

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE A-MIRA DE BEJAIA  
FACULTE DE TECHNOLOGIE  
DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE**

En vue de l'obtention du diplôme de

**MASTER**

Option : maintenance industrielle

THEME

**ANALYSE DE LA PERFORMANCE DE LA  
MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS DE LA  
RAFFINERIE DE SUCRE 3000T  
CEVITAL-BEJAIA.**

Présenté par :

**M<sup>r</sup> : OUHENIA Sofiane.**

**M<sup>r</sup> : BENARAB Sofiane.**

Promoteur :

**D<sup>r</sup> : R. LAGGOUNE.**

Encadreur :

**M<sup>r</sup> : D. BOUNOUA.**

Membres de jury :

**M<sup>r</sup> : H. SAD EDDINE.**

**M<sup>r</sup> : M. BOUDERBALA.**

**M<sup>me</sup> : L. HIMED.**

**PRESIDENT.**

**EXAMINATEUR.**

**EXAMINATRICE.**

Année

2013 / 2014

# REMERCIEMENT

---

---

**T**out d'abord, nous tenons à remercier éminemment notre promoteur **M<sup>r</sup> LAGGOUNE Radouane** pour son soutien et ses précieux conseils et tous les soucis qu'il se faisait à cause de nous.

**N**os remerciements les plus profonds, et notre sincère gratitude vont à l'adresse de notre encadreur **M<sup>r</sup> BOUNOUA Djamel** pour nous avoir proposé ce travail et nous avoir guidés tout le long de notre stage.

**N**ous remercions également **M<sup>r</sup> FEDILA Tarik** et saluons au passage la gentillesse et la simplicité avec laquelle il nous a accueilli et guidé dans notre analyse.

**U**n remerciement particulier pour **M<sup>r</sup> SADKI Ali** qui nous a offert l'opportunité d'effectuer ce stage.

**N**ous remercions tous les techniciens et ingénieurs qui constituent le service maintenance de la raffinerie de sucre.

**N**ous remercions également **M<sup>r</sup> H. SAD EDDINE, M<sup>r</sup> M. BOUDERBALA** et

**M<sup>me</sup> L. HIMED** de nous avoir fait l'honneur de constituer notre jury.

**E**nfin nous remercions toutes personnes ayant participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail à leur tête notre ami **BERRANI Massina**.

# Dédicaces

---

**A**près avoir rendu grâce à dieu le tout puissant.

**J**e dédie ce travail à mes très chers parents, et je tiens à les remercier sur ce papier par ses petits mots, car je ne les remercierai jamais assez pour m'avoir soutenu durant toute ma vie.  
Sans eux je ne serais pas arrivé là où j'en suis.

**J**e dédie ce travail à mes frères NASSIM, NABIL et à mes sœurs NASSIMA, NORA et son mari OMAR, aussi leur adorable fils, le petit YANIS « NaNi ».

**M**es dédicaces vont à l'adresse :

**D**e tous mes amis B.Massi, H.Samir ET toute la CLIC de la place tazemourth.

**D**e ma meilleure amie LALA.

**D**e mon binôme ainsi qu'à toute sa famille.

**G**rosse dédicace à tous mes camarades de la promotion maintenance industrielle 2014, et plus précisément Bininou, Ferhat et Bilal.

**Sofiane OUHENIA.**

---

## *Dédicaces*

*Après avoir rendu grâce à dieu le tous puissant.*

*Je dédie ce travail à :*

*A mes très chers parents qui m'ont toujours soutenu et encourager  
durant toutes mes année d'étude.*

*A mon frères et sœurs Mouloud Lila et Dahlia.*

*A mon binôme Sofiane et toute sa famille.*

*A tous mes amis a leurs tête B. Massina N. Bachir  
D. Walid M. Mouhamed.*

*A tous mes camarades de la promotion Maintenance  
Industriel 2013/2014.*

*A tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin.*

*Sofiane. Ben Arab*

---

# Sommaire

---

*Liste des figures*

*Liste des tableaux*

*Préambule ..... I*

*Introduction générale ..... II*

## *CAPITRE I : description du procédé industriel.*

I.1. Introduction.....	1
I.1.1. Histoire du sucre .....	1
I.1.2. Les ressources du sucre.....	1
I.1.3. Le sucre dans le monde.....	1
I.1.4. Composition et structure du sucre.....	1
I.2. Présentation du complexe CEVITAL .....	1
I.2.1. Situation géographique .....	1
I.2.2. Organisation et fonctionnement de CEVITAL .....	2
I.2.3. La direction générale.....	2
I.2.4. La direction des ressources humaines.....	2
I.2.5. La direction logistique .....	3
I.2.6. La direction des finances et comptabilités .....	3
I.2.7. La direction projet.....	3
I.2.8. La direction de distribution directe .....	3
I.2.9. La direction commerciale .....	3
I.2.10. La direction technique .....	4
I.3. Processus de raffinage du sucre .....	6
I.3.1. Section 1 : Affinage et fonte .....	6
I.3.2. Section 2 : Carbonatation.....	6

I.3.3. Section 3 : Filtration.....	6
I.3.4. Section 4 : Décoloration.....	6
I.3.5. Section 5 : Concentration.....	7
I.3.6. Section 6 : Cristallisation haut produit.....	7
I.3.7. Section 7 : Séchage.....	7
I.3.8. Section 8 : Cristallisation bas produit.....	7
I.3.9. Section 9 : Utilité.....	8
I.3.10. Section 10 : Maturation et conditionnement.....	8
I.4. L'objectif du raffinage.....	8

## *Chapitre II : Notions fondamentales sur la maintenance et les défaillances.*

II.1. Introduction.....	10
II.2. Généralités.....	10
II.2.1. Définition de la maintenance.....	10
II.2.2. Objectifs de la maintenance dans l'entreprise.....	11
II.2.2.1. Des objectifs opérationnels.....	12
II.2.2.2. Des objectifs de coût.....	12
II.2.3. Politique de maintenance.....	12
II.2.4. La stratégie de maintenance.....	13
II.2.4.1. Stratégie basée sur le « Life Cycle Cost (LCC) ».....	14
II.2.4.2. Stratégie basée sur le « Total Productive Maintenance (TPM) ».....	14
II.2.4.3. Stratégie basée sur la « Maintenance Basée sur la Fiabilité (MBF) ».....	15
II.2.5. Types de maintenance.....	15
II.2.5.1. La maintenance corrective.....	15
II.2.5.2. La maintenance préventive.....	15
II.2.6. Niveau de maintenance.....	16
II.2.7. Les fonctions du service maintenance.....	18
II.2.8. Place du service maintenance dans l'entreprise.....	19
II.3. La sûreté de fonctionnement.....	19
II.3.1. Le concept de fiabilité.....	20
II.3.2. La Maintenabilité.....	20
II.3.3. Le concept de disponibilité.....	20
II.3.4. Le concept de sécurité.....	20
II.4. Indicateurs de performance en maintenance.....	20

II.4.1. Les indicateurs d'activités .....	20
II.4.2. Les indicateurs d'efficacité.....	21
II.4.3. Les indicateurs financiers .....	22
II.5. Les indicateurs de la TPM .....	22
II.5.1. LE TRS « Taux de Rendement Synthétique ».....	22
II.5.2. LE TRG « Taux de Rendement Global » .....	23
II.5.3. LE TRE «Taux de Rendement Economique » .....	23
II.6. Généralités sur les défaillances.....	24
II.6.1. Quelques définitions .....	24
II.6.1.1. La défaillance .....	24
II.6.1.2. La panne .....	24
II.6.1.3. Les cause de défaillances.....	24
II.6.1.4. Les modes de défaillance.....	24
II.6.1.5. Le mécanisme de défaillance.....	24
II.7. Taux de défaillance.....	24
II.8. Classification des défaillances.....	25
II.9. Evolution des défaillances .....	26
II.9.1. Evolution de la défaillance dans le temps .....	26
II.9.2. Processus d'évolution d'une défaillance mécanique .....	27
II.10. Méthodes d'analyses de défaillances.....	27
II.10.1. La méthode PARETO.....	27
II.10.1.1. Définition.....	27
II.10.1.2. Origine de la méthode A.B.C .....	27
II.10.1.3. But .....	28
II.10.2. La méthode ISHIKAWA (ARETE de POISSON).....	28
II.10.2.1. Définition.....	28
II.10.2.2. But .....	28
II.10.2.3. Principe de fonctionnement.....	28
II.10.2.4. Etapes de construction du diagramme d'ISHIKAWA .....	29

*Chapitre III : Analyse de l'état actuel de la maintenance au sein  
de la raffinerie de sucre 3000T.*

III.1. Introduction .....	31
III.2. Analyse de la maintenance.....	31
III.2.1. La politique de maintenance appliquée.....	31

III.2.2. Les moyens humains .....	31
III.2.3. Les moyens matériels .....	32
III.2.4. La documentation .....	32
III.2.5. Les coûts de maintenance.....	33
III.2.6. Fonctionnement de la maintenance .....	33
III.2.7. Représentation du déroulement des taches de maintenance durant 2013 .....	33
III.3. Analyse de l'historique de panne de la raffinerie durant l'année 2013.....	36
III.3.1. Recensement des causes principale des arrêts de la raffinerie .....	36
III.3.2. Recensement des types d'interventions et natures de panne .....	37
III.3.3. Analyse des rapports mensuels .....	40
III.3.4. Calcul des indicateurs de maintenance de la raffinerie de sucre 3000T .....	40
III.3.4.1. Indicateurs d'activités .....	40
III.3.4.2. Indicateurs d'efficacités .....	41
III.4. Analyse de la disponibilité .....	42
III.5. Analyse des performances.....	43
III.5.1. Calcul des indicateurs de performances .....	44
III.5.1.1. Le taux de rendement synthétique « TRS » .....	44
III.5.1.2. Le taux de rendement globale « TRG » .....	44
III.6. Détermination des équipements critiques .....	46
III.6.1. Nécessité de l'analyse .....	47
III.6.2. Le problème posé .....	47
III.6.3. La nature des éléments à classer .....	47
III.6.4. Le critère de classement .....	47
III.6.5. La période d'étude.....	47
III.6.6. Préparation et construction de la courbe A.B.C .....	47
III.6.6.1. Classification des éléments .....	47
III.6.6.2. Traçage de la courbe .....	49
III.6.6.3. Détermination des zones A.B.C .....	49
III.6.6.4. Interprétation des résultats .....	49
III.7. Etudes des équipements les plus critiques.....	51
III.7.1. Classement des équipements .....	51
III.7.2. Interprétation des graphes .....	54
III.8. Détermination des causes d'arrêts.....	55
III.8.1. Nécessité de l'application de la méthode .....	55
III.8.2. Les équipements à étudier .....	55

III.8.3. Recensement et classification des causes d'arrêts.....	55
III.8.4. Diagramme d'ISHIKAWA .....	56
III.9. Conclusion.....	58

#### *CHAPITRE IV : Recommandations et plan d'action.*

IV.1. Introduction.....	59
IV.2. Perspective d'amélioration.....	59
IV.2.1. GMAO et fichiers historiques .....	59
IV.2.2. Augmentation de la part de maintenance préventive .....	61
IV.2.3. Exploitation du retour d'expérience.....	61
IV.3. Recommandations.....	62
IV.4. Plan d'action .....	63
IV.5. Conclusion .....	67

### *Conclusion générale..... III*

### *Bibliographie*

### *Annexe*

---

## *Liste des figures*

---

<b>Figure I.1.</b> Complexe CEVITAL .....	2
<b>Figure I.2.</b> Organigramme du complexe CEVITAL .....	5
<b>Figure I.3.</b> Schéma synoptique du processus de raffinage.....	9
<b>Figure II.1.</b> Types de maintenance.....	16
<b>Figure II.2.</b> Place de la maintenance dans l'entreprise. ....	19
<b>Figure II.3.</b> Décomposition des temps des moyens de production. ....	23
<b>Figure II.4.</b> Courbe en baignoire.....	25
<b>Figure II.5.</b> Modèles de défaillance. ....	26
<b>Figure II.6.</b> Evolution d'une défaillance mécanique. ....	27
<b>Figure II.7.</b> Exemple d'un diagramme Ishikawa. ....	30
<b>Figure III.1.</b> Répartition des équipes de maintenance de la raffinerie de sucre 3000T. ....	32
<b>Figure III.2.</b> Plan de maintenance. ....	35
<b>Figure III.3.</b> Les différentes causes d'arrêts de la raffinerie.....	36
<b>Figure III.4.</b> Pourcentages des différents types d'interventions pendant l'année 2013.....	38
<b>Figure III.5.</b> Pourcentages des différents types de pannes durant l'année 2013.....	39
<b>Figure III.6.</b> Taux de disponibilité.....	42
<b>Figure III.7.</b> Le TRS durant l'année 2013. ....	44
<b>Figure III.8.</b> Le TRG durant l'année 2013.....	54
<b>Figure III.9.</b> Graphe de PARETO (courbe A.B.C).....	50
<b>Figure III.10.</b> Nombre de panne par turbine.....	52
<b>Figure III.11.</b> Nombre de panne par pompes.....	53
<b>Figure III.12.</b> Nombre de panne par tapis.....	54
<b>Figure III.13.</b> Diagramme d'ISHIKAWA. ....	57
<b>Figure IV.1.</b> Fiche historique. ....	60
<b>Figure IV.2.</b> Problème d'étanchéité.....	66
<b>Figure IV.3.</b> Problème de déport de band .....	66
<b>Figure IV.4.</b> Système de dépoussiérage .....	66
<b>Figure IV.5.</b> Problème du rouleau d'un tapis.....	67

---

## *Liste des tableaux*

---

<b>Tableau n°1.</b> Les fonctions du service maintenance .....	18
<b>Tableau n°2.</b> Classification des défaillances.....	25
<b>Tableau n°3.</b> Avantage et inconvénient de la méthode Pareto.....	28
<b>Tableau n°4.</b> Avantage et inconvénient de la méthode Ishikawa .....	30
<b>Tableau n°5.</b> Pourcentage des temps d'arrêts donnés par le service production .....	36
<b>Tableau n°6.</b> Nombre d'intervention selon les différents types de maintenance effectué.....	37
<b>Tableau n°7.</b> Nombre d'interventions par types .....	38
<b>Tableau n°8.</b> Temps d'arrêts et nombres de pannes mensuels.....	40
<b>Tableau n°9.</b> Disponibilité mensuelle .....	42
<b>Tableau n°10.</b> Représentation des temps moyens de production.....	43
<b>Tableau n°11.</b> Représentation des TRS et TRG mensuelles.....	44
<b>Tableau n°12.</b> Cumul des pannes.....	48
<b>Tableau n°13.</b> Nombre de pannes des équipements appartenant aux turbines durant 2013 .....	51
<b>Tableau n°14.</b> Nombre de pannes des équipements appartenant aux pompes durant 2013 .....	52
<b>Tableau n°15.</b> Nombre de pannes des équipements appartenant aux tapis durant 2013 .....	53
<b>Tableau n°16.</b> Les 5M.....	56
<b>Tableau n°17.</b> Plan d'action.....	63

---

# *Préambule*

---

Créée en 1998, **CEVITAL** Agroalimentaire, société par actions au capital de 25 milliards de DA, est la plus jeune et la plus importante des entreprises d'un groupe familial diversifié, fondé en 1971, et implantée à l'extrême est du port de Bejaia. Elle a réalisé un CA de 43 milliards DA en 2005, soit 2/3 du CA du groupe. Sa croissance est en moyenne de 50 % par an depuis sa première année d'exploitation (1999).

