

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

BADJI MOKHTAR ANNABA-UNIVERSITY
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA



جامعة باجي مختار عنابة

FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIORAT
DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

MEMOIRE

PRESENTE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

INTITULE

**Augmentation de la Disponibilité de la Table à Rouleaux et Vérin
du Tourniquet de la MCCR
"ACE"
SIDER-Annaba**

DOMAINE : SCIENCES ET TECHNOLOGIE

FILIERE : GENIE MECANIQUE

SPECIALITE : MAINTENANCE INDUSTRIELLE ET FIABILITE MECANIQUE

PRESENTE PAR :

ZOUAOUI RAMZI

DIRECTEUR DU MEMOIRE : Mr. KALLOUCH A.

DEVANT LE JURY

PRÉSIDENT: Pr. KHELIF R

Université Badji Mokhtar Annaba

EXAMINATEURS:

1. Dr BOURENANE R

Université Badji Mokhtar Annaba

2. Mr KALLOUCH A

Université Badji Mokhtar Annaba

3. Dr BOUDECHICHE S

Université Badji Mokhtar Annaba

Année : 2016/2017

Résumé

L'industrie métallurgique est la source de tout développement industriel. L'ancienneté des équipements de production de l'acier, nous oblige à trouver des solutions pour donner une deuxième vie aux équipements existants. Apporter, des modifications qui peuvent augmenter la disponibilité, réduire le taux de défaillance pour une productivité meilleure. Pour la MCCR, la table à rouleaux et le vérin de tourniquet peuvent présenter un handicapé au bon déroulement du processus de production de l'acier. Par ce travail une contribution pour améliorer les indicateurs de maintenance ne sera que profitable à l'entreprise.

Les Mots Clé

- Roulement
- Palier
- L'étanchéité
- FMD

Table des Matières

Introduction Générale

Chapitre I : Généralité sur l'entreprise

I.1- Historique du complexe SIDER.....	1
I.1.1- Organisation de l'usine.....	2
I.2- Généralité Sur L'unité Aciérie Electrique "ACE".....	3
I.2.1- Description Des Installations:.....	3
I.2.2- Les ateliers principaux comprennent.....	3
I.3- Découpage zonale "ACE".....	5
I.4- Processus.....	6
I.5- Organisation Du Département Maintenance.....	7
I.6- Historique de la coulée continue radiale.....	8
I.6.1- Présentation de la coulée continue.....	8
I.6.2- Description et composition de la coulée continue radial	8
I.6.3- Principe de fonctionnement de la " MCCR ".....	9
I.6.4- Programme de production.....	10
I.6.5- Caractéristique technique et générales.....	10

Chapitre II : Notion sur la Maintenance

II.1- Généralité sur la maintenance	11
II.1.2- Définition de la maintenance	11
II.2- Rôle de la maintenance	11
II.3- Organigramme de différentes formes de maintenance.....	12
II.4- Les différentes formes de maintenance.....	13
II.5- Les opérations de maintenance	13
II.6- Objectifs de la maintenance.....	14
II.7- Choix d'une politique de maintenance	15
II.8- Les Cinq Niveaux de Maintenance	15
II.9- Politique de maintenance au niveau de la "ACE".....	15

Chapitre III : Concept sur la FMD

III.1- Introduction.....	17
III.1.2- Loi de probabilité	17
III.1.3- Loi de weibull.....	17
III.2- Signification des paramètres du modèle de weibull.....	18
III.3- Test de Kolmogorov–Smirnov.....	20
III.4- Paramètres de calcul (Fiabilité, Maintenabilité et Disponibilité)	21
III.4.1- Le dispositif réparable.....	22
III.4.2- Dispositifs Non réparables.....	22
III.4.3- La Fiabilité.....	22
III.4.4- La Maintenabilité.....	23
III.4.5- La Disponibilité.....	24
III.5- Rappel des objectifs de chapitre III	25

Chapitre IV : Mesure des inducteurs de Maintenance

Introduction	
IV.1- Historique des Pannes de l'Unité Acierie électrique "ACE".....	26
IV.1.2- Diagramme Circulaire d'après Heurs d'Arrêts "ACE"	28
IV.2- Méthodes d'analyse prévisionnelle ABC (Pareto).....	29
IV.2.1- Analyse ABC (Pareto) "MCCR"	29
IV.2.2- La courbe d'analyse ABC "MCCR".....	30
IV.3 - Etude FMD 1 ^{er} Cas " Table à Rouleaux".....	30
IV.3.1- Calcul les paramètres de weibull.....	30
IV.3.2- Recherche des valeurs des trois paramètres.....	31
IV.3.3- Test (Kolmogorov-Smirnov).....	32
IV.3.4- Exploitation les paramètres de Weibull.....	33
IV.4- Etude de la fiabilité R(t).....	34
IV.4.1- Les Courbes caractéristiques de la" Table à Rouleaux ".....	35
Courbe de fiabilité R(t).....	35
Courbe fonction de répartition F(t).....	35
Courbe de densité de probabilité f(t).....	36
Courbe du taux de défaillance $\lambda(t)$	36
IV.5- Calcul la Maintenabilité M(t).....	37
Courbe de la fonction de Maintenabilité M(t).....	37
IV.6- Le Calcul de la disponibilité D(t).....	38
Disponibilité intrinsèque au asymptotique.....	38
Disponibilité instantanée.....	38
IV.6.1- Calcule de D(i), D(int).....	39
IV.6.2- Les Courbes de Disponibilité.....	40
Courbe de disponibilité D(t).....	40
Courbe de disponibilité D(int).....	40
IV.7- Etude FMD 2 ^{em} Cas " Vérin de Tourniquet ".....	41
IV.7.1- Calcul les paramètres de weibull.....	41
IV.7.2- Recherche des valeurs des trois paramètres.....	41
IV.7.3- Test (Kolmogorov-Smirnov).....	42
IV.7.4- Explication les paramètres de Weibull.....	42
IV.8- Etude de la fiabilité R(t).....	43
IV.8.1- Les Courbes caractéristiques du "Vérin du Tourniquet".....	43
Courbe de fiabilité R(t).....	43
Courbe fonction de répartition F(t).....	44
Courbe de densité de probabilité f(t).....	44
Courbe du taux de défaillance $\lambda(t)$	45
IV.9- Calcul la Maintenabilité.....	45
Courbe de la fonction de Maintenabilité.....	45
IV.10- Le calcul de la disponibilité D(t).....	46
Disponibilité intrinsèque.....	46
Disponibilité instantanée.....	46
IV.10.1- Les Courbes de la Disponibilité du "Vérin du Tourniquet".....	47
Courbe de disponibilité D(t).....	47
Courbe de disponibilité D (int).....	47
Conclusion partielle.....	48

Chapitre V : Actions à Entreprendre

V.1- Amélioration et entretien 1 ^{er} Cas "Table à Rouleaux".....	49
V.1.2- Description de la table à rouleaux.....	49
V.1.3- Les composants de voie d'rouleaux.....	49
V.1.4- Problématique.....	50
V.2- Proposition d'amélioration.....	50
V.3- Amélioration et entretien 2 ^{ème} Cas "Vérin du Tourniquet".....	52
V.3.1- Principe de fonctionnement du vérin de la "MCCR".....	52
V.3.2- Les composants de vérin.....	52
V.3.3- Problématique.....	53
V.4- Proposition d'amélioration.....	53
V.4.1- Révision du vérin.....	55

Conclusion Générale

Annexes des fiches

Bibliographie



www.univ-annaba.dz

Liste Des Figures

Chapitre I : Généralité sur l'entreprise

Figure (I.1) : Organisation de l'usine.....	2
Figure (I.2) : Découpage zonale "ACE".....	5
Figure (I.3) : Processus.....	6
Figure (I.4) : Organisation Du Département Maintenance.....	7

Chapitre II : Notion sur la Maintenance

Figure (II.1) : Organigramme de différentes formes de maintenance.....	12
---	-----------

Chapitre III : Concept sur la FMD

Figure (III.1) : Courbe en baignoire du taux de défaillance λ fonction de temps.....	19
Figure (III.2) : Influence de β sur $R(t)$, $f(t)$, $\lambda(t)$.....	19
Figure (III.3) : représentation de la disposition réparable	22
Figure (III.4) : Chronogramme pour les matériels non réparables.....	22
Figure (III.5) : Allure de la courbe de Maintenabilité.....	23

Chapitre IV : Mesure des Inducteurs de Maintenance

Figure (IV.1) : Diagramme Circulaire Heures d'arrêts "ACE".....	28
Figure (IV.2) : La Courbe "ABC".....	29
Figure (IV.3) : Papier de WeiBull en logiciel statistique "Table à Rouleaux".....	31
Figure (IV.4) : La Courbe De la Fonction Fiabilité $R(t)$.....	35
Figure (IV.5) : Courbe fonction de réparation $F(t)$.....	35
Figure (IV.6) : la Courbe densité de probabilité $f(t)$.....	36
Figure (IV.7) : Courbe de la fonction de taux de défaillance $\lambda(t)$.....	37
Figure (IV.8) : La Courbe de Maintenabilité $M(t)$.....	37
Figure (IV.9) : La Courbe de disponibilité instantanée $D(t)$.....	40
Figure (IV.10) : La Courbe de disponibilité intrinsèque $D(int)$.....	40
Figure (IV.11) : Papier de WeiBull en logiciel statistique "Vérin du Tourniquet".....	41
Figure (IV.12) : La Courbe De la Fonction Fiabilité $R(t)$.....	43
Figure (IV.13) : Courbe fonction de répartition $F(t)$	44

Figure (IV.14) : La courbe densité de probabilité $f(t)$	44
Figure (IV.15) : Courbe de la fonction de taux de défaillance $\lambda(t)$	45
Figure (IV.16) : La Courbe de Maintenabilité $M(t)$	45
Figure (IV.17) : La Courbe de disponibilité instantanée $D(t)$	47
Figure (IV.18) : La Courbe de disponibilité intrinsèque $D(t)$	47

Chapitre V : Amélioration et Recommandations pour les Systèmes Voies de Rouleaux et Vérin du Tourniquet

Figure (V.1-2) : Les Composants de voie de rouleaux.....	49
Figure (V.3-4) : Problématique.....	50
Figure (V.5-6) : Refroidissement avec arrosage à l'eau.....	50
Figure (V.7-8) : Refroidissement avec bassin de récupération.....	51
Figure (V.9-10-11) : Proposition d'une bague de cuivre.....	51
Figure (V.12) : Vérin de Tourniquet.....	52
Figure (V.13) : Vérin de Tourniquet Coupe A-A.....	52
Figure (V.14-15) : Problématique.....	53
Figure (V.8) : Refroidissement à l'air comprimé.....	54

Liste des Tableaux

Chapitre II : Notion sur la Maintenance

Tableau (II.1) : Les Cinq Niveaux de Maintenance	15
---	-----------

Chapitre IV : Mesure des Inducteurs de Maintenance

Tableau (IV.1) : Dossier historique de l'unité "ACE"	27
Tableau (IV.2) : Classements des équipements par apport "TA"	28
Tableau (IV.3) : L'analyse ABC (Pareto)	29
Tableau (IV.4) : Fonction de réparation réelle.....	31
Tableau (IV.5) : Test de Kolmogorov-Smirnov.....	32
Tableau (IV.6) : fiabilité $R(t)$, $F(t)$ et $\lambda(t)$.....	34
Tableau (IV.7) : La maintenabilité de la "table à rouleaux".....	37
Tableau (IV.8) : Tableaux des disponibilités de $D(i)$, $D(int)$.....	40
Tableau (IV.9) : Fonction de réparation réelle.....	41
Tableau (IV.10) : Test de kolmogrov-Smirnov.....	42
Tableau (IV.11) : Calcul de fiabilité $R(t)$, $F(t)$ et $\lambda(t)$.....	43
Tableau (IV.12) : La maintenabilité du "vérin de tourniquet"	45
Tableau (IV.13) : Tableaux des disponibilités de $D(i)$, $D(int)$.....	46

Chapitre V : Amélioration et Recommandations pour les Systèmes Voies de Rouleaux et Vérin du Tourniquet

Tableau (V.1) : Les Composants de voie de rouleaux.....	49
Tableau (V.2) : Les Composants du vérin.....	53
Tableau (V.3) : Tableau des types de joints.....	54

Introduction

L'économie de tout pays se base essentiellement sur l'essor de son industrialisation et l'épanouissement de sa société. Aujourd'hui, l'automatisation et la robotique sont des outils de taille pour l'augmentation de la productivité de tout secteur économique.

La métallurgie est le fer de lance pour les industries de la branche automobile, manufacture, de transformation, le bâtiment etc.....Quant ce secteur de l'industrie marche toutes les autres branches industrielles fonctionnent puisqu'elles utilisent la matière première (fonte, aciers, alliages...) issue de la métallurgie.

Avec le phénomène actuel de la mondialisation ou la concurrence internationale devient de plus en plus impitoyable dans le monde de l'économie. Toute entreprise digne de ce nom se doit d'augmenter et d'améliorer sa production et cela au moindre coût. Pour arriver à ce but, la fonction de maintenance devient un véritable outil de compétitivité et de progrès.... Au cours de notre stage effectué dans la plus grande usine sidérurgique d'Afrique et du monde arabe, le SIDER-El hadjar, nous avons constaté que cet outil vital qu'est la maintenance ne joue pas pleinement sur rôle. En ce qui nous concerne, nous avons essayé de faire de notre mieux en mettant d'abord nos connaissances acquises lors de notre cursus universitaire en application et de contribuer ensuite à l'amélioration de la production au service de l'unité « ACE ».

I.1- Historique du Complexe SIDER: [1]

Avant le 1962 et exactement au moment du programme tracé par le gouvernement français appelé plan 58 pour l'est algérien a été prévu un haut fourneau dans le but de transformer le minerai de fer « l'Ouenza » et d'expédier la fonte en France pour transformation.

Après l'indépendance, pour répondre aux impératifs économiques, la politique algérienne vise à équiper le pays d'usines capables de développer tous les secteurs de l'économie. Dans ce cadre, le secteur sidérurgie- métallurgie a bénéficié d'une attention particulière et en 1964 est créée la société nationale de sidérurgie (SNS) lancée en 1969 à la naissance du premier haut fourneau ; d'une tube rive spirale (TUS), en 1972 ; une aciérie à oxygène (ACO1) et un laminoir à chaud (LAC) ; une tube sans soudure (TSS) et en 1979 un laminoir à fil rond (LFR).

La SIDER réalise des travaux d'extension du complexe pour porter la capacité à 200,000 tonnes/an.

En 1980 on assiste à une décentralisation du complexe. Le complexe a donc été divisé en secteurs de production. Le complexe, principale centre de la sidérurgie de base du pays, a pour mission de valoriser le minerai de fer national et de fabriquer les semi- produits sidérurgiques nécessaires aux autres branches du secteur de l'industrie ; c'est donc conformément à cette mission que la configuration actuelle du complexe a été arrêtée.

Le complexe est structuré en quatre zones de production érigées en sous directions.

1) La zone matière en fonte (MPF) :

- ◇ La cokerie
- ◇ La préparation de la matière et agglomération 1 et 2 (PMA)
- ◇ Les hauts fourneaux 1 et 2 (LHF)

2) La zone des produits plats :

- ◇ laminoir à chaud (LAC)
- ◇ Laminoir à froid (LAF)

3) La zone de produits longs (PLG) :

- ◇ Aciérie à oxygène N°1 (ACO1)
- ◇ Aciérie à oxygène N°2 (ACO2)
- ◇ Aciérie électrique (ACE)
- ◇ Laminoir à fils ronds avec ateliers de dressage (LFR)

4) La zone tubes sans soudure :

- ◇ Tubes sans soudures (TSS)
- ◇ laminoir à tubes (LAT)
- ◇ parachèvement à tube (PAT)

En outre le complexe pour ses besoins en énergie et fluide est équipé de :

03 centrales thermiques d'une capacité totale de 65 KW /H

04 centrales à oxygène d'une capacité totale de 35000 m³/h

03 usines à eau d'une capacité totale de 28400 m³/h

I.1 .1-Organisation de l'usine: [1]

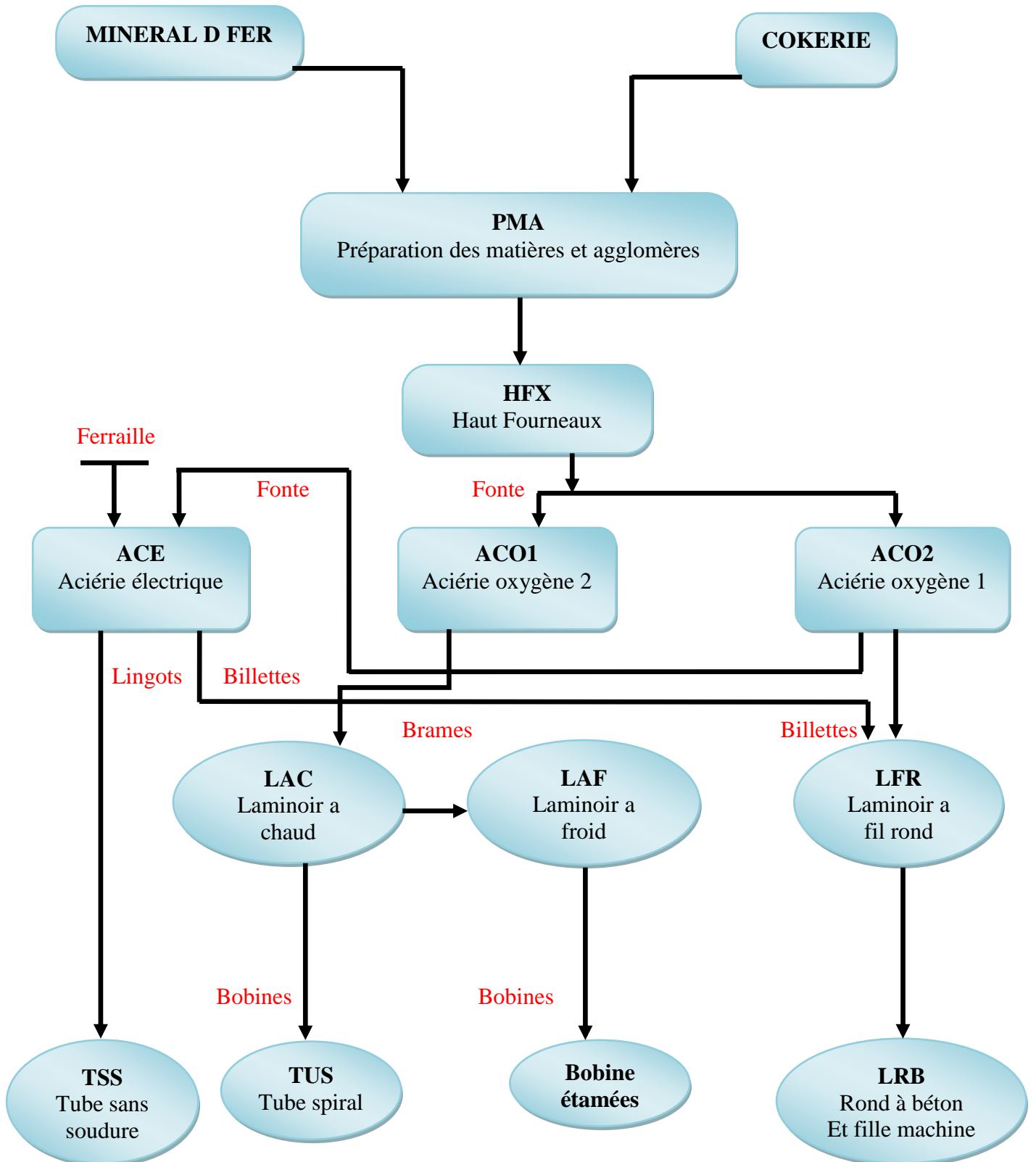


Figure (I.1) : Organisation de l'usine

I.2- Généralité Sur L'unité Aciérie Electrique "ACE": [2]

L'aciérie électronique destinée à fonctionner avec l'acier liquide.

