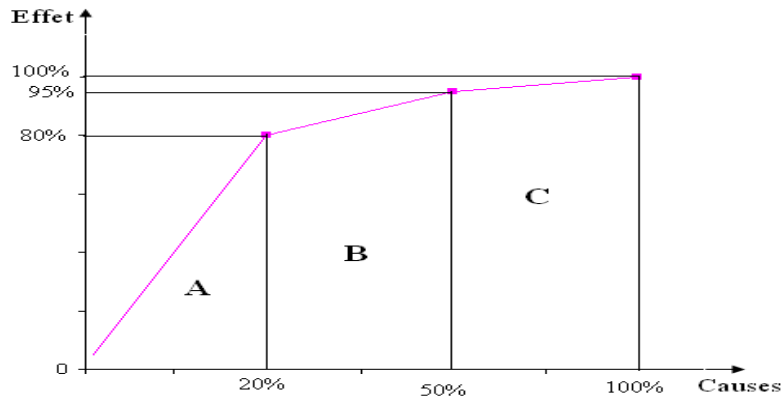


Figure 3.6 Courbe de Pareto

Il s'agit de délimiter sur la courbe obtenue des zones. 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 [13].

3.5 Analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC)

L'AMDEC est l'acronyme de l'analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leurs criticités. C'est une méthode de prévention pour une meilleure satisfaction du client. Grâce à cette méthode d'amélioration continue, le responsable va pouvoir identifier les problèmes qui peuvent survenir et mieux les poser pour les résoudre. L'AMDEC permet d'identifier, de rationaliser les problèmes potentiels pour ensuite les résoudre. Attention, en aucun cas il est possible d'identifier tous les problèmes potentiels, il est donc d'autant plus important qu'il faut sans cesse renouveler l'expérience pour arriver à une détection convenable qui ne sera jamais exhaustive. L'intérêt économique est d'anticiper des problèmes au sein d'une entreprise. En effet, cela entre dans le cadre de la limitation des risques, pour un intérêt bien compris par des nombreuses entreprises qui utilisent l'outil.

3.5.1 Avantages de la méthode AMDEC

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

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

3.5.2 Mise au point du tableau AMDEC

Sur un tableau, il faut définir les « lignes » et les « colonnes » nécessaires (AMDE ou AMDEC) réparties en quatre grandes familles, tableau 3.1:

- analyse fonctionnelle.
- analyse de défaillance potentielle.
- estimation de la criticité.
- mesures à appliquer.

Prenons un exemple standard du tableau AMDEC.

Tableau 3.1 Exemple de AMDEC "moyen de production"

Analyse Fonctionnelle		Analyse de défaillance				Estimation de criticité			Mesures	
Composant	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effet local	Effet système	Gravité	Occurrence	Non détection	Criticité (indice)	Mesures envisagées
Nom	Rep									

3.5.2.1 *Analyse fonctionnelle*

a. Les composants

Dans la première colonne figurent tous les organes composant le système, un composant est un élément intègre non dissociable.

b. Les fonctions

Les fonctions d'un composant sont des actions souvent discrètes par rapport au système complet, mais elles permettent la réalisation de la fonction globale. Un composant peut avoir plusieurs fonctions.

3.5.2.2 *Analyse de défaillance*

AMDEC a pour but premier de déceler les défaillances probables ou les points faibles. Il est donc naturel que les événements soient davantage précisés. Ainsi considérerons qu'une défaillance se caractérise par son mode d'apparition, sa cause et ses effets sur le système ainsi que sur les autres composants.

a. Modes de défaillance

La norme (NF X60-510), relative à la procédure d'analyse des modes fonctionnement et de leurs effets (une AMDE diffère essentiellement d'une autre AMDEC par l'absence d'évaluation de la criticité), propose une liste de trente trois modes de défaillance génériques suffisamment ouverts pour cerner tous types d'élément. Les modes de défaillance sont étroitement liés à l'environnement et aux conditions de fonctionnement. Une analyse fine de la situation est indispensable.

b. Causes de défaillance

La recherche des causes de défaillance peut être facilitée par l'emploi de la méthode connue dite les cinq (5) M (méthode Ishikawa ou causes-effets), cette méthode montre qu'une cause d'anomalie peut être très éloignée de l'organe dans le temps et dans l'espace et avoir des origines sans lien apparemment direct. Les (5) M peuvent être remplacés par d'autres typologies, figure 3.7.

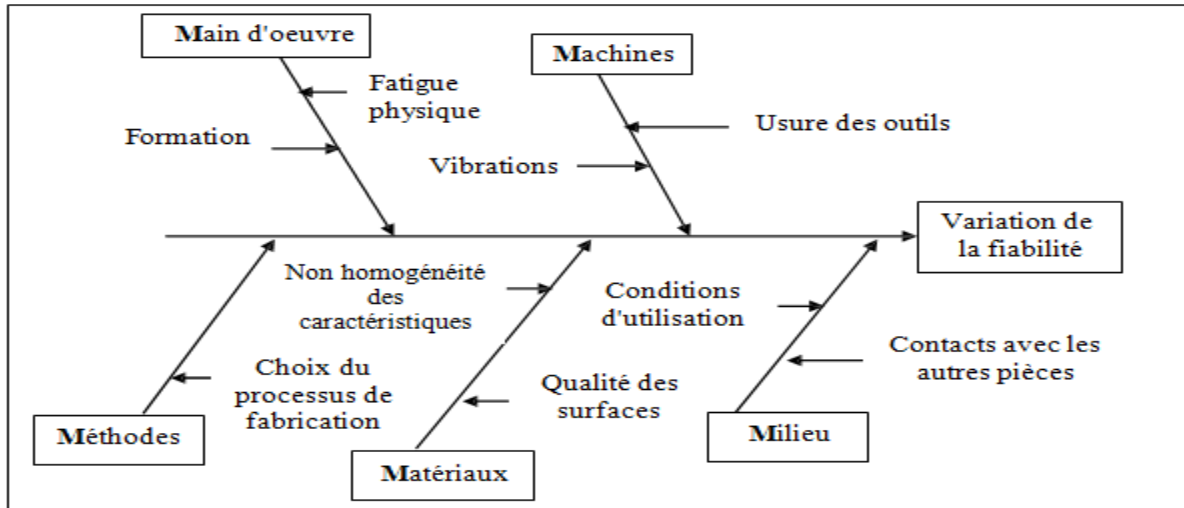


Figure 3.7 Diagramme d'Ishikawa

c. Effets

Il est important pour la précision de l'AMDEC de répartir les effets d'une défaillance selon deux catégories :

- Les effets sur le système : Ils sont les conséquences directes du dysfonctionnement sur l'ensemble du dispositif. Contrairement aux moyens de détection, ils ne sont pas toujours perceptibles mais néanmoins jamais sans conséquence à plus ou moins long terme.
- Les effets locaux : Logiquement évidemment ces cas se rencontrent lorsque l'on ne peut pas les détecter plus tôt.

3.5.2.3 Critères

La définition de ces critères doit être absolument rigoureuse pour ne laisser aucune place à l'interprétation afin que quiconque les utilise de manière identique. Généralement, chaque critère reçoit un indice sur une échelle qui varie de 1 à 4 en fonction de son importance. Cependant, il est tout à fait logique de se détourner de cet ordinaire et augmenter ou diminuer le découpage selon ses propres besoins ou objectif. Ainsi une entreprise qui privilégiera la fiabilité pourrait découper plus finement le critère « occurrence » en 5, 6, ou 7 niveaux ou même plus.

a. Critère G (gravité)

Le critère de gravité évalue le risque pour l'utilisateur ainsi que pour le système et le service rendu. A chacun des effets d'une défaillance correspond un indice de gravité. Le critère de gravité, comme celui de l'occurrence, doit être très précis dans ses définitions dont la sévérité et la gravité étant des notions subjectives, tableau 3.2.

Tableau 3.2 Critère gravité

Niveau	Définition
1	Mineure : défaillance ne provoquant pas l'arrêt de production supérieur à 5 minutes. Aucune dégradation ni production défectueuse.
2	Moyenne : défaillance provoquant un arrêt de 5 à 30 minutes et nécessitant une réparation se site.
3	Importante : défaillance provoquant un arrêt de 30 à 60 minutes et/ou nécessitant le remplacement d'un matériel défectueux.
4	Grave : défaillance provoquant un arrêt supérieur à 1 heure et/ou impliquant des risques potentiels pour la sécurité des personnes et des biens.

b. Critère O (occurrence)

Le critère d'occurrence indique le niveau de probabilité d'apparition d'une défaillance, donc, de la fiabilité en quelque sorte. La définition des niveaux d'occurrence doit être précise comme le montre le tableau suivant. Il faut se limiter à des termes tels que : faible, possible, certaine, ou forte et consiste à prendre le risque d'écarts d'interprétation entre les différents lecteurs ou utilisateurs de l'analyse, tableau 3.3.

Tableau 3.3 Critère d'occurrence

Niveau	Définition
1	Faible : Moins de 1 fois par semestre.
2	Possible : En moyenne 1 fois par mois.
3	Certaine : En moyenne 1 fois par semaine.
4	Forte : Possible 1 fois par jour

c. Critère D (non détection)

Le critère D est l'indice de non détectabilité. Il s'évalue à partir du mode de défaillance par une note estimée allant de un (1) (dégradation élémentaire) à quatre (4) (défaillance soudaine), tableau 3.4.

Tableau 3.4 Critère de non détection

Niveau	Définition
1	Elémentaire : Défaillance possible à éviter.
2	Aisée : Apparition d'une défaillance avec recherche et action corrective évidente.
3	Moyenne : Apparition d'une défaillance, recherche et action corrective menées par un technicien de maintenance.
4	Délicate : Défaillance difficilement détectable et nécessite le démontage et un technicien spécialisés.

d. Critère C

La criticité s'obtient en faisant le produit des indices des critères précédents. Cette valeur de criticité s'établit souvent sur une échelle variant de 1 à 64, elle permet de connaître à partir de ses propres critères d'évaluation le caractère critique de chacune des causes de défaillance potentielle pour chacun des composants d'un système. Dans le cadre d'une conception, ces indices de criticité mettent en évidence la faiblesse de certains points appelant ainsi à une amélioration. Mais dans le cadre de l'exploitation d'un système, les indices de criticité élevés orientent les actions à mettre en œuvre (modification, type de maintenance, conduite...) dans le but d'éviter un événement fâcheux, tableau 3.5.

Il est possible et même souhaitable de ne pas tenir compte uniquement des valeurs importantes de l'indice "C" pour engager une action. Un indice isolément très élevé, généralement un indice de quatre (4) pour le critère G peut à lui seul conduire à une décision, alors que l'indice "C" n'est pas particulièrement important.

Tableau 3.5 Critère de criticité

Niveau	Définition
$C < 9$	Faible : Aucun problème particulier. Surveillance habituelle.
$9 < C < 25$	Acceptable : Nécessite une surveillance particulière et/ou une révision de la politique de maintenance.
$C > 25$	Forte : Surveillance accrue. Remise en cause de la maintenance. Eventuellement, arrêt pour amélioration.
$S=4$	Dangereuse : Révision de la politique de maintenance et/ou modification du système. (Arrêt si sécurité est menacée).

3.5.2.4 Mesures

Elles sont souvent décomposées suivant les rubriques possibles :

- Modifications de conception.
- Moyens de détection ou consignes de surveillance ou inspections périodiques.
- Dispositif de remplacement, reconfiguration et repli.
- Observations, recommandations.

Il appartient au groupe de travail de tirer le maximum de préconisations du travail long et fastidieux, mais riche d'enseignements avec une AMDEC appliquée.