**CEVITAL** Agroalimentaire offre des produits de qualité supérieure à des prix compétitifs, grâce à son savoir-faire, ses unités de production ultramodernes, son contrôle strict de qualité, et son réseau de distribution performant. Elle couvre les besoins nationaux et a permis à faire passer l'Algérie du stade d'importateur à celui d'exportateur pour les huiles, les margarines et le sucre.

La raffinerie 3000T/J est toute nouvelle, elle est dotée de toutes les nouvelles technologies requissent sur l'échelle mondiale envers les enjeux technico-commerciaux. Pour s'imposer sur le marché, **CEVITAL** négocie avec de grandes sociétés commerciales en France, et en Suisse, et autres sociétés spécialisées dans l'import-export en Ukraine, en Russie, et en Libye. Ses produits se vendent aujourd'hui dans plusieurs villes africaines dont Lagos, Niamey, Bamako et Tunis.

Aujourd'hui, **CEVITAL** Agroalimentaire est le plus grand complexe privé en Algérie [1].

# *Introduction générale*



---

# *INTRODUCTION GENERALE*

---

*L*a maintenance s'inscrit dans un cadre de participation à la réalisation des objectifs de productivités, de rentabilités et de croissances des entreprises, ce qui fait d'elle un processus stratégique pour ces dernières, car elle soutient leur compétitivité et contribue à maîtriser les risques par le suivi de la qualité et fiabilité de leur équipements et le contrôle de leur coûts et disponibilités en recherchant les solutions les plus simples. Elle n'est plus alors considérée comme génératrice de coûts, mais comme un moyen d'action déterminant pour accroître les performances et les bénéfices des entreprises.

Cependant, les techniques de production évoluent, faisant appel à des équipements de plus en plus complexes qui reviennent chers dans l'investissement de départ, et aux coûts inabornables de leur maintenance suite à la défaillance. C'est pourquoi, il faut tout mettre en œuvre pour optimiser leur exploitation et garantir ainsi leur rentabilité, tout en minimisant leur taux de défaillance.

Suite aux besoins de maximiser les performances globales des entreprises, la nécessité d'adopter une politique de maintenance efficace et adéquate s'impose. De ce fait, Le processus « maintenance » doit donc être soigneusement piloté pour rester en permanence aussi proche que possible de l'optimum, qui évolue sous l'influence de multiples facteurs externes (variations : de la demande et donc de la production, du coût du travail, du coût des matières premières et de l'énergie, etc.). Plus il est efficace pour maintenir l'outil de production dans l'état requis avec un minimum de dépenses plus l'entreprise est concurrentielle et profitable.

Afin d'aboutir à ces besoins, la gestion des défaillances est une des composantes fondamentales de la réussite d'une production et est devenue une activité complémentaire et incontournable des activités de l'entreprise. Cependant les interventions doivent se réaliser dans les règles de l'art, au bon endroit, au bon moment, et pour un coût global maîtrisé.

Durant notre période de stage au sein de la raffinerie de sucre 3000T au niveau du complexe CEVITAL, les responsables techniques nous ont fait part de leur souhait d'augmenter la rentabilité de leur outil de productions.

En effet, en faisant l'audit sur l'état actuel de la maintenance de la raffinerie on a constaté que certains points peuvent être améliorés, et c'est dans ce contexte que s'inscrit l'objectif de notre travail qui est de faire ressortir les causes principales qui sont à l'origine de la diminution des performances de la raffinerie.

Notre travail est structuré de la manière suivante :

Nous présenterons dans un premier temps le complexe CEVITAL, ces installations et ces activités, ainsi la description du procédé industriel du raffinage du sucre, ce qui constitue le chapitre I.

Dans le chapitre II, nous synthétiserons les rappels théoriques sur la maintenance et ces indicateurs qui vont nous servir dans notre étude.

Ensuite, nous étudierons l'état actuel de la maintenance de la raffinerie et nous analyserons son historique de pannes et calculerons ces indicateurs afin de déterminer les problèmes majeurs ce qui fera l'objet du chapitre III.

Le chapitre IV, sera réservé aux recommandations et propositions qui permettront d'apporter des solutions aux insuffisances révélées dans le chapitre III.

Nous terminerons par une conclusion générale ou nous reviendrons sur les points forts de ce travail.

# **CHAPITRE I.**

---

*Description du  
procédé industriel*

---

## I.1 Introduction [2]

### I.1.1. Histoire du sucre

Plus de 8000 années avant J.C l'homme connaît déjà une graminée herbacée à forte concentration de sucre : la canne à sucre originaire de Mélanésie plus exactement de la nouvelle Guinée. Certains livres soulignent que les hindous ont été les premiers à presser les tiges de cannes et à évaporer le jus recueilli sur des feuilles ouvertes. Ils obtiennent ainsi une épaisse bouillie brunâtre dans laquelle se forment des cristaux après refroidissement.

Ils appelleront cette masse cristallisée « Sarkara ». Il est à souligner que ce sont les égyptiens qui ont amélioré la qualité des sirops sucrés en les filtrants par de la chaux.

### I.1.2. Les ressources du sucre

Le sucre existe dans toutes les plantes contenant de la chlorophylle. On le trouve dans presque tous les fruits, dans les arbres (dattiers, palmiers, saule etc.), dans les racines, les feuilles et les tiges des plantes (canne, carotte etc.), dans les fleurs (dahlia, lupin etc.), et dans les sécrétions d'animaux (miel, lait etc.). Si quelques-unes de ces ressources sont exploitées (sucre d'érable au Canada, sucre de coco et de palme en Thaïlande, sirop de maïs aux USA, etc.), ce sont bien la betterave et la canne qui constituent les deux principales ressources mondiales de sucre.

### I.1.3. Le sucre dans le monde

Au cours des 20 dernières années la consommation mondiale du sucre, c'est développée en volume dans les pays en voie de développement et cela est dû principalement à la croissance démographique élevée, précisément en Amérique centrale, en Afrique et en Asie ce qui pousse les grandes industries mondiales de sucre à multiplier leurs productions.

### I.1.4. Composition et structure du sucre

Le saccharose est un disaccharide ou diholoside non réducteur, les deux sucres qui le composent sont le dextrose (glucose) et le lévulose (fructose), sa formule chimique brute est :  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Sa masse moléculaire est 342. Sa dénomination chimique complète est :  $\alpha$ . D. glucopyranosyl . $\beta$ .

## I.2. Présentation de complexe CeVital

### I.2.1. Situation géographique

CeVital est implanté au nouveau quai du port de Bejaia à 3 km du sud-ouest de cette ville à proximité de la RN 26. Cette situation géographique de l'entreprise lui a beaucoup

profité étant donné qu'elle lui confère l'avantage de proximité économique. En effet elle se trouve proche du port et de l'aéroport.



Figure I.1. Le complexe CeVital

### I.2.2. Organisation et fonctionnement de CeVital

Comme chaque entreprise, CeVital est organisée ou structurée selon un organigramme préétabli par sa direction générale afin de répondre aux exigences et aux objectifs tracés au préalable.

### I.2.3. La direction générale

Le directeur générale assisté ; d'un directeur général adjoint, d'un secrétariat et d'une direction d'hygiène et sécurité ; a pour mission de coordonner entre les différentes directions, de motiver le personnel, de contrôler, de prévoir et décider.

### I.2.4. La direction de ressource humaine

Son but est de planifier, coordonner, diriger et contrôler les activités de chaque hiérarchie visant la dotation d'un personnel compétent afin de rentabiliser les moyens humains. Elle se compose de trois services :

- Service paie et social ;
- Service moyen généraux ;
- Service personnel.

En plus de ces trois services, la D.R.H gère la cellule informatique qui s'occupe de l'administration des réseaux locaux et de l'administration des bases de données et de la gestion du parc informatique.

### **I.2.5. La direction logistique**

Cette direction se compose de quatre services :

- Service approvisionnement ;
- Service magasinage ;
- Service expédition ;
- Service transit et transport.

### **I.2.6. La direction des finances et comptabilités**

Cette direction est composée de trois services :

- Service comptabilité générale ;
- Service comptabilité analytique ;
- Service comptabilité matière.

### **I.2.7. La direction projet**

C'est l'organe qui s'occupe de la réalisation des projets. Elle se compose de :

- Service juridique et organisation ;
- Service administration ;
- Service des constructions ;
- Service suivi et contrôle des coûts ;
- Service apéro-marchés ;
- Service matériels.

### **I.2.8. La direction de distribution directe**

Cette direction a été mise en fonction par l'entreprise [CeVital](#) afin d'assurer un contact direct avec les consommateurs permettant ainsi une connaissance parfaite de leurs goûts et de leurs habitudes et ainsi adapter la production

### **I.2.9. La direction commerciale**

Cette direction se compose des services suivants :

- Service vente ;
- Service marketing et communication ;
- Service exportation.

### **I.2.10. La direction technique**

La direction technique comprend 120 employés repartie dans ces différents départements :

- Département maintenance électrique et mécanique

Il a pour rôle le suivi et la maintenance des installations électrique et mécanique ainsi que les interventions. Dans chaque unité de production de **CeVital** (raffinerie d'huile, raffinerie de sucre, margarinerie) on trouve un chef de service électricité et un chef de service mécanique.

- Service méthode

Le service méthode est une section qui a pour rôle la planification, et l'exécution des interventions de la maintenance. Il estime les coûts, fait des statistiques et des prévisions et tien à jour le fichier historique des équipements. La direction estime que cette section doit renforcer sa présence sur le terrain.

- Service utilité et épuration :

L'utilité est une station qui fournit les énergies (eau traitée, eau chaude, vapeur, air comprimé) aux structure de **CeVital**. Quant à l'épuration, c'est le contrôle des déchets avant leur évacuation et ce, afin d'éviter les effets qui risquent de survenir sur l'environnement.

La direction technique dispose d'une riche bibliothèque qui contient les informations techniques et les manuels d'utilisations des différents équipements mécaniques, électriques, hydrauliques, pneumatiques, ... ainsi que les plans des différents unités. La direction technique s'occupe également du suivi du projet d'extension de l'usine. C'est elle qui a réalisé toutes les études électriques.

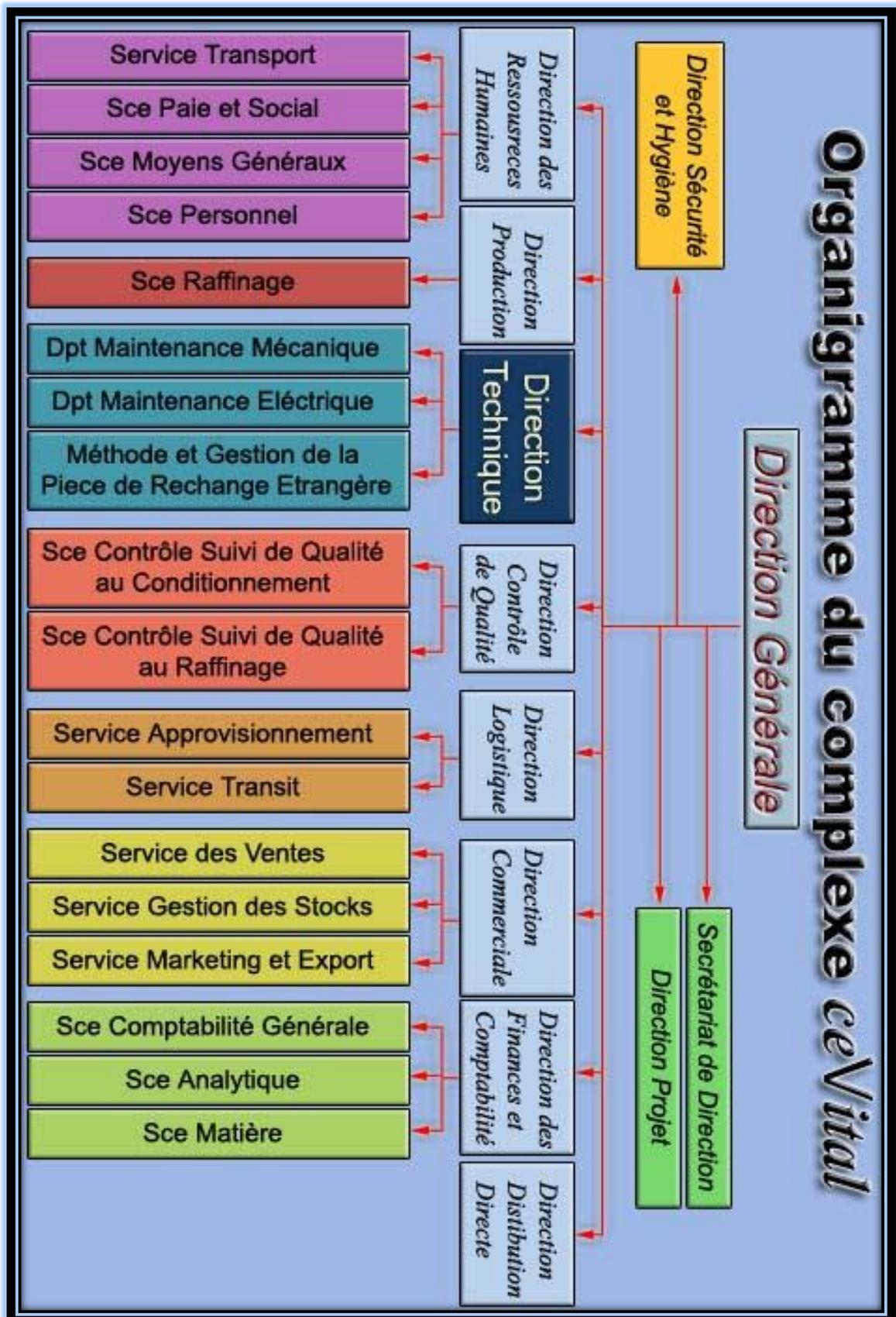


Figure I.2. Organigramme du complexe CEVITAL

### **I.3. Processus de raffinage du sucre**

L'ensemble de la raffinerie de sucre (3000T) de CeVital comporte 10 sections, qui sont [3] :

#### **I.3.1. Section 1 : affinage et refonte**

- **L'affinage** : après l'avoir pesé, le sucre roux (matière première) sera mélangé à une liqueur d'affinage saturée en sucre puis malaxé sans refonte des cristaux. La séparation de l'égout d'affinage du sucre se fait par une centrifugeuse discontinue, l'égout va être traité de façon à extraire le maximum de sucre qu'il contient.