Actuellement elle est utilisée pour produire des aciers ordinaires et semi- durs à partir de la ferraille. Le changement du four se fait en deux échelons, pendant le premier échelon, la charge de ferraille est de 70% : lorsque cette charge fond, on ajoute la deuxième charge de 30% et le même processus se répète.

Après fusion totale du métal, prélève un échantillon pour l'analyser. Si la teneur en carbone est normale on procède à la coudée qui se fait dans des lingotières, on les remplit à tour de rôle jusqu'à ce qu'il ne reste plus d'aciers dans la poche. Quand le métal est sollicité, les lingots d'acier sont exorait des lingotières. Les lingots sont ensuite placés dans le parc suivant la nuant, la longueur, le poids,.....etc.

Après le contrôle, ces lingots sont envoyés à la tube sans soudure et sont pesée puis, ils subissent des déformations jusqu'à ce qu'ils prennent la forme de tube, ils sont ensuite contrôlés et enfin expédiés, le processus de toute l'usine s'achève ainsi.

I.2.1- Description Des Installations:

Les équipements de production de l'aciérie sont repartis dans ateliers suivants :

- ↻ Four (EBT) (fusion de la charge) : produit acier liquide brut.
- ↻ Four poche (LHF) (affinage- traitement de l'acier) : produit acier liquide conforme.
- ↻ Coulée en source (CES) : produit lingots bruts.
- ↻ Coulée continue radiale (CCR) : produite billettes carrées brutes.
- ↻ Atelier de continue horizontal (HCC) : produit lingots, billettes carrées et rondes conformes, ces ateliers sont desservis par les principales installations annexes suivantes.
- ↻ Approvisionnement (magasinage- distribution).
 - ✓ Parc à ferrailles.
 - ✓ Parc des additions.
 - ✓ Magasin des additions réfractaires.
- ↻ Fluides (salle des pompes 1et 2).
- ↻ Réfractaire (maçonnage et démolition).
- ↻ Sous station électrique.

I.2.2- Les ateliers principaux comprennent: [2]

1-Four EBT

C'est un four a trou e coulée excentre par le fond qui dispose un cuve équipé de panneaux refroidis a l eau

-contenance u four : 95 tonnes

-poids e coulée : 80 tonnes

2-Four poche LHF

Le four poche a été installé dans le but dd ajuster la température de chauffage homogénéisation de l acier (barbotage de l acier avec un gaz inerte : argon ou azote) la désoxydation et la mise a la nuance de l acier avec décantation et l'élimination des inclusions non métalliques

3-Coulée continue radial (CCR)

Installation est prévue pour couler des biellettes de 100*100 mm, 130*130 mm et 160*160 mm

Charge normal de la poche : 80 tonnes

Longueur e coupe maximum : 12 m

Longueur de coup minimum : 06 m

La coulée continue radiale est composée essentiellement des équipements suivant :

- tourniquet giratoire a poche
- chariot porte répartiteur et répartiteur
- Lingotières
- Oscillateurs de lingotières
- Bâti-guide
- Chambre a vapeur
- Extracteur-redresseurs
- Système d évacuation
- Dispositif d oxycoupage

4-Coulée continue horizontale (HCC) :

Installation est prévue pour couler des blooms de ϕ 190, 225,270 ,345

La coulée continue horizontale compose de :

- Répartiteurs
- L'union de tundish et la lingotière
- Lingotière
- Machine d extraction
- Installation d oxycoupage
- Système d'évacuation

5-Coulée en source (CES) :

Installation est prévue coulée des lingots :

- Ronds ϕ : 190, 225, 270, et 345
- Dodécagonaux ϕ : 3003 350, 410, et 500,

Atelier de conditionnement :

L'atelier dispose des moyens de réparation des lingots :

- Flammage pour les aciers les plus doux
- Moulage et ou burinage pour les nuances plus dures les installations annexes comprennent

6-Parc a ferraille :

L'acier est équipé d un parc a ferraille constitue de 07 loges destinées a recevoir

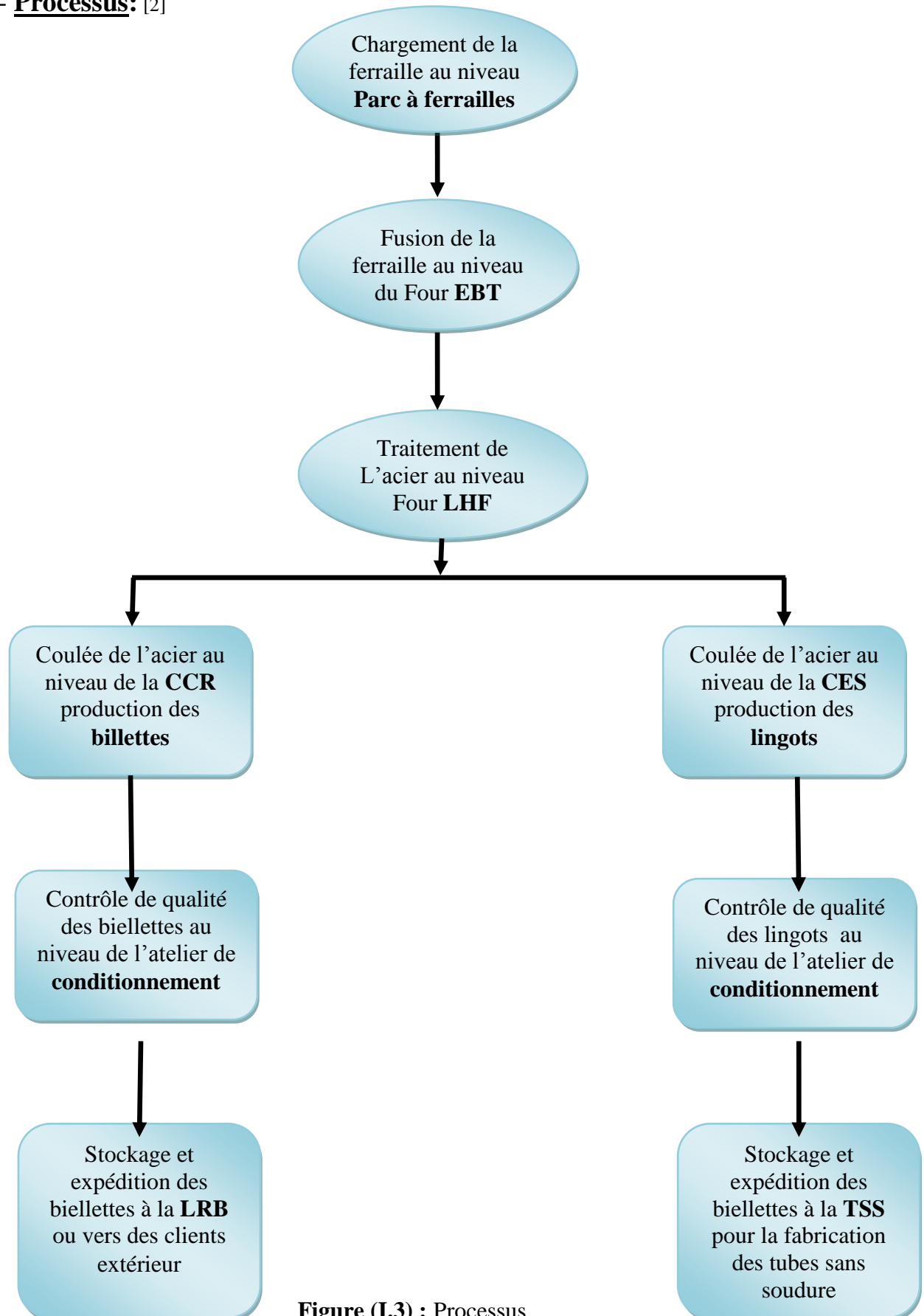
De différents types de ferraille (ferraille lourde, moyenne et légère) et de deux ponts roulants de 20 et 40 tonnes pour le chargement de ferraille, la capacité actuelle est de 1700 tonnes

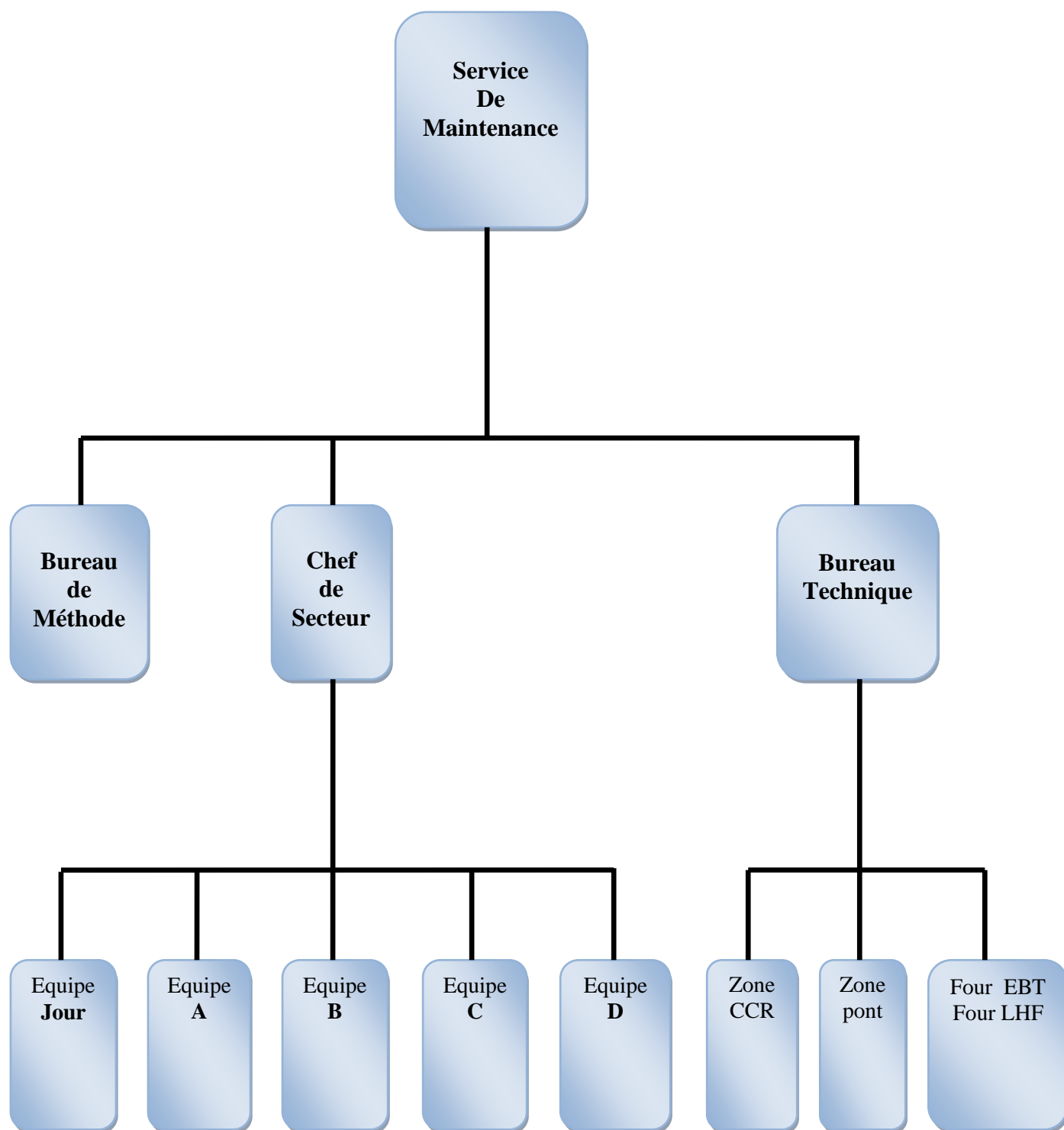
7-Salle des pompes 1 et 2 :

Elles regroupent l'ensemble des pompes de circulation et de relevage pour le refroidissement des installations : four EBT, four LHF, CCR, HCC,

8-Sous station électrique :

Elle est reliée au poste électrique principal (63KW) par une galerie d une longueur environ 600 m

I.4- Processus: [2]**Figure (I.3) :** Processus

I.5- Organisation Du Département Maintenance: [2]**Figure (I.4) :** Organisation Du Département Maintenance

I.6- Historique de la coulée continue radiale: [2]

Quoi que de réalisation récente, l'idée de la coulée continue est assez ancienne.

Elle remonte au milieu de 19^{ème} siècle, avec G.ESELLERS (1840) J. LAING (1843) et surtout HBESSEMER (1846) mais les possibilités techniques de l'époque on empêchait la mise en œuvre.

Dans les années 1930, elle pût être appliquée avec succès, sous différentes formes, aussi alliages non ferreurs à basses températures de fusion.

Pour les métaux ferreux, leur température de fusion élevées et leurs mauvaises propriétés thermique on longtemps constitué un obstacle aussi réalisations pratiques, si bien que les premiers essais de coulée continue de l'acier couronnés de succès ne remontant qu'aux environs de 1942-1945 (à la base de ces succès, le système d'oscillation de la lingotière mis on point en 1933 par SIEGFRIED JUNGHANS).

Les premières machines pilâtes et semi- industrielles furent construites entre 1946 et 1950 ; c'était des machines à billettes à une ou deux lignes : LOW MOOR, en GRANDE – BRETAGNE (1946), BABCOCK et WILGOX, aussi ETATS-UNIS (1948), en Autriche (1949), MANNESMANN, HUCKINGEN, en république et à partir de 1962-1963 le procédé, définitivement lancé, progressant de façon ininterrompu pour atteindre le caractère achevé qu'il a acquis aujourd'hui.

I.6.1- Présentation de la coulée continue radiale :

Schématiquement le procédé de coulée continue consiste essentiellement :

- ❑ A former de façon continue, dans une lingotière ouverte à ses deux extrémités et une carapace de métal solide assez résistance pour contenir le métal liquide.
- ❑ A faire avancer cette carapace, qui est détachée de la lingotière grâce à la contraction du métal, et achever la solidification de celui-ci par aspersion d'eau.
- ❑ Les raisons majeurs dès l'origine, on rendue ce procéder très attractif par rapport à la coulée classique en lingots sont L'amélioration du rendement métallique de la coulée en effet, la rotassure, qui était à l'origine de forts chutes chutages dans les lingotières d'acier clamé est éliminée du fait de l'alimentation en continue de lingotière :
 - La possibilité de coulée de produit de plus faible section, directement adoptes aux laminoirs finisseurs sans avoir à passer par un blooming ou un slobbing, ce qui représente un gros avantage en matière d'investissement et de pris de revient par la suite, d'autres avantages sont apparus ou se sont affirmés :

Economique d'énergie de main d'œuvre, amélioration de la qualité (diminution de la ségrégation et meilleures homogénéités), cycle de fabrication plus court et meilleures conditions de travail.

I.6.2- Description et composition de la coulée continue radial: [2]

La machine est composée des éléments suivants :

a) TOURNIQUET :

Le tourniquet permet de déplacer la poche pleine d'acier depuis le pont de coulée et la positionner au-dessus du tundish.

La poche vide est amenée en position sous le pont de coulée grâce à la rotation du berceau qui est considéré comme le composant du tourniquet.

b) TUNDISH :

C'est un récipient en acier à garnissage réfractaire il se trouve à une très haute température lorsqu'il reçoit l'acier liquide de la poche. Il alimente la lingotière tout en servant de régulateur de débit.

c) LINGOTIERE :

C'est la composante primordiale de la machine. Elle est constituée de parois de cuivre exempt d'oxygène et refroidie par eau.

L'épaisseur de la brique reste constante puisque les plaques avant et arrière sont fixées alors que leur longueur est variable vu que l'ajustement des plaques latérales est possible.

Il existe deux paires de rouleaux montées sur la partie inférieure de la lingotière, leur rôle est le soutien puis le guidage de la brique lors de sa sortie de la lingotière.

d) OSCILLATEUR :

L'oscillateur synchronise le mouvement de la lingotière avec celui de la brique coulée. Il est constitué principalement d'un bâti support d'une table oscillante des guides, d'une suspension à ressort pour la table, des leviers de guidage et d'un entraînement excentrique accouplé par l'intermédiaire d'un bras de manivelle.

e) EXTRACTEUR REDRESSEUR :

Chaque machine possède un équipement composé : d'une section courbe ayant onze paires de rouleaux et une autre rectiligne de douze paires de rouleaux ; chaque paire de rouleau est montée de façon indépendante et les montants moyens de trois paires de rouleaux entraînés et de rouleaux d'appui, entraînés de la section courbe d'une part et sept rouleaux inférieurs entraînés de la section rectiligne part.

Au cours de la première étape, chaque brique est retirée à l'aide du mannequin un vérin de serrage freinage agissant sur chaque des trois premières rouleaux inférieurs entraînés de la section courbe, assure l'extraction du mannequin.