CHAPITRE 4
APPLICATION DE LA FIABILITE

CHAPITRE 4: APPLICATION DE LA FIABILITÉ

4.1 Introduction

Dans cette partie nous allons utiliser les résultats d'exploitation à partir des données réelles. En pratique on utilise souvent des bases de données connues du constructeur, mais il est préférable, de recueillir les données opérationnelles des équipements. Cependant ces données sont souvent difficiles à obtenir. Dans la majorité des recueils, les données historiques sont fournies sur la base des heures d'arrêts des équipements ou sur la base des coûts d'intervention.

4.1.1 Détermination d'un diagnostic

Le diagnostic doit être déterminé pour chaque composant constituant l'intégralité de l'équipement. L'exploitation des données historiques doit tenir compte :

- ✓ Du nombre des équipements étudiés, de leur condition de travail et des temps d'utilisation respectifs.
- ✓ Du nombre des composants installés par équipement.
- ✓ Du temps de fonctionnement de chaque composant par rapport au temps de marche de l'équipement.
- ✓ De la politique de la maintenance appliquée à ces équipements.
 - Maintenance corrective.
 - Maintenance systématique.
 - Maintenance conditionnelle.

Dans le cas de plusieurs équipements installés, il faudrait en toute logique vérifier que les conditions d'utilisation et les temps de sollicitation sont identiques.

4.2 Découpage de l'entreprise

Le problème qui se pose alors est le découpage de l'ensemble des équipements à des niveaux plus fins pour atteindre l'élément critique, figure 4.1.

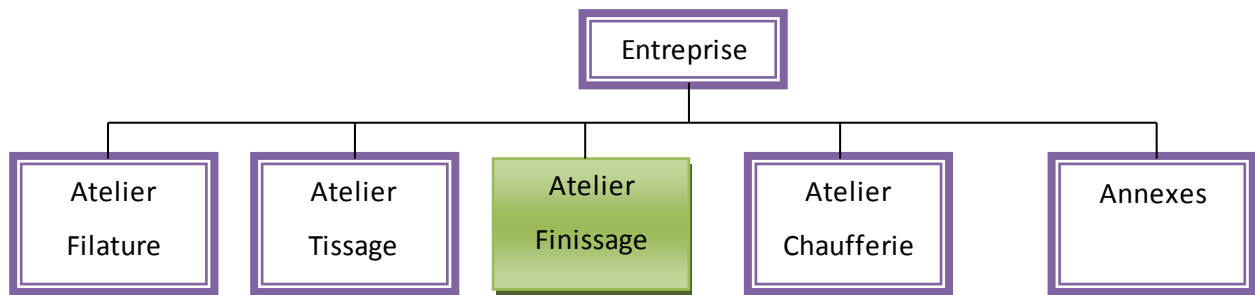


Figure 4.1 Découpage de l'entreprise

Ce premier découpage sera suivi par un second qui permet de descendre au niveau des composants, figure 4.2.

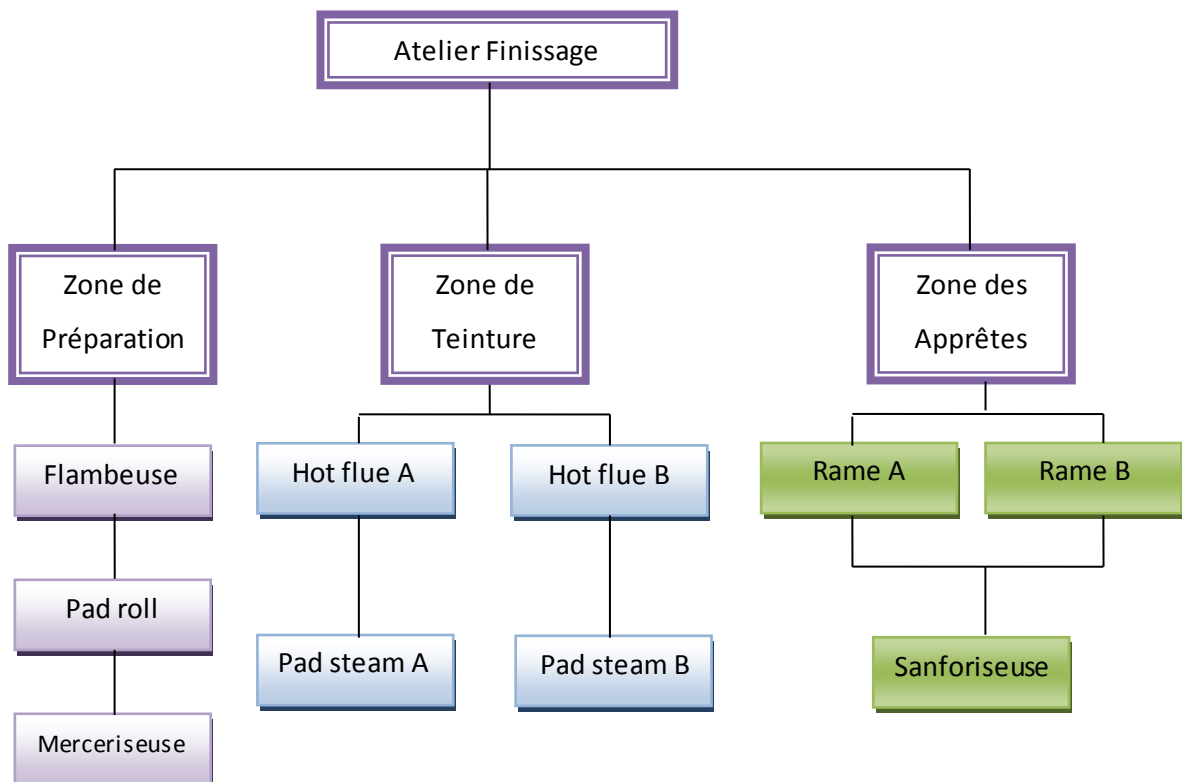


Figure 4.2 Découpage de l'atelier Finissage

4.3 Classification du matériel

La classification est principalement utilisée comme une base d'établissement d'un programme de maintenance préventive ou pour mesurer les effets de cette maintenance. Elle consiste en pratique à ne pas traiter le matériel sur un même pied d'égalité, mais selon des critères [14]. On trouve deux critères possibles pour le classement

a) Suivant l'état du matériel

Le critère de cette classification consiste à comparer l'état du matériel avec les besoins de l'exploitation : Cela veut dire qu'un équipement peut être employé pour réaliser certaines opérations, bien que son état général soit dégradé par rapport à celui d'un équipement neuf.

b) Suivant les conditions de travail

Le matériel peut être classé en deux catégories :

- ✓ Matériel très sollicité, c'est le cas des équipements qui fonctionnent en régime continu (3x8h).
- ✓ Matériel moyennement sollicité, c'est le cas des équipements qui fonctionnent par intermittence.

4.4 Application

Dans cette partie nous allons utiliser les résultats d'exploitation des équipements afin d'appliquer la théorie de diagnostic. Les données pour cette application sont relevées à partir de l'historique de chaque équipement. Notre choix est porté sur l'atelier Finissage à cause de son historique et à cause de sa place dans le complexe.

4.4.1 Collecte des données

Pour faire une bonne étude d'analyse de la fiabilité, on a intérêt à relever le nombre de défaillances de chaque organe à partir de l'historique de chaque équipement (2011-2014).

- a) **Flambeuse** : la collecte est inscrite dans le tableau 4.1

Tableau 4.1 Tableau récapitulatif des défaillances de flambeuse

N°	Désignation des organes	Nbr des défaillances	Heures d'arrêt (h)	$N*\bar{t}$
1	Guides lisières	4	4	16
2	Chaîne de la sortie enrouleuse	3	1	3

3	Flexible d'huile	3	2	6
4	Garniture de roulette de la sortie enrouleuse	2	8	16
5	Pompe hydraulique	1	3	3
6	PIV	1	4	4

b) Pad roll

Tableau 4.2 Tableau récapitulatif des défaillances de pad roll

N°	Désignation des organes	Nbr des défaillances	Heures d'arrêt (h)	$N*\bar{t}$
1	Guides lisières	3	3	9
2	Foulard empessé	1	8	8
3	Flexible d'huile	2	2	4
4	Roulement à billes de foulard	2	16	32
5	Pompe hydraulique	1	4	4
6	Roulement à billes du rouleau élargisseur	2	4	8
7	Vanne régulatrice	1	8	8
8	Agitateur des produits chimiques	6	4	24

c) Merceriseuse

Tableau 4.3 Tableau récapitulatif des défaillances de Merceriseuse

N°	Désignation des organes	Nbr des défaillances	Heures d'arrêt (h)	$N*\bar{t}$
1	Guides lisières	3	3	9
2	Rouleau élargisseur	1	2	2
3	Fil de compensateur	4	4	16
4	Roulement auto-aligneur UC 206	4	2	8
5	Chaine de la sortie enrouleuse	2	1	2
6	Roulement à billes de rouleau élargisseur	2	2	4
7	Garniture de roulette de la sortie enrouleuse	1	8	8
8	Vanne d'alimentation de la soude caustique	1	4	4

d) Hot flue A**Tableau 4.4** Tableau récapitulatif des défaillances de Hot flue A

N°	Désignation des organes	Nbr des défaillances	Heures d'arrêt (h)	N* \bar{t}
1	Moteur hydraulique	1	2	2
2	Distributeur d'huile	1	3	3
3	Chaine silencieuse de foulard	1	3	3
4	Roulement à rotule sur billes 1205	4	8	32
5	Roulement à rotule sur billes 1206	6	6	36
6	Palier de roulement 1205	2	4	8
7	Palier de roulement 1206	3	6	18
8	Support des roulettes	1	6	6
9	Courroie de moteur de ventilation	2	3	6
10	Courroie de moteur mini-semi	8	4	32
11	PIV	1	2	2
12	Chaine de la sortie enrouleuse	2	1	2
13	Garniture de roulette de la sortie enrouleuse	1	8	8

e) Hot flue B**Tableau 4.5** Tableau récapitulatif des défaillances de Hot flue B