- **La refonte** : le sucre obtenu dans l'affinage est refondu à l'eau dans un fondoir de façon à obtenir un sirop.

#### **I.3.2. Section 2 : Carbonatation**

Le jus obtenu après refonte contient une grande quantité de sucre mais également des impuretés, il est clarifié par épuration calcocarbonique dans laquelle interviennent deux produits complémentaires :

- la chaux vive (CaO) qui précipite les impuretés.

- le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) qui avec la chaux, reforme le carbonate de chaux (CaCO<sub>3</sub>), fixe les impuretés et les précipite.

#### **I.3.3. Section 3 : filtration**

Le sirop carbonaté sera filtré afin d'éliminer le carbonate de calcium et les impuretés piégées à l'aide des filtres à bougies autonettoyants. Le filtrat est envoyé alors à la décoloration, par contre la boue résultante de la filtration est envoyée vers un filtre presse qui a pour fonction de récupérer le sucre résiduel s'y trouvant encore.

Ce sucre est récupéré sous forme de petit jus et est injecté en tête de processus pour être traité. La boue résultante appelée «écume» est utilisée en agriculture comme engrais.

#### **I.3.4. Section 4 : Décoloration**

La technique utilisée est la décoloration sur échangeuses d'ions, ces dernières sont des polymères sur lesquels on a fixé des groupements fonctionnels ionisés qui vont donner à la résine ses caractéristiques chimiques d'échange. Les résines échangeuses d'ions sont capables d'échanger leurs ions mobiles (Cl<sup>-</sup>) avec les ions de même signe (colorants R<sup>-</sup>) contenus dans le sirop filtré avec lesquelles elles sont mises en contact. Le sirop traverse plusieurs colonnes en série remplies de billes de résines décolorantes, les matières colorées sont absorbées par la résine jusqu'à sa saturation. La colonne dans la résine est saturée et isolée, puis régénérée par le passage dans une saumure.

### **I.3.5. Section 5 : Concentration**

Le jus est ensuite concentré par évaporation d'eau. L'installation d'évaporation est constituée d'une série de colonnes groupées en « corps évaporateur ». Le premiers corps est chauffé avec de la chaleur vive à la haute pression (2 à 3 Kg /cm<sup>2</sup>). Le second corps sera alimenté par de la vapeur à plus basse pression engendré par évaporation de l'eau produite dans le premier corps, et ainsi de suite jusqu'au 4ème corps, qui est lui-même sous vide, ce type d'évaporation est appelé aussi « évaporation à multiple effets » et a l'avantage d'être économique au niveau calorifique.

### **I.3.6. Section 6 : Cristallisation haut produit**

La cristallisation est une opération qui a une forte incidence sur l'ensemble de l'équilibre énergétique de l'usine. Le sirop est concentré dans des bacs spéciaux appelés« cuites ». Elle est réalisée en faisant l'opération de grainage en introduisant une semence de telle sorte que les particules du sirop se fixent autour. Quand les cristaux atteignent la taille voulue et que les cuites arrivent à leur volume maximal, le produit est déchargé dans un malaxeur qui sera ensuite centrifugé par desessoreuses séparant les cristaux et le sirop.

### **I.3.7. Section 7 : Séchage**

Le sucre ainsi obtenu après centrifugation sera humide, alors un séchage pour éliminer cette humidité est nécessaire. On utilise un tube sécheur et un refroidisseur, en sortant de la cristallisation, le sucre est humide à 0,05%. Pour une bonne conservation on le fait sécher dans un cylindre à air chaud, puis on le fait refroidir dans un sécheur à lit fluidisant et on l'envoie vers les silos de maturation pour finaliser la déshumidification et le stocker.

### **I.3.8. Section 8 : Cristallisation bas produit**

C'est une étape de récupération de sucre contenu encore dans les égouts provenant des cuites haute pureté. Elle se fait en trois étapes : Lors de l'affinage, la séparation du sucre et de liqueur d'affinage nous donne un sirop appelé égout d'affinage composé d'un égout riche, réutilisé comme liqueur d'affinage, et d'un égout pauvre, envoyé vers cette section pour son épuisement en sucre.

L'étape A nous donne un sucre pouvant être réutilisé comme roux.

L'étape B et C ne sont que des moyens d'épuisement supplémentaire. L'égout final obtenu après l'étape C contient une quantité de non sucre équivalente à la quantité de sucre non cristallisable appelée mélasse, elle est commercialisée pour diverses utilisations telles que :

- la production d'alcool.

- La fabrication de levure boulangère.
- L'introduction dans l'alimentation du bétail.

### **I.3.9. Section 9 : utilité**

Elles comportent tous les besoins en vapeur, eau, gaz carbonique, et réseau du vide de la raffinerie, d'où aussi son appellation : utilité. Elle est constituée de :

- Un poste de livraison d'électricité haute tension (60KV) alimenté par SONALGAZ et de transformateurs en moyenne tension (30KV) pour distribution vers les différentes sous stations de transformation.
- Une sous station pour la raffinerie de sucre, de transformation 30kV /400V équipée de trois transformateurs.
- Différents équipements nécessaires au fonctionnement de la raffinerie.
- Une station de production d'air comprimé.

### **I.3.10. Section 10 : Maturation et conditionnement**

Le sucre provenant du séchage est acheminé vers les silos pour y être stocké durant 48 heures, où l'air conditionné élimine l'humidité résiduelle et assure sa maturité. Il est ensuite conditionné.

Voire (figure I.2).

## **I.4. l'objectif du raffinage**

Un sucre brut contient, en moyenne, 98.5% de saccharose et 1.5% d'impuretés classées en 3 grandes familles [3] :

- 30% de sucres non cristallisables
- 17% de non-sucres d'origine minérale
- 53% de non-sucres d'origine organique.

L'objectif du raffinage est donc d'éliminer ces impuretés pour commercialiser un sucre contenant 99.98 à 99.99% de saccharose.

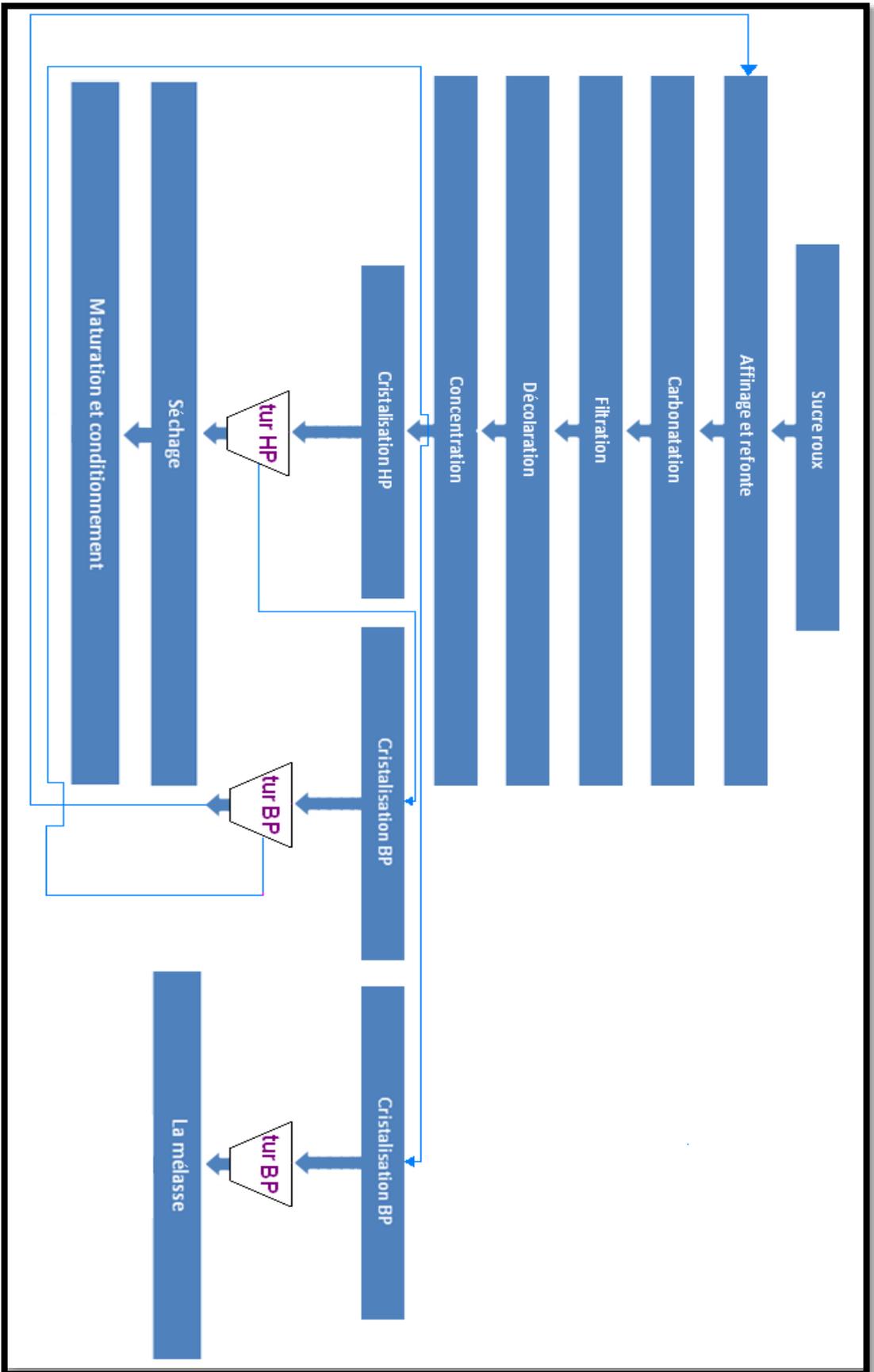


Figure.I.3. Schéma synoptique du processus de raffinage.

# **CHAPITRE II.**

---

*Notions  
fondamentales sur  
la maintenance et  
les défaillances.*

---

## II.1. Introduction

Afin de, mener a mieux notre présente étude concernant la raffinerie de sucre 3000T de CEVITAL, nous avons illustré quelques rappels théoriques sur les quelle nous allons s'appuyer durant toute notre analyse et nos calculs.

Nous avons donc jugé utile de faire référence aux généralités de base sur la maintenance et la sureté de fonctionnement, puis on a parlé des défaillances et de leurs caractéristiques. Finalement, nous avons présenté la méthode de PARETO avec laquelle nous allons faire notre analyse, puis la méthode d'ISHIKAWA.

## II.2. Généralités

### II.2.1. Définition de la maintenance

Ce n'est pas seulement réparer ou dépanner au moindre coût ou remettre en état dans les plus brefs délais. Ce n'est pas non plus maintenir les installations en marche à tout prix ou assurer une sécurité de fonctionnement élevé, coûte que coûte, pour atteindre une disponibilité maximale, mais non rentable. La maintenance commence dès la conception du matériel, il faut qu'il soit apte à être entretenu (notion de maintenabilité), ensuite à produire, son utilisation doit être aisée et sa sécurité maximale. Pendant toute sa vie de production la maintenance surveille le matériel, suit ses dégradations et le remet à niveau avec un contrôle des performances, une surveillance des coûts et disponibilités en recherchant les solutions les plus simples. En fin de vie, la maintenance propose d'abord une diminution des performances compatible avec les possibilités du matériel et enfin son renouvellement [4].

Le ratio qui englobera tous ces aspects de la maintenance sera :

$$\frac{\text{Coût total (achat et maintenance) + Pertes de production}}{\text{Service rendu}} \left. \vphantom{\frac{\text{Coût total (achat et maintenance) + Pertes de production}}{\text{Service rendu}}} \right\} \text{Doit être minimum}$$

Il est possible aussi de condenser tout ceci dans la définition de l'AFNOR (Association Française de Normalisation) :

« **La maintenance est l'ensemble des actions <sup>(1)</sup> permettant de maintenir <sup>(2)</sup> ou de rétablir <sup>(3)</sup> un bien <sup>(4)</sup> dans un état spécifié <sup>(5)</sup> ou en mesure d'assurer un service déterminé <sup>(6)</sup> » en lui ajoutant « **au coût optimal <sup>(7)</sup> ».****

Cette définition inclue les principaux concepts de la maintenance, qui sont :

(1) **1er concept** ; le groupe d'actions (l'ensemble des actions) qui englobent :

- La conception de la maintenance telle que la formation des agents de maintenance, la notion de maintenabilité, la documentation technique, les équipements adéquats (outillages) et les approvisionnements (pièces de rechange).
- L'exécution des différentes opérations de la maintenance qu'elle soit préventive (événement probable) ou corrective (événement certain).
- le suivi concernant :
  - La qualité et la fiabilité des matériels.
  - La gestion de l'outil de maintenance.
  - La durabilité des matériels (rénovation, réemploi, etc.).

(2) **2ème concept** ; la maintenance préventive (maintenir) qui comprend les différentes opérations d'entretien, de surveillance, de révision ou de préservation des matériels.

(3) **3ème concept** ; la maintenance corrective (rétablir) qui concerne la localisation de la défaillance, la remise en état du matériel et la durabilité des équipements (reconstitution, rénovation, etc.).

(4) **4ème concept** ; la notion de bien dont on distingue :

- Les biens durables (seuls concernés par la maintenance).
- Les biens semi-durables (à la première panne, ils sont irréparables).
- Les biens éphémères (durabilité limitée à la première utilisation).

(5) **5ème concept** ; l'état spécifié : en effet, un bien peut avoir au moins trois états ; neuf, dégradé et défaillant, qui s'étale sur le temps correspondant à sa durée de vie.

(6) **6ème concept** ; le service déterminé : il se qualifie souvent en terme de disponibilité dans un état donné.

(7) **7ème concept** ; le coût optimal : qui mesure l'efficacité de la maintenance à travers l'analyse des différents coûts et ratios de maintenance.