Lors de l'arrivée de la brique à l'équipement d'extraction- redressage, le vérin retourne automatiquement en position fixe pour positionner les rouleaux contre la face de la brique.

f) CAGE D'EXTRACTION :

Elle sert à l'extraction de la brique au cours de la coulée de l'acier.

g) MANNEQUIN :

Il sert à lier la cage d'extraction et brique au début de la coulée.

h) SYSTEME D'OXYCOUPAGE :

La machine est dotée de deux systèmes d'oxycoupage :

- » Le chalumeau manuel associé à l'équipement d'extraction redressage.
- » La machine d'oxycoupage du type à portique roulant sur rails est munie de deux chalumeaux.

La machine d'oxycoupage s'attache à la brique en mouvement au moyen d'un dispositif à commande pneumatique, ce qui assure le déplacement simultané de la brique et de la machine.

I.6.3- Principe de fonctionnement de la "MCCR" :

- ⊗ La poche d'acier arrive du convertisseur et placée sur le tourniquet ; ce dernier peut pivoter autour de son axe pour permettre de couler deux poches consécutives.
- ⊗ On ouvre le tiroir de la poche avec un vérin disponible sur le tourniquet.
- ⊗ L'acier liquide descend d'abord dans le répartiteur qui divise la coulée en quatre (04) lignes.
- ⊗ Dans chaque ligne ; l'acier descend dans des moules (lingotière) pour obtenir sa forme de billettes.
- ⊗ Ces lingotières munies d'un mouvement à oscillatoire continue pour éviter le collage de l'acier aux parois intérieures.
- ⊗ La coulée est extraite au début par un mannequin puis à la chambre (lingotière), puis quand la coulée devient alignée ; elle sera extraite et redressée par l'extracteur – redresseur (la machine qui est concernée par notre étude).
- ⊗ Ensuite la billette arrive au point du tronçonnage (la cisaille) où elle sera coupée en morceaux suivant une longueur prédéterminée.
Les billettes seront refroidies sur une froideur retourner avant de les évacuer vers les parcs de stockage.

I.6.4- Programme de production:

Donnée de base :

- » Congés annuels → 2 semaines.
- » Exploitation → 50 semaines.
- » Arrêts programmés → 1 poste/semaines.
- » Nombre de poste de production → 1000 poste/semaines.
- » Nombre d'heures de production → 800 heures/ah.
- » Cycle grand des convertisseurs → 40 mm.
- » Chargement de la ferraille → 2 mm.
- » Chargement de la fonte → 3 mm.
- » Soufflage d'O₂ → 16 mm

I.6.5- Caractéristique technique et générales: [2]

Rayon machine de coulée	6m
Nombre de lignes	4
Charge nominale de la poche	80 t
Section de billettes.....	100mm ² à 160 mm ²

Remarque :

La machine de la coulée continue radiale (CCR) est faite pour obtenir des billettes de 130X130 mm.

L'installation est prévue pour couler des billettes de 100x100 mm et 160X160mm.

Pour chaque installation cet équipement comprend :

- ◇ Lingotière, bâti guide et mannequin.
- ◇ L'acier liquide, nécessaire pour alimenter une ligne de coulée, dépend du tube d'acier et naturellement de la section à couler.

Cette quantité d'acier liquide est d'environ 250 Kg par ligne, pour la section 100X100mm.

II.1- Généralité sur la maintenance : [3]

Dans les pays en voie d'industrialisation (PVI) les équipements industriels, sont le plus souvent récents, et pourtant la production effective ne dépasse guère en moyenne 40% de la capacité installée.

Dans ces mêmes pays, les pannes coûtent cher et font perdre entre 40 à 60% du chiffre d'affaire.

Dans les pays industrialisés, on évalue le manque à gagner à environ 10 à 30% du chiffre d'affaire.

Dans un contexte de concurrence internationale, de plus en plus difficile, l'efficacité de l'entreprise dépend de sa capacité à OPTIMISER l'emploi des moyens de production et à investir judicieusement.

L'entreprise doit réduire les interruptions de l'outil de production. Elle doit assurer la fiabilité, la disponibilité et la sécurité de ses installations.

II.1.2- Définition de la maintenance :

D'après Larousse :

« Ensemble de tout ce qui permet de maintenir ou de rétablir un système en état de fonctionnement ».

D'après AFNOR (NF X60-010) : [4]

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

« Maintenir » contient la notion de « prévention » sur un système en fonctionnement ;

« Rétablir » contient la notion de « correction » consécutive à une perte de fonction ;

« État spécifié » ou « service déterminé » implique la prédétermination d'objectif à atteindre, avec quantification des niveaux caractéristiques.

II .2- Rôle de la maintenance: [3]

La maintenance doit assurer la rentabilité des investissements matériels de l'entreprise en maintenant le potentiel d'activité et en tenant compte de la politique définie de l'entreprise.

La fonction maintenance sera donc amenée à considérer alors les.

1) Prévision à long terme

Liées à la politique de l'entreprise et permettant l'ordonnancement des charges, des stocks, des investissements en matériel.

2) Prévision à moyen terme :

La volonté de maintenir le potentiel d'activité de l'entreprise conduit à veiller à l'immobilisation des matériels qui perturbent le moins possible le programme de fabrication.

3) Prévision à court terme :

Dans ce cas le service maintenance s'efforcera de réduire les durées d'immobilisation du matériel et les coûts de ses interventions.

Sachant que les réductions de coûts et d'immobilisation ne sont possibles que si le matériel et les interventions aient fait l'objet d'une étude préalable, il est donc nécessaire de préparer le travail et d'étudier les conditions de fonctionnement, les défaillances possibles et les conditions d'exécution des interventions.

II.3- Organigramme de différentes formes de maintenance : (NF X 60 – 010)

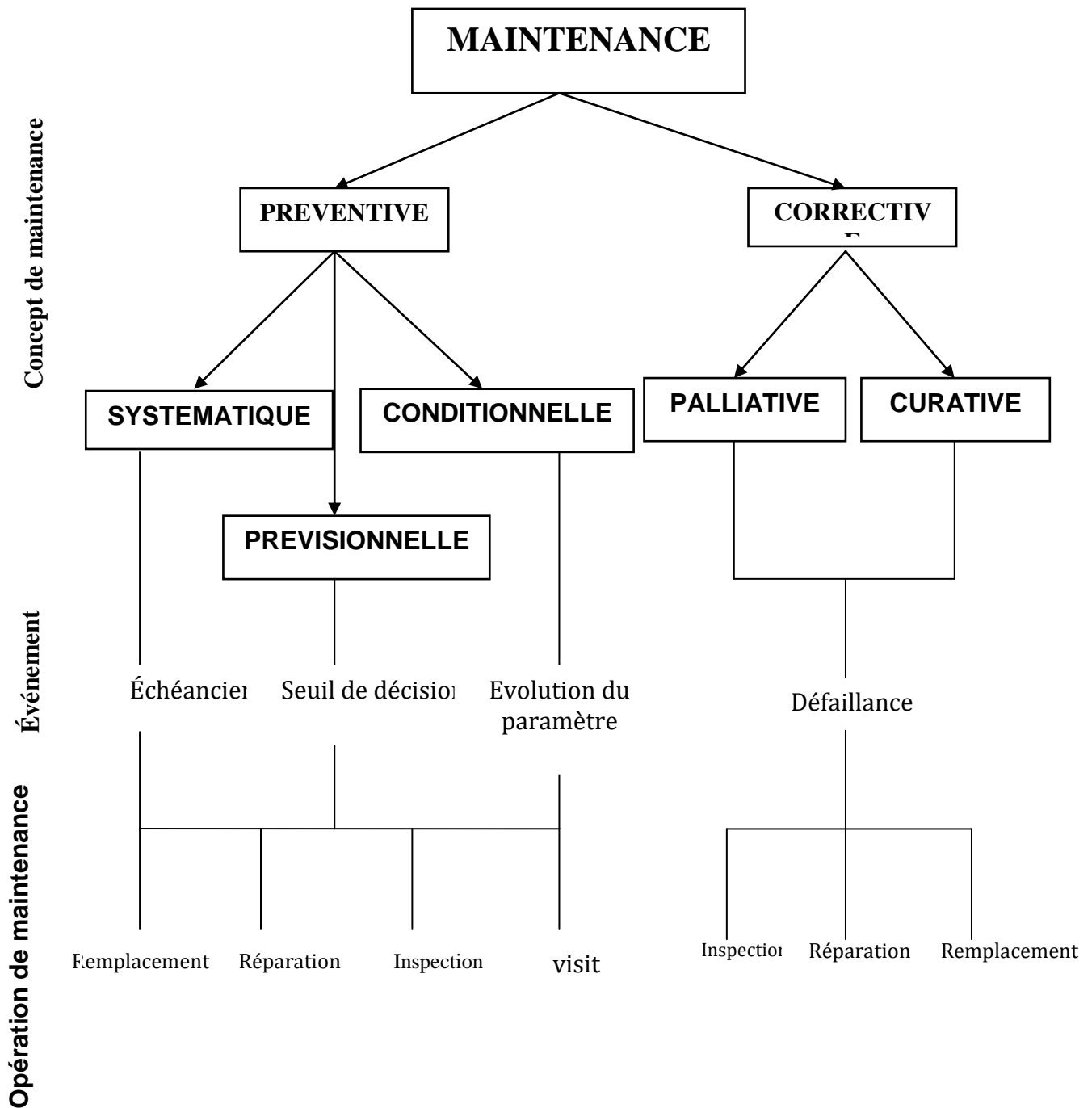


Figure (II.1) : Organigramme de différentes formes de maintenance

II.4- Les différentes formes de maintenance : [3]

1) La maintenance corrective :

Elle est effectuée après défaillance, d'où cette dernière peut être partielle ou complète. La maintenance corrective parfois appelée curative (appellation non normalisée) a pour objectif de redonner au matériel des qualités perdues nécessaire à son utilisation. Les défauts, pannes ou avaries diverses exigent une maintenance corrective entraînant une disponibilité immédiate ou à très brève échéance des matériels affectés ou/et une dépréciation en quantité ou/et en qualité des services rendus.

2) La maintenance préventive :

Elle vise à diminuer la probabilité de défaillance d'un système. Cette politique de maintenance s'adresse aux éléments provoquant une perte de production ou des coûts d'arrêts imprévisibles classés comme importants pour l'entreprise. Ce sont les matériels appartenant à la catégorie A d'une courbe ABC (Coûts/Nombre de pannes). Il convient donc d'organiser un système de maintenance visant à minimiser ces arrêts tout en ne devenant pas trop onéreux. Pour cela elle s'appuie sur deux formes de maintenance dite préventive :

La maintenance préventive systématique : (1

Qui consiste à changer suivant un échancier établi des éléments jugés comme trop usagés. Elle s'adresse à des éléments de la catégorie A qui ne reviennent pas trop cher au changement.

B- La maintenance préventive conditionnelle :

C'est une maintenance qui demande d'effectuer un diagnostic avant de remplacer l'élément visité. Elle conviendra pour des matériels coûteux chers en remplacement et pouvant être surveillés par des méthodes non destructives (analyse de vibration, de l'huile, de la température).

II.5- Les opérations de maintenance : [3]

2) Le dépannage :

Action sur un bien en panne, en vue de le remettre en état de fonctionnement ; compte tenu de l'objectif, une action de dépannage peut s'accommoder de résultats provisoires et de condition de réalisations hors règle de procédures, de coûts et de qualité, dans ce cas sera suivie de la réparation.

Conditions d'application : Le dépannage, opération de maintenance corrective, n'a pas de conditions d'applications particulières. La connaissance du comportement du matériel et des modes de dégradation n'est pas indispensable même si cette connaissance permet souvent de gagner du temps. Souvent les interventions de dépannage sont de courtes durées mais peuvent être nombreuses.

Cas d'application : Ainsi le dépannage peut être appliqué par exemple sur des équipements fonctionnant en continu dont les impératifs de production interdisent toute visite ou intervention à l'arrêt.

3) La réparation :

Intervention définitive et limitée de maintenance corrective après panne ou défaillance.

Conditions d'applications : L'application de la réparation, opération de maintenance corrective, peut être décidée, après décision, soit immédiatement à la suite d'un incident, ou d'une défaillance, soit après un dépannage, soit après une visite de maintenance préventive conditionnelle ou systématique.

➤ Remarque

La répartition correspond à une action définitive l'équipement réparé assurer les performances pour lesquelles il a été conçu.

Cas d'application : La totalité des équipements est concernée.

4) Les inspections

Ce sont des activités de surveillances a relevé périodiquement des anomalies et exécuter des réglages simples ne nécessitant pas d'outillage spécifique ni d'arrêt de l'outil de production ou des équipements.

5) Les visites

Se sont des opérations de surveillances qui, dans le cadre de la maintenance préventive systématique, s'opèrent selon une périodicité prédéterminée.

Ces interventions correspondent à une liste d'opérations définis au préalable qui peuvent entraîner des démontages d'organes et une immobilisation du matériel.

6) Les contrôles

Ils correspondent à des vérifications de conformité par rapport à des données préétablis suivies d'un jugement.

Le contrôle peut : comporter une activité d'information, inclure une décision : acceptation, rejet, ajournement, débouchée comme les visites sur des opérations de maintenance corrective.

Les opérations de surveillance (Inspection, Contrôle, Visite) sont nécessaires pour maîtriser l'évolution de l'état réel du bien, effectuées de manière continue ou à des intervalles prédéterminés ou non, calculés sur le temps ou le nombre d'unités d'usage.

Les révisions (7)

Ensemble des actions d'examen, de contrôles et des interventions effectuées en vue d'assurer le bien contre toute défaillance majeure ou critique, pendant un temps ou pour un nombre d'unités d'usage donné. Suivant l'étendue de cette opération on distingue les révisions partielles et les révisions générales. Ainsi le terme révision ne doit en aucun cas être confondu avec le terme révision, inspections, etc.

Les deux types d'opérations définis (révision partielle ou générale) relevant du 4eme niveau de maintenance tel que défini par la norme NF X60-010.

II.6- Objectifs de la maintenance : [3]

La maintenance doit se faire de telle sorte que l'outil de production soit disponible et en bon état de fonctionnement ; elle est, de ce fait, intimement liée à la production et à la qualité. Les objectifs de la maintenance, se greffent ceux de la production ou services attendus tel que la qualité, le coût, les délais.

De ce point de vue, les objectifs de la maintenance réalisés à travers son organisation, sa gestion et ses interventions, sont nombreux :

- Assurer La disponibilité
- Développer l'économie de l'entreprise
- Assurer la bonne qualité des produits
- Assurer la Maintenabilité des équipements
- Assurer la sécurité du personnel et des installations
- Augmenter la productivité.

II.7-Choix d'une politique de maintenance : [3]

La politique de la maintenance est la définition, au niveau de l'entreprise, des objectifs technico-économiques relatifs à la prise en charge des équipements par le service maintenance.

La gestion de maintenance prend essentiellement en compte les aspects techniques, économiques et financiers des différentes méthodes utilisables (corrective, préventive, systématique et préventive conditionnelle) en vue d'optimiser la disponibilité des matériels.

II.8-Les Cinq Niveaux de Maintenance : (Norme AFNOR X 60 011) [4]

Niveau	Types de travaux	Personnel d'intervention	Moyens
1^{er} niveau	réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'organes accessibles sans aucun démontage d'équipement, ou échange d'éléments accessibles en toute sécurité.	Pilote ou conducteur du système	outillage léger défini dans les instructions d'utilisation.
2^{ème} niveau	dépannage par échange standard d'éléments prévus à cet effet, ou d'opérations mineures de maintenance préventive (rondes)	technician habilité	outillage léger défini dans les instructions d'utilisation et pièces de rechanges disponibles sans délai.
3^{ème} niveau	identification et diagnostic de pannes, réparation par échange de composants fonctionnels, réparations mécaniques mineures.	Technician specialize	outillage prévu et appareils de mesure, banc d'essai, contrôle...
4^{ème} niveau	travaux importants de maintenance corrective ou préventive	équipe encadrée par un technicien spécialisé	outillage général et spécialisé, matériels d'essais, de contrôle...
5^{ème} niveau	travaux de rénovation, de reconstruction ou réparation importantes confiées à un atelier central	équipe complete et polyvalente	moyens proches de la fabrication

Tableaux (II.1) : Les Cinq Niveaux de Maintenance

II .9- Politique de maintenance au niveau de la "ACE" : [2]

La Politique de maintenance adopté dans cette unité, et structurée comme suit

- ✓ **Maintenance préventive** : qui consiste à intervenir sur un équipement avant que celui-ci ne soit défaillant : pour ce type de maintenance on a distingue.
- ✓ **Politique de maintenance préventive systématique** : Le changement de brique réfractaire du convertisseur et des poches se fait systématiquement, et le changement de huile de lubrification des équipements (paliers lisses).
- ✓ **Politique de maintenance préventive conditionnelle** : l'analyse de l'état de vibration des machines tournantes et réalisée par le service maintenance et régulation électronique (MRE) ; la machine tournante de ce service (ACE) est le ventilateur VTF.
- ✓ **La maintenance corrective** : qui consiste à intervenir sur un équipement une fois que celui-ci est défaillant.

III.1- Introduction :

Avant d'aborder les notions de FMD, fiabilité, Maintenabilité et disponibilité, il est important d'apporter quelque rappel d'une part sur les lois de probabilité puisqu'elles sont la base de calcul de la fiabilité, et d'autre part sur les paramètres de calcul de Maintenabilité et disponibilité.

III.1.2- Loi de probabilité : [4]

Les principales lois de probabilité utilisées sont:

A. Lois Discrètes:

- Loi binomiale
- Loi de poisson
- Loi hypergéométrique

B. Lois continues:

- Loi exponentielle
- Loi normale
- Loi de Weibull.

III.1.3- Loi de weibull:[4]

La loi de Weibull est la plus utilisée dans le calcul de la fiabilité c'est pour cela qu'on lui donne un intérêt particulier par ce qui suit, c'est un modèle mathématique particulièrement bien adapté à l'étude statistique des défaillances. Cette loi de Weibull est utilisée en fiabilité, en particulier dans le domaine mécanique, cette loi a l'avantage d'être très souple et de pouvoir s'ajuster à différents résultats d'expérimentations.

» Weibull:

a donné au taux d'avarie $\lambda(t)$ une formule générale dépendant de trois paramètres. η , β , γ qui rend compte avec une bonne précision dans une gamme étendue.