N°	Désignation des organes	Nbr des défaillances	Heures d'arrêt (h)	N* \bar{t}
1	Moteur hydraulique	1	2	2
2	Distributeur d'huile	1	3	3
3	Chaine silencieuse de foulard	2	6	12
4	Roulement à rotule sur billes 1205	8	16	128
5	Roulement à rotule sur billes 1206	10	20	200
6	Palier de roulement 1205	2	4	8
7	Palier de roulement 1206	3	6	18
8	Support des roulettes	1	6	6
9	Courroie du moteur de ventilation	3	3	9
10	Courroie du moteur mini-semi	8	4	32
11	PIV	1	2	2
12	Chaine de la sortie enrouleuse	4	2	8
13	Garniture de roulette de la sortie enrouleuse	1	8	8

f) Pad steam A

Tableau 4.6 Tableau récapitulatif des défaillances de Pad steam A

N°	Désignation des organes	Nbr des défaillances	Heures d'arrêt (h)	N* \bar{t}
1	Guides lisières du vaporisateur	2	2	4
2	Chaine silencieuse de foulard du vaporisateur	1	4	4
3	Roulement auto-aligneur uc 207	13	26	338
4	Palier à semelle ucp 207	4	8	32
5	Membrane thermique	6	12	72
6	Roulement auto-aligneur uc 205	6	12	72
7	Roulette du vaporisateur	1	2	2
8	Foulard empessé	1	3	3
9	Roulement de foulard	2	8	16
10	Accouplement du moteur hydraulique	1	2	2
11	Guides lisières de ligne de lavage	2	2	4
12	Accouplement du moteur électrique cc	1	2	2
13	Roulement auto-aligneur uc 206	4	2	8
14	Rotule en polyamide	8	4	32
15	Palier en inox	2	1	2
16	Goujon en inox	1	1	1
17	Palier applique à trois trous de fixation UCF 206	1	1	1
18	Garniture mécanique des boitiers de séchoir	2	8	16
19	Clapet anti-retour	1	1	1
20	Vanne d'alimentation de la vapeur de séchoir	1	2	2
21	Purgeur de tambour	1	1	1
22	Courroie plate	2	1	2
23	Embrayage	2	2	4
24	Roulement à billes des tambours	1	4	4
25	Chaine de la sortie enrouleuse	2	1	2
26	Garniture de roulette de la sortie enrouleuse	1	8	8

g) Pad steam B

Tableau 4.7 Tableau récapitulatif des défaillances de Pad steam B

N°	Désignation des organes	Nbr des défaillances	Heures d'arrêt (h)	N* \bar{t}
1	Guides lisières de vaporisateur	2	2	4
2	Chaine silencieuse de foulard du vaporisateur	2	8	16
3	Roulement auto-aligneur UC 207	24	48	1152
4	Palier à semelle UCP 207	4	8	32
5	Membrane thermique	8	16	128
6	Roulement auto-aligneur UC 205	10	20	200
7	Roulette de vaporisateur	3	6	18
8	Foulard empressé	2	6	12
9	Roulement de foulard	4	32	128
10	Accouplement de moteur hydraulique	2	4	8
11	Guides lisières de ligne de lavage	6	3	18
12	Accouplement de moteur électrique cc	2	2	4
13	Roulement auto-aligneur UC 206	4	2	8
14	Rotule en polyamide	8	4	32
15	Palier en inox	3	3	9
16	Goujon	2	1	2
17	Palier applique à trois trous de fixation ucf 206	1	1	1
18	Garniture mécanique des boitiers de séchoir	2	8	16
19	Clapet anti-retour	1	1	1
20	Vanne d'alimentation de la vapeur de séchoir	2	2	4
21	Purgeur de tambour	1	1	1
22	Courroie plate	3	1	3
23	Embrayage	3	9	27
24	Roulement à billes des tambours	4	16	64
25	Chaine de la sortie enrouleuse	2	1	2
26	Garniture de roulette de la sortie enrouleuse	2	8	16

h) Rame A**Tableau 4.8** Tableau récapitulatif des défaillances de la Rame A

N°	Désignation des organes	Nombre des défaillances	Heures d'arrêt (h)	N* \bar{t}
1	Guides lisières	2	1	2
2	Chaine horizontal	1	8	8
3	Pinces	1	1	1
4	Ouvre pince d'entrée	2	4	8
5	Ouvre pince de la sortie	2	4	8
6	Moteur d'entraînement BORONNHGENE	1	4	4
7	Courroie de moteur d'entraînement	1	1	1
8	Courroie de moteur de ventilation	2	1	2
9	Arbre de ventilation	1	4	4
10	Les rails	1	8	8
11	Pièce de guidage en bronze	1	3	3
12	Agitateur de la cuve de produit	2	1	2
13	Listeaux autolubrifiant	4	1	4
14	Foulard empessé	1	4	4
15	Roulement de foulard	1	4	4
16	Chaine de la sortie enrouleuse	2	1	2
17	Garniture de roulette de la sortie enrouleuse	1	4	4

i) Rame B**Tableau 4.9** Tableau récapitulatif des défaillances de Rame B

N°	Désignation des organes	Nbr des défaillances	Heures d'arrêt (h)	N* \bar{t}
1	Guides lisières	3	1	3
2	Chaine horizontal	2	16	32
3	Pinces	2	1	2
4	Ouvre pince d'entrée	4	8	32
5	Ouvre pince de la sortie	4	8	32
6	Moteur d'entraînement BORONNHGENE	1	4	4
7	Courroie de moteur d'entraînement	2	2	4
8	Courroie de moteur de ventilation	4	2	8
9	Arbre de ventilation	2	8	16
10	Les rails	1	8	8

11	Pièce de guidage en bronze	2	4	8
12	Agitateur de la cuve de produit	3	1	3
13	Listeaux autolubrifiant	5	1	5
14	Foulard empessé	1	8	8
15	Roulement de foulard	2	6	12
16	Chaîne de la sortie enrouleuse	2	1	2
17	Garniture de roulette de la sortie enrouleuse	1	4	4

j) Sanforiseuse

Tableau 4.10 Tableau récapitulatif des défaillances de Sanforiseuse

N°	Désignation des organes	Nombre des défaillances	Heures d'arrêt (h)	N* \bar{t}
1	Guides lisières	2	1	2
2	La ruberbette	1	7	7
3	Flexible d'huile	2	1	2
4	Garniture de roulette de la sortie enrouleuse	1	4	4
5	Pompe hydraulique	1	1	1
6	Moteur hydraulique	1	4	4

k) Classification des équipements

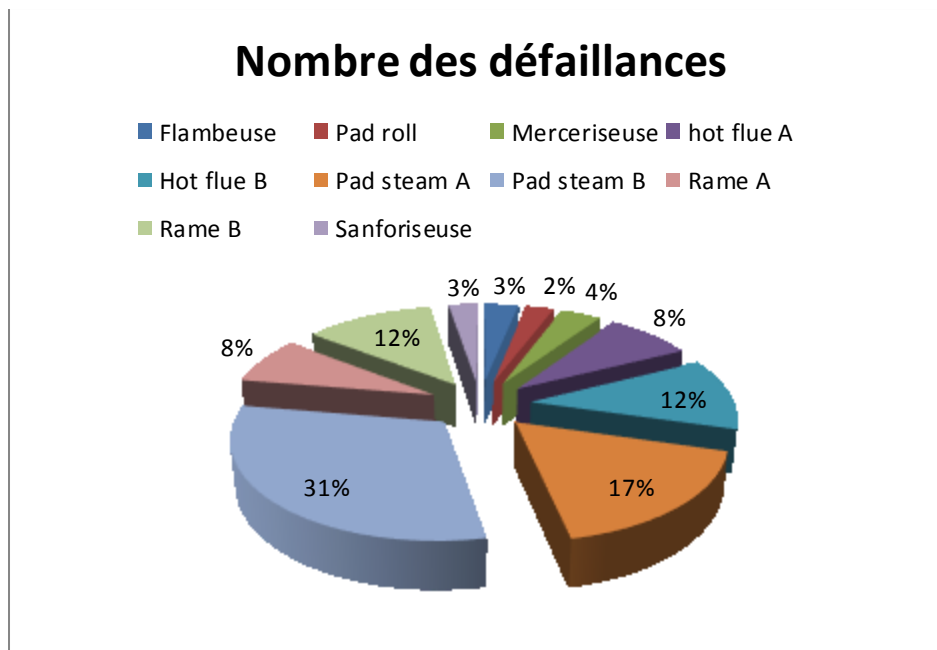


Figure 4.3 Pourcentage des défaillances de l'atelier finissage

4.4.2 Analyse des données

Les données concernent les équipements de l'atelier Finissage durant la période allant de 2011 à 2014. Elles sont classées selon leur défaillance :

- Pad steam B, a subi **213** heures d'arrêt.
- Pad steam A, a subi **120** heures d'arrêt.
- Rame B, a subi **83** heures d'arrêt.
- Hot flue B, a subi **82** heures d'arrêt.
- Ht flue A, a subi **56** heures d'arrêt.
- Rame A, a subi **54** heures d'arrêt.
- Pad roll, a subi **49** heures d'arrêt.
- Merceriseuse, a subi **26** heures d'arrêt.
- Flambeuse, a subi **22** heures d'arrêt.
- Sanforiseuse, a subi **18** heures d'arrêt.

4.5 Sélection de l'équipement

En utilisant la courbe "ABC" ou méthode de "Pareto", on peut sélectionner l'équipement à prendre en considération dans notre analyse. Cette méthode consiste à faire un classement par ordre de défaillance en trois catégories afin de traiter chacune d'elles d'une manière différente. Ceci permet donc au gestionnaire d'identifier les cibles d'action prioritaires, tableau 4.11 [14].

Tableau 4.11 Tableau de classement des équipements

N°	Equipement	Les heures d'arrêt	% des défaillances	N° d'ordre	Equipement	%	% cumul	% cumul
1	Flambeuse	22	0,0317	1	Pad steam B	0,3078	0,3078	30,7803
2	Pad roll	18	0,0260	2	Pad steam A	0,1734	0,4812	48,1213
3	Merceriseuse	26	0,0375	3	Rame B	0,1199	0,6011	60,1156
4	Hot flue A	56	0,0809	4	Hot flue B	0,11849	0,7196	71,9653
5	Hot flue B	82	0,1184	5	Hot flue A	0,08092	0,8005	80,0578
6	Pad steam A	120	0,1734	6	Rame A	0,07803	0,8786	87,8612
7	Pad steam B	213	0,3078	7	Merceriseuse	0,03757	0,9161	91,6184
8	Rame A	54	0,0780	8	Flambeuse	0,03179	0,9479	94,7976
9	Rame B	83	0,1199	9	Pad roll	0,02601	0,9739	97,3988
10	Sanforiseuse	18	0,0260	10	Sanforiseuse	0,02601	1	100
		Total= 692						

4.6 Tracer de la courbe ABC

La courbe ABC permet de classer les équipements dans un but de bien vouloir identifier les plus pénalisants au point de vu cout et au point de vu production, figure 4.4.

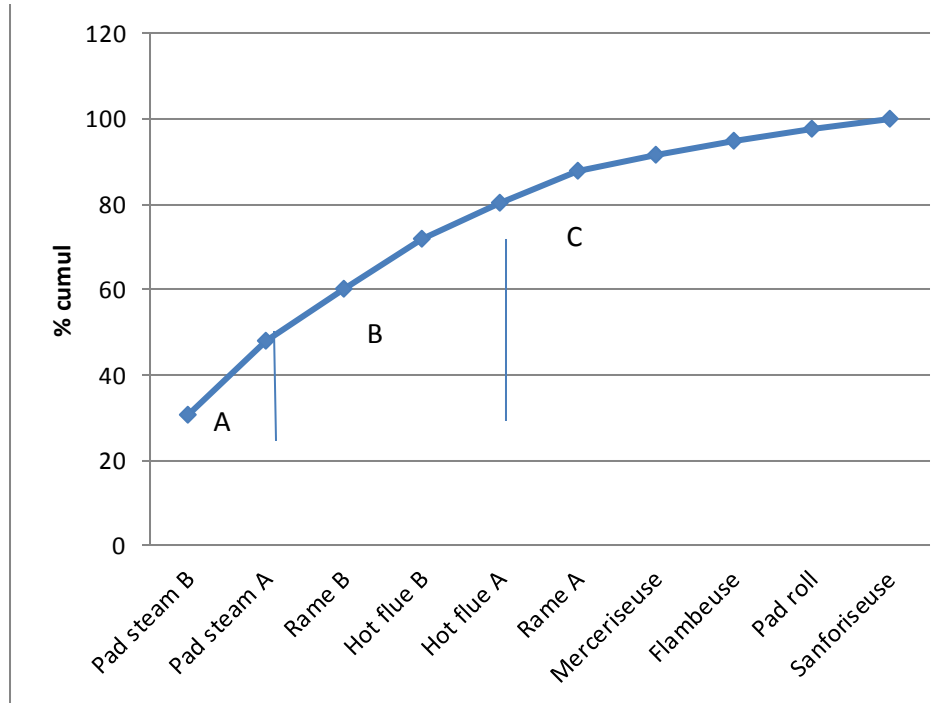


Figure 4.4 Courbe ABC

4.6.1 Déterminer les zones critiques « ABC »

Il s'agit de délimiter sur la courbe obtenue les zones à partir de l'allure de la courbe. On obtient alors trois zones :

- Zone A : plus défaillante.
- Zone B : moyennement défaillante.
- Zone C : moins défaillante.