Cette définition a été mise à jour depuis 2001 et remplacée par une nouvelle définition, désormais européenne (NF EN 13306 X 60-319) : « Ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de managements durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise. »

## II.2.2. Objectifs de la maintenance dans l'entreprise

Dépanner, réparer au moindre coût, arrêter les machines le moins longtemps possible donc les objectifs à demander à un service maintenance sont [4] :

### II.2.2.1. Des objectifs opérationnels

Maintenir l'équipement dans les meilleures conditions et dans un état acceptable.

- Assurer la disponibilité maximale de l'outil de production à un prix raisonnable.
- Fournir un service qui élimine les pannes à tout moment.
- Augmenter à la limite la durée de vie de l'outil de production.
- Entretenir le matériel avec le maximum d'économie et le remplacer à des périodes prédéterminées.
- Assurer une performance de haute qualité.
- Assurer un fonctionnement sûr et efficace à tout moment.
- Obtenir un rendement maximum.
- Maintenir le matériel en propreté absolue à tout moment.
- Préserver l'environnement.

### II.2.2.2. Des objectifs de coût

- Réduire au maximum les dépenses de la maintenance et maximiser les bénéfices.
- Assurer le service maintenance dans les limites du budget.
- Avoir des dépenses de maintenance portant sur le service exigé par les installations et l'appareillage en fonction de son âge et du taux d'utilisation.
- Mettre à la disposition du responsable de la maintenance une certaine quantité de dépenses imprévues en outillage et en frais divers.

### II.2.3. Politique de maintenance

Une politique de maintenance se définit par un ensemble d'actions exécutées et ordonnées selon une certaine stratégie. Elle consiste à fixer les orientations (méthode, programme, budget, etc.), dans le cadre des buts et objectifs fixés par la direction de l'entreprise.

La politique de maintenance se décompose en plusieurs domaines [4] :

- Selon le type d'interventions, **préventives ou correctives**
- **Politique de maintenance préventive dépendant de l'âge** : suivent cette politique, un composant élémentaire est remplacé quand il atteint l'âge  $T$  ou à la défaillance selon l'événement qui se produit en premier.
- **Politique de maintenance préventive périodique** : dans cette politique un élément est préventivement maintenu à des intervalles de temps fixe  $kT$  indépendants de l'historique des pannes, et réparer à la défaillance.
- **Politique de remplacement en block** : un élément est remplacé à des temps pré arrangé  $kT$  et à la défaillance. (Utiliser pour les systèmes multi-composants).

- **Politique de remplacement périodique et réparation minimale** : dans cette politique, suite à une défaillance l'élément reçoit une réparation minimale.

- **Politique de maintenance périodique imparfaite et réparation minimale** : suivant cette politique, l'élément n'est pas remplacé périodiquement, mais reçoit juste des maintenances imparfaites.

- **Politique de regroupement des maintenances correctives** : cette politique est applicable pour les systèmes ou les composants défaillants peuvent rester en état de défaillance jusqu'au moment opportun pour recevoir une maintenance.

- **Politique de regroupement des maintenances préventives** : son avantage est son caractère planifiable notamment lorsqu'une préparation du travail est nécessaire, tel que commander la pièce de rechange à temps et s'assurer de la disponibilité du personnel ainsi que toute la logistique de maintenance au temps d'exécution planifiée.

➤ Selon l'origine de l'intervention [5]

- **Maintenance internalisée** : c'est la maintenance effectuée par l'organisme interne de l'entreprise.

- **Maintenance externalisée** : c'est la maintenance effectuée par des organismes externes. (Sous-traitance).

➤ Selon la structure du service maintenance [5]

- **Structure centralisée** : Toutes les structures et moyens sont concentrés au même endroit, tous les corps de métier peuvent intervenir indifféremment sur toutes les chaînes et produits.

- **Structure décentralisée** : Des antennes ou cellules sont détachées au niveau de chaque unité de production, les équipes polyvalentes (pluridisciplinaires), sont détachées au niveau des différents produits ou chaînes de fabrication.

#### II.2.4. La stratégie de maintenance

Le choix entre les méthodes de maintenance s'effectue dans le cadre de la politique de la maintenance et doit s'opérer en accord avec la direction de l'entreprise.

Pour choisir, il faut donc être informé des objectifs de la direction, des directions politiques de maintenance, mais il faut connaître le fonctionnement et les caractéristiques des matériels, le comportement du matériel en exploitation, les conditions d'application de chaque méthode, les coûts de maintenance et les coûts de perte de production.

➤ La stratégie de maintenance est une méthode de management utilisée en vue d'atteindre les objectifs de maintenance.

Les choix de stratégie de maintenance permettent d'atteindre un certain nombre d'objectifs de maintenance [6] :

- développer, adapter ou mettre en place des méthodes de maintenance ;
- élaborer et optimiser les gammes de maintenance ;
- organiser les équipes de maintenance ;
- internaliser et/ou externaliser partiellement ou totalement les tâches de maintenance ;
- définir, gérer et optimiser les stocks de pièces de rechange et de consommables ;
- étudier l'impact économique (temps de retour sur investissement) de la modernisation ou de l'amélioration de l'outil de production en matière de productivité et de maintenabilité.

La stratégie de maintenance implique la mise en œuvre d'un plan de maintenance avec des objectifs chiffrés et des indicateurs mesurables.

Une partie importante de la stratégie de maintenance concerne les ressources humaines aussi bien chez les intervenants extérieurs à l'entreprise que dans le personnel de l'entreprise elle-même : sélection, recrutement, formation du personnel, gestion des compétences et des habilitations, communication.

Les différentes stratégies existantes s'articulent autour des points ci-après [6] :

#### **II.2.4.1. Stratégie basée sur le « Life Cycle Cost (LCC) »**

La grandeur Life Cycle Cost -en français dit : coût du cycle de vie- désigne la somme des coûts d'investissement de l'équipement, des coûts cumulés d'utilisation et des coûts de maintenance, sur la durée de vie de l'équipement.

La difficulté majeure de cette approche est l'estimation des différents coûts intervenant durant le cycle de vie d'un équipement.

#### **II.2.4.2. Stratégie basée sur le « Total Productive Maintenance (TPM) »**

La stratégie totale Productive Maintenance a été initiée au Japon dans les années 1970 et s'inscrit dans une stratégie du zéro défaut, zéro délai, zéro stock et zéro panne.

Elle met l'accent sur l'organisation des ressources productives pour améliorer la disponibilité des équipements. Elle a pour objectif :

- D'améliorer l'efficacité du service maintenance (maintenance préventive, systématique ou conditionnelle, la Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur - GMAO) ;
- De mettre en place l'auto-maintenance ;
- De suivre quantitativement la productivité des équipements en améliorant le Taux de Rendement Synthétique (TRS) ;
- D'améliorer la productivité globale des équipements sur tout le cycle de vie.

### II.2.4.3. Stratégie basée sur la « Maintenance Basée sur la Fiabilité (MBF) »

Cette stratégie s'établit sur l'amélioration de la fiabilité qui se définit comme étant l'aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, durant un intervalle de temps donné, et la maintenabilité qui signifie l'aptitude d'un bien, dans des conditions données d'utilisation, à être maintenu ou rétabli dans un état où il peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est réalisée dans des conditions données, en utilisant des procédures et des moyens prescrits.

### II.2.5. Types de maintenance

Il existe deux façons complémentaires d'organiser les actions de maintenance [7] :

#### II.2.5.1. La maintenance corrective

C'est la maintenance exécutée après détection d'une panne et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise.

➤ **Maintenance palliative**

Dépannage (provisoire) de l'équipement, permettant à celui-ci d'assurer tout ou partie d'une fonction requise ; elle doit toutefois être suivie d'une action curative dans les plus brefs délais.

➤ **Maintenance curative**

Réparation (durable) consistant en une remise en état initial.

#### II.2.5.2. La maintenance préventive

C'est la maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien.

➤ **La maintenance préventive systématique**

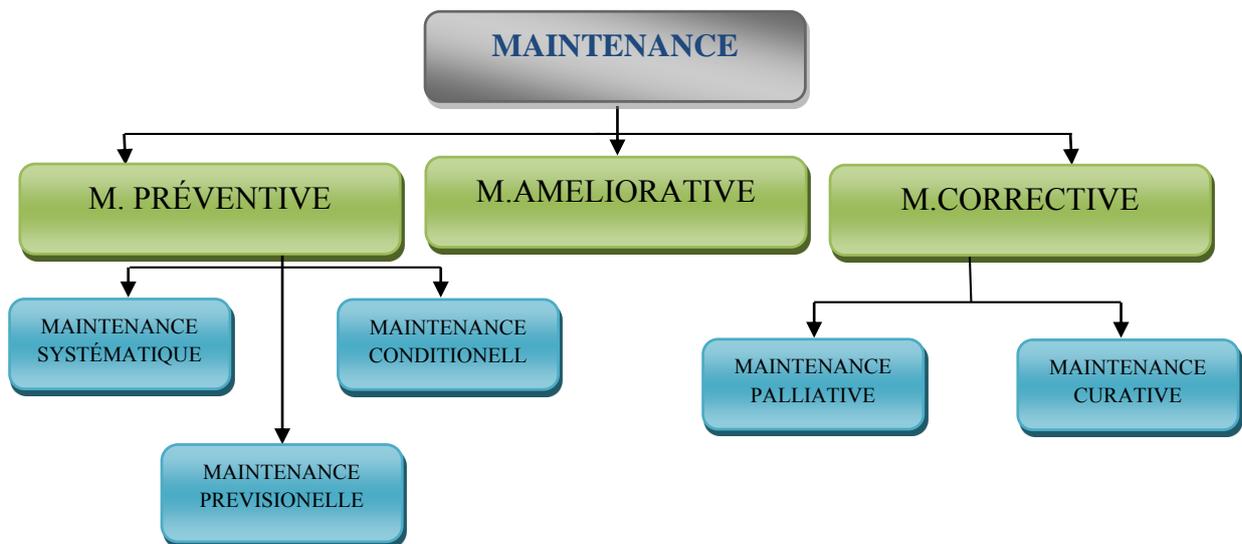
C'est la maintenance préventive exécutée à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage, mais sans contrôle préalable de l'état du bien.

➤ **La maintenance préventive conditionnelle**

C'est la maintenance préventive basée sur une surveillance du fonctionnement du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement, intégrant les actions qui en découlent.

➤ **La maintenance préventive prévisionnelle**

C'est la maintenance préventive conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien.



**Figure II.1.** Types de maintenance.

### II.2.6. Niveau de maintenance

La maintenance et l'exploitation d'un bien s'exercent à travers de nombreuses opérations, parfois répétitives, parfois occasionnelles, communément définies jusqu'alors en cinq niveaux de maintenance qui sont définis comme suite [5] :

#### - Niveau 1

Ce sont les actions simples nécessaires à l'exploitation, réalisées sur des éléments facilement accessibles en toute sécurité à l'aide d'équipements de soutien intégrés au bien.

**Intervenant :** L'utilisateur du bien

**Exemples en préventif :** Ronde de surveillance d'état ; graissages journaliers ; manœuvre manuelle d'organes mécaniques ; relevés de valeurs d'état ou d'unités d'usage ; test de lampes sur pupitre ; purge d'éléments filtrants ; contrôle d'encrassement des filtres.

**Exemples en correctif :** Remplacement des ampoules ; ajustage, remplacement d'éléments d'usure ou détériorés, sur des éléments ou composants simples et accessibles.

#### - Niveau 2

Représente les actions qui nécessitent des procédures simples et/ou des équipements de soutien (intégrés au bien ou extérieurs) d'utilisation ou de mise en œuvre simples.

**Intervenant :** Personnel qualifié

Un personnel est qualifié lorsqu'il a reçu une formation lui permettant de travailler en sécurité sur un bien présentant certains risques potentiels, et est reconnu apte pour l'exécution des travaux qui lui sont confiés, compte tenu de ses connaissances et de ses aptitudes.

**Exemples en préventif :** Contrôle de paramètres sur équipements en fonctionnement, à l'aide de moyens de mesure intégrés au bien ; réglages simples (alignement de poulies, alignement pompe-moteur, etc.) ; Contrôle des organes de coupure (capteurs, disjoncteurs, fusibles), de sécurité, etc. ; détartrage de surface de ruissellement (tour aérorefrigérant) ; graissage à faible périodicité (hebdomadaire, mensuelle) ; remplacement de filtres difficiles d'accès.

**Exemples en correctif :** Remplacement par échange standard de pièces : fusibles, courroies, filtres à air, etc. ; Remplacement de tresses, de presse-étoupe, etc. ; lecture de logigrammes de dépannage pour remise en cycle ; remplacement de composants individuels d'usure ou détériorés par échange standard (rail, glissière, galet, rouleaux, chaîne, fusible, courroie...).

### - Niveau 3

Sont des opérations qui nécessitent des procédures complexes et/ou des équipements de soutien portatifs, d'utilisation ou de mise en œuvre complexes.

**Intervenant :** Technicien qualifié

**Exemples en préventif :** Contrôle et réglages impliquant l'utilisation d'appareils de mesure externes aux biens ; visite de maintenance préventive sur les équipements complexes ; contrôle d'allumage et de combustion (chaudières) ; intervention de maintenance préventive intrusive ; relevé de paramètres techniques d'état de biens à l'aide de mesures effectuées d'équipements de mesure individuels (prélèvement de fluides ou de matière...).

**Exemples en correctif :** Diagnostic ; réparation d'une fuite de fluide frigorigène (groupe de froid) ; reprise de calorifuge ; diagnostic d'état avec usage d'équipements de soutien portatifs et individuels (Pocket automate, multimètre) ; remplacement d'organes et de composants par échange standard de technicité générale, sans usage de moyens de soutien communs ou spécialisés (carte automate, vérin, pompe, moteurs, engrenage, roulement...) ; dépannage de moyens de production par usage de moyens de mesure et de diagnostics individuels.

### - Niveau 4

Désigne les opérations dont les procédures impliquent la maîtrise d'une technique ou technologie particulière et/ou la mise en œuvre d'équipements de soutien spécialisés.

**Intervenant :** Technicien ou équipe spécialisée

**Exemples en préventif :** Révisions partielles ou générales ne nécessitant pas le démontage complet de la machine ; analyse vibratoire ; Analyse des lubrifiants ; thermographie infrarouge (installations électriques, mécaniques, thermiques...) ; relevé de paramètres techniques nécessitant des moyens de mesure collective (oscilloscope, collecteur de données vibratoires) avec analyse des données ; révision d'une pompe en atelier, suite à dépose préventive.