» Les différentes formules utilisées pour la distribution de Weibull sont:

a) La densité de probabilité des défaillances:

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

$f(t)$: probabilité d'avarie au temps (t).

(Probabilité d'avoir un seul avarie au temps (t)).

b) La fonction de répartition:

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^\beta} \quad (2)$$

$F(t)$: probabilité d'avarie cumulée au temps de 0 à t

c) **La fonction de fiabilité :**

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} = 1 - F(t) \quad (3)$$

$R(t)$: probabilité de non-défaillance dans l'intervalle de temps $[0, t]$ c'est-à-dire la probabilité de défaillance au-delà du temps (t) .c'est la fonction complémentaire de la fonction de réparation.

d) **Taux de défaillance:**

C'est la probabilité de défaillance à l'instant $(t + dt)$, sachant que le dispositif bon à l'instant t .

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} \quad (4)$$

III.2- Signification des paramètres du modèle de WEIBULL:[13]

➤ $\beta \Rightarrow$ **Paramètre de forme >0 sans dimension:**

La figure (III.1) montre la courbe de l'enrôle de taux de défaillance λ en fonction de temps celle est caractérisé par une forme baignoire par rapport l'allure β est de forme comme suit :

- Si $\beta > 1$: le taux de défaillance est croissant, caractéristique de la zone de vieillesse
 - ✓ $1,5 < \beta < 2,5$: fatigue
 - ✓ $3 < \beta < 4$: usure, corrosion
- Si $\beta = 1$: le taux de défaillance est constant, caractéristique de la zone de maturité
- Si $\beta < 1$: le taux de défaillance est décroissant, caractéristique de la zone de jeunesse

Et dans la figure (III.2) on voit l'influer à de β sur la fonction de probabilité, la fiabilité et le taux de défaillance.

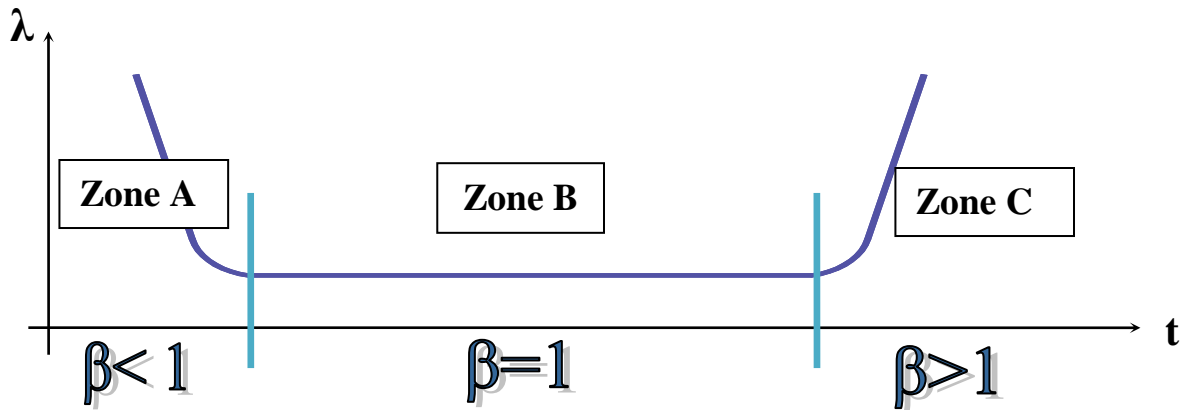


Figure (III.1) : Courbe en baignoire du taux de défaillance λ fonction de temps

Zone (A) : Jeunesse (mortalité infantile, défaillance précoce) : en état de fonctionnement à l'origine (mise en service), période de rodage (pré usure), présélection des composants électroniques (déverminage).

Zone (B) : Maturité (période vie utile, de défaillances aléatoires) : période de rendement optimal du matériel, taux de défaillance constant. Les défaillances apparaissent sans dégradations préalables visibles, par des causes diverses, suivant un processus suivant une loi de Poisson (défaillances aléatoires).

Zone (C) : Obsolescence (vieillesse, usure). Un mode défaillance prédominant, généralement visible, entraîne une dégradation accélérée, à taux de défaillance croissant (pour un mécanisme). Souvent on trouve une usure mécanique, de la fatigue, une érosion ou une corrosion. A un certain seuil de $\lambda(t)$, le matériel est « mort ». Il est alors déclassé, puis rebuté ou parfois reconstruit. La détermination de **T (seuil de réforme)**, est obtenue à partir de critères technico-économiques.

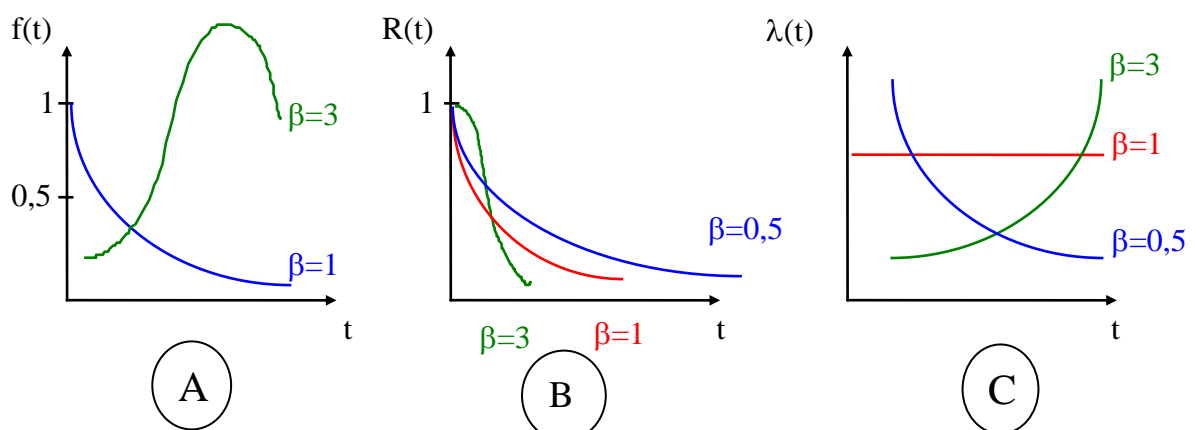


Figure (III.2) : Influence de β sur :

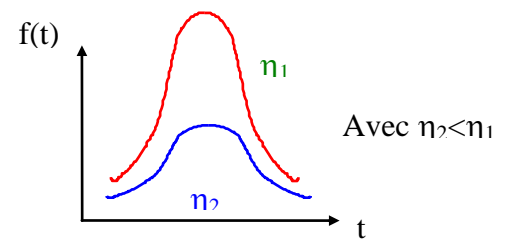
A Densité de probabilité B La fiabilité. C Le taux de défaillance.

➤ **Remarque :**

Pour $\gamma=0$ et $\beta=1$, on retrouve la distribution exponentielle, cas particulier de la loi de Weibull :

$$\lambda = \frac{1}{\eta} = \frac{1}{MTBF}$$

➤ $\eta \rightarrow$ Paramètre d'échelle >0 qui s'exprime dans l'unité de temps



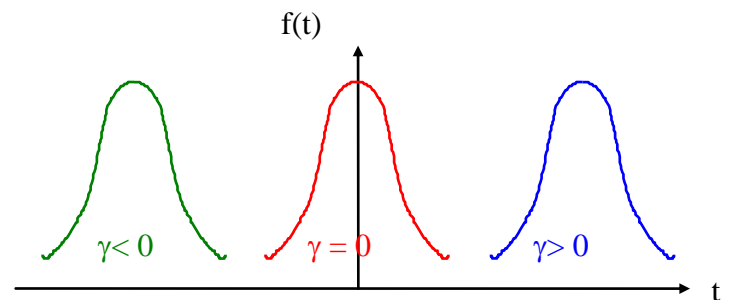
En unité de temps qui est associé à l'échelle utilisée sur le graphe d'Alliant plat.

➤ $\gamma \rightarrow$ Paramètre de position, $-\infty < \gamma < +\infty$, qui s'exprime dans l'unité de temps :

$\gamma > 0$: survie totale sur l'intervalle de temps $[0, \gamma]$.

$\gamma = 0$: les défaillances débutent à l'origine des temps.

$\gamma < 0$: les défaillances ont débuté avant l'origine des temps ; ce qui montre que la mise en service de l'équipement étudié a précédé la mise en historique des TBF.



III.3- Test de KOLMOGOROV- SMIRNOV: [3]

Le modèle qu'on peut établir en fiabilité est issu d'un échantillon de population, puis on fait l'hypothèse soit une loi particulière.

- Ainsi, il reste à vérifier la validité de cette loi, la vérification est obtenue par un test.
- Aucune restriction n'est nécessaire, quel que soit la taille (n) on peut l'appliquer.
- L'idée du test est de comparer la fonction réelle de répartition des défaillances à la fonction de répartition théorique.

Il consiste à mesurer l'écart point par point entre ces deux fonctions:

$$D_{n,\max} = |\mathbf{F_e}(t) - \mathbf{F}(t_i)| \quad (5)$$

-F (ti): la fonction de réparation théorique.

-Fe(t): la fonction de réparation réelle.

-Elle peut être obtenue par la méthode des rangs médians

$$F(ti) = \frac{\sum ni - 0.3}{N + 0.4} \quad \text{Si} \quad N \leq 20 \quad (5.1)$$

$$F(ti) = \frac{\sum ni}{N + 1} \quad \text{Si} \quad N > 20 \quad (5.2)$$

$$F(ti) = \frac{\sum ni}{N} \quad \text{Si} \quad N > 50 \quad (5.3)$$

On montre que : $D_n = \text{Max} |F_e(t) - F(t_i)|$ suite une loi ne dépendant que de η et écrit que :

$$P(\text{Max}|F_e(t) - F(t_i)| < D_{n,\alpha}) = 1 - \alpha.$$

Si : $D_{n,\text{max}} > D_{n,\alpha}$ donc nous refusons l'hypothèse du modèle théorique.

Si : $D_{n,\text{max}} < D_{n,\alpha}$ donc nous acceptons l'hypothèse du modèle théorique.

La valeur de $D_{n,\alpha}$ est donnée par la table de **KOLMOGOROV – SMIRNOV**.

III.4- Paramètres de calcul (FMD) :

Ces paramètres caractérisent les dispositifs réparables et les dispositifs non réparables

III.4.1- Le dispositif réparable:

Ils sont caractérisés par: (voir Figure III.3)

- **MTTF** (mean time to [first] failure) : moyenne des temps avant la 1^{ère} défaillance
- **MTBF** (mean time between failures) : moyenne des temps entre 2 défaillances consécutives
- **MDT** (mean down time) : appelé encore MTI. c'est le temps moyen d'indisponibilité ou temps moyen d'arrêt propre
- **MUT** (mean up time) : temps moyen de disponibilité
- **MTTR** (mean time to repair) : temps moyen de réparation

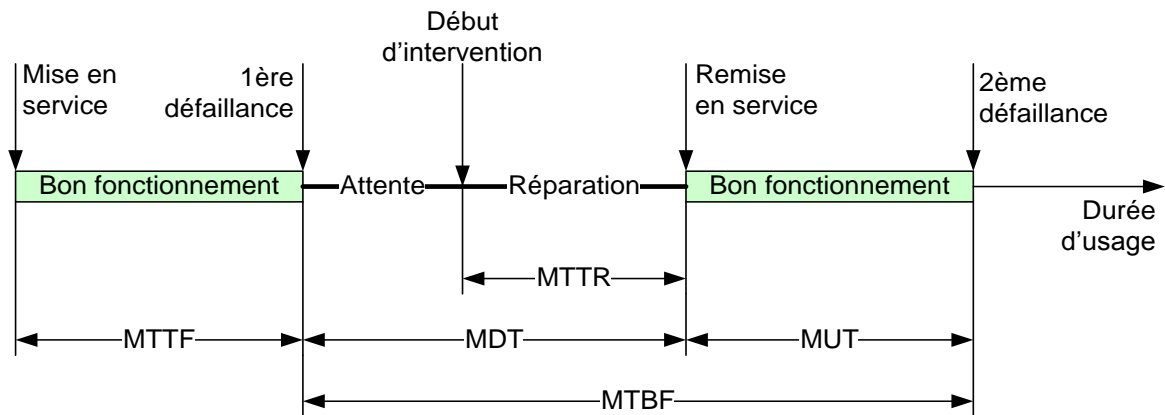


Figure (III.3) : représentation de la disposition réparable

III.4.2- Dispositifs Non réparables : voir Figure (III.4) Ils sont caractérisés par:

- Le temps de fonctionnement.
- Le taux de défaillance.
- MTTF (durée de vie). (Moyenne des temps jusqu'à la panne).

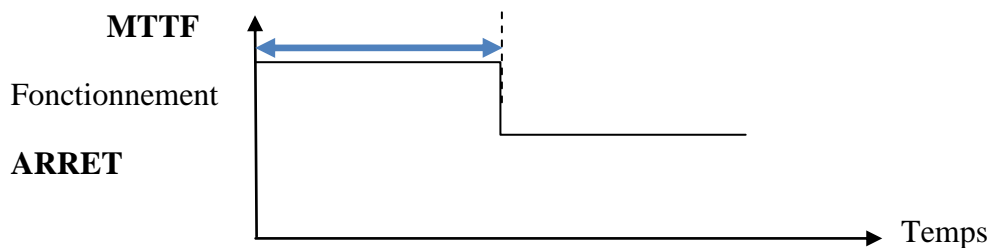


Figure (III.4) : Chronogramme pour les matériels non réparable.

III.4.3- La fiabilité: [3]

La norme **AFNOR X60-500** définit la fiabilité comme « l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, pendant un intervalle de temps donné ». Par extension, on appelle également fiabilité la probabilité associée $R(t)$ à cette notion, alors qu'elle n'en est qu'une mesure. Elle est définie par: $R(t) = P(E \text{ non défaillante sur la durée } [0, t], \text{ en supposant qu'elle n'est pas défaillante à l'instant } t=0)$.

En général, on distingue:

- » **La fiabilité opérationnelle:** déduite de l'analyse d'entités identiques dans les mêmes conditions opérationnelles à de l'exploitation d'un retour d'expérience.
- » **La fiabilité prévisionnelle:** correspondante à la fiabilité future d'un système et établie par son analyse, connaissant les fiabilités de ses composants.
- » **La fiabilité extrapolée:** déduits de la fiabilité opérationnelle par extrapolation ou interpolation pour des conditions ou des durées différentes.
- » **La fiabilité intrinsèque:** qui découle directement des paramètres de conception sans modification de conception des entités, il n'est pas possible d'obtenir un niveau de fiabilité au plus égale à la fiabilité intrinsèque.

III.4.4- La maintenabilité : [3]

D'après la norme AFNOR c'est «dans les conditions données d'utilisation, l'aptitude d'une entité à être maintenue ou retable, sur un intervalle de temps donné, dans un état dans lequel elle peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie, dans des conditions donnée, avec des procédures et des moyens prescrits ».

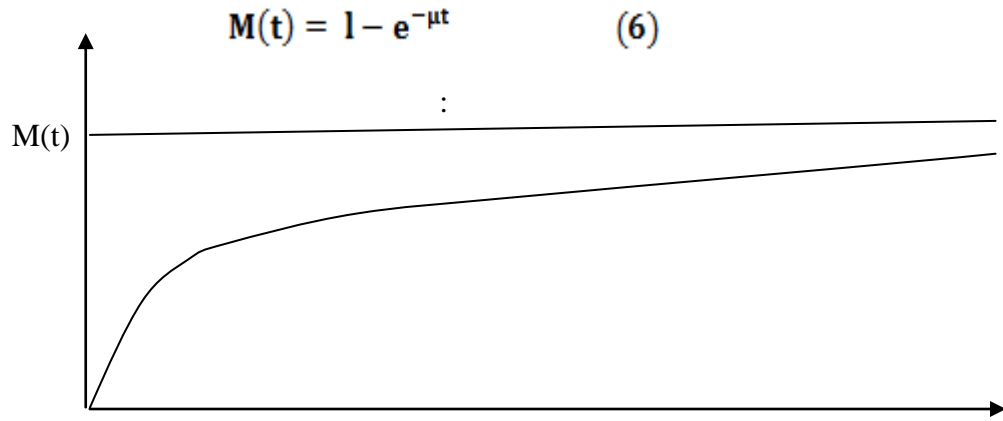


Figure (III.5) : Allure de la courbe de Maintenabilité. Temps

➤ Taux de répartition $\mu(t)$:

On appelle taux de réparation $\mu(t)$ d'un système réparable au temps t la probabilité que l'entité soit réparée entre t et $t+dt$, sachant qu'elle n'était pas réparée sur l'intervalle $[0, t]$, avec $\mu(t)$ égal à:

$$\mu(t) = \frac{\left[\frac{1}{M(t)}\right]dM(t)}{dt} = 1/MTTR \quad (7)$$

-Intensité de répartition $g(t)$:

A partir de la définition de la Maintenabilité $M(t)$, on peut définir aussi l'intensité de réparation $g(t)$ représentant la densité de probabilité de la variable aléatoire correspondant au temps de réparation

$$g(t) = dM(t)/dt. \quad (8)$$

MTTR (**moyenne** de temps de réparation)

Le MTTR (mean time to repair) est la durée moyenne jusqu'à la réparation d'une entité réparable.

Pour cette variable aléatoire, le MTTR se calcule par la formule:

$$MTTR = \int_0^{+\infty} [1 - M(t)] dt \quad (10)$$

III.4.5- La Disponibilité : [3]

La norme (AFNOR X60-500) définit la disponibilité comme « l'aptitude d'un dispositif à être en état de fonctionner dans des conditions données ».

- **Disponibilité intrinsèque** : Cette disponibilité est évaluée en prenant en compte les moyennes de bon fonctionnement et la moyenne de réparation ce qui donne :

$$D_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (11)$$

M.T.B.F : moyenne des temps de bon fonctionnement (Mean Time Between Failures).

M.T.T.R : moyenne des temps d'immobilisation pour intervention de maintenance (mean time to repair).

D'où :

$$M.T.B.F = T.C.B.F / N_c$$

$$M.T.T.R = \sum \text{Temps de réparation} / N_c$$

Avec :

T.C.B.F : Temps Cumulé de bon fonctionnement.

N_c : Nombre d'interventions de maintenance avec immobilisation.