4.6.2 Interprétation de la courbe

L'étude porte dans un premier temps sur les éléments constituant la zone A en priorité. Si les améliorations apportées aux éléments de la zone A ne donnent pas satisfactions, on prendra en charge les premiers éléments de la zone B. les éléments appartenant à la zone C sont moins pénalisante, car ils ont peu d'influence sur le cout globale, figure 4.5.

On peut déterminer la courbe de Pareto par programmation numérique.

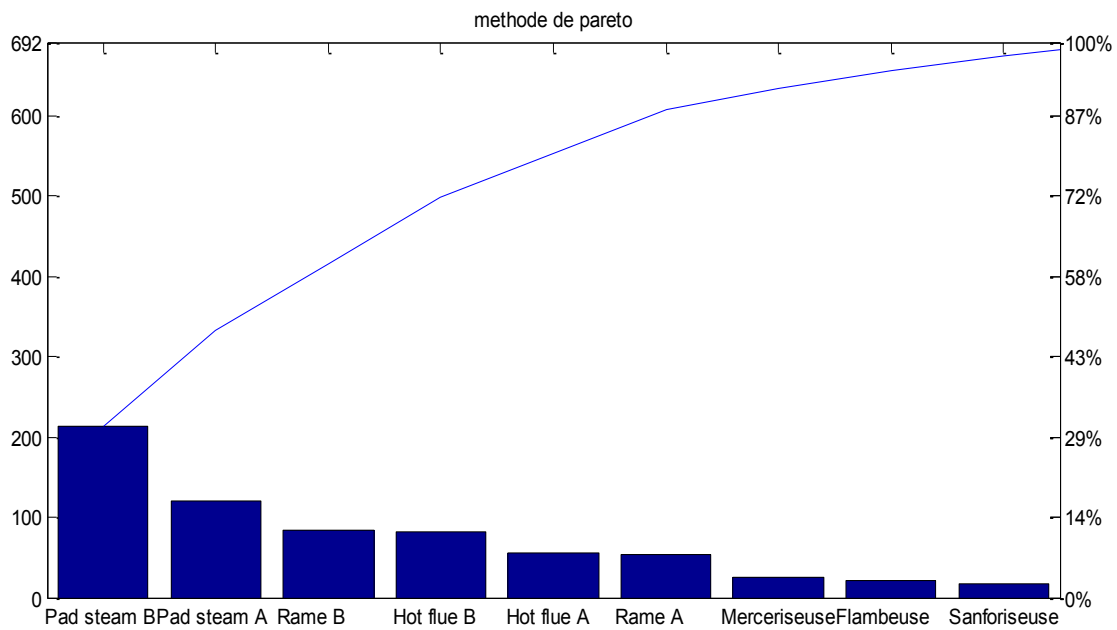


Figure 4.5 Courbe ABC tracé numériquement

4.7 Analyse par la méthode AMDEC

4.7.1 Analyse du système

Pour cela on utilise la méthode « AMDEC » [15] qui est une méthode de réflexion créative et repose sur la décomposition fonctionnelle du système en éléments simple jusqu'aux niveaux des composants les plus élémentaires. Dans un premier temps on va décomposer fonctionnellement le pad steam B, figure 4.6.

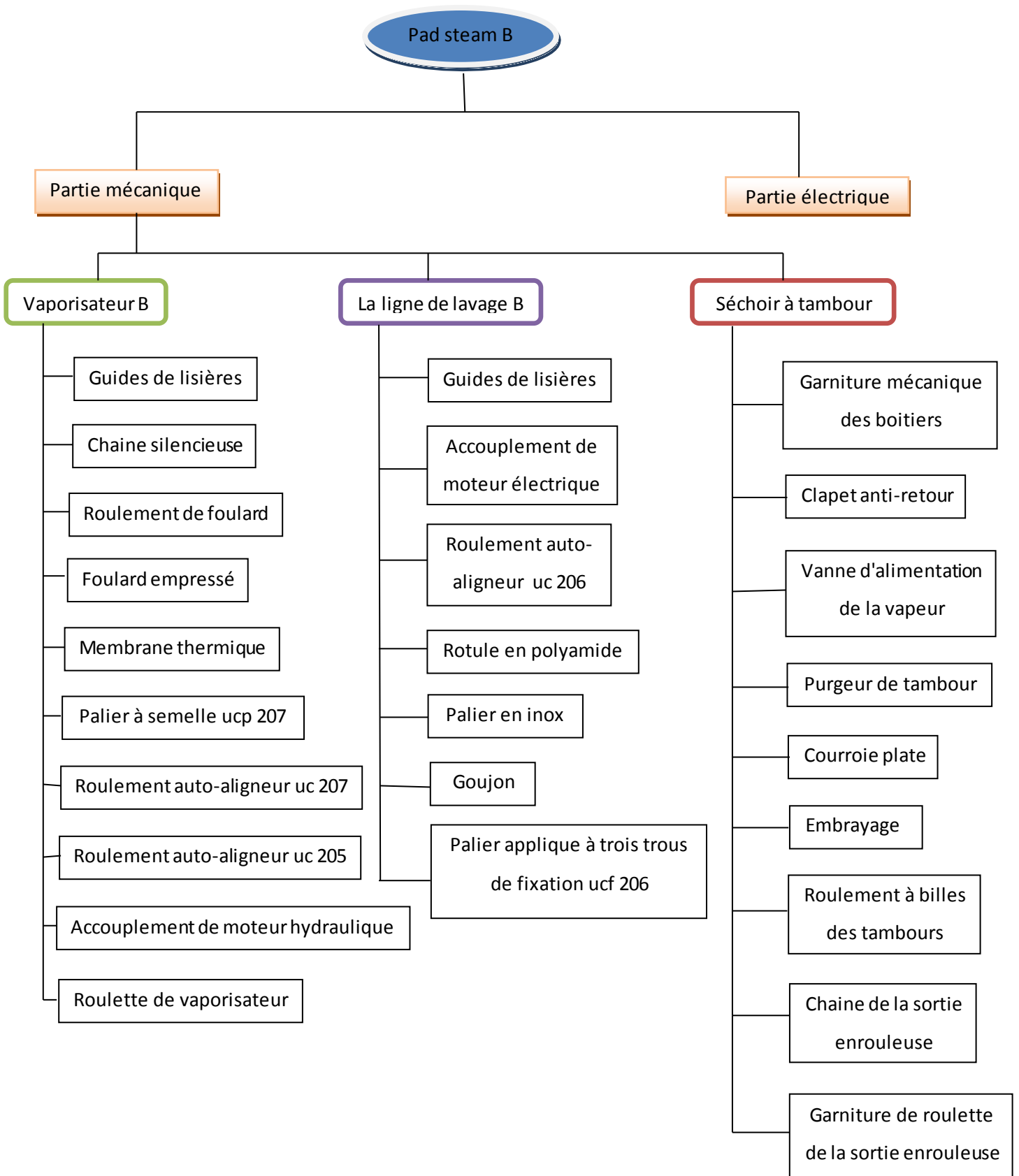


Figure 4.6 Découpage fonctionnel de pad steam B

4.7.2 Tableau de cotation

Les valeurs de coefficients sont fixées au maximum égale à quatre pour limiter le niveau des détails et pour faciliter la manipulation des chiffres, le tableau 4.12 qui est donné par la direction générale de maintenance de l'entreprise "EATIT",[15].

Tableau 4.12 Grille de cotation.

Niveau ou cotation	1	2	3	4
Indice de fréquence	Moins d'une fois par année	Moins d'une fois par mois	Moins d'une fois par semaine	plus d'une fois par semaine
Indice de gravité	Durée d'intervention $D \leq 1h$	Durée d'intervention $1h \leq D \leq 3h$	Durée d'intervention $3h \leq D \leq 5h$	Durée d'intervention $D > 5h$
Indice de détection	Signe avant défaillance	La défaillance sa cause est évidente	La défaillance se produit, mais sa cause est décelable	Défaillance non détectable

4.7.3 AMDEC de pad steam B

L'analyse « AMDEC » de pad steam B permet de déterminer l'élément critique de l'équipement, tableau 4.13.

Tableau 4.13. AMDEC de pad steam B

Système : Pad steam B					Sous système : Partie Mécanique				Action a engagé
Organe	Fonction d'état	Mode de défaillance	Cause	Effet sur le système	Criticité				
					Gr	Fr	D	IPR	
Guides lisières de vaporisateur	Guidage de tissu	Blocage	Pièce non conforme	Mauvais fonctionnement	1	1	1	1	A réparer
Chaine silencieuse de foulard du vaporisateur	Transmette le mouvement	Rupture	Mauvais alignement	Arrêt	3	1	2	6	changeme nt
Roulement auto-aligneur uc 207	Guidage d'arbre en rotation	Cassure, Blocage	Pièce non conforme	Arrêt	4	2	3	24	Changem ent
Palier à semelle ucp 207	Compense les défauts d'alignement d'arbre	Cassure, Blocage	Usure	Arrêt	2	1	1	2	Changem ent
Membrane thermique	Etanchéité		Pièce non conforme	Mauvais fonctionnement	2	2	1	2	Changem ent
Roulement auto-aligneur uc 205	Guidage	Cassure, Blocage	Arrêt	Arrêt	2	2	2	8	changeme nt
Roulette de vaporisateur	Support de tissu	Usure, Blocage	Vibration, Usure	Arrêt	2	1	1	2	Changem ent
Foulard empesé	Guidage	Cassure, Blocage	Arrêt	Arrêt	2	1	1	2	Changem ent

Roulement de foulard	Guidage d'arbre en rotation	Cassure, Blocage	Pièce non conforme	Arrêt	3	1	1	3	Changement
Accouplement de moteur hydraulique	Liaison avec le moteur	Usure de la liaison avec cavette	Mauvais alignement	Arrêt	2	1	3	6	Changement
Guides lisières de ligne de lavage	Guidage de tissu	Blocage	Mauvais fonctionnement	Mauvais fonctionnement	2	1	1	2	A réparer
Accouplement de moteur électrique courant continu	Liaison avec le moteur électrique	Usure de la liaison avec cavette	Mauvais alignement	Arrêt	1	1	3	3	Changement
Roulement auto-aligneur uc 206	Guidage d'arbre en rotation	Cassure, Blocage	Pièce non conforme	Arrêt	1	1	3	3	Changement
Rotule en polyamide	Guidage	Cassure, Blocage	Usure	Arrêt	1	1	3	3	Changement
Palier en inox	Guidage	Cassure, Blocage	Usure	Arrêt	1	1	3	3	Changement
Goujon	liaison	Cassure	Usure	Arrêt	1	1	1	1	Changement
Palier applique à trois trous de fixation ucf 206	Compense les défauts d'alignement d'arbre	Cassure, Blocage	Usure	Arrêt	1	1	1	1	Changement
Garniture mécanique des boîtiers de séchoir	Etanchéité	Cassure	Mauvais fonctionnement	Mauvais fonctionnement	3	1	3	9	Changement
Clapet anti-retour	Anti-retour de condensat	Cassure	Pièce non conforme	Mauvais fonctionnement	1	1	2	2	Remplacer
Vanne d'alimentation de la vapeur de séchoir	Commande l'alimentation de la vapeur	Cassure	Pièce non conforme	Arrêt	1	1	1	1	Remplacer
Purgeur de tambour	Purger le tambour de condensat	Blocage	Mauvais fonctionnement	Mauvais fonctionnement	1	1	1	1	Changement
Courroie plate	Transmettre le mouvement	Rupture	Mauvais alignement	Arrêt	1	1	3	3	Changement
Embrayage	Transmettre le mouvement	Rupture	Mauvais alignement	Arrêt	2	1	3	6	A réparer
Roulement à billes des tambours	Guidage d'arbre en rotation	Cassure, Blocage	Pièce non conforme	Arrêt	2	1	3	6	Changement
Chaine de la sortie enrouleuse	Transmettre le mouvement	Rupture	Mauvais alignement	Arrêt	1	1	3	3	Changement
Garniture de roulette de la sortie enrouleuse	Transmettre le mouvement de tissu	Blocage	Pièce non conforme	Arrêt	3	1	1	3	Changement

Résultat : Organe possédant le plus grand « IPR » est le roulement auto-aligneur UC 207.