**Exemples en correctif :** Remplacement de clapets du compresseur ; remplacement de tête de câble en BTA ; révision d'une pompe en atelier spécialisé suite à dépose préventive. Réparation d'une pompe sur site, suite à une défaillance ; dépannage de moyens de production par usage de moyens de mesure ou de diagnostics collectifs et/ou de forte complexité (valise de programmation automate, système de régulation et de contrôle des commandes numériques, variateurs...) ; reprise de clôture extérieure ; remplacement d'une porte et mise en peinture ; réparations de fissures et défauts d'étanchéité ; reprise de fuite de toiture.

- **Niveau 5**

Représente les opérations dont les procédures impliquent un savoir-faire, faisant appel à des techniques ou technologies particulières, des processus et/ou des équipements de soutien industriels. Ce sont des opérations de rénovation, reconstruction, etc.

**Intervenant :** Constructeur ou société spécialisée

**Exemples :** Révisions générales avec le démontage complet de la machine ; reprise dimensionnelle et géométrique ; réparations importantes réalisées par le constructeur ou le reconditionnement de ses biens ; Remplacement de biens obsolètes ou en limite d'usure

### II.2.7. Les fonctions du service maintenance

Les fonctions du service maintenance sont synthétisées dans le tableau suivant [5] :

**Tableau n° 1.**

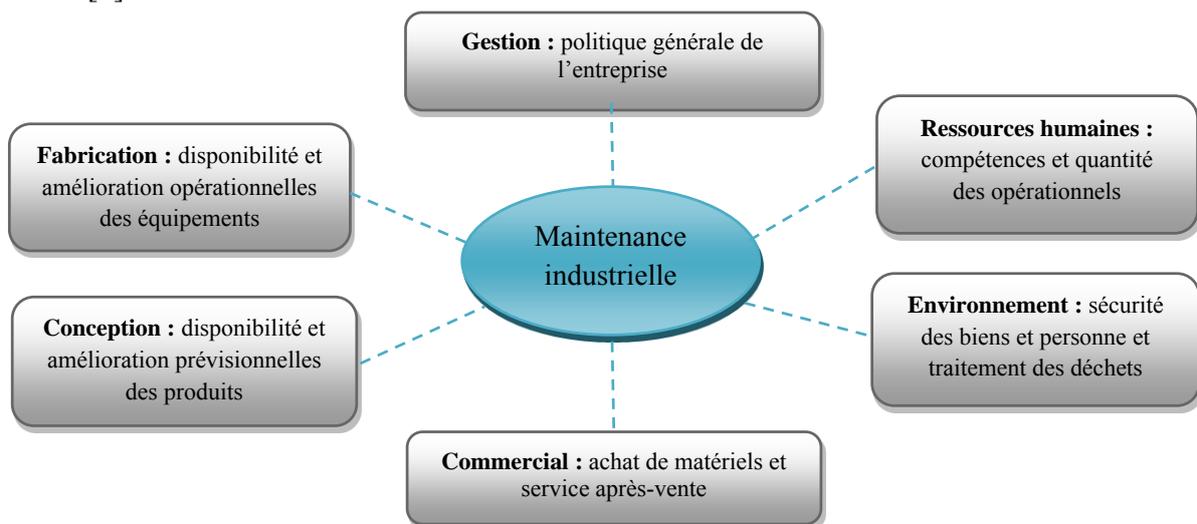
<b>Les fonctions de la maintenance</b>	Étude
	Préparation
	Ordonnancement
	Réalisation
	Gestion

- **Étude :** Sa mission principale est l'analyse du travail à réaliser en fonction de la politique de maintenance choisie. Elle implique la mise en œuvre d'un plan de maintenance avec des objectifs chiffrés et des indicateurs mesurables.
- **Préparation :** La préparation des interventions de maintenance doit être considérée comme une fonction à part entière du processus maintenance. Toutes les conditions nécessaires à la bonne réalisation d'une intervention de maintenance seront ainsi prévues, définies et caractérisées.

- **Ordonnancement** : L'ordonnancement représente la fonction "chef d'orchestre ». Dans un service maintenance caractérisé par l'extrême variété des tâches en nature, en durée, en urgence et en criticité, l'absence de chef d'orchestre débouche vite sur la cacophonie quel que soit le brio des solistes.
- **Réalisation** : La réalisation consiste à mettre en œuvre les moyens définis dans le dossier de préparation dans les règles de l'art, pour atteindre les résultats attendus dans les délais préconisés par l'ordonnancement.
- **Gestion** : La fonction gestion du service maintenance devra être capable d'assurer la gestion des équipements, la gestion des interventions, la gestion des stocks, la gestion des ressources humaines, et la gestion du budget.

### II.2.8. Place du service maintenance dans l'entreprise

La Maintenance industrielle joue de plus en plus un rôle central dans l'organisation de la production, au travers des différentes activités qu'elle regroupe, ainsi que l'exprime le schéma suivant [5] :



**Figure II.2.** Place de la maintenance dans l'entreprise.

### II.3. La sûreté de fonctionnement

La Sûreté de fonctionnement est l'aptitude d'un système à satisfaire à une ou plusieurs fonctions requises dans des conditions données.

La Sûreté de fonctionnement consiste à connaître, évaluer, prévoir, mesurer et maîtriser les défaillances des systèmes technologiques et les défaillances humaines. Dans le domaine de la maintenance, la sûreté de fonctionnement se désigne par F.M.D.S (Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité, Sécurité), en anglais RAMS (*Reliability, Availability, Maintainability and Safety*) [8] :

### II.3.1. Le concept de fiabilité

Aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise dans des conditions données pendant un temps donné.

➤ La fiabilité se caractérise par sa courbe  $R(t)$  appelée également « loi de survie » ( $R$  : *reliability*) et son taux de défaillance  $\lambda(t)$ .

### II.3.2. La Maintenabilité

Dans les conditions d'utilisation données pour lesquelles il a été conçu, la maintenabilité est l'aptitude d'un bien à être maintenu ou rétabli dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, avec des procédures et des moyens prescrits.

➤ La maintenabilité peut se caractériser par sa MTTR, et son taux de réparation.

### II.3.3. Le concept de disponibilité

Aptitude d'un bien à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné ou durant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires est assurée.

Cette aptitude dépend de la combinaison de la fiabilité, de la maintenabilité et de la logistique de maintenance.

➤ La disponibilité peut se caractériser par les notions de fiabilité et de maintenabilité.

### II.3.4. Le concept de sécurité

Aptitude d'une entité à ne pas conduire à des accidents inacceptables.

Plus précisément, la sécurité est l'aptitude d'un produit à respecter, pendant toutes les phases de vie, un niveau acceptable de risque d'accident susceptible de causer une agression du personnel ou une dégradation majeure du produit ou de son environnement.

## II.4. Indicateurs de performance en maintenance

Les indicateurs sont des nombres chiffrés qui permettent de suivre d'une part la gestion des équipements et d'autre part la gestion de la maintenance en vue de trouver les axes d'amélioration les mieux adaptés au cas considéré. Il existe plusieurs types d'indicateurs qu'on peut classer en 3 familles [9] :

### II.4.1. Les indicateurs d'activités

Ils permettent de juger des activités et de leur maîtrise. Ils montrent ce que fait le service maintenance au quotidien : **le préventif et le correctif.**

➤ Indicateur de quantité d'interventions :

$I_q$  = nombre de pannes par mois.

**Son objectif :** maîtriser le nombre des interventions réalisées, et identification des équipements les plus souvent en panne.

- Indicateur de maintenance préventive :

$Imp. = \sum \text{heures de maintenance préventive} / \sum \text{heures de maintenance.}$

**Son objectif :** maîtriser la maintenance préventive pour l'indisponibilité et les arrêts des équipements.

- Indicateur de maintenance corrective :

$Imc. = \sum \text{heures de maintenance corrective} / \sum \text{heures de maintenance.}$

**Son objectif :** Réduire la maintenance corrective réaliser en urgence, fiabiliser les équipements et prévoir les actions. Faire tendre l'indicateur vers un minimum accepté.

#### II.4.2. Les indicateurs d'efficacité

Ces indicateurs sont tournés vers la maintenance et lui permettant de juger ses résultats. Ils montrent l'efficacité en reflétant ce que la fonction maintenance met en œuvre pour améliorer la disponibilité pour les utilisateurs des équipements.

- **Indicateur de réactivité**

$I(\text{réac}) = \sum \text{Temps d'intervention} / \sum \text{Temps d'arrêt équipement.}$

**Son objectif :** Permettre à la maintenance d'augmenter sa réactivité à la demande d'intervention urgente et diminuer l'indisponibilité pour cause de maintenance.

- **Indicateur de fiabilisation**

$MTBF = \sum \text{temps de bon fonctionnement} / \text{Nombre de pannes.}$

MTBF = moyenne des temps de bon fonctionnement.

**Son objectif :** Augmenter le bon fonctionnement en réduisant les pannes et les arrêts équipements, en les fiabilisant.

- **Indicateur de compétence**

$MTTR = \sum \text{temps technique de réparation} / \text{Nombre de pannes.}$

MTTR = moyenne des temps techniques de réparation.

**Son objectif :** Diminuer l'indisponibilité des arrêts des équipements, pour cause de maintenance.

- **Indicateur de disponibilité et d'indisponibilité**

$D = MTBF / (MTBF + MTTR. (Disponibilité).$

$D_{-1} = 1 - D. (Indisponibilité).$

**Son objectif :** Diminuer l'indisponibilité des arrêts des équipements, pour cause de maintenance, pour augmenter la disponibilité.

### II.4.3. Les indicateurs financiers

Ces indicateurs sont tournés vers la maîtrise du budget et des dépenses de maintenance. Ils montrent les résultats financiers en reflétant ce que la fonction maintenance consomme.

➤ **Indicateur de coûts de maintenance par équipement**

$I(cm)$  = coût de maintenance pour l'équipement.

**Son objectif :** Comparer les coûts de maintenance entre différents équipements pour faire porter les actions d'amélioration sur les équipements les plus pénalisants. Connaître les coûts de maintenance sur une famille d'équipement.

➤ **Indicateur de cotraitance**

$Ico$  = Coût de cotraitance/Coût total de maintenance.

**Son objectif :** Juger de l'importance de la maintenance externalisée et estimer un volume d'affaires pour négocier les contrats.

➤ **Indicateur d'incidence de la maintenance**

$ITcm$  = coûts de maintenance / Chiffre d'affaires ou budget annuel.

**Son objectif :** Juger de l'importance de la maintenance dans l'entreprise. Avoir une vision globale.

## II.5. Les indicateurs de la TPM

Les outils de mesure des performances de la TPM sont répartis comme suite [5] :

### II.5.1. LE TRS « Taux de Rendement Synthétique »

Le TRS est un outil qui permet d'évaluer la qualité de l'ensemble du processus de production. On montre, par le calcul de divers indicateurs, les points à améliorer et leur influence sur le processus complet.

**TRS** =  $Tu / Tr$  avec :

**Tu** : Temps utile

**Tr** : Temps requis

Ou **TRS** = **TDO** × **TP** × **TQ** avec :

**TDO** = Taux de disponibilité opérationnelle ( $TDO = Tf / Tr$ )

**TP** = Taux de performance ( $TP = Tn / Tf$ )

**TQ** = Taux de qualité ( $TQ = Tu / Tn$ )

### II.5.2. LE TRG « Taux de Rendement Global »

Le TRG est un indicateur de productivité de l'organisation industrielle.

**TRG =  $T_u / T_o$**  avec :

$T_u$  : Temps utile

$T_o$  : Temps d'ouverture

### II.5.3. LE TRE « Taux de Rendement Economique »

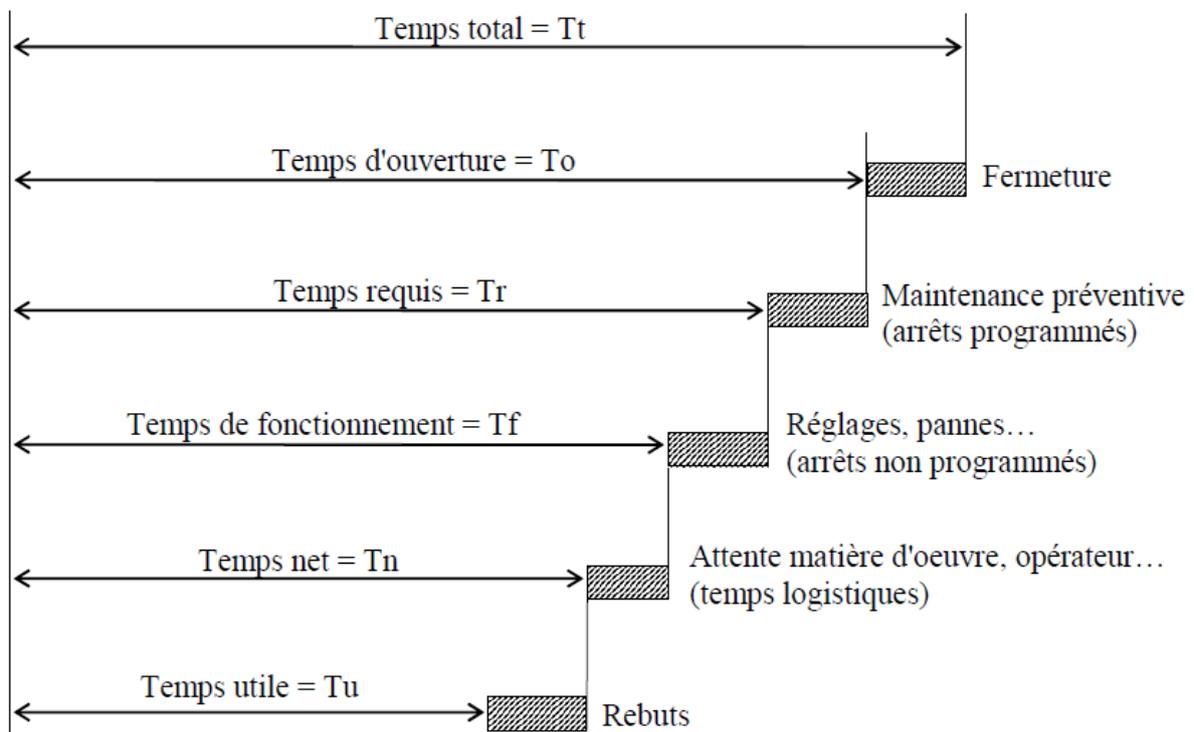
Le TRE est l'indicateur d'engagement des moyens de production et permet au dirigeant d'affiner la stratégie d'organisation de l'entreprise.