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

- **Disponibilité instantanée** :

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

$$D_{(t)} = \frac{\mu}{\mu + \lambda} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} e^{-(\lambda + \mu)t} : t \geq 0 \quad (12)$$

$$\lambda = 1 / M.T.B.F \text{ (1/h) (12.1) et } \mu = 1 / M.T.T.R \text{ (1/h) (12.2)}$$

- **Disponibilité Asymptotique** :

Lorsque λ et μ sont indépendants des temps et quand t devient grand, on constate que $D(t)$ tend vers une valeur constante, cette valeur est souvent dénommée disponibilité asymptotique et se note $D_{+\infty}$ elle est égale:

$$D_{+\infty} = 1 + \lambda / \mu$$

C'est-à-dire qu'à partir d'une valeur t , $D(t)$ pratiquement ne varie plus d'où l'on peut considérer comme une droite de valeur proche de: $D_{+\infty}$, C'est la partie stationnaire de la disponibilité.

➤ Disponibilité opérationnelle :

La disponibilité opérationnelle se caractérise par le MTL (le moyen temps de logistique).

$$D_o = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR + MTL}$$

Avec $MTL = \frac{\Sigma \text{ des temps logistiques}}{\Sigma \text{ interventions}}$

III.5- Rappel des objectifs de chapitre III :

Dans ce chapitre nous avons d'abord introduit les éléments principaux pour calculer la fiabilité, la maintenabilité et la disponibilité. Le calcul de la fiabilité repose sur les outils statistiques c'est pour cela que nous avons présenté au départ un rappel sur les lois de probabilités particulièrement la loi de Weibull et les outils de décision qui en dérivent telles que la courbe en baignoire, la fonction de densité de probabilité, la fiabilité et le taux de défaillance. Le Calcul de la maintenabilité et la disponibilité nécessitent de connaître les paramètres de calcul tels que le MTTR, MTBF.....etc. Ces paramètres sont l'objet de requêtes de l'outil d'ACCESS et l'apport de notre travail se base sur le couplage des informations obtenues des requêtes de l'outil ACCESS avec le calcul FMD.

Introduction:

Pour entamer notre étude et sur la base de l'historique nous allons adopter la méthodologie de la méthode de Weibull. Ceci nous permettra de déterminer les paramètres utiles à notre étude.

IV.1- Historique des Pannes de l'Unité Aciérie électrique "ACE" [5]

Nous avons effectué un stage pratique de 11 jours et nous avons recensé plusieurs pannes (mécanique, électronique, hydraulique.....etc.) durant une période de 12 mois (janvier 2012 à décembre 2012).

Nous avons voulu insister sur les pannes mécaniques constatées à partir des bons d'incidents du bureau des méthodes concernant seulement cette période comme indiqué par le tableau ci-dessous.

	Date	Description	EQ	Début Panne	Fin panne	H Déb-Pan	H Fin-Pan	Durée Arrêt	
Z o n e é l a b o r a t i o n A c i e r	18.01.2012	Poutre 394 en panne	D	18.01.2012	18.01.2012	06:00:00	07:00:00	1	
	02.01.2012	Plan 5 t du pont 125 T en panne	A	02.01.2012	03.01.2012	21:30:00	00:30:00	3	
	16.01.2012	Changement tiroir de la poche N°7	B	16.01.2012	16.01.2012	21:00:00	22:30:00	1,5	
	15.01.2012	Changement tiroir de la poche N°6	D	15.01.2012	15.01.2012	21:00:00	23:00:00	2	
	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	
	10.12.2012	Remise en place flexible refroidis élec2	A	10.12.2012	10.12.2012	07:30:00	09:00:00	1,5	
	23.12.2012	Elimination fuite d'huile centrale CES	B	23.12.2012	23.12.2012	13:00:00	14:00:00	1	
	23.12.2012	Chgt flexible de barbotage CTP	B	23.12.2012	23.12.2012	14:00:00	15:00:00	1	
	Total								112,12
	M a c h i n e a c c o	22.01.2012	Chaine cisailier au niv train de sortie	B	22.01.2012	22.01.2012	17:00:00	18:00:00	1
24.01.2012		Chaine déloger GII L2	C	24.01.2012	24.01.2012	16:00:00	16:30:00	0,5	
17.01.2012		Chaine déloger GII train de sortie	A	17.01.2012	17.01.2012	08:50:00	09:50:00	1	
-		-	-	-	-	-	-	-	
-		-	-	-	-	-	-	-	
-		-	-	-	-	-	-	-	
29.12.2012		Serrage des vis motoréducteur GIII	D	29.12.2012	29.12.2012	13:00:00	15:30:00	2,5	
30.12.2012		Chgt vérin bras N°2 tourniquet	D	30.01.2012	30.01.2012	06:00:00	08:00:00	2	
31.12.2012	Détachement de la chaine L3	C	31.12.2012	31.12.2012	09:00:00	09:30:00	0,5		
Total								314,5	

C o u l é e e n S o u r c e								
	24.02.2012	Déraillement cable métallique du pont	B	24.02.2012	24.02.2012	13:30:00	15:00:00	1,5
	01.03.2012	Déraillement cable métallique pont	B	01.03.2012	01.03.2012	06:30:00	08:00:00	1,5
	03.03.2012	Cisaillement pièce fixation de la poulie	C	03.03.2012	03.03.2012	09:00:00	15:30:00	6,5
	05.03.2012	Réglage rein de levage pont 40t	A	05.03.2012	05.03.2012	06:00:00	07:00:00	1
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
	24.12.2012	Chgt flexible hydraulique chariot Mccr	C	24.12.2012	24.12.2012	11:00:00	12:00:00	1
	26.12.2012	Déraillement cable métallique 40T	A	27.12.2012	27.12.2012	07:05:00	10:20:00	3,25
	26.12.2012	Déraillement cable métallique 40T	C	26.12.2012	26.12.2012	14:00:00	16:00:00	2
	15.09.2012	Déraillement du pont 40T	C	15.09.2013	15.09.2013	14:00:00	17:00:00	3
	Total							

Tableau (IV.1) : Dossier historique de l'unité "ACE".

Observation : Vu que l'historique est important nous avons raccourci ce dernier.

S a l l e d e s p o m p e	19.02.2012	Fuite d'eau au niveau cir N°2	D	19.02.2012	19.02.2012	10:00:00	11:00:00	1
	29.02.2012	Fuite d'eau au niv cir 4 vanne endommage	B	29.02.2012	29.02.2012	08:00:00	10:00:00	2
	15.04.2012	Fuite importante sur conduite CIR N°2	D	15.04.2012	15.04.2012	09:00:00	10:00:00	1
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
	05.10.2012	Accouplement du moteur P2-5 déssoudé	C	05.10.2012	05.10.2012	11:00:00	12:00:00	1
	28.10.2012	Fuite d'eau au niveau conduite cir N°2	C	28.10.2012	28.10.2012	10:45:00	11:45:00	1
	05.11.2012	La pompe P2-1 en défaut	D	05.11.2012	05.11.2012	12:00:00	14:00:00	2
	03.12.2012	Fuite d'eau au niveau circuit N°2 SDP II	C	03.12.2012	03.12.2012	11:00:00	12:00:00	1
								18

s C o n d i t i o n n e m e n t	07.02.2012	Chgt des vis de cardan portique 10t	B	07.02.2012	07.02.2012	15:30:00	17:30:00	2
	25.03.2012	Serrage du frein levage portique 10T	A	25.03.2012	25.03.2012	22:00:00	23:00:00	1
	29.04.2012	Chgt motoréducteur du portique 10t	B	29.04.2012	30.04.2012	24:00:00	05:00:00	5
	25.05.2012	Chgt des vis de fixation motorédu sur br	A	25.05.2012	25.05.2012	07:00:00	11:00:00	4
	24.12.2012	Cisaillement chaine de l'aimant por 10t	C	24.12.2012	24.12.2012	08:30:00	09:30:00	1
	Total							
Total Heures et Nombre des Pannes "ACE"								522

IV.1.2- Diagramme Circulaire d'après Heures d'Arrêts "ACE"

Ins	Rang	Temps d' Arrêts	%
MCCR	01	314,5	60,14
Four LHF	02	67,54	12,91
Ces	03	64,75	12,38
Pont 125T	04	25,08	4,79
Poutre 394	05	19,5	3,72
Sdp II	06	18,5	3,53
Condit	07	13	2,48
SOMME		522,87	100

Tableau (IV.2) : Classements des équipements par apport "TA".

Figure (IV.1) : Diagramme Circulaire Heures d'arrêts "ACE".

Commentaire :

Nous remarquons que **MCCR** à lui seul représente 60% des temps d'immobilisation, l'intérêt pour cette machine est de solutionner les problèmes existants. Nous permettons de gagner un temps considérable sur le temps d'arrêt, ce qui va augmenter la fiabilité de la MCCR.

IV.2-Méthodes d'analyse Prévisionnelle « ABC (Pareto)»

- **Définition :**

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

IV.2.1-Analyse ABC (Pareto) de la machine "MCCR"

N°	Organe	TA (h)	Cumul TA	% TA	Nombre de panne	Cumulées des pannes	% de pannes Cumulées
1	Tab a Rlx GII L2	33,5	33,5	10,65	37	37	15,94
2	Tab a Rlx GII L3	29,92	63,42	20,16	25	62	26,72
3	Verin de Tourniquet	26,08	89,5	28,45	17	79	34,05
4	Tab a Rlx de Sortie	24,5	114	36,24	21	100	43,10
5	Oxy/L3	18	132	41,97	15	115	49,56
6	Oxy/L2	17,25	149,25	47,45	9	124	53,44
7	Oxy/L1	13	162,25	51,58	9	133	57,32
8	Ext/L4	11,5	173,75	55,24	9	142	61,20
9	Refroidesaire Rotatife	11,25	185	58,82	4	146	62,93
10	Tab a Rlx GII L1	10,5	195,5	62,16	7	153	65,94
11	Oscillateur L2	10	205,5	65,34	5	158	68,10
12	Tab a Rlx GIII	9,5	215	68,36	4	162	69,82
13	Refrigidiseur	9	224	71,22	5	167	71,98
14	Sys de Guidage L3	9	233	74,08	5	172	74,13
15	Ext/L2	7	240	76,31	5	177	76,29
16	Potence 3,2T	6,5	246,5	78,37	3	180	77,58
17	Red/L3	6	252,5	80,28	4	184	79,31
18	Poutre 2,5T	6	258,5	82,19	2	186	80,17
19	Tab a Rlx GII L4	5,5	264	83,94	6	192	82,75
20	Tourniquet	5,5	269,5	85,69	4	196	84,48
21	Red/L1	5,5	275	87,44	2	198	85,34
22	Ext/L3	5	280	89,03	4	202	87,06
23	Red/L2	4	284	90,30	3	205	88,36
24	Rlx Rabattable	3,5	287,5	91,41	4	209	90,08
25	Red/L4	3,5	291	92,52	2	211	90,94
26	Oscillateur L3	3	294	93,48	3	214	92,24
27	Hyd Refroidissoir	3	297	94,43	3	217	93,53
28	Ctd	3	300	95,38	1	218	93,96
29	Oxy/L4	2	302	96,02	2	220	94,82
30	Ripeur	2	304	96,66	1	221	95,25
31	Corset L4	2	306	97,29	1	222	95,68
32	Ext/L1	1,5	307,5	97,77	2	224	96,55
33	Lubrification	1,5	309	98,25	2	226	97,41
34	Corset L1	1,5	310,5	98,72	1	227	97,84
35	Extracteur de Vapeur	1	311,5	99,04	1	228	98,27
36	Oscillateur L1	1	312,5	99,36	1	229	98,70
37	Corset L2	1	313,5	99,68	1	230	99,13
38	Lingotiere L1	0,5	314	99,84	1	231	99,56
39	Centrale Lub	0,5	314,5	100	1	232	100

Tableau (IV.3) : L'analyse ABC (Pareto)

IV.2.2-La Courbe d'analyse ABC "MCCR":

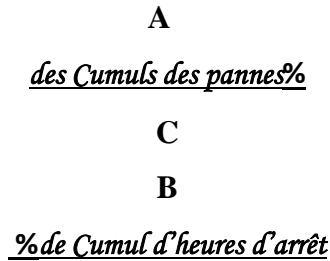


Figure (IV.2) : La Courbe ABC

Interprétation des résultats

Dans la majorité des cas, on constate le dysfonctionnement des voies de roulements ainsi que le vérin du tourniquet. Nous allons considérer dans notre étude les priorités citées. En apportant des solutions pratiques à ces pannes répétitives il en découle certainement une disponibilité accrue

IV.3 -Etude FMD du 1^{er} Cas " Table à Rouleaux "

IV.3.1-Calcul des paramètres de weibull:

$F(i) = \frac{\sum ni}{N+1}$ Le tableau suivant comporte les TBF classés par ordre croissant, et les F(i) calculés par la Méthode des rangs médians (Dans notre cas N =35 > 50) ensuite on trace la courbe de Wei Bull :

N°	TBF(h)	n	Σni	F(i)	F(i)%
1	5,50	01	1	0,0277	2,77
2	10,50	01	2	0,0555	5,55
3	13,00	01	3	0,0833	8,33
4	14,00	01	4	0,1111	11,11
5	17,00	01	5	0,1388	13,88
6	24,75	01	6	0,1666	16,66
7	26,00	01	7	0,1944	19,44
8	27,67	01	8	0,2222	22,22
9	28,00	01	9	0,25	25
10	38,42	01	10	0,2777	27,77
11	38,50	01	11	0,3055	30,55

12	43,83	01	12	0,3333	33,33
13	45,17	01	13	0,3611	36,11
14	66,00	01	14	0,3888	38,88
15	71,00	01	15	0,4166	41,66
16	88,58	01	16	0,4444	44,44
17	99,00	01	17	0,4722	47,22
18	100,08	01	18	0,5	50
19	112,08	01	19	0,5277	52,77
20	122,00	01	20	0,5555	55,55
21	122,50	01	21	0,5833	58,33
22	143,92	01	22	0,6111	61,11
23	158,58	01	23	0,6388	63,88
24	167,00	01	24	0,6666	66,66
25	172,92	01	25	0,6944	69,44
26	185,00	01	26	0,7222	72,22
27	193,00	01	27	0,75	75
28	340,50	01	28	0,7777	77,77
29	363,08	01	29	0,8055	80,55
30	407,00	01	30	0,8333	83,33
31	431,92	01	31	0,8611	86,11
32	462,00	01	32	0,8888	88,88
33	715,50	01	33	0,9166	91,66
34	1 004,00	01	34	0,9444	94,44
35	1 999,00	01	35	0,9722	97,22

Tableau (IV.4) : Fonction de réparation réelle.

IV.3.2-Recherche des valeurs des trois paramètres :

À partir de logicielle de Weibull nous adoptons les paramètres suivants :

Figure (IV.4) : Papier de WeiBull en logiciel statistique.

$\gamma = 0$ puisque notre courbe est assimilée à une droite.

IV.3.3- Test (Kolmogorov-Smirnov) :

Avant la validation de toutes les lois de fiabilité, il est nécessaire de tester l'hypothèse pour savoir si nous devons accepter ou rejeter le modèle proposé par le test de K-S avec un seuil de confiance de $\alpha = 20\%$. Ce test consiste à calculer l'écart entre la fonction théorique **F_e(t_i)** et la fonction réelle **F(t)** et prendre le maximum en valeur absolue **D_{n max}**.

Cette valeur est comparée avec $D_{n,\alpha}$ Qui est donnée par la table de Kolmogorov Smirnov (voir Annexe N°1). Si $D_{n \max.} > D_{n,\alpha}$ On refuse l'hypothèse.

N°	TBF(h)	F(i)	F(t)	$D_{N_{\max}} = F(i) - F(t) $
1	5,50	0,0497	0,0277	0,0219
2	10,50	0,0825	0,0555	0,0269
3	13,00	0,0973	0,0833	0,0139
4	14,00	0,1030	0,1111	0,0081
5	17,00	0,1194	0,1388	0,0194
6	24,75	0,1584	0,1666	0,0082
7	26,00	0,1643	0,1944	0,0301
8	27,67	0,1720	0,2222	0,0502
9	28,00	0,1735	0,25	0,0764
10	38,42	0,2182	0,2777	0,0595
11	38,50	0,2186	0,3055	0,0869
12	43,83	0,2396	0,3333	0,0936
13	45,17	0,2447	0,3611	0,1163
14	66,00	0,3173	0,3888	0,0715
15	71,00	0,3330	0,4166	0,0836
16	88,58	0,3839	0,4444	0,0604
17	99,00	0,4114	0,4722	0,0607
18	100,08	0,4142	0,5	0,0857
19	112,08	0,4435	0,5277	0,0842
20	122,00	0,4662	0,5555	0,0892
21	122,50	0,4673	0,5833	0,1159
22	143,92	0,5121	0,6111	0,0989
23	158,58	0,5399	0,6388	0,0989
24	167,00	0,5549	0,6666	0,1116
25	172,92	0,5651	0,6944	0,1292
26	185,00	0,5850	0,7222	0,1371
27	193,00	0,5976	0,75	0,1523
28	340,50	0,7635	0,7777	0,0142
29	363,08	0,7810	0,8055	0,0245
30	407,00	0,8110	0,8333	0,0223
31	431,92	0,8259	0,8611	0,0352
32	462,00	0,8421	0,8888	0,0467
33	715,50	0,9280	0,9166	0,0113
34	1 004,00	0,9686	0,9444	0,0241

Tableau (IV.5) : Test de Kolmogorov-Smirnov.

D'après la table de K-S:

$D_{N_{max}} < D_{Na}$ Ce qui veut dire que le modèle de Weibull est accepté.

Nous avons pris la valeur maximale $D_{N_{max}} = |F(i) - F(t)|$

$D_{N_{max}} = 0,1523$ tandis que $D_{N,\alpha} = 1,18$

$0,1523 < 1,18$ donc l'hypothèse du modèle de Weibull est acceptable.

IV.3.4- Exploitation les paramètres de Weibull :

- **Le MTBF :**

Le tableau de MTBF donne $A = 1,1330$, $B = 1,29$ (voir Annexe 2).

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

$MTBF = 1,1330 \times 216,72 + 0$

$MTBF = 245,5437$ h.

1- La densité de probabilité en fonction de MTBF :

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

$$= 0,0012 = 0,12\%$$

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

2-La fonction de réparation en fonction de MTBF :

$$= 0,6692 = 66,92\%$$

3-La fiabilité en fonction de MTBF :

$R(t) = MTBF) = 1 - F(t) = MTBF) = 1 - 0,6692 = 0,3307$

$R(MTBF) = 33,07\%$.