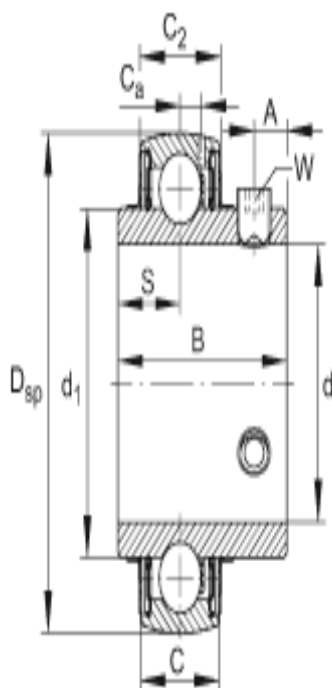
4.7.4 Description de roulement auto-aligneur UC 207 [16]

Les roulements auto-aligneurs sont basés sur les roulements à une rangée de billes 62 et sont composés d'une bague extérieure massive et une bague intérieure élargie des deux cotés, figure 4.7.



Figure 4.7 Roulement auto-aligneur UC 207

Les dimensions du roulement sont représentées dans la figure 4.8.



d	35 mm	
D_{SP}	72 mm	
B	42,9 mm	
A	7 mm	
C	20 mm	
C₂	20,6 mm	
C_a	5,7 mm	
d₁	46,84 mm	
S	17,5 mm	
W	4 mm	
m	0,47 kg	Masse
C_r	27500 N	charge dyn. de base, radiale
C_{0r}	15300 N	charge statique de base, radiale

Figure 4.8 Les dimensions du roulement auto-aligneur UC 207 [16]

4.8 Détermination des paramètres de fiabilité des organes sélectionnés

4.8.1 Cas de pad steam B

Le calcul des paramètres de fiabilité dépend en premier lieu de la dégradation de l'organe, tableau 4.14

Tableau 4.14 Préparation des données du roulement auto-aligneur UC 207

Ordre i	Les valeurs TBF classe croissant	F(t) estimée	R(t) estimée
1	168	0,04	0,96
2	216	0,08	0,92
3	264	0,12	0,88
4	384	0,16	0,84
5	456	0,2	0,8
6	552	0,24	0,76
7	600	0,28	0,72
8	720	0,32	0,68
9	816	0,36	0,64
10	888	0,4	0,6
11	1008	0,44	0,56
12	1128	0,48	0,52
13	1344	0,52	0,48
14	1440	0,56	0,44
15	1488	0,6	0,4
16	1800	0,64	0,36
17	1920	0,68	0,32
18	2280	0,72	0,28
19	2400	0,76	0,24
20	2760	0,8	0,2
21	2976	0,84	0,16
22	3048	0,88	0,12
23	3168	0,92	0,08
24	3216	0,96	0,04

4.8.2 Détermination des paramètres de Weibull graphiquement

Sur le papier d'Allan plait fonctionnel de Weibull, on présente l'ensemble de nœud M_i (t_i , $F(t_i)$), où t_i représente le temps et $F(t_i)$ est la fréquence estimée par les rangs moyens. On remarque de la suite que les nuages des points peuvent être ajustés par une droite D1, voir figures (4.9, 4.10, 4.11).

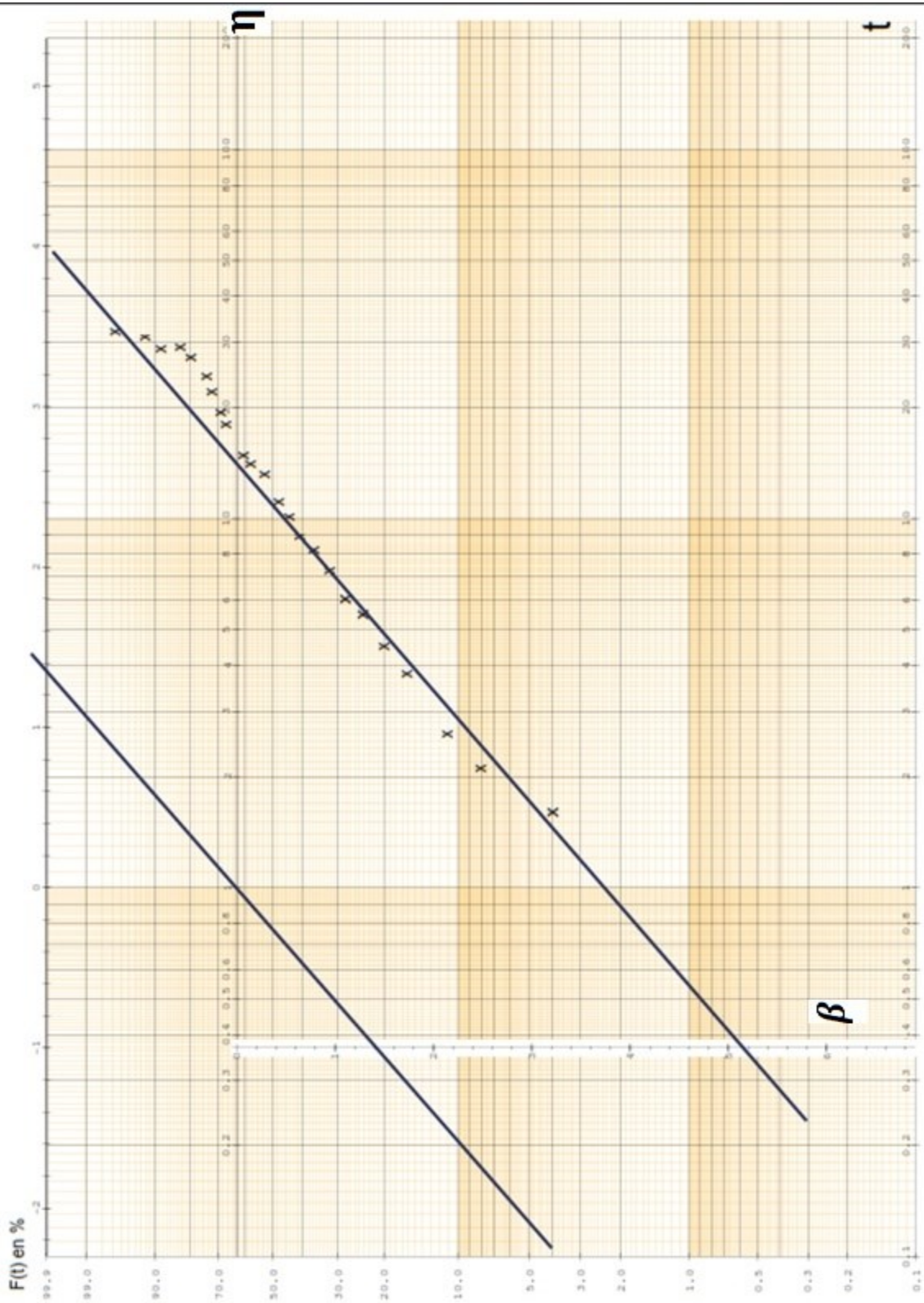


Figure 4.9 Détermination graphique des paramètres

La détermination graphique des paramètres de fiabilité donne :

✓ $\beta = 1.439$; $\eta = 1320,598$ heures.

Le calcul de MTBF et de l'écart type nous donne :

✓ MTBF = 917,747 heures.

✓ $\sigma = 0,973$ heures.

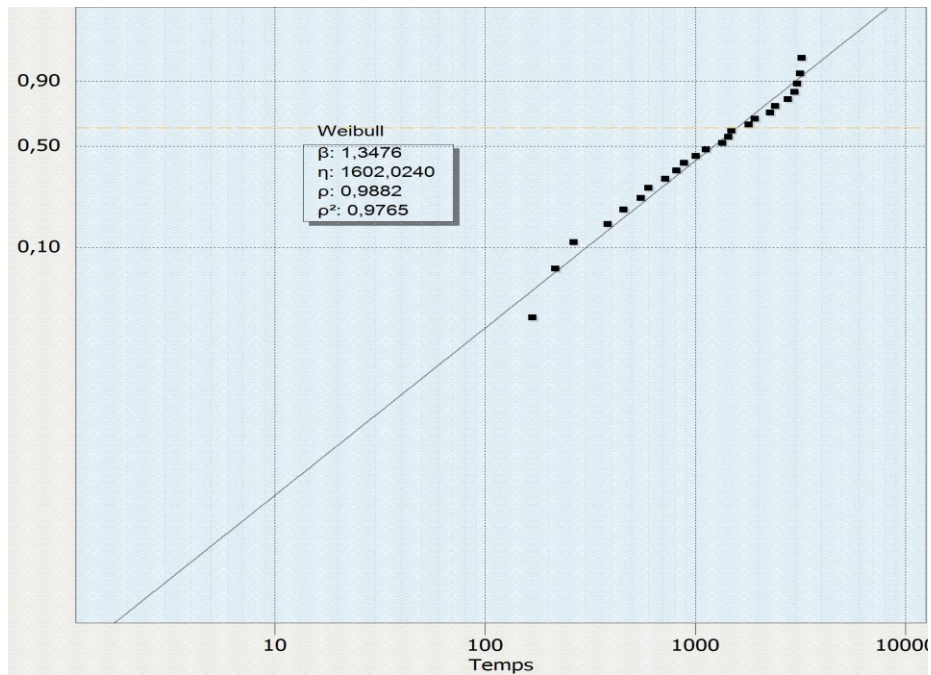


Figure 4.10 Droite de Weibull par code de calcul (Weibull 2.07.9)

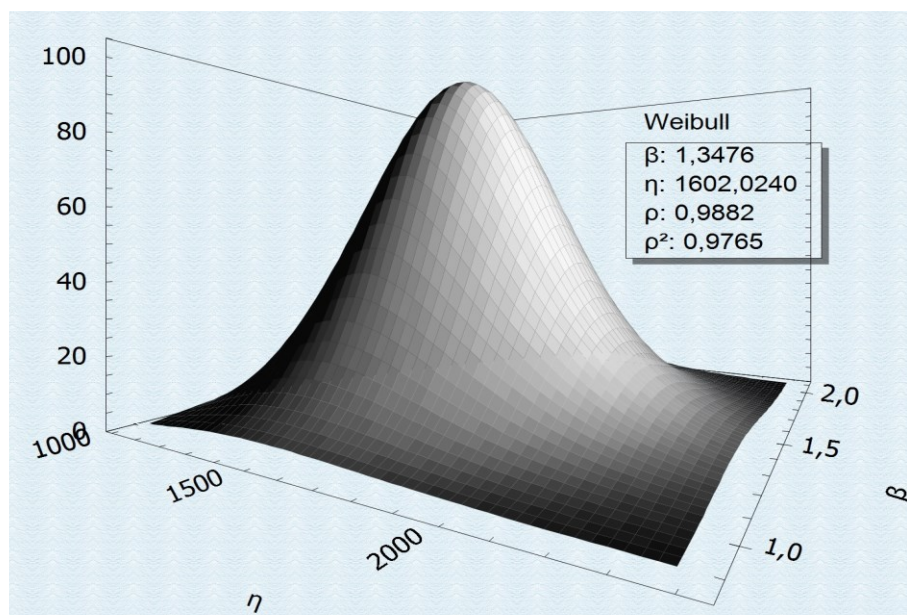


Figure 4.11 Courbe de fiabilité de (Weibull 2.07.9)

4.8.3 Analyse des résultats théoriques

Ci-joint le tableau 4.15 récapitulatif et comparatif des résultats déterminés par calcul à l'aide de la loi de fiabilité.