**TRE =  $T_u / T_t$**  avec :

$T_u$  : Temps utile

$T_t$  : Temps total

Pour mieux nous éclairer, nous prenons ce schéma qui illustre, les différents temps d'exploitation relatifs au calcul des taux précédents :



**Figure II.3.** Décomposition des temps des moyens de production.

## II.6. Généralités sur les défaillances

### II.6.1. Quelques définitions

#### II.6.1.1. La défaillance

Une **défaillance** est la cessation de l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise. La défaillance d'une entité résulte de causes qui peuvent dépendre des circonstances liées à la conception, la fabrication ou l'emploi et qui ont entraîné la défaillance [10].

#### II.6.1.2. La panne

État d'un bien inapte à accomplir une fonction requise, excluant l'inaptitude due à la maintenance préventive ou à d'autres actions programmées ou à un manque de ressources extérieures.

*Remarque* : Après une défaillance, le bien est en panne, totale ou partielle. Une défaillance est un événement à distinguer d'une panne qui est un état [11].

#### II.6.1.3. Les causes de défaillances

Ce sont les raisons de la défaillance. Les raisons peuvent résulter d'au moins un des facteurs suivants : défaillance due à la conception, à la fabrication, à l'installation, à un mauvais emploi, par fausse manœuvre, à la maintenance [7].

#### II.6.1.4. Les modes de défaillance

Un mode de panne est la façon par laquelle est constatée l'incapacité d'un bien à remplir une fonction requise.

#### II.6.1.5. Le mécanisme de défaillance

Le mécanisme de défaillance correspond aux processus physiques, chimiques ou autres qui conduisent ou ont conduit à une défaillance [12].

## II.7. Taux de défaillance

Le taux de défaillance est un indicateur de fiabilité qui représente :

- soit le nombre de défaillances par unité d'usage : c'est le **taux de défaillance moyen** :

$\lambda = \text{Nombre de défaillances} / \text{Durée d'usage}$ .

- soit la fonction  $\lambda(t)$  qui représente la probabilité d'apparition d'une défaillance d'un équipement à l'instant (t) : c'est le **taux de défaillance instantané**. Par conséquent, l'appareil considéré est encore en fonctionnement à l'instant (t).

Le taux de défaillance s'exprime le plus souvent en pannes / heure.

L'allure générale des variations de la fonction  $\lambda(t)$  d'un équipement au long de sa durée de vie est représentée selon une courbe en forme de baignoire qui est divisée en trois parties [5] :

- (1) période de jeunesse, elle peut être précoce en se manifestant au début : dans ce cas elle se rapporte à la période de déverminage.
- (2) Période de maturité, elle peut être aléatoire ; dans ce cas, elle se produit durant le cycle de vie utile de l'entité.
- (3) Période de vieillesse, elle peut être d'usure ; dans ce cas, elle sera apportée à la fin du cycle de vie du produit par des processus de détérioration par usure, corrosion, échauffement.

Ces trois périodes sont montrées sur la figure suivante :

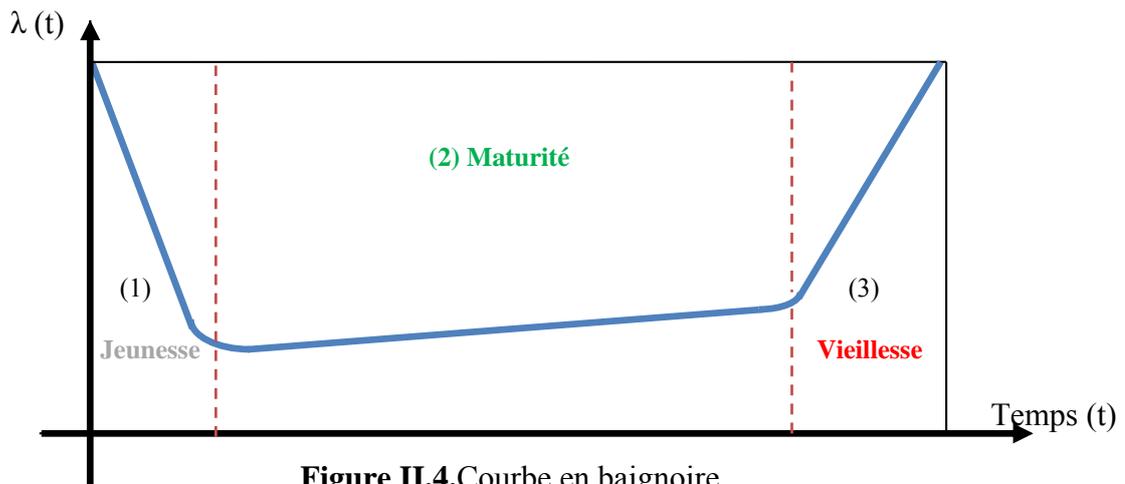


Figure II.4. Courbe en baignoire.

### II.8. Classification des défaillances

La classification d'une défaillance peut se faire en fonction des critères suivants [5] :

Tableau n° 2.

Critères	Type de défaillance	Description
En fonction de la vitesse d'apparition	Défaillance progressive	Évolution dans le temps de certaines caractéristiques d'une entité
	Défaillance soudaine	Évolution quasi instantanée des caractéristiques d'une entité
En fonction de l'instant d'apparition	Défaillance en fonctionnement	Se produit sur l'entité alors que la fonction requise est utilisée
	Défaillance à l'arrêt	Se produit sur l'entité alors que la fonction requise n'est pas utilisée
	Défaillance à la sollicitation	Se produit au moment où la fonction requise est sollicitée
En fonction du degré d'importance	Défaillance partielle	Entraîne l'incapacité d'une entité à accomplir certaines fonctions requises
	Défaillance totale	Entraîne l'incapacité totale d'une entité à accomplir la fonction requise
En fonction de la vitesse d'apparition et du degré d'importance	Défaillance par dégradation	Qui est à la fois progressive et partielle
	Défaillance catalectique	Qui est à la fois soudaine et complète

En fonction des <b>Causes</b>	Défaillance <b>par faiblesse inhérente</b>	Due à la conception ou à la fabrication de l'entité
	Défaillance <b>par emploi inapproprié</b>	Les contraintes appliquées dépassent les possibilités de l'entité
	Défaillance <b>par fausse manœuvre</b>	Opération incorrecte dans l'utilisation de l'entité
	Défaillance <b>par vieillissement</b>	Dégradation dans le temps des caractéristiques de l'entité
En fonction de son <b>Origine</b>	Défaillance <b>interne</b> à l'entité	L'origine est attribuée à l'entité elle-même.
	Défaillance <b>externe</b> à l'entité	L'origine est attribuée à des facteurs externes à l'entité elle-même.
En fonction des <b>Conséquences</b>	Défaillance <b>critique</b>	Susceptible de causer des dommages (aux personnes, biens, environnement)
	Défaillance <b>majeure</b>	Affecte une fonction majeure de l'entité
	Défaillance <b>mineure</b>	N'affecte pas une fonction majeure de l'entité
En fonction de leur <b>Caractère</b>	Défaillance <b>systématique</b>	Liée d'une manière certaine à une cause
	Défaillance <b>reproductible</b>	Peut être provoquée à volonté en simulant ou reproduisant la cause
	Défaillance <b>non reproductible</b>	La cause ne reproduit jamais la défaillance

## II.9. Évolution des défaillances

### II.9.1. Évolution de la défaillance dans le temps

C'est l'évolution irréversible des caractéristiques d'un bien liée au temps où à la durée d'utilisation [5].

Deux modèles de défaillance peuvent être envisagés selon leur type d'apparition :

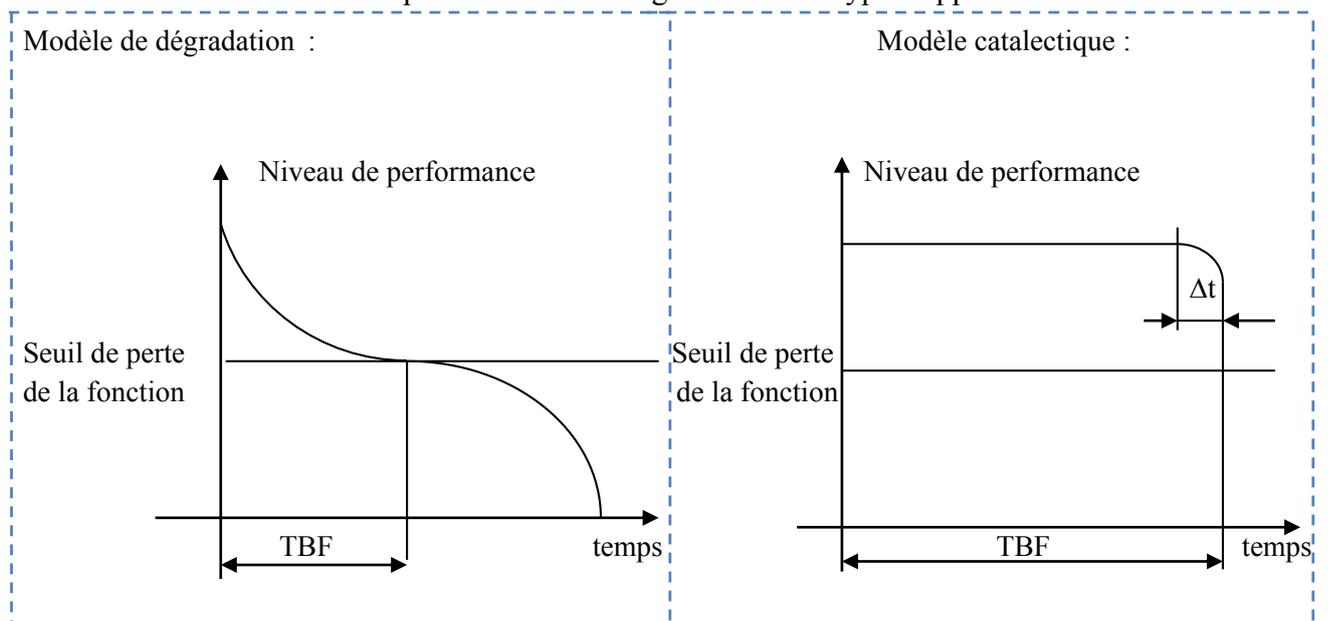


Figure II.5. Modèles de défaillance.

## II.9.2. Processus d'évolution d'une défaillance mécanique

L'évolution d'une défaillance mécanique s'effectue comme suite [5] :

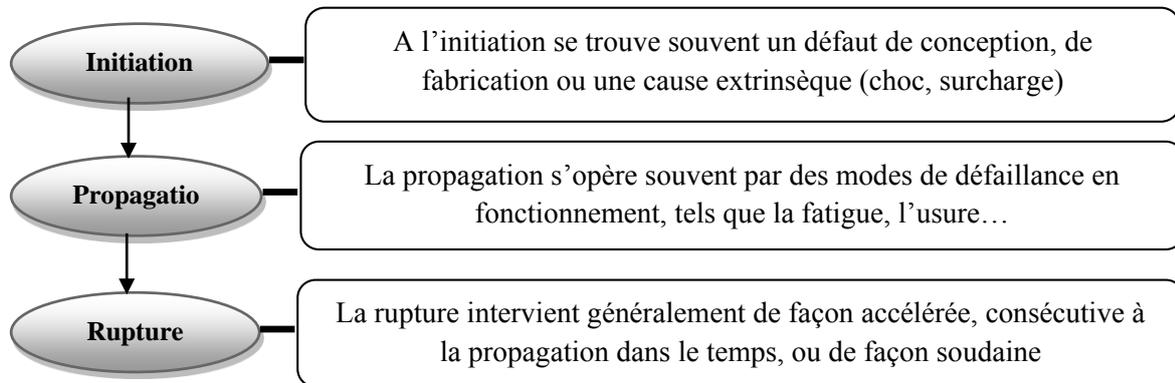


Figure II.6. Evolution d'une défaillance mécanique.

## II.10. Méthodes d'analyses de défaillances

### II.10.1. La méthode PARETO

#### II.10.1.1. Définition

Le diagramme de Pareto, également connu sous le nom de la loi des 80/20 est une méthode d'optimisation et de résolution de problème très connue dans le milieu industriel. De façon générale, on s'aperçoit que dans la plupart des situations, 80 % des conséquences sont entraînées par 20 % des causes. Rapporté à la maintenance, cela signifie que 80 % des arrêts d'équipements vont être causés par seulement 20 % des causes de pannes référencées. Seulement, pour arriver à de telles conclusions, une analyse préliminaire est nécessaire [14].

#### II.10.1.2. Origine de la méthode A. B. C

Elle est issue des travaux de Wilfredo PARETO (1848 – 1923) sociologue et économiste italien. Étudiant la répartition des impôts fonciers aux États unis, il constata que 15 % des contribuables payaient 85 % des impôts.

D'autres observations ont permis des constatations analogues :

- 20 % des voies ferrées assurent 80 % du trafic.
- 20 % des conducteurs ont 80 % des accidents.
- 15 % de bons de travail couvrent 75 % des heures d'ateliers.

On a l'habitude d'appeler Loi de Pareto, Loi des 15-85 ou Loi des 20-80 ; la concordance qui s'établit entre le faible pourcentage des éléments observés et le fort pourcentage qu'ils représentent pour un critère déterminé dans l'étude d'un caractère particulier[15].

### II.10.1.3. But

La méthode ABC est un moyen objectif d'analyse, elle fait apparaître les causes les plus importantes qui sont à l'origine du plus grand nombre d'effets. Sachant que 20 % des causes sont à l'origine de 80 % des conséquences [16].

**Tableau n° 3. Avantages et inconvénients de la méthode de PARETO**

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gains de temps</li> <li>• Économie financière</li> <li>• Peut-être appliquer à plusieurs problèmes</li> <li>• Réalisation simple et rapide</li> <li>• Utile pour bien représenter la réalité et savoir d'où viennent les incidents</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difficulté de choisir les bonnes catégories d'observations et de classement</li> <li>• nécessite une vision globale de l'entreprise ainsi la connaissance du processus industriel et commercial</li> <li>• nécessite de faire plusieurs Pareto pour une même situation, afin d'aboutir au cœur du problème.</li> </ul>

## II.10.2. La méthode ISHIKAWA (ARETE de POISSON)

### II.10.2.1. Définition

C'est un outil graphique simple et rapide qui permet d'identifier les origines d'un problème. en montrant une vision globale des causes génératrices de ce dernier, avec une représentation graphique structurée sous la forme d'arête de poisson dont la tête encadre l'effet dont on désire connaître les causes qui ont une relation hiérarchique entre elles [18].