On remarque que la fiabilité de la table à rouleaux est faible.

4-Le taux de défaillance en fonction de MTBF :

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

$$= 0,00365 \text{ panne/heures}$$

5-Calcul du temps souhaitable pour une intervention systématique:

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

$$R(t) = 80\% \Rightarrow t = ?$$

$$\ln R(t) = -(t/\eta)^\beta = \ln(0,8) \Leftrightarrow -[\ln R(t)]^{1/\beta} = t/\eta \Rightarrow t = \eta[\ln(1/R(t))]^{1/\beta}.$$

tsys = 655,3644 heures.

Pour garder la fiabilité de la table à rouleaux 80% il faut intervenir chaque temps systématique 655,3644 h.

IV.4-Etude de la fiabilité R(t)

- Calcul de la fiabilité R(t), F(t) et $\lambda(t)$

TBF(h)	R(t)	F(t)	f(t)	$\lambda(t)$
5,50	0,9502	0,0277	0,0071	0,0027
10,50	0,9174	0,0555	0,0060	0,0023
13,00	0,9026	0,0833	0,0057	0,0022
14,00	0,8969	0,1111	0,0056	0,0022
17,00	0,8805	0,1388	0,0053	0,0021
24,75	0,8415	0,1666	0,0047	0,0020
26,00	0,8356	0,1944	0,0046	0,0020
27,67	0,8279	0,2222	0,0045	0,0019
28,00	0,8264	0,25	0,0045	0,0019
38,42	0,7817	0,2777	0,0040	0,0018
38,50	0,7813	0,3055	0,0040	0,0018
43,83	0,7603	0,3333	0,0038	0,0018
45,17	0,7552	0,3611	0,0038	0,0018
66,00	0,6826	0,3888	0,0031	0,0016
71,00	0,6669	0,4166	0,0030	0,0016
88,58	0,6160	0,4444	0,0027	0,0015
99,00	0,5885	0,4722	0,0025	0,0015
100,08	0,5857	0,5	0,0025	0,0015
112,08	0,5564	0,5277	0,0023	0,0015
122,00	0,5337	0,5555	0,0022	0,0015
122,50	0,5326	0,5833	0,0022	0,0014
143,92	0,4878	0,6111	0,0019	0,00145
158,58	0,4600	0,6388	0,00182	0,0014
167,00	0,4450	0,6666	0,0017	0,0014
172,92	0,4348	0,6944	0,0016	0,0014

185,00	0,4149	0,7222	0,0015	0,0013
193,00	0,4023	0,75	0,0015	0,0013
340,50	0,2364	0,7777	0,0008	0,0012
363,08	0,21896	0,8055	0,0007	0,0012
407,00	0,1889	0,8333	0,0006	0,0011
431,92	0,1740	0,8611	0,0005	0,0011
462,00	0,1578	0,8888	0,0005	0,0011
715,50	0,0719	0,9166	0,0002	0,0010
1 004,00	0,0313	0,9444	8,7617	0,0010
1 999,00	0,0023	0,9722	5,7930	0,0008

Tableau (IV.6) : fiabilité $R(t)$, $F(t)$ et $\lambda(t)$.

IV.4.1- Les Courbes caractéristiques de la “ Table à Rouleaux ”

Par ce qui suit nous allons faire ressortir les différentes courbes liées aux systèmes étudiés

Courbe de fiabilité $R(t)$ des rouleaux

Figure (IV.4) : La Courbe de la fonction Fiabilité.

Analyse de la courbe $R(t)$:

Le graphe décroissant en fonction de TBF ce qui explique par le phénomène de Dégradation. L'amélioration de la fiabilité de la table à rouleaux passe obligatoirement par une analyse des défaillances avec une étude détaillée de leurs causes, leurs modes et de leurs conséquences.

La chute de la fiabilité signifie que le système a subi plusieurs arrêts dus à une mauvaise utilisation (non-respect des exigences du constructeur) ou par l'absence d'une maintenance adéquate.

Courbe fonction de répartition $F(t)$

Figure (IV.5) : Courbe fonction de réparation.

Analyse de la courbe $F(t)$:

On remarque que la courbe de la fonction de répartition augmente avec le cumul TBF ce qui signifie que la probabilité de la machine a une forte probabilité de tomber en panne avec l'accroissement des temps de fonctionnement.

La courbe obtenue est une progression continue dans le temps. La probabilité d'avarie pour un temps égal à la MTBF, $F(t) = 1-R(t)$ et selon l'exemple on a 66,92% de chance pour que la table à rouleaux subisse un arrêt de production.

(Courbe de densité de probabilité $f(t)$)

Figure (IV.6) : la Courbe densité de probabilité.

Analyse de la Courbe $f(t)$:

D'après cette courbe on remarque que la fonction $f(t)$ (densité de probabilité) diminue avec la progression du temps

Courbe du taux de défaillance $\lambda(t)$

Figure (IV.7) : Courbe de la fonction de taux de défaillance.

Analyse de la Courbe $\lambda(t)$:

D'après le graphe nous avons un taux de défaillance décroissant, ce qui signifie que le voie de la table à rouleaux est en période de jeunesse et $\beta < 1$.

IV.5- Calcul la Maintenabilité $M(t)$:

D'après l'historique des pannes :

$$MTTR = \Sigma TR / N.$$

TR : temps de réparation.

N : nombre de panne.

$$MTTR = 56,5 / 36 = 1,56h.$$

Avec $\mu = 1/MTTR = 1/1,56 = 0,63$ intervention / heures.

Tbf	M(t)
5,50	0,9699
10,50	0,9987
13,00	0,9997
14,00	0,9998
17,00	0,9999
24,75	0,9999
26,00	0,9999
27,67	0,9999
28,00	0,9999

38,42	1
38,50	1
43,83	1
45,17	1
66,00	1
71,00	1
88,58	1
99,00	1
100,08	1
112,08	1
122,00	1
122,50	1
143,92	1
158,58	1
167,00	1
172,92	1
185,00	1
193,00	1
340,50	1
363,08	1
407,00	1
431,92	1
462,00	1
715,50	1
1 004,00	1
1 999,00	1

Courbe de la fonction de Maintenabilité M(t)

Figure (IV.8) : La Courbe de Maintenabilité.

Analyse de la courbe M(t) :

La Maintenabilité est croissante en fonction de temps à l'instant T=140 heures, la maintenable 99,99%. Il est tout à fait logique, que plus on a le temps pour réparation et plus la maintenabilité est meilleure. Notre but est d'avoir un temps court pour une maintenabilité élevée.

Tableau (IV.7) : La maintenabilité de la table à rouleaux.

IV.6- Le Calcul de la disponibilité D(t)

- **Disponibilité intrinsèque au asymptotique :**

$$D_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} = 2,56$$

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

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \text{ Avec :}$$
$$= 0,0044$$

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$
$$= 0,6371$$

On aura :

$$D(t) = 1$$

IV.6.1- Calcul de $D(i)$, $D(int)$.

TBF	$D(i)$	$D(int)$
5,50	0,9996	0,9930
10,50	0,9999	0,9930
13,00	0,9999	0,9930
14,00	0,9999	0,9930
17,00	0,9999	0,9930
24,75	0,9999	0,9930
26,00	0,9999	0,9930
27,67	0,9999	0,9930
28,00	0,99999	0,9930
38,42	1	0,9930
38,50	1	0,9930
43,83	1	0,9930
45,17	1	0,9930
66,00	1	0,9930
71,00	1	0,9930
88,58	1	0,9930
99,00	1	0,9930
100,08	1	0,9930
112,08	1	0,9930
122,00	1	0,9930
122,50	1	0,9930
143,92	1	0,9930
158,58	1	0,9930
167,00	1	0,9930

172,92	1	0,9930
185,00	1	0,9930
193,00	1	0,9930
340,50	1	0,9930
363,08	1	0,9930
407,00	1	0,9930
431,92	1	0,9930
462,00	1	0,9930
715,50	1	0,9930
1 004,00	1	0,9930
1 999,00	1	0,9930

Tableau (IV.8) : Tableaux des disponibilités de D (i), D (int).

IV.6.2- Les Courbes de Disponibilité D(t) :

Courbe de disponibilité D(t)

Figure (IV.9) : La Courbe de disponibilité instantanée.

Analyse de la courbe D(t) :

Il est tout à fait normal qu'au temps $t = 0$ la disponibilité est de 100%. Et plus on fonctionne la disponibilité de se dégrader progressivement.

Courbe de disponibilité D(int)

Figure (IV.10) : La Courbe de disponibilité intrinsèque.

Analyse de la courbe D (int) :

L'indice de disponibilité représente la probabilité qu'un équipement doit répondre à sa fonction de production. Et pour notre cas de la table à rouleaux à la valeur de 99,26% constant au cours de la durée de vie l'équipement c'est à dire qu'elle est acceptable.

IV.7- Etude FMD 2^{ème} Cas " Vérin de Tourniquet "

IV.7.1- Calcul les paramètres de weibull:

$$F(i) = \frac{\sum_{j=1}^i n_j - 0.3}{N + 0.4}$$

Le tableau suivant comporte les TBF classés par ordre croissant, et les F(i) calculés par la

Méthode des rangs médians

(Dans notre cas $N = 16 \leq 20$) et on trace la

courbe

De Weibull :

N°	TBF (h)	ni	Σni	F(i) théorie	F(i) %
01	1,00	01	2	0,1036	10,36
02	11,00	01	3	0,1646	16,46
03	31,00	01	4	0,2256	22,56
04	95,00	01	5	0,2865	28,65
05	112,00	01	6	0,3475	34,75
06	142,00	01	7	0,4085	40,85
07	157,50	01	8	0,4695	46,95
08	364,75	01	9	0,5304	53,04
09	447,00	01	10	0,5914	59,14
10	505,00	01	11	0,6524	65,24
11	506,67	01	12	0,7134	71,34
12	527,25	01	13	0,7743	77,43
13	729,92	01	14	0,8353	83,53
14	1 506,75	01	15	0,8963	89,63
15	1 647,08	01	16	0,9573	95,73

Tableau (IV.9) : Fonction de réparation réelle.

IV.7.2-Recherche des valeurs des trois paramètres pour le “Vérin du Tourniquet”

À partir de logicielle de Weibull nous adoptons les paramètres suivants :

Figure (IV.11) : Papier de Weibull en logiciel statistique.

$\gamma = 0$ puisque notre courbe est assimilée à une droite.

IV.7.3-Test (Kolmogorov-Smirnov):

N°	Tbf	F(i) théorie	F(t)	$D_{N_{\max}} = F(i) - F(t) $
01	1,00	0,1036	0,6053	0,3946
02	11,00	0,1646	0,1591	0,0055
03	31,00	0,2256	0,2435	0,0179

04	95,00	0,2865	0,3732	0,0866
05	112,00	0,3475	0,3958	0,0483
06	142,00	0,4085	0,4299	0,0214
07	157,50	0,4695	0,4454	0,0240
08	364,75	0,5304	0,5800	0,0495
09	447,00	0,5914	0,6142	0,0228
10	505,00	0,6524	0,6349	0,0175
11	506,67	0,7134	0,6354	0,0779
12	527,25	0,7743	0,6422	0,1321
13	729,92	0,8353	0,6968	0,1384
14	1 506,75	0,8963	0,8109	0,0853
15	1 647,08	0,9573	0,8237	0,1336

Tableau (IV.10) : Test de kolmogrov-smirnov.

D'après la table de K-S: (voir Annexe N°1).

$D_{N_{max}} < D_{Na}$ Ce qui veut dire que le modèle de Weibull est accepté.

$D_{ni} = |f_{(ti)} - F_{(ti)}|$ Nous avons pri la valeur maximale

$D_{N_{max}} = 0,13847$

tandis que $D_{N,\alpha} = 0,266$

$0,13847 < 0,266$ donc l'hypothèse du modèle de Weibull est acceptable

IV .7.4- Explicitation les Paramètres de Weibull :

1- Le MTBF :

MTBF = 423,99 h.

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

1- La densité de probabilité en fonction de MTBF :

$$= 0,0003 = 0,03\%$$

2-La fonction de réparation en fonction de MTBF :

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

$$= 0,6053 = 60,53\%$$

3-La fiabilité en fonction de MTBF :

$$R(t=MTBF) = 1 - F(t= MTBF) = 1-0,6053 = 0,3946$$

$R(MTBF) = 39,46 \%$.

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

On remarque que la fiabilité de vérin est faible.

4-Le taux de défaillance en fonction de MTBF : **= 0,001009**
panne/heures

5-Calcul du temps souhaitable pour une intervention systématique:

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

$R(t) = 80 \% \Rightarrow t = ?$

$$\ln R(t) = -(t/\eta)^\beta = \ln(0.8) \Leftrightarrow -[\ln R(t)]^{1/\beta} = t/\eta \Rightarrow t = \eta[\ln(1/R(t))]^{1/\beta}$$

$t_{\text{sys}} = 461$ heures.

Pour garder la fiabilité du vérin 80% il faut intervenir chaque temps systématique 461 h.

IV .8- Etude de la Fiabilité R(t) du “Vérin du Tourniquet”

- Calcul de la fiabilité R(t), F(t) et $\lambda(t)$

TBF (h)	R(t)	F(t) théorie	f(t)	$\lambda(t)$
1,00	0,9441	0,1036	0,0249	0,0264
11,00	0,8408	0,1646	0,0060	0,0072
31,00	0,7564	0,2256	0,0031	0,0041
95,00	0,6267	0,2865	0,0014	0,0022
112,00	0,6041	0,3475	0,0012	0,0020
142,00	0,5700	0,4085	0,0010	0,0018
157,50	0,5545	0,4695	0,0009	0,0017
364,75	0,4199	0,5304	0,0004	0,0010
447,00	0,3857	0,5914	0,0003	0,0009
505,00	0,3650	0,6524	0,0003	0,0009
506,67	0,3645	0,7134	0,0003	0,0009
527,25	0,3577	0,7743	0,0003	0,0008
729,92	0,3031	0,8353	0,0002	0,0007
1 506,75	0,1890	0,8963	9,6129	0,0005
1 647,08	0,1762	0,9573	8,5451	0,0004

Tableau (IV.11) : Calcul de fiabilité R(t), F(t) et $\lambda(t)$.

IV .8.1- Les Courbes caractéristiques du “Vérin du Tourniquet”

Courbe de fiabilité R(t)

Figure (IV.12) : Courbe de la Fonction Fiabilité.

Analyse de la courbe R(t) :

Le graphe décroissant en fonction de TBF ce qui explique par le phénomène de Dégradation. L'amélioration de la fiabilité du vérin passe obligatoirement par une analyse des défaillances avec une étude détaillée de leurs causes, leurs modes et de leurs conséquences.

La chute de la fiabilité signifie que le système a subi plusieurs arrêts dus à une mauvaise utilisation (non-respect des exigences du constructeur) ou par l'absence d'une maintenance adéquate.

Courbe fonction de répartition F(t)

Figure (IV.13) : Courbe fonction de répartition.

Analyse de la courbe F (t) :

On remarque que la courbe de la fonction de répartition augmente avec le cumul TBF ce qui signifie que la machine a une forte probabilité de tomber en panne avec l'accroissement des temps de fonctionnement.

La courbe obtenue est une progression continue dans le temps. La probabilité d'avarie pour un temps égal à la MTBF, $F(t) = 1-R(t)$ et selon l'exemple on a 60,35% de chance pour que le vérin subisse un arrêt de production.

Courbe de densité de probabilité f(t)

Figure (IV.14) : la courbe densité de probabilité.

Analyse de la courbe f(t) :

D'après cette courbe on remarque que la fonction f(t) (densité de probabilité) diminue avec la progression du temps

Courbe du taux de défaillance $\lambda(t)$

Figure (IV.15) : Courbe de la fonction de taux de défaillance.

Analyse de la courbe $\lambda(t)$:

D'après le graphe nous avons un taux de défaillance décroissant, ce qui signifie que le vérin du tourniquet est en période de jeunesse et $\beta < 1$.

IV.9- Calcul de la Maintenabilité M(t):

D'après l'historique Du vérin :

$$MTTR = \Sigma TR / N.$$

TR : temps de réparation.

N : nombre de panne.

$$MTTR = 25,08 / 17 = 1,47 \text{ h.}$$

Avec $\mu = 1/MTTR = 1/1,47 = 0,67$ intervention / heures.

Tbf	M(t)
-----	------

1,00	0,2874
11,00	0,3265
31,00	0,4922
95,00	0,4922
112,00	0,4922
142,00	0,4922
157,50	0,4922
364,75	0,4922
447,00	0,6381
505,00	0,6381
506,67	0,7421
527,25	0,7421
729,92	0,7421
1 506,75	0,7421
1 647,08	0,7421

Courbe de la fonction de Maintenabilité M(t)

Figure (IV.16) : La Courbe de Maintenabilité.

Tableau (IV.12) : La maintenabilité du vérin de tourniquet.

Analyse de la courbe M(t) :

La Maintenabilité est croissante en fonction de temps à l'instant T=140 heures, la maintenable 99,99%. Il est tout à fait logique, que plus on a le temps pour réparation et plus la maintenabilité est meilleure. Notre but est d'avoir un temps court pour une maintenabilité élevée.

IV.10- Le Calcul de la disponibilité D(t)

- Disponibilité intrinsèque : $D_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} = 0.9965$

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

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \quad \text{Avec} \quad = 0.0023$$

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

$$= 0.67$$

On aura :

$$D(t) = 0.9978$$

IV.6.1- Calcul de D(i), D(int).

Tbf	D(t)	D(int)
1	0,9744	0,9965
11	1	0,9965
31	1	0,9965
95	1	0,9965
112	1	0,9965
142	1	0,9965
157,5	1	0,9965
364,75	1	0,9965
447	1	0,9965
505	1	0,9965
506,66	1	0,9965
527,25	1	0,9965
729,91	1	0,9965
1506,75	1	0,9965
1647,08	1	0,9965

Tableau (IV.13) : Tableau des disponibilités de D(i), D(int).

IV.10.1-Les Courbes de la Disponibilité du “Vérin du Tourniquet”

Courbe de disponibilité D(t)

Figure (IV.17) : La Courbe de disponibilité instantanée.

Analyse de la courbe D(t) :

Il est tout à fait normal qu’au temps $t = 0$ la disponibilité est de 100%. Et plus on fonctionne la disponibilité de se dégrader progressivement.