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} ; \lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} \quad (4.1)$$

Tableau 4.15 Tableau des résultats.

Ordre i	Les valeurs TBF classe croissant	R théorique	F théorique	Taux de défaillance $\lambda(t)$
1	168	0,83271609	0,16728391	6,08546E-05
2	216	0,79028148	0,20971852	7,82416E-05
3	264	0,7500093	0,2499907	9,56286E-05
4	384	0,6580801	0,3419199	0,000139096
5	456	0,60842356	0,39157644	0,000165177
6	552	0,54799389	0,45200611	0,000199951
7	600	0,52006851	0,47993149	0,000217338
8	720	0,45632333	0,54367667	0,000260805
9	816	0,41100051	0,58899949	0,000295579
10	888	0,37998778	0,62001222	0,00032166
11	1008	0,3334124	0,6665876	0,000365128
12	1128	0,29254579	0,70745421	0,000408595
13	1344	0,23119352	0,76880648	0,000486837
14	1440	0,20823098	0,79176902	0,000521611
15	1488	0,19761968	0,80238032	0,000538998
16	1800	0,14066359	0,85933641	0,000652013
17	1920	0,12342235	0,87657765	0,000695481
18	2280	0,0833739	0,9166261	0,000825884
19	2400	0,0731547	0,9268453	0,000869351
20	2760	0,04941725	0,95058275	0,000999754
21	2976	0,03905354	0,96094646	0,001077996
22	3048	0,03610669	0,96389331	0,001104076
23	3168	0,03168106	0,96831894	0,001147544
24	3216	0,03006662	0,96993338	0,001164931

Les résultats mentionnés sont représentés sur les figures (4.12-4.19)

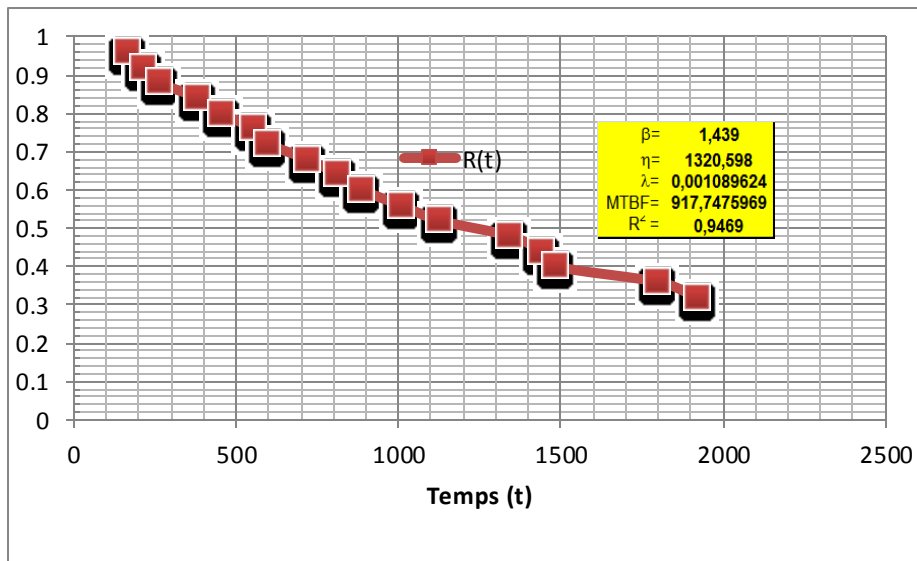


Figure 4.12 Courbe de fiabilité estimée du roulement UC 207

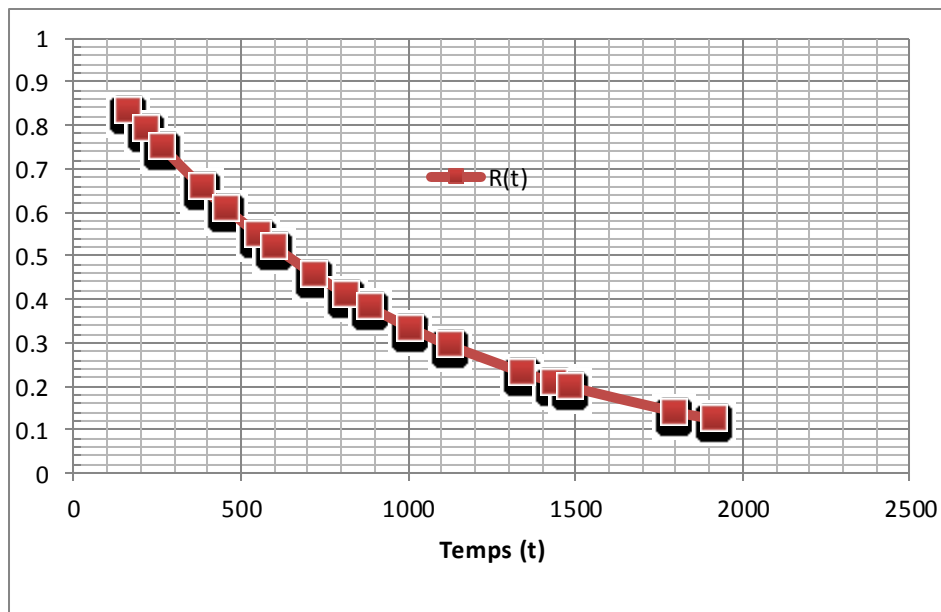


Figure 4.13 Courbe de fiabilité théorique du roulement UC 207

On remarque que les courbes de R_{est} et R_{th} sont très proche l'une de l'autre et donnent une bonne corrélation avec les déterminées par le code de calcul Weibull, figure (4.14). Ceci nous a permis de valider notre travail de diagnostic et d'expertise sur l'élément le plus défaillant afin d'optimiser la maintenance sur cet équipement.

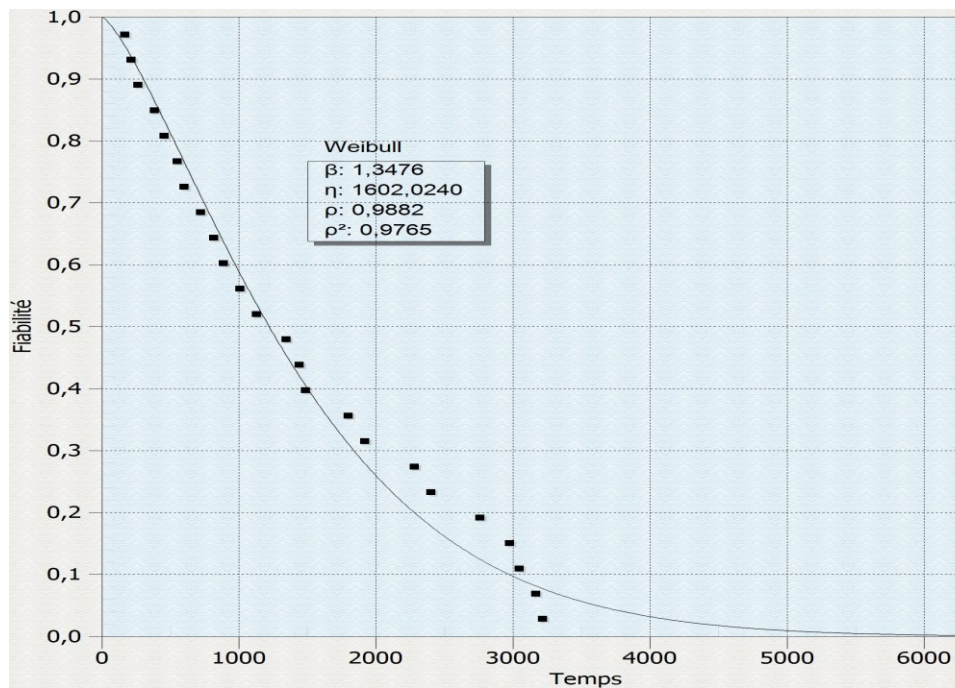


Figure 4.14 Courbe de fiabilité (Weibull 2.07.9)

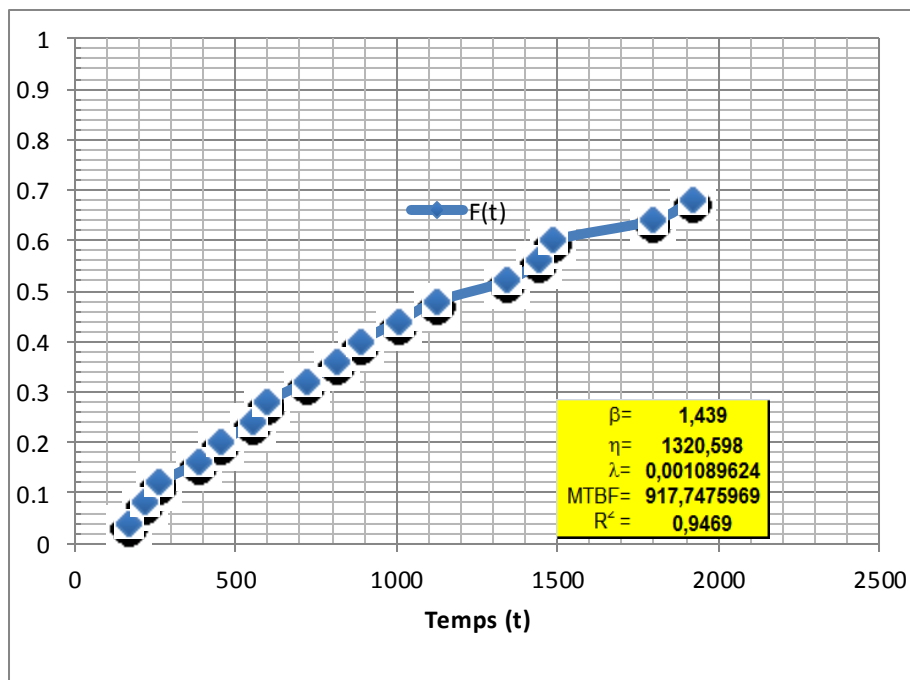


Figure 4.15 Courbe de répartition estimée du roulement UC 207

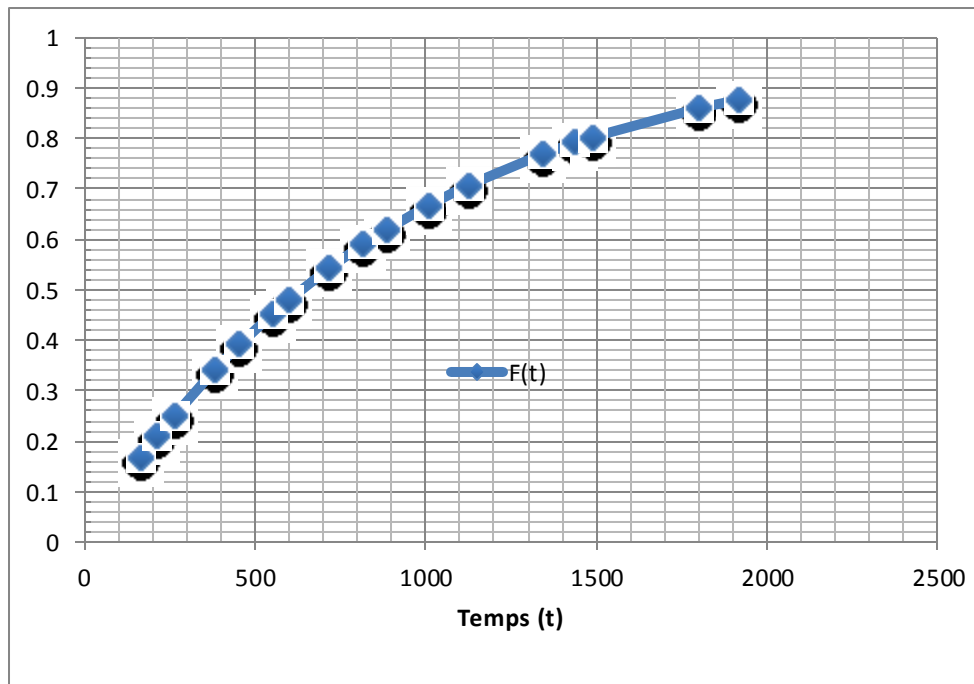


Figure 4.16 Courbe de répartition théorique du roulement UC 207

On remarque que les courbes de F est et F_{th} sont très proches l'une de l'autre et sont en très bonne corrélation avec les résultats de Weibull, voir figure (4.17).