### II.10.2.2. But

Analyser et visualiser le rapport existant entre un problème (effet) et toutes ses causes possibles. Le diagramme d'Ishikawa est un outil graphique qui sert à comprendre les causes d'un défaut de qualité [19].

### II.10.2.3. Principe de fonctionnement

La mise en œuvre de la méthode est basée sur la réflexion d'un travail de groupe.

**A-** Pratiquer auparavant un brainstorming et trouver toutes les causes possibles au défaut de qualité. Chacun doit émettre ses opinions librement sur les origines possibles.

**B-** Classer les causes possibles en 5 grandes familles, les " 5M " :

- **Matière** : Les causes ayant pour origine les supports techniques et les produits utilisés.
- **Main-d'œuvre** : S'agit-il d'un problème de compétences, d'organisation ? Déménagement, etc. ?
- **Matériel** : Déterminer les machines, les équipements et les moyens concernés.

- **Méthode** : Concerne les différentes procédures ou modes opératoires utilisés
  - **Milieu** : L'environnement physique (lumière, bruit, chaleur, poussière, localisation, signalétique...).
- Ces 5 critères sont les plus utilisés comme point de départ à la réflexion, en convenant qu'ils peuvent être remplacés et/ou complétés en fonction du problème à résoudre.
- C-Apprécier LA ou LES causes principalement responsables.**
- Utilisation d'une méthode de vote au sein du comité pour déterminer les causes les plus importantes.
- D-Agir sur LA ou LES causes pour corriger le défaut en donnant des solutions.**

#### II.10.2.4. Etapes de construction du diagramme d'ISHIKAWA

- Les étapes de la construction du diagramme se déroulent comme suite [19] :

##### **A-Préparation,**

- Redéfinir clairement l'effet sur lequel on veut directement agir.

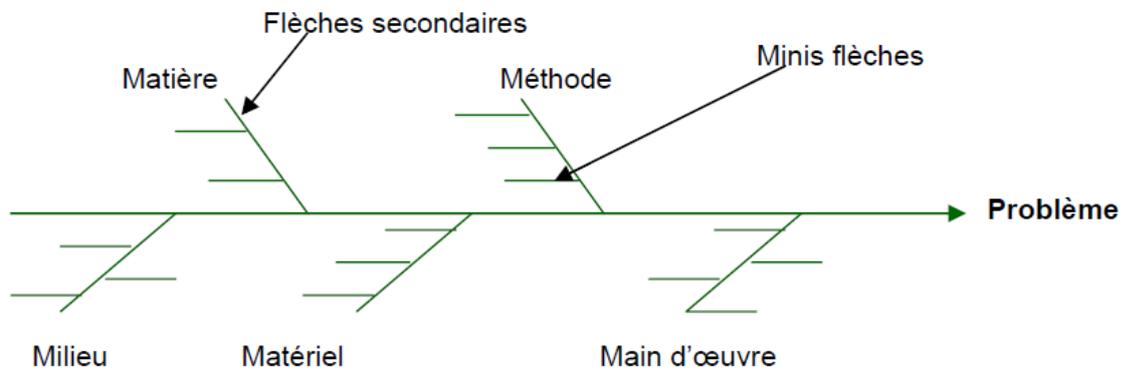
##### **B-Analyse,**

- Déterminer 3 à 5 grandes familles de causes.
- Classer par familles toutes les causes préalablement identifiées.
- Établir des sous-familles lorsque le nombre de causes par famille le justifie.

##### **C-Construction,**

- Tracer l'arête de poisson.
  - Identifier le problème ou le but recherché (détérioration ou non vente d'un produit, amélioration d'un service...).
  - Incrire le problème dans un rectangle puis tracer une flèche horizontale dont la pointe rejoint le côté gauche du rectangle. C'est la flèche principale.
  - Regrouper les causes potentielles en familles, les « cinq M »
  - Tracer les flèches secondaires correspondant au nombre de familles de causes potentielles identifiées, et les raccorder à la flèche principale.
  - Identifier chaque flèche secondaire par le nom d'une des familles de causes potentielles
  - Incrire sur des mini-flèches les causes rattachées à chacune des familles. Toutes les causes doivent être retenues.
  - Vérifier que toutes les causes potentielles apparaissent sur le diagramme.
- Le diagramme est réalisé. Il est maintenant nécessaire de rechercher les causes réelles du problème identifié.

- Cet outil qui permet donc d'identifier les diverses causes possibles d'un effet constaté et donc de trouver les moyens pour y remédier est avant tout une méthode de réflexion de groupe. Son objectif est de mettre en évidence la cause la plus probable qu'il restera à vérifier dans la réalité.



**Figure II.7.** Exemple d'un diagramme Ishikawa [18].

**Tableau n° 4. Avantages et inconvénients de la méthode ISHIKAWA**

Avantages	Inconvénient
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permettre de décomposer une situation ou un problème selon plusieurs dimensions (ou types de facteurs causaux) ;</li> <li>• « décentrer » le point de vue de ceux qui font le diagnostic ;</li> <li>• constituer un outil de dialogue ou diagnostic partagé entre acteurs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difficulté à adapter les termes à l'éducation ;</li> <li>• représentation statique de situations complexes et donc évolutives ;</li> <li>• tendance à se polariser sur ce qui ne fonctionne pas.</li> </ul>

## **CHAPITRE III.**

---

*Analyse de l'état  
actuel de la  
maintenance au  
sein de la  
raffinerie de sucre  
3000T.*

---

### **III.1. Introduction**

La maintenance est un levier majeur pour agir sur les résultats d'une entreprise industrielle. Il est donc essentiel de la piloter au mieux en se dotant d'indicateurs pour l'observer, la comprendre et mettre en place des actions d'amélioration.

Pour cela, en ce qui concerne notre étude sur la raffinerie de sucre 3000T, nous allons analyser en premier plan l'état des activités de la maintenance effectuée, et puis en va diagnostiquer à partir de l'historique les mesures qui permettront de suivre les performances des équipements de raffinages qui la constituent et celles des biens sur lesquels ils agissent.

Cependant, on va d'abord faire la comparaison des indicateurs que nous allons calculés avec des valeurs de références, et puis on va analyser l'historique de pannes par la méthode ABC pour faire ressortir les équipements les plus critique afin de pouvoir définir des actions à mener pour optimiser les résultats globaux

### **III.2. Analyse de la maintenance**

#### **III.2.1. La politique de maintenance appliquée**

Nous avons constaté que la politique de maintenance appliquée à la raffinerie de sucre 3000T est basée sur des interventions préventives et correctives afin d'atteindre l'objectif d'assurer la production de 3000T / jour, on peut donc déduire qu'elle est à prédominance productive autrement dit, tous les efforts sont concentrés sur la production.

On a remarqué aussi que le service maintenance de la raffinerie a une structure décentralisée. Car toutes les interventions et travaux de maintenances s'effectuent indépendamment des autres départements. Par ailleurs, la raffinerie de sucre est équipée de moyens d'intervention propre à elle.

#### **III.2.2. Les moyens humains**

La raffinerie de sucre se compose de 170 employés dont 37 techniciens appartenant au service maintenance répartis en cinq équipes, chacune dirigée par un chef de quart qui veille sur la continuité de la production de chaque section :

- Quatre équipes se relayant pendant 24 heures, chacune d'elle comprend :  
Trois mécaniciens, deux électriciens, un automaticien et un aide mécanicien.
- Une équipe travaillant en surface de 8h à 17h qui comprend :  
Trois mécaniciens, deux aides mécaniciens, deux frigoristes, un électricien et un automaticien.

Chaque technicien intervient sur des pannes spécifiques à son domaine, sauf en cas d'une micro défaillance, l'intervention ce fait par n'importe qu'elle équipe cela dépendra de l'ingénieur présent sur les lieux.

Sans oublier de dire qu'en cas de besoin d'implantation de nouvelles techniques de maintenance ou nouveaux concepts, les équipes de maintenances suivent des formations ou des cours d'apprentissages pour mieux exercer ou mettre en place les nouvelles technologies comme la GMAO (COSWIN).

Visiblement, si nous faisons référence aux nombre d'équipements présent sur les lieux on s'aperçoit que le service maintenance doit être renforcé par des ingénieurs spécialisés en mécanique.

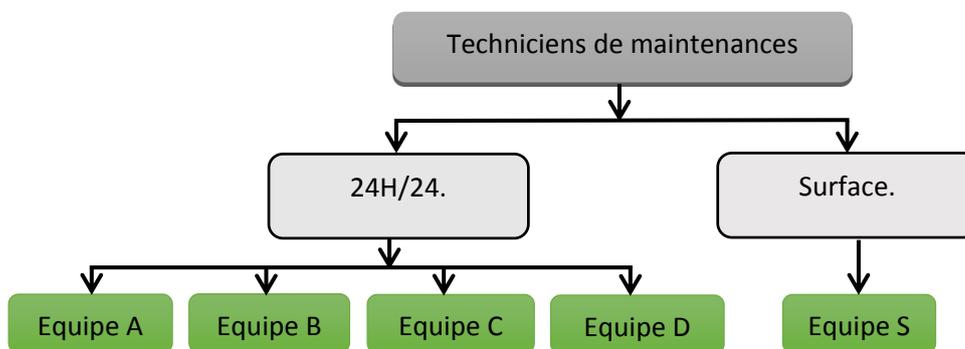


Figure III.1. Service de maintenance de la raffinerie de sucre 3000T.

### III.2.3. Les moyens matériels

La raffinerie de sucre est équipée de moyens d'intervention propre à elle mais certains outils qui ne sont pas utilisés souvent et au même temps qui sont très couteux et peu disponible, sont transmis temporairement par d'autres unités au sein de l'entreprise mère CEVITAL.

Le suivi du bon fonctionnement des équipements se fait par les opérateurs de maintenances eux même et la détection des anomalies se fait par des capteurs mobiles (analyse de vibration) ou par les sens physiologiques (vue, odorat, touché, son).

### III.2.4. La documentation

La documentation historique est diversifiée (rapport d'intervention, ordre de travail, fichier historique), elle est archivée par le bureau méthode sous un logiciel COSWIN dont l'installation vient d'être lancée.

Cependant l'historique des pannes est partiellement renseigné, ce qui est dû probablement à la façon d'illustrer les données car, après un audit, on a appris que l'historique des pannes est recensé non seulement par un ingénieur responsable de cette tâche, mais également par

chaque intervenant sur un équipement défaillant. C'est ainsi que nous avons jugé qu'il y a lieu de noter la nécessité de former et de sensibiliser les agents, ayant en charge la documentation [20].

Concernant les documents qui aide à mieux réussir les interventions sur les équipements défaillants nous avons noté que :

Pour les petites pannes qui se répètent, les équipes de maintenance interviennent directement sans avoir recours aux manuels, et ce grâce à leurs expériences.

Pour les équipements complexes où les interventions nécessitent la précision, les services maintenance ont recours aux dossiers machine et aux manuels d'interventions spécifiques à l'équipement.

### **III.2.5. Les coûts de maintenance**

Les coûts de maintenance de la raffinerie de sucre 3000T sont calculés d'une manière globale au sein de tout le complexe. Et c'est la raison de l'indisponibilité des coûts des interventions, sauf pour le cas des pièces de rechange dont le coût est calculé au niveau de chaque unité.

### **III.2.6. Fonctionnement de la maintenance**

La raffinerie de sucre adopte le mode organisationnel classique : la production et la maintenance sont séparées du point de vue hiérarchique. En cas de panne, l'opérateur signale une demande d'intervention (DT), qui sera prise en charge par le chef de quart qui établit un ordre de travail (OT), puis un technicien de maintenance intervient sur la défaillance en transformant l'OT en bon de travail (BT).

Le BT contiendra une description précise de l'anomalie et de l'intervention, une liste des pièces de rechange. Une fois le travail terminé le BT est clôturé par l'intervenant et est finalement archivé par le responsable de maintenance après avoir vérifié le travail.

En parallèle, le service maintenance de la raffinerie est sur le point d'installer la GMAO (COS-WIN), un programme performant dont l'utilisation n'est pas encore complète.

### **III.2.7. Représentation du déroulement des tâches de maintenance durant 2013**

Les tâches de maintenance de la raffinerie de sucre se déroulent suivant un plan établi durant chaque briefing, citant entre autre [3] :

- Des interventions préventives systématiques comme le graissage, la lubrification qui s'effectuent suivant un planning annuel.

- Des interventions préventives conditionnelles qui s'effectuent suivant des inspections quotidiennes à l'aide d'instruments, des relevés quotidiens et mensuels, des rondes hebdomadaires et des contrôles pour les équipements soumis à la réglementation.
- Des interventions correctives qui s'effectuent directement sur les équipements défaillants ou par un plan d'action établi.
- Recours à la sous-traitance si le service de maintenance est incapable de rétablir l'équipement défaillant.
- Des améliorations et des travaux neufs.