Courbe de disponibilité D (int)

Figure (IV.18) : La Courbe de disponibilité intrinsèque.

Analyse de la courbe $D(int)$:

L'indice de disponibilité représente la probabilité qu'un équipement doit répondre à sa fonction de production. Et pour notre cas de la table à rouleaux à la valeur de 100% constant au cours de la durée de vie l'équipement c'est à dire qu'elle est acceptable.

Conclusion partielle :

Dans cette partie importante, nous avons cherché à montrer le comportement des systèmes étudiés, du point de vue maintenance. Le taux de défaillance, paramètre indicateur relevé qu'on se situe dans la période rodage (jeunesse). Ce fait explique que les systèmes sont changés régulièrement, avec un MTBF =245,543 h (table à rouleaux) et MTBF=423,99 h pour le vérin, puisque ce sont des éléments neufs et doivent passer par une période de jeunesse, d'ailleurs le paramètre de Weibull β est inférieur à 1 pour les deux systèmes.

Par le chapitre suivant nous exposerons des solutions qui permettront d'augmenter la fiabilité, la disponibilité, ce qui entrainera un plus grand MTBF.

Ce but sera atteint en réduisant à son minimum la MTTR (le cout de maintenance sera réduit) et le manque à gagner sera à son tour insignifiant.

Courbe de fiabilité $R(t)$
Courbe de taux de défaillance $\lambda(t)$
(t) Courbe de fonction de répartition F

V.1- Amélioration et entretien 1^{er} Cas "Table à Rouleaux"

Avant d'entamer les solutions apportées à nos systèmes, il est impératif de décrire succinctement les éléments constituant nos systèmes.

V.1.2- Description de la table à rouleaux : [6]

Elle comprend l'actionnement des rouleaux (1 à30), divisées en deux groupes :

- a-Rouleaux (1à11) groupe 1.
- b-Rouleaux (12 à 30) groupe 2.

Rôle

Cette table à rouleaux a pour but d'évacuer les billettes qui sont sorties du refroidis soir en paquets déjà faits, et de les amener jusque à la zone de chargement.

V.1.3- Les Composants de voie de rouleaux : [7]

Pour une représentation claire, nous visualisons le schéma détaillé des voies de rouleaux.

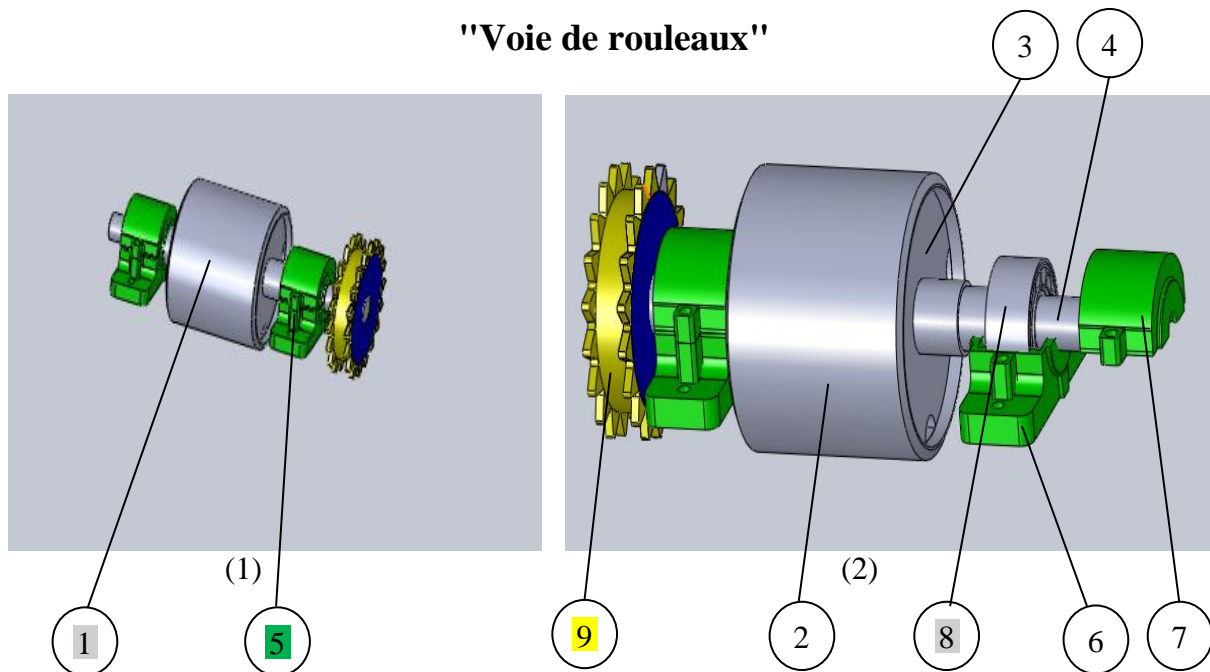


Figure (V.1-2) : Les Composants de voie de rouleaux

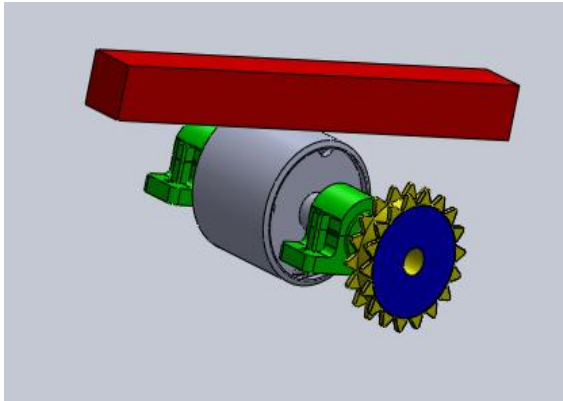
9	1	Pignon double range	S353JO
8	2	Roulement à rouleaux sur 2 range	ø 120BE ø 60-54
7	2	Palier Partie supérieur CCR	FONTE
6	2	Palier Partie inférieure CCR	FONTE
5	2	PALIER 513	
4	1	Axe ø75*553,5	C45
3	2	Toile ø240*5	RST 37-2
2	1	Rond tube265/227*230	RST 37-2
1	1	ROULEAU	
Rep	Qtte	Désignation	Matière
Voie de rouleaux			
NUMOENCLATURE			

Tableau (V.1) : Les Composants de voie de rouleaux

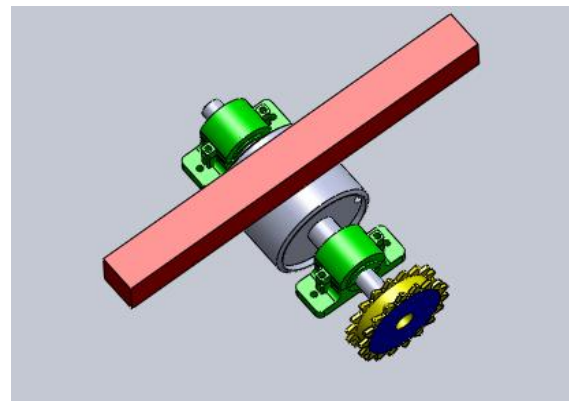
V.1.4- Problématique :

Température très élevée ce qui provoque une déformation des joints de roulements
 Problème du choix de la politique de maintenance ainsi que le suivi rigoureux en inspection et contrôle.

Manque d'entretien (gamme d'entretien systématique) Figure (V.3-4).



(3)



(4)

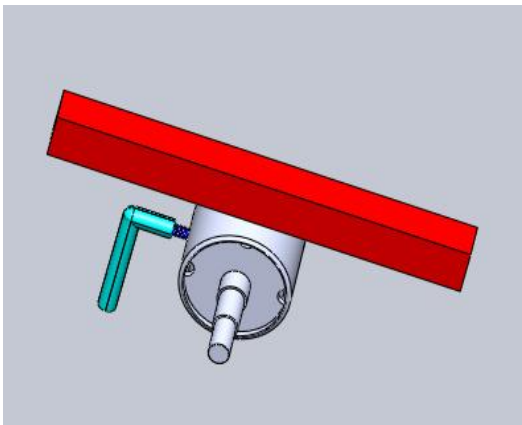
Figure (V.3-4) : Problématique

V.2- Proposition d'amélioration :

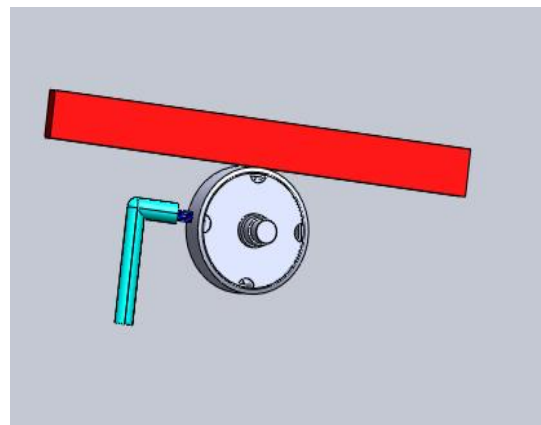
Les solutions envisagées sont les suivantes :

Pour diminuer les pannes au niveau des paliers et la chaîne de transmission et éviter l'arrêt de production il faut diminuer la température de la billette qui influence sur les rouleaux

- a) Pour le refroidissement des rouleaux, nous proposons un refroidissement avec arrosage à l'eau. Figure (V.5-6)



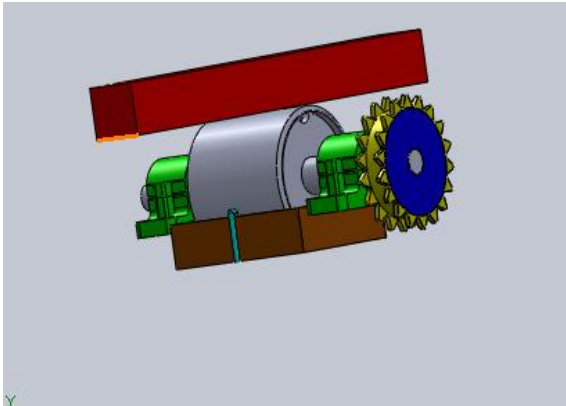
(5)



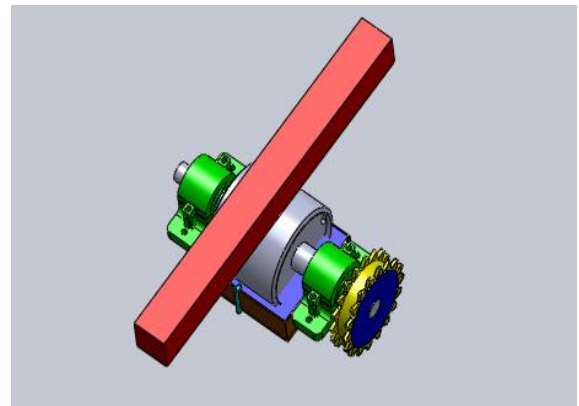
(6)

Figure (V.5-6) : Refroidissement avec arrosage à l'eau.

- b) Et pour l'économie de l'eau nous prévoyons un bassin de récupération.
Figure (V.7-8).



(7)

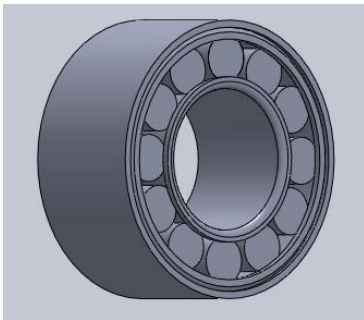


(8)

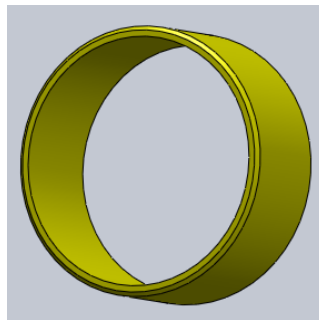
Figure (V.7-8) : Refroidissement avec bassin de récupération.

- c) Une bague de cuivre pour diminuer la température et le frottement.

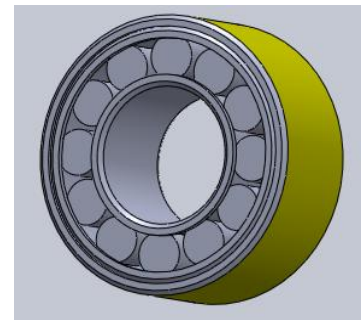
Figure (V.9-10-11)



(9)



(10)



(11)

Figure (V.9-10-11) : Proposition d'une bague de cuivre.

V.3- Amélioration et entretien 2^{ème} Cas "Vérin de Tourniquet"

V.3.1- Principe de fonctionnement du vérin [6]

Le vérin de cette machine a une commande hydraulique pour ouvrir ou fermer la poche à partir d'un poste de commande.

Rôle

Son rôle est très important puisque son endommagement cause l'arrêt de toute la production.

V.3.2- Les Composants du vérin [7]

"Vérin de Tourniquet"

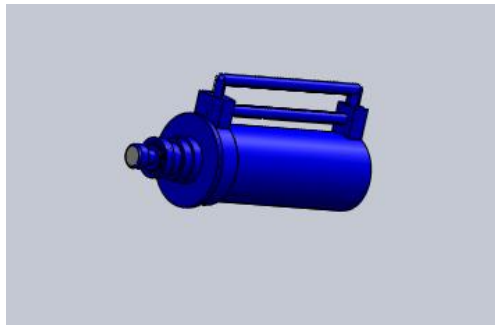


Figure (V.12) : Vérin de Tourniquet

COUPE : A-A

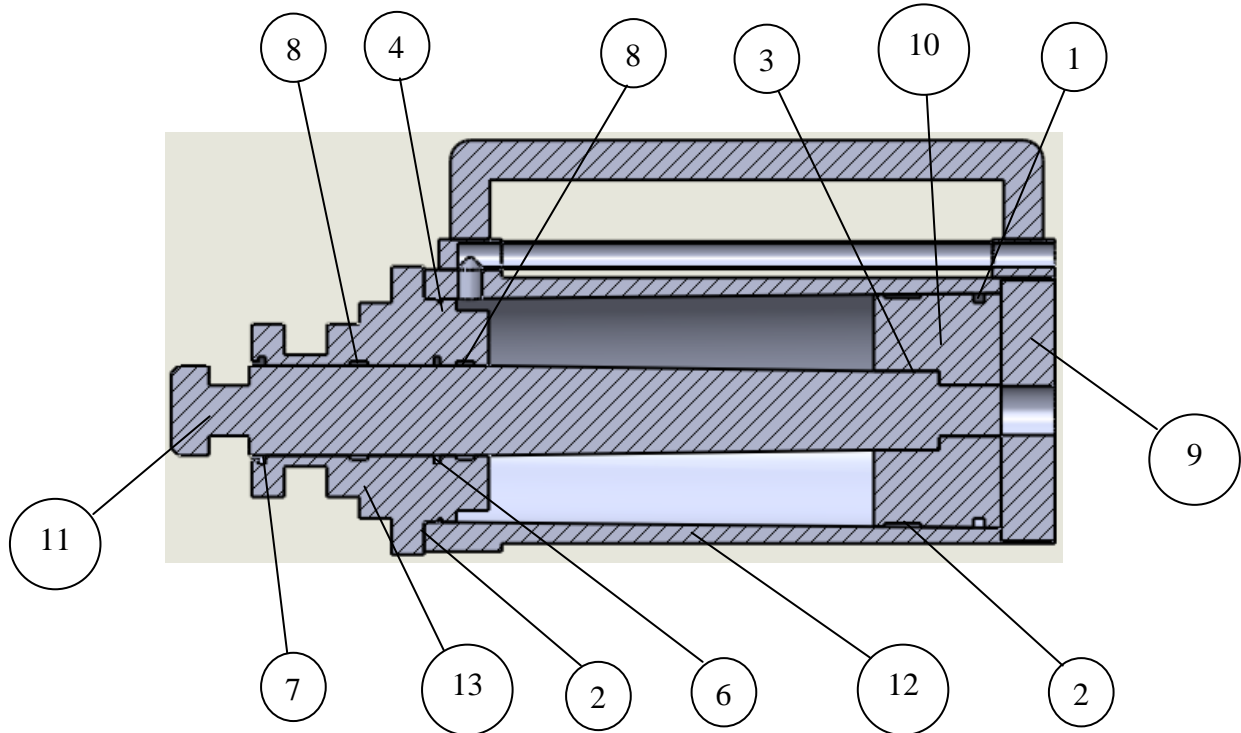


Figure (V.13) : Vérin de Tourniquet Coupe A-A

13	1	TETE	39NiCrMo3
12	1	TUBE	Fe510
11	1	TIGE	39NiCrMo3bonif.
10	1	PISTIN	C45
9	1	BOUCHON	Fe52B
8	2	RUBAN 19.5*3*166	Macma/Apf
7	1	WRA-196228	Polipac/Viton
6	1	S-55043-500-E-46	PRP
5	1	PARBAK 8-247	Parker
4	1	OR-4462	Macma/Viton
3	1	OR-142	Macma/Viton
2	1	RUBAN 19.5*3*383	Macma
1	1	S-55044-1250-E-46	PRP
Rep	Qtte	Désignation	Matériaux
NUMOENCLATURE			
CYLINDRE HYDRAULIQUE			

Tableau (V.2) : Les Composants du vérin

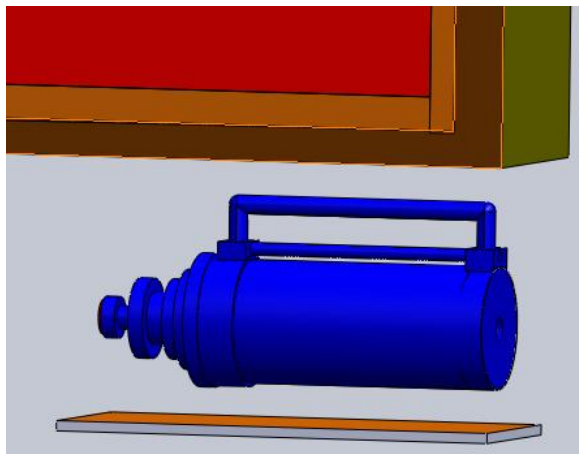
V.3.3- Problématique :

Le problème essentiel se présente dans la présence d'une température élevée et la détérioration des joints due à température :

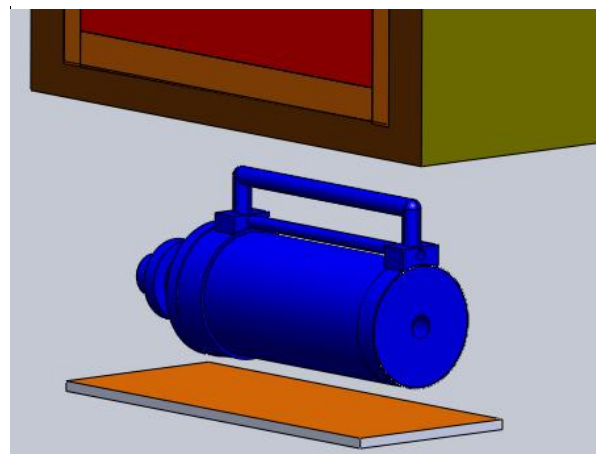
Causes extrinsèques du vérin :

La manipulation de ce vérin par les opérateurs au moment de l'ouverture et la fermeture de la poche est inappropriée.