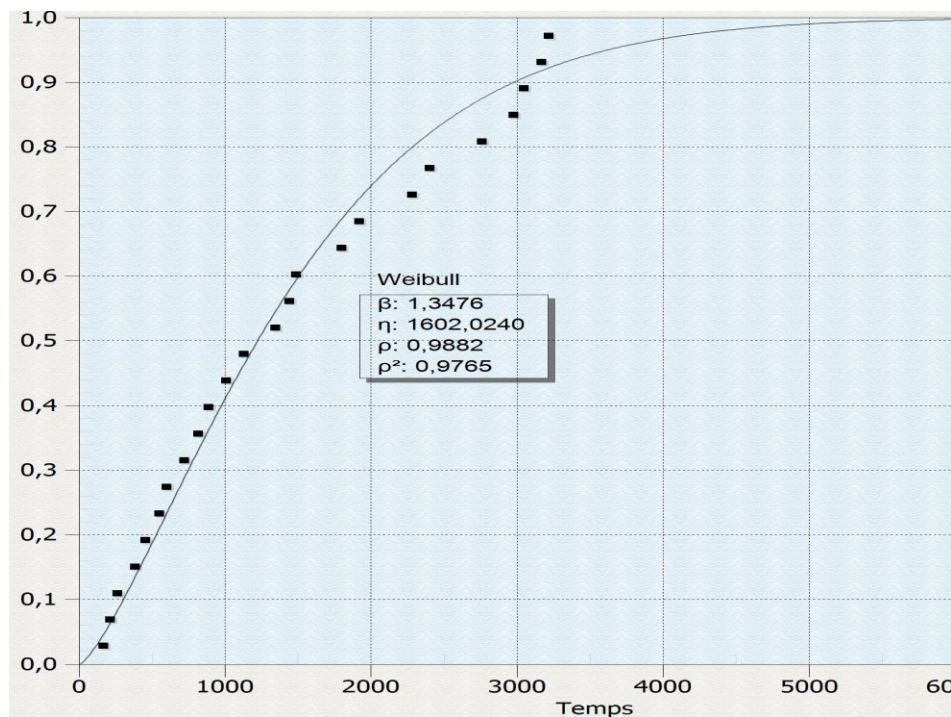


Figure 4.17 Fonction cumulative (Weibull 2.07.9)

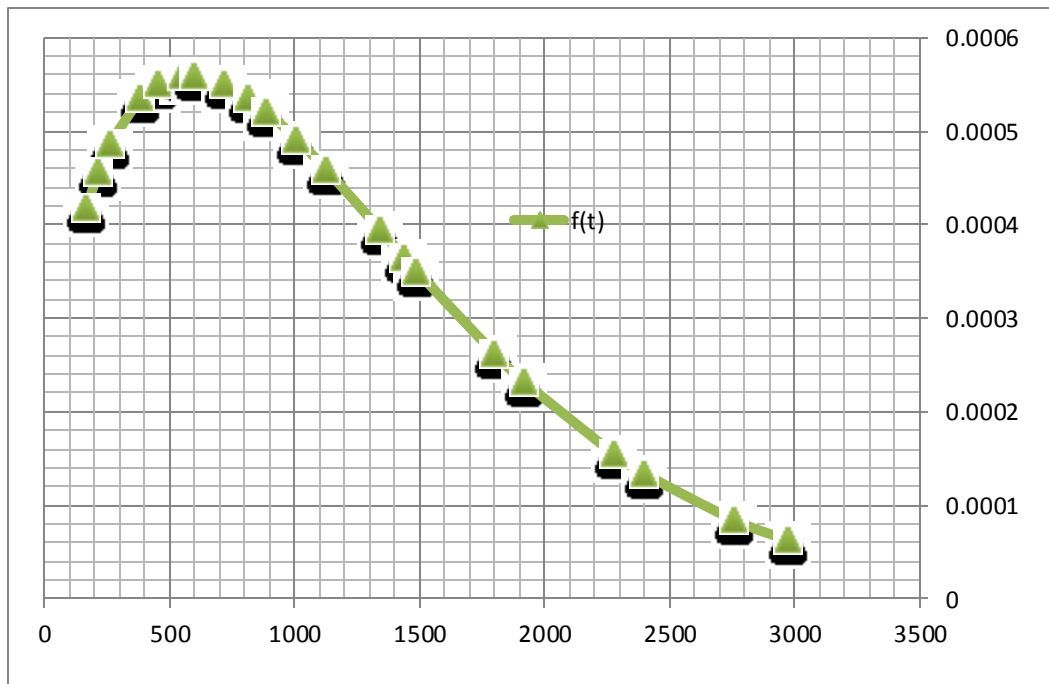


Figure 4.18 La densité de défaillance

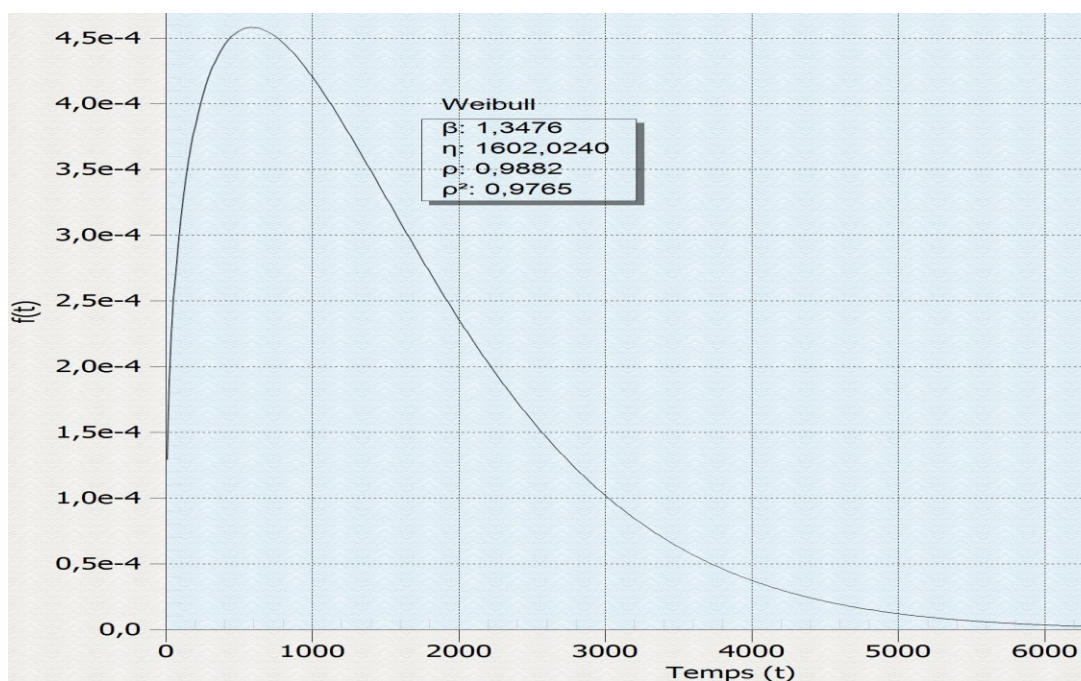


Figure 4.19 La densité de défaillance (Weibull 2.07.9)

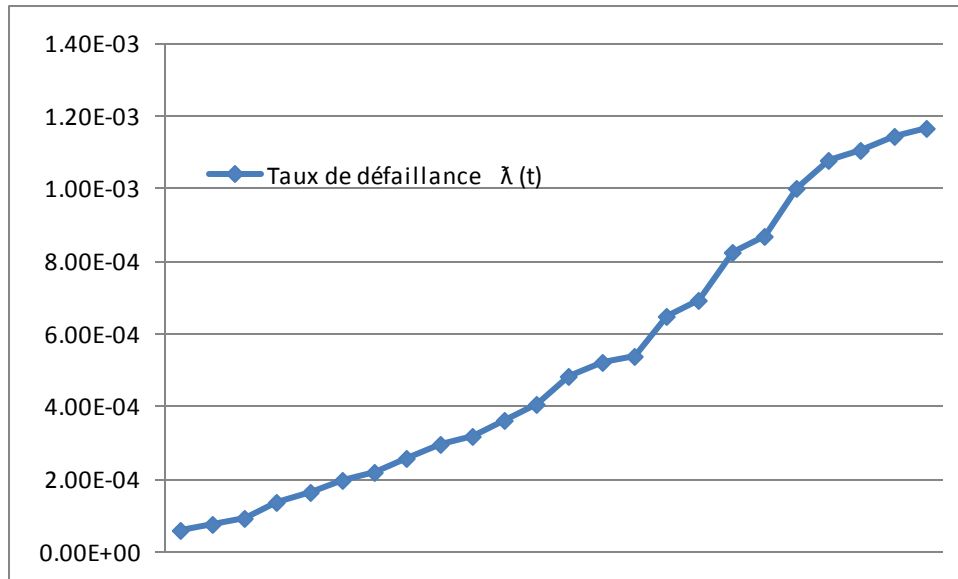


Figure 4.20 Taux de défaillance du roulement UC 207

Le taux de défaillance est bien représenté par un tronçon distinct sur les figure (4.19) et (4.20) et, montre bien que l'organe étudié subit une défaillance, ce qui est confirmé par le paramètre de forme ($\beta = 1.439$), ce qui nécessite au service de maintenance de prévoir un plan préventif pour d'améliorer la production au niveau de l'atelier finissage qui fonctionne actuellement en difficulté, figure 4.21.

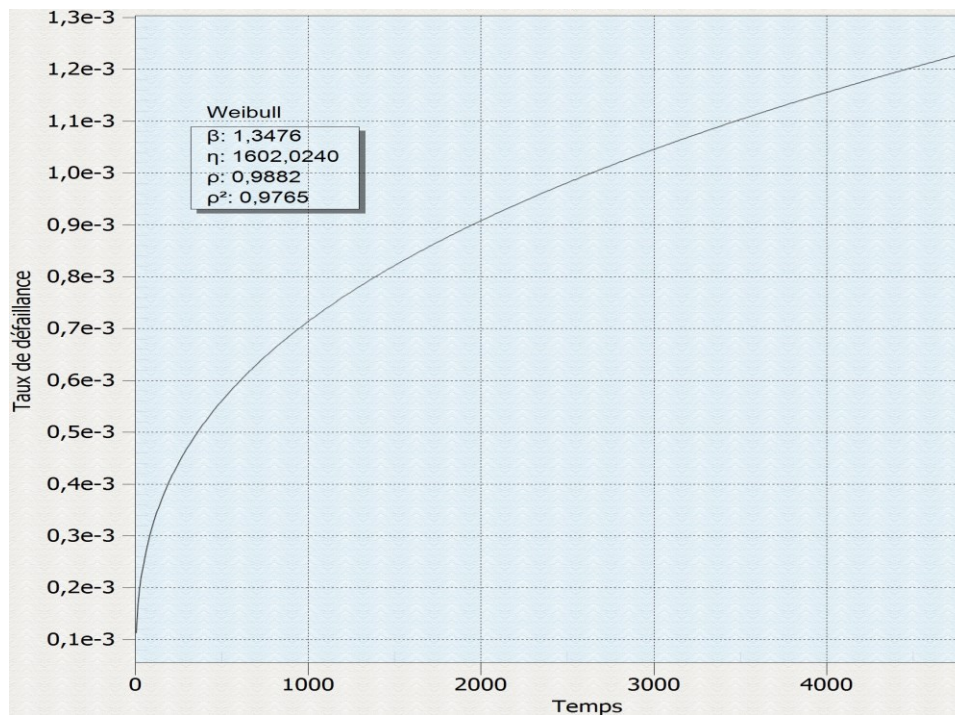


Figure 4.21 Taux de défaillance (Weibull 2.07.9)

4.9 Analyse des résultats trouvés

Le diagnostic de cet organe défaillant, par les méthodes « ABC » et « AMDEC » ; nous a permis de déterminer les paramètres de fiabilité (β , η , λ) et de faire un choix de la politique de la maintenance à appliquer. Dans ce cas on propose au département de maintenance une maintenance préventive basée sur l'espérance de vie et sur des contrôles et des inspections périodiques, avec un suivi rigoureux de cet organe sensible qui peut provoquer l'arrêt de la production et une perte importante du cout au niveau de tous les ateliers de production, en particulier au niveau de l'atelier finissage.

4.10 Conclusion

Le travail décrit dans ce chapitre nous a permis d'analyser les types des défaillances pour le bon entretien des équipements au niveau du complexe « EATIT » Sebdu.

Le choix de notre analyse s'est porté sur l'atelier de finissage qui constitue un goulot d'étranglement, car l'arrêt de l'un de ses équipements perturbe la production. La mise en application de la fiabilité opérationnelle à partir d'une analyse AMDEC est primordiale pour le choix de la politique de la maintenance préventive ou curative, grâce à la détermination des paramètres de la fiabilité de cet équipement sélectionné.

La direction de maintenance au niveau du complexe « EATIT » Sebdu aura donc un outil très efficace pour le suivi des équipements de ses ateliers et pour l'analyse de leur dégradation.

L'avantage de la fiabilité opérationnelle à partir des outils modernes est le cout de l'étude qui est moins cher par rapport à la fiabilité expérimentale qui demande des bancs et des laboratoires sophistiqués avec un personnel hautement qualifié avec des équipements complexes.

Le travail présenté dans ce mémoire nous a permis de déterminer l'évaluation de la fiabilité des équipements industriels et leur optimisation par des diagnostics et des méthodes graphiques et numériques, Il n y a pas des méthodes normalisées pour calculer la fiabilité des systèmes mécaniques, le choix de la méthode à appliquer se fait en fonction des types d'équipement, de la grandeur des équipements, de la qualité de la production, des moyens disponibles et de l'exploitation des équipements.

Dans notre travail, nous avons étudié les principales lois utilisées en fiabilité ainsi que les différentes méthodes pour déterminer les paramètres de fiabilité qui caractérisent le degré de défaillance et permettent de bien suivre l'état des équipements afin de bien choisir correctement le type de la maintenance à appliquer.

Après une étude bibliographique, nous avons relevé les cinq facteurs essentiels pour le calcul de la fiabilité mécanique

- 1- La notion du taux de défaillance, car en mécanique le taux de défaillance est une fonction complexe dans chaque phase de la vie de l'équipement.
- 2- Le recueil des données de la fiabilité est souvent difficile, Il dépend essentiellement de l'organisation et la gestion de la maintenance afin de bien exploiter les données d'exploitation.
- 3- Les défaillances qui ont des origines particulières.
- 4- La méthode d'analyse des défaillances dont les systèmes mécaniques sont de plus en plus complexes et innovants.
- 5- Le choix de la méthode pour l'évaluation de la fiabilité dépendra des objectifs fixés et des outils disponibles.

On a déduit que les équipements de la Pad steam B au niveau de l'atelier de finissage sont les plus sensibles et influent directement sur le cout de la maintenance et sur la production en générale.

En termes de perspective, nous envisageons la détermination des paramètres de fiabilité et la période optimale de maintenance préventive par un code de calcul évolué qui permet d'orienter directement le type de maintenance. Le but est de pouvoir traiter beaucoup plus de données dans un délai très court et de mettre en place une maintenance prévisionnelle gérée par un modèle numérique capable de suivre la dégradation des équipements.

-
- [1] AFNOR : Norme NFX60-010.
- [2] AFNOR : NF EN 13306 X 60-319.
- [3] EFNMS : Fédération européenne des sociétés nationales de maintenance ; 2001.
- [4] François Monchy, « la fonction maintenance : formation à la gestion de la maintenance industrielle », paris, Masson, 1996.
- [5] Driss Bouami, Brahim Herrou, « Optimisation de la démarche d'optimisation de la maintenance », CPI'2004, Casablanca-Maroc.
- [6] AFNOR : « Recueil des normes françaises ». X06, X05, X60, AFNOR 1998.
- [7] Bernard Guy Peret « La Fiabilité Industrielle » édition "Eyrolles" ; 1969.
- [8] Jean-Marie AUBERVILLE « Maintenance industrielle » édition "Marketing" ; paris ; 2004 ; page 216.
- [9] Jean-Marie Auberville « Maintenance industrielle » édition "Marketing" ; paris ; 2004 ; page 218.
- [10] Jean Buffèrne « cours PDF la fiabilité des équipements industrielles » ; 2009.
- [11] M.Bouanaka, M Chaïb, M Bellaouar, « La maintenance basée sur la fiabilité », science & technologie B – N⁰ 31, pp. 35-40.
- [12] Norme AFNOR X60-10, 1988.
- [13] Jean Claude Ligeronet, Patrick Lyonnet « La fiabilité en exploitation ; organisation et traitement des données » Edition Lavoisier Paris, 1993.
- [14] Pareto « Cours d'économie politique » Lausanne, Switerzland ; 1896.
- [15] Jean Foucher « Pratique de l'AMDEC » Edition, "Dunod", paris, 2004.
- [16] Schaeffler « Technologies AG&Co.KG, Black Séries » ; FAG, Edition, 2012.

Références Internet :

- [http:// www.technologuepro.com/cours-maintenance-industrielle.htm](http://www.technologuepro.com/cours-maintenance-industrielle.htm)
- [http:// www.memoireonline.com](http://www.memoireonline.com)
- [http:// icbf.paresperso-orange.fr/btsmain/cours/mtbf.htm](http://icbf.paresperso-orange.fr/btsmain/cours/mtbf.htm)
- [http:// www.maintenance-préventive.com/méthode-amdec-30.html](http://www.maintenance-préventive.com/méthode-amdec-30.html)
- [http:// www.maintenance-préventive.com/méthode-diagramme-pareto-60.html](http://www.maintenance-préventive.com/méthode-diagramme-pareto-60.html)
- www.jean-buffèrne.com
- [http:// www.numdam.org](http://www.numdam.org)
- [http:// chahmann.free.fr](http://chahmann.free.fr)

Résumé

Ce travail présente le développement des outils d'aide à la décision pour l'établissement de la politique de la maintenance à appliquer afin d'optimiser l'exploitation des équipements de l'atelier de finissage au niveau du complexe «EATIT» Sebdo. La fiabilité montre qu'elle est un outil d'aide à la décision pour l'optimisation des stratégies de maintenance. Pour se faire elle se base sur la méthode «ABC» et l'analyse par «AMDEC». Ce mémoire traite une méthode d'optimisation de la maintenance basée essentiellement sur la méthode de Pareto à laquelle on a ajouté d'autres outils d'analyse comme le modèle de Weibull, qui permet de remonter jusqu'aux causes initiales de l'anomalie ou de dysfonctionnement. La finalité de cette recherche est de cibler les actions de maintenance à mettre en place en vue d'une rentabilité optimale. Pour concrétiser la méthode, nous l'avons appliquée pour les équipements de l'atelier de finissage. Les résultats vont permettre d'identifier les éléments critiques et en suite définir un plan d'action d'une maintenance préventive qui conduit à la réduction des coûts de maintenance tout en visant l'augmentation du bénéfice de l'entreprise.

Mots clés: Fiabilité, Défaillance, Maintenance industrielle, Taux de défaillance, Maintenance préventive.

Abstract

This work presents the development of decision support tools for the establishment of the maintenance policy to be applied to optimize the use of the finishing shop equipment at "EATIT" Sebdo. The MBF has shown that it is a tool for decision support for optimizing maintenance strategies. To do it is based on three tools namely the "ABC" method, criticality matrix and the FMEA grid. But unfortunately the method does not determine the root causes of the failure. This brief discusses an optimization method for maintenance which is essentially based on the method of Pareto to which was added other tools to go back to the root causes of the anomaly or malfunction while determining entities criticisms that require optimal maintenance plan. The purpose of the approach is to target the maintenance actions to implement in order to maximize profitability. To implement the method, we applied for the equipment of the finishing shop, which identifies the critical elements and then define an optimal service action plan. The method results in lower maintenance costs while the benefits directly to the company.

Keywords: Reliability, Failure, Industrial maintenance, Failure rate, preventive maintenance.

ملخص

يتعرض هذا العمل لتطوير أدوات أخذ القرار لإنشاء سياسة الصيانة تساعد مصلحة الصيانة على استخدامها الأمثل للحفاظ على نجاعة المعدات في ورشة التجهيز بمركب النسيج "المؤسسة الجزائرية للأنسجة الصناعية والتقنية" EATIT " سبدو. أظهرت طريقة MBF كأداة لدعم اتخاذ القرارات لتحسين استراتيجيات الصيانة. للقيام بتحليل دقيق يقوم مسنول الصيانة بتطبيق أدوات النوعية "ABC وطريقة AMDEC.

يناقش هذا البحث الأسلوب الأمثل لأعمال الصيانة التي تقوم أساسا على طريقة Pareto والتي أضافت إليها أدوات أخرى تساعد على إيجاد الأسباب الجذرية للتلف أو الخلل، في حين تحديد طريقة WEIBULL تساعد على التحليل الدقيق و الانتقادات التي تتطلب خطة الصيانة المثلى في اكتشاف نقاط الضعف. والغرض من هذا المنهج هو استهداف إجراءات الصيانة من أجل تطوير الصيانة ومنع التدهور و الفشل الكلي و النسبي.

هذه الطرق الحديثة تحدد العناصر الأساسية لمتابعة تدهور الآلات و المعدات و تطبيق الصيانة الوقائية. نتائج هذا البحث تساعد في تخفيض تكاليف الصيانة و مضاعفة الفوائد المباشرة و الغير مباشرة للمؤسسة. كلمات البحث: النجاعة، الفشل، الصيانة الصناعية، معدل الفشل، الصيانة الوقائية.

Introduction générale

Conclusion générale

Liste des tableaux



Bibliographie



Sommaire

Liste des figures

Nomenclature