Le montage actuel est soumis à des accidents d'endommagement du vérin puisqu'il n'est pas protégé contre les chocs et les températures élevées. Figure (V.7)



(14)



(15)

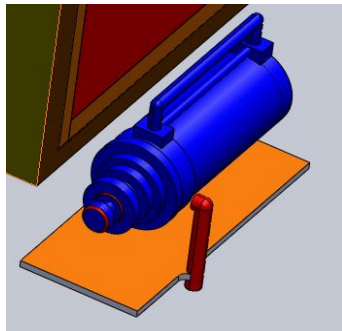
Figure (V.14-15) : Problématique

V.4 Proposition d'amélioration :

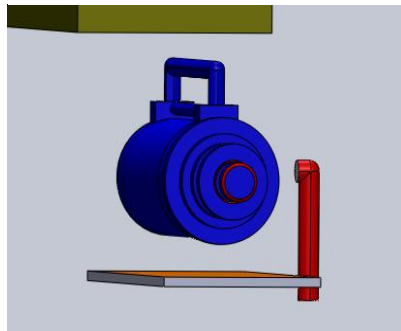
Les solutions envisagées par nous sont les suivantes :

Pour augmenter la fiabilité et éviter les fuites d'huile, et la rupture de la tête du vérin il faut diminuer la température de la poche qui influe eu niveau le corps du vérin.

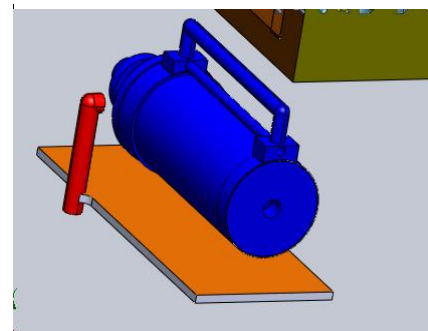
- a) Pour le refroidissement du vérin, nous proposons un refroidissement à l'air comprimé alimenté par un flexible et raccordé au circuit déjà existant et comme représenté par le schéma Figure (V.16-17-18)



(16)



(17)



(18)

Figure (V.8) : Refroidissement à l'air comprimé

- b) Changement du type de joints : [8]

Pour ce qui est des aléas dus aux joints nous proposons un autre type des joint (voir tableau des types de joints) et ceci aussi bien pour les fuites internes que les fuites externes.

Bague de frottement					Joint torique			Surface de contact
Code standard	Code ISO	Matériau	Couleur	Caractéristiques	Code	Nature du matériau	Température de service	
DP	P	PTFE Vierge	Blanc	Résistance aux produits chimiques Imperméabilité Diélectrique Anti-adhérent Coefficient de friction faible Alimentaire	K6	NBR 70 Shore A	-30°C / +100°C	Acier Acier inoxydable Acier chromé Aluminium Bronze Fonte Surface traitée
					G6	FKM 70 Shore A	-20°C / +200°C	
					C6	EPDM 70 Shore A	-45°C / +150°C	
					F6	VMQ 70 Shore A	-60°C / +200°C	
DC	C	PTFE + 25% Carbone	Gris	Amélioration • Propriétés d'usure • Tenue à la compression Bonne résistance aux produits chimiques Conductivité thermique et électrique Anti-statique Performant dans le cadre d'applications dynamiques avec compression	K6	NBR 70 Shore A	-30°C / +100°C	
					G6	FKM 70 Shore A	-20°C / +200°C	
					C6	EPDM 70 Shore A	-45°C / +150°C	
CG	C	PTFE + 23% Carbone + 2% Graphite	Noir	Amélioration • Propriétés d'usure • Tenue mécanique Légèrement plus abrasif mais phénomène corrigé par l'adjonction de MOS2 Propriétés chimique et diélectrique conservées Bien adapté aux applications avec mouvements rotatif et alternatif simultanés	K6	NBR 70 Shore A	-30°C / +100°C	
					G6	FKM 70 Shore A	-20°C / +200°C	
					C6	EPDM 70 Shore A	-45°C / +150°C	
DV	V	PTFE + 25 % Verre	Bleu	Amélioration • Propriétés d'usure • Tenue mécanique Légèrement plus abrasif mais phénomène corrigé par l'adjonction de MOS2 Propriétés chimique et diélectrique conservées Bien adapté aux applications avec mouvements rotatif et alternatif simultanés	K6	NBR 70 Shore A	-30°C / +100°C	
					G6	FKM 70 Shore A	-20°C / +200°C	
VM	M	PTFE + 15 % Verre + 5% MOS2	Gris	Amélioration • Propriétés d'usure • Tenue mécanique Légèrement plus abrasif mais phénomène corrigé par l'adjonction de MOS2 Propriétés chimique et diélectrique conservées Bien adapté aux applications avec mouvements rotatif et alternatif simultanés	K6	NBR 70 Shore A	-30°C / +100°C	Acier Acier chromé Fonte
					G6	FKM 70 Shore A	-20°C / +200°C	

Tableau (V.3) : Tableau des types de joints

➤ **Remarque :**

1. Il est conseillé d'utiliser des flexibles en acier inoxydable par ce qu'ils résistent mieux.
2. pour garder une viscosité meilleure et une pureté de l'huile hydraulique, nous conseillons d'introduire une filtration et un refroidissement de ce dernier.

V.4.1- Révision du vérin:

- ❑ La révision du vérin doit être faite dans un lieu propre.
- ❑ Il faut contrôler les dimensions internes des cylindres, du piston et de la tige.
- ❑ Il faut faire des essais à la pression d'épreuve.
- ❑ Le stockage doit être fait dans un endroit adéquat.

Conclusion

Il est sans doute nécessaire de garder nos équipements en état de marche avec leurs performances prescrites par le constructeur de la machine sachant que l'industrie métallurgique présente un domaine névralgique dans l'industrialisation, raison pour laquelle, nous devons être vigilants pour sauvegarder ses outils de production (haut fourneaux, aciéries, production de bobines, etc....). Notre souci aujourd'hui se présente au niveau de l'ACE, ou nous avons constaté ; selon l'historique des interventions en maintenance ; des arrêts répétitifs du vérin de la poche, ainsi que le chemin de rouleaux de translation des billettes.

Pour une approche scientifique et technique du problème constaté, nous avons tout d'abord, déterminé les indicateurs de cet outil de production ; ou nous avons une faible fiabilité du vérin, estimée à 34% ce qui doit nous amener à solutionner le problème concernant les rouleaux, malgré que leur fiabilité se situe à environ 95 %. À notre avis, elle est acceptable, puisque ce chemin de rouleau reste en service malgré la défaillance de quelques rouleaux, ou la température des billettes influe sur les galets de ces derniers. Preuve que le paramètre de β est inférieur à l'unité $\beta < 1$.

En fréquence de réparation de ces rouleaux on considère qu'elles sont très proche ($\mu = 0,637$ int/heure)

Nous avons consacré notre travail, par contre à trouver une solution pour l'augmentation de la fiabilité du vérin hydraulique de la poche que nous avons illustré au chapitre IV.

Bibliographie

- [1] Document SIDER El Hadjer ANNABA.
- [2] Documentation bureau technique "ACE".
- [3] KHELIF.R, Cour de maintenance industrielle et fiabilité mécanique, Année 2013.
- [4] KALOUCHE.A, Cour FMD " Fiabilité, maintenabilité, disponibilité ", Année 2013
- [5] Documentation et historique bureau de Méthode (logiciel SAP) "ACE"
- [6] Les ouvrages 1 élément de constructeur tom I et II et III.
- [7] Documentation bureau technique MOTION et CONTROL NSK paliers RHP en deux Parties et accessoires et tableau d'équivalence théorique roulements standards.
- [8] Site www.francejoint.com tableau des joints hydrauliques.
- Aide-Mémoire fin des études Master.
 - 1- étude FMD et Amélioration d'une Motopompe Centrifuge. Par KADI MOHAMMED / GANA DJAMAL EDDINE -Université Kasdi Merbah – Ouargla Année 2014.
 - 2- étude FMD et Analyse Vibratoire du Ventilateur de l'Unité ACO2 Arcelor Mittal – Annaba. Par FOUGHALI KHALED / HEMICI RAMZI – Année 2011.



Modèles d'impression supports

➤ Distribution de Weibull

Annexe N ° 01 : Tableau de loi Kolmogorov-Smirnov.

Annexe N ° 02 : Valeurs des coefficients A et B en fonction du paramètre de forme.

➤ Concernant les équipements

Annexe N ° 03 : Fiche technique.

Annexe N ° 04 : Nomenclature pièces de rechange.

Annexe N ° 05 : Fiche entretien.

Annexe N ° 06 : fichier historique (Récapitulatif).

➤ Concernant les prestations

Annexe N ° 07 : Demande de travaux.

Annexe N ° 08 : Fiche de préparation (Ordre de travail).

Annexe N ° 09 : Rapport intervention.

Annexe N ° 10 : Fiche de suivi des principaux équipements.

Annexe N ° 11 : Fiche de pointage analytique du personnel.



Tableau de loi Kolmogorov-Smirnov

N	Niveau significatif α				
	0,20	0,15	0,10	0,05	0,01
1	0,900	0,925	0,95	0,975	0,995
2	0,684	0,726	0,776	0,842	0,929
3	0,565	0,597	0,642	0,708	0,828
4	0,494	0,525	0,564	0,624	0,733
5	0,446	0,474	0,510	0,565	0,669
6	0,410	0,436	0,470	0,521	0,618
7	0,381	0,405	0,438	0,486	0,577
8	0,358	0,381	0,411	0,457	0,543
9	0,339	0,36	0,388	0,432	0,514
10	0,322	0,342	0,368	0,41	0,94
11	0,307	0,326	0,325	0,391	0,468
12	0,295	0,313	0,338	0,375	0,450
13	0,284	0,302	0,325	0,361	0,433
14	0,274	0,292	0,314	0,349	0,418
15	0,266	0,283	0,304	0,338	0,404
16	0,258	0,274	0,295	0,328	0,392
17	0,250	0,266	0,286	0,318	0,381
18	0,244	0,259	0,278	0,309	0,371
19	0,237	0,252	0,272	0,301	0,363
20	0,231	0,246	0,264	0,294	0,356
25	0,21	0,22	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,2	0,22	0,24	0,29
35	1,18	0,19	0,21	0,23	0,27
>35	1,07	1,14	1,22	1,36	1,63

Valeurs des coefficients A et B en fonction du paramètre de forme

β	A	B
0.20	120	1901
0.25	24	199
0.30	9.2605	50.08
0.35	5.0291	19.98
0.40	3.3234	10.44
0.45	2.4786	6.46
0.50	2	4.47
0.55	1.7024	3.35
0.60	1.5046	2.65
0.65	1.3663	2.18
0.70	1.2638	1.85
0.75	1.1906	1.61
0.80	1.1330	1.29
0.85	1.0880	1.17
0.90	1.0522	1.08
0.95	1.0234	1
1	1	0.934
1.05	0.934	0.878
1.10	0.878	0.878
1.15	0.830	0.830
1.20	0.787	0.787
1.25	0.750	0.750
1.30	0.716	0.716
1.35	0.667	0.667
1.40	0.660	0.660
1.45	0.635	0.635
1.50	0.9027	0.613
1.55	0.8994	0.593
1.60	0.8966	0.574
1.65	0.8942	0.556
1.70	0.8922	0.540
1.75	0.8906	0.525
1.80	0.8893	0.511
1.85	0.8882	0.498
1.90	0.8874	0.486
1.95	0.8867	0.474
2	0.8862	0.443
2.1	0.8857	0.425
2.2	0.8856	0.409
2.3	0.8859	0.393
2.4	0.8865	0.80
2.5	0.8873	0.367

β	A	B
2.6	0.8882	0.367
2.7	0.8893	0.355
2.8	0.8805	0.344
2.9	0.8917	0.325
3	0.8930	0.316
3.1	0.8943	0.307
3.2	0.8957	0.299
3.3	0.8870	0.292
3.4	0.8984	0.285
3.5	0.8997	0.278
3.6	0.9011	0.272
3.7	0.9025	0.266
3.8	0.9038	0.260
3.9	0.9051	0.254
4	0.9064	0.249
4.1	0.9077	0.244
4.2	0.9089	0.239
4.3	0.9102	0.235
4.4	0.9144	0.230
4.5	0.9125	0.226
4.6	0.9137	0.222
4.7	0.9149	0.218
4.8	0.9160	0.214
4.9	0.9171	0.210
5	0.9162	0.207
5.1	0.9192	0.203
5.2	0.9202	0.200
5.3	0.9213	0.197
5.4	0.9222	0.194
5.5	0.9232	0.191
5.6	0.9241	0.186
5.7	0.9251	0.185
5.8	0.9260	0.183
5.9	0.9269	0.180
6	0.9277	0.177
6.1	0.9266	0.175
6.2	0.9294	0.172
6.3	0.9302	0.170
6.4	0.9310	0.168
6.5	0.9318	0.166
6.6	0.9325	0.163
6.7	0.9333	0.161

FICHE TECHNIQUE		N°:
Désignation complète de l'équipement		Code Equipement :
		Code Localisation :
		N° de plan :
		Référence plan :
Fonction de l'équipement		
Caractéristiques principales		Date de fabrication :
N° de commande :		
Constructeur :		
Type :		Date mise en service :
Modèle :		
N° de série :		
Caractéristiques techniques		
Puissance mécanique :	Alésage :	
Puissance hydraulique :	Course :	
Rendement :	Nombre de pistons :	
Mode entrainement :	Taux de compression :	
Type accouplement :	Diamètre impulseur :	
Rapport transmission :	Tension alimentation :	
Pression aspiration :	Intensité alimentation :	
Pression refoulement :	Tension de coupure :	
Pression de commande :	Tension de sortie :	
Pression de tarage :	Classe isolement :	
Température admission :	Fréquence :	
Température refoulement :		
Débit aspiration :	Poids :	
Débit refoulement :	Longueur :	
Capacité :	Largeur :	
	Hauteur :	
Références documentation		
Références constructeurs et ou Fournisseurs		

DEMANDE DE TRAVAUX N° : Date :				
Désignation de l'équipement		Code Equipement :		
		Code Localisation :		
		Compt. Analytique :		
		Degré d'Urgence :		
		Niveau Entretien :		
		Code Entretien :		
Etat de l'équipement				
Nature des travaux à effectuer				
Demandeur				
Service	Nom	Fonction	Date	Visa
Réceptionnée par				
Service	Nom	Fonction	Date	Visa
METHODES				
Travail à préparer par :				
Avant le :				
Observations :				

FICHE DE PREPARATION - ORDRE DE TRAVAIL N°:				
Désignation de l'équipement		Code Equipement :		
		Code Localisation :		
		Compte Analytique :		
Services prestataires		Demande de travaux N° :		
		Degré d'urgence :		
Ci-joint documentation :				
Dessin équipement N°				
Procédures				
Spécifications techniques				
Pièces de rechange et outillage				
Manutention, Sécurité				
Planning main d'œuvre				
Section ou équipe	Planning personnel	Cadres	Maîtrise	Exécution
Durée travaux	Nombre h / H			
Préparation effectuée par				
Service	Nom	Fonction	Date	Visa
Date début travaux :				
Date fin de travaux estimée :				
Observations et consignes particulières :				
Ordonancement				
Service	Nom	Fonction	Date	Visa

RAPPORT INTERVENTION N°				
Désignation de l'équipement		Code Equipement :		
		Code Localisation :		
		Compte Analytique :		
		Degré d'Urgence :		
Demande de travaux N° :		Ordre de travail N° :		
Situation de l'équipement avant intervention				
Date début travaux :		Date fin travaux :		
Résumé succinct des travaux				
Moyens humains				
Nom	Prénom	Qualité	Heures	Observation
Moyens matériels et supports utilisés				
Désignation	Code	Quantité	Carburant	Observation
Pièce de rechange et ingrédients consommée				
Désignation	Référence	Code	Quantité	Observation
Cl-joint : 1. Détails des phases d'intervention				
2. Remarques, recommandations et suggestions				
Responsable de l'opération				
Nom	Prénom	Qualité	Date	Visa

Glossaire

- TTR** : Temps de réparation.
TBF : Temps de bon fonctionnement.
TA : Temps d'arrêts.
N : Nombre de panne.
UT : Temps entre défaillances.
R (t) : Fonction de fiabilité.
F(t) : Fonction de défaillance.
f (t) : Densité de probabilité.
 $\lambda(t)$: Taux de défaillance.
M(t) : Fonction de Maintenabilité.
MUT : Moyenne temps entre défaillances.
MTTR : Moyenne de temps de réparation.
 μ : Taux de réparation.
MTBF : Moyenne de temps de bon fonctionnement.
D : Disponibilité.
D(t) : Disponibilité instantanée.
D (int) : Disponibilité intrinsèque.
 Υ : Paramètre de position.
 η : Paramètre d'échelle.
B : Paramètre de forme.
- ACE** : Aciérie Electrique.
Mccr : Machine à coulée continue radial.
Four LHF : Four Affinage (traitement).
Four EBT : Four Electrique Basse Tension.
Ces : Coulée en source.
Sdp II : Sale des pompes.
Condit : Conditionnement.
Tab à Rlx G1/L1: Table à rouleaux group 1 ligne 1.
V.R : Voie de rouleaux.
C. H : Central hydraulique.
Ext/L1 : Extracteur ligne 1.
Red/L2 : Redresseur ligne 2.
Oxy/L4 : Oxycoupeur ligne 4.
Tour : Tourniquet.
de S : Table de sorte.
Ling/L3 : Lingotière ligne 3.
Osc : Oscillateur.
Refr : Refroidisseur.