Toutes ces tâches sont représentées sur la figure III.2 ;

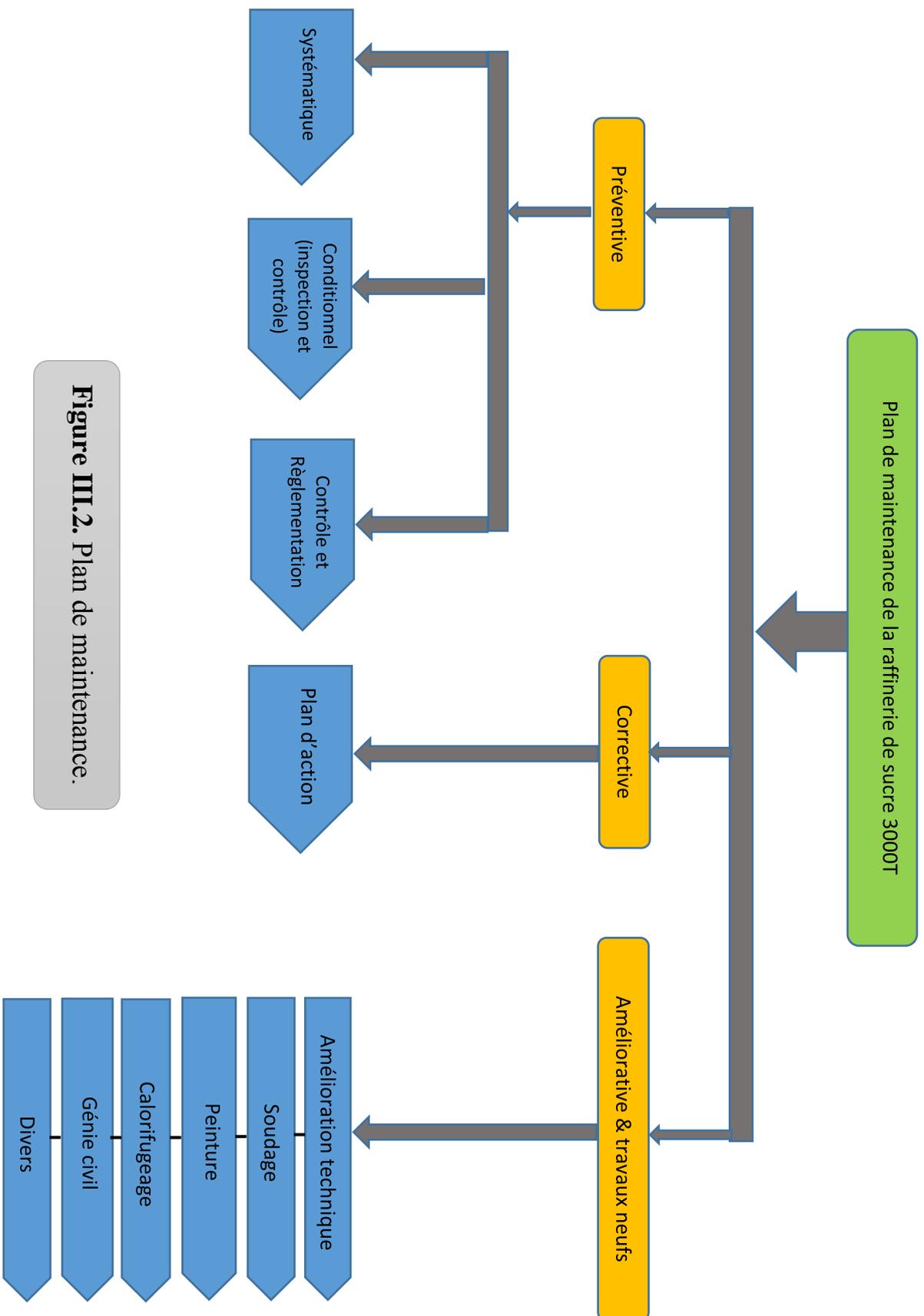


Figure III.2. Plan de maintenance.

### III.3. Analyse de l'historique de panne de la raffinerie durant l'année 2013

#### III.3.1. Recensement des causes principales des arrêts de la raffinerie

Tableau n° 5. Pourcentage des temps d'arrêts donnés par le service production.

Causes d'arrêts	Temps en heures	Pourcentage
Maintenance préventive	306.34	13.29
Intervention mécaniques	290.6	12.61
Intervention électriques	21.22	0.92
Intervention automatique	65.22	2.83
Défaut pneumatiques	0.00	0.00
Défaut de process.	303.22	13.15
Perturbation de la pression de vapeur	653.49	28.36
Coupure électrique/gaz	50.17	2.17
Manque d'eau osmosée	3.4	0.14
Défaut d'alimentation ou rupture de stock de sucre roux	428.49	18.59
Rupture de stock de la chaux	0.00	0.00
Défaut d'espace de stockage	182.1	7.90
TOTALE	2304.25	100

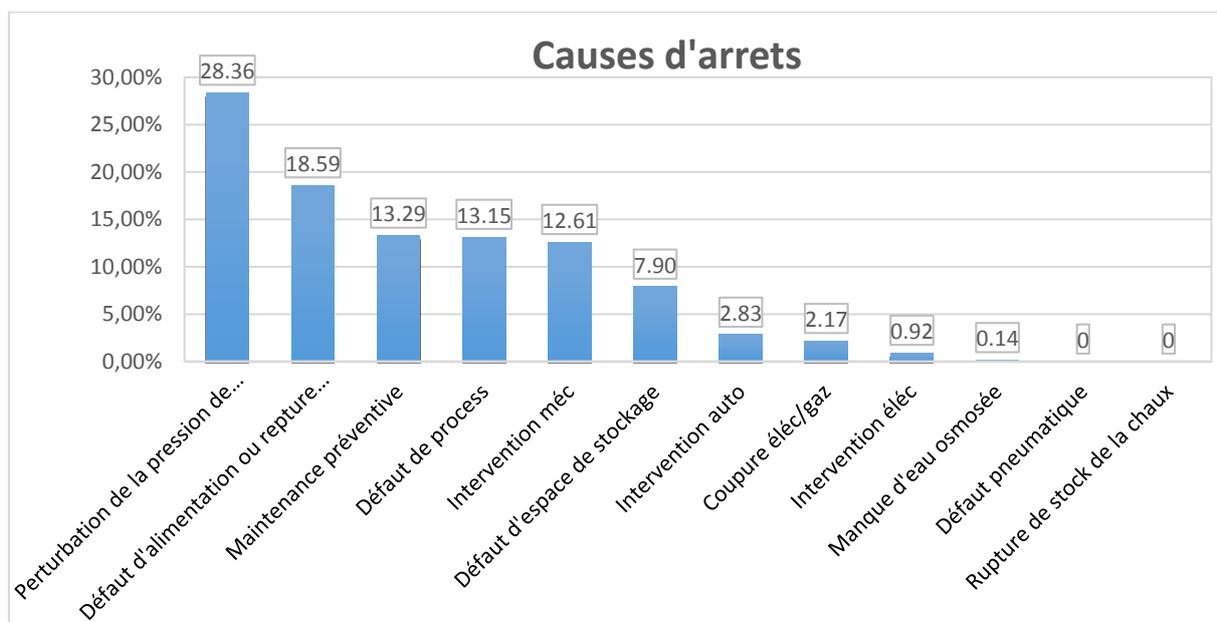


Figure III.3. Les différentes causes d'arrêts de la raffinerie.

D'après la figure **III.3**. Nous avons constaté que :

28.36% des temps d'arrêts sont causés par la perturbation de la pression de vapeur.

Cela est dû à de nombreuses raisons dont on peut citer les plus répétitives comme :

- Le manque de la masse cuite qui implique la chute de la pression de la vapeur ;
- Arrêt des chaudières de cogénérations.

18.59% des temps d'arrêts sont dus aux défauts d'alimentation ou rupture du stock de sucre roux, et cela est dû aux manques de masse cuite suite à une mauvaise alimentation en sucre roux ou bien manque de matière première. En effet, CEVITAL produit d'une manière continue ce qui épuise le stock de la matière première avant l'arrivée des bateaux. Donc il faudra penser à mieux organiser l'approvisionnement.

13.29% des temps d'arrêts sont dus à la maintenance préventive.

12.61%, 0.92%, 2.83% des temps d'arrêts sont dus respectivement aux interventions mécaniques, électriques, automatiques. Un défaut de process dû à l'arrêt du turbinage suite au retour d'égout ou mauvaise filtration cause 13.15% des temps d'arrêt.

7.90% des temps d'arrêts sont dus aux surstocks de produits finis. En effet, les capacités de CEVITAL en stockage des produits finis sont insuffisantes. Le principal souci actuellement est d'ailleurs d'aménager de nouveaux dépôts sur le territoire national afin de stocker les produits finis.

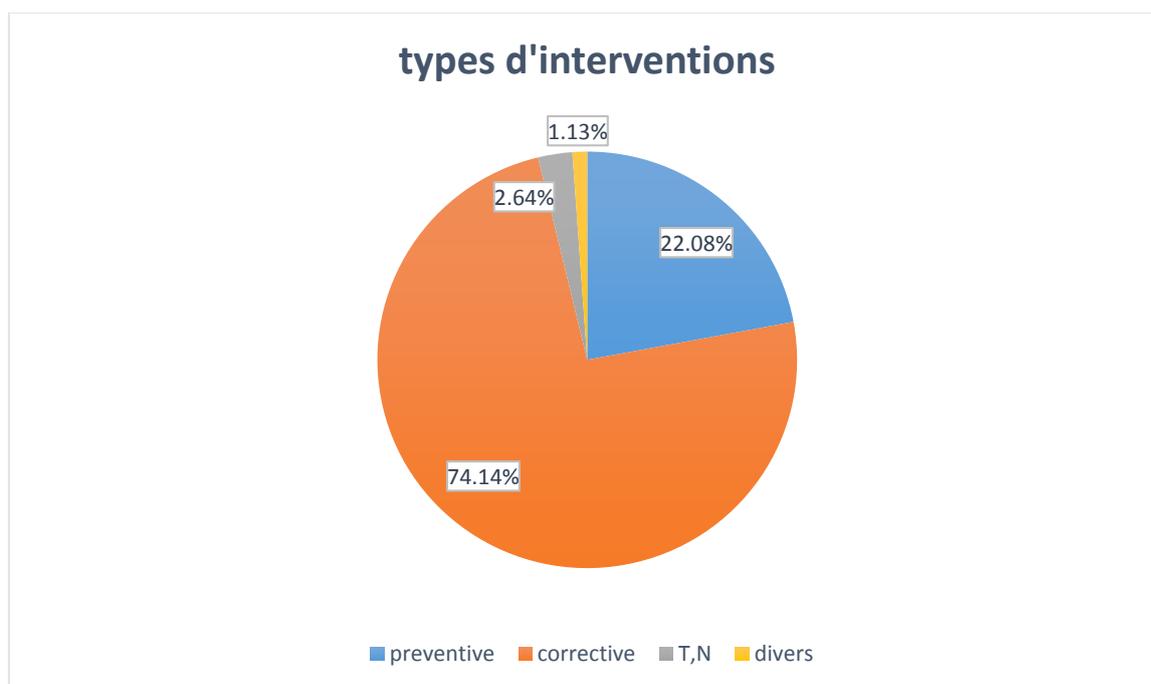
2.17%, 0.14% des temps sont dus respectivement aux coupures d'électricité et gaz et manque d'eau osmosée.

Finalement nous concluons que, 29.51% des temps d'arrêts sont causés par la maintenance corrective dont presque la moitié est causée par des pannes mécaniques, ce qui confirme la nécessité de renforcer le service maintenance par des ingénieurs en mécanique.

### **III.3.2. Recensement des types d'interventions et natures de panne**

**Tableau n° 6.** Nombre d'intervention selon les différents types de maintenance effectué.

<b>Types d'interventions</b>	<b>Nombres</b>	<b>%</b>
Intervention préventive	644	22.08 %
Intervention corrective	2162	74.14 %
Travaux neufs	77	2.64 %
Divers	33	1.13 %
TOTAL	2916	100 %



**Figure III.4.** Pourcentages des différents types d'interventions pendant l'année 2013.

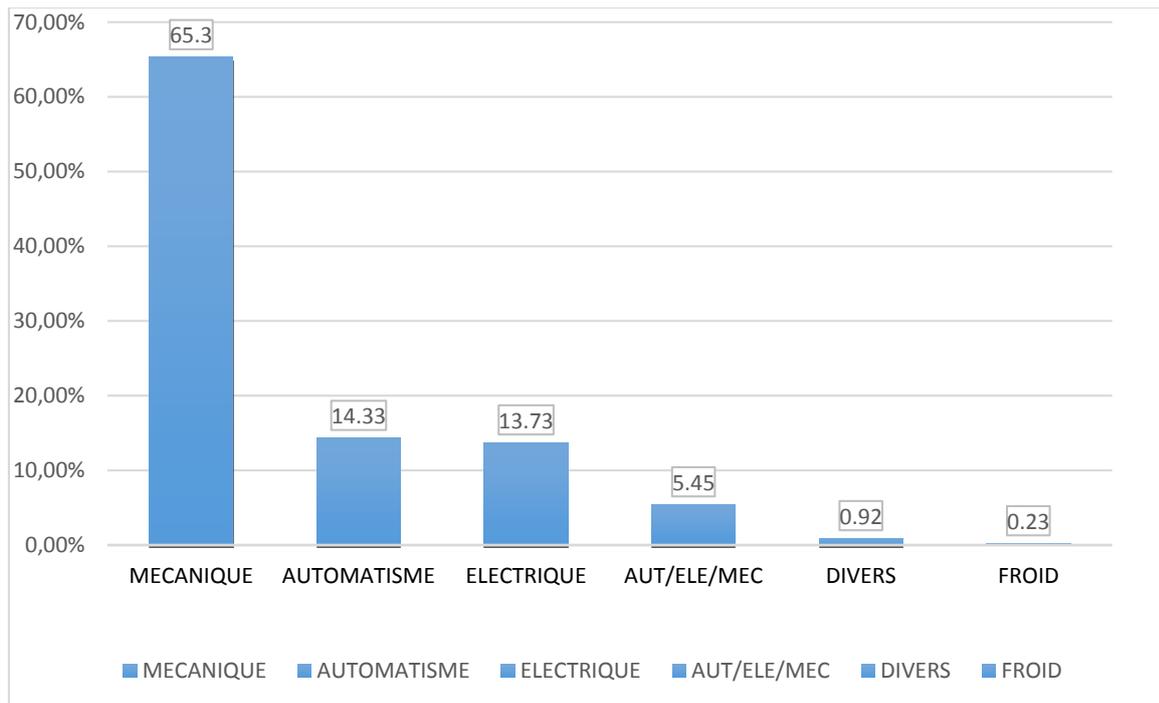
La figure III.4, propose le pourcentage de quatre valeurs calculées durant l'année 2013 de chaque intervention par rapport à l'ensemble effectuées.

D'après ces résultats, nous observons que la part des interventions correctives est nettement supérieur aux préventives et travaux neufs. Cela s'explique par la pression exercée sur le service de production qui est de produire 3000T de sucre par jour, car produire une telle quantité demande une disponibilité intégrale en termes de temps.

Alors, le service maintenance de la raffinerie préfère adapter des actions correctives suite aux défaillances afin de gagné plus de temps pour la production, tandis que les interventions préventives s'effectuent seulement en cas de nécessité, vu leur coûts élevées et le temps qu'elles consomment.

**Tableau n° 7.** Nombre d'interventions par types.

Type d'intervention	Nombre de pannes	Nombre de pannes en %
AUTOMATISME	310	14.33%
MECANIQUE	1412	65.30%
ELECTRIQUE	297	13.73%
FROID	5	0.23%
AUT/MEC/ELE	118	5.45%
DIVERS	20	0.92%



**Figure III.5.** Pourcentages des différents types de pannes durant l'année 2013.

Le graphe de la figure III.5., nous renseigne sur le pourcentage de chacun des types de pannes les plus fréquents sur les équipements de la raffinerie de sucre et cela durant l'année 2013. Après avoir fait les calculs nécessaires, on a constaté que la majorité des pannes qui surviennent pendant la période en question sont des pannes mécaniques avec 65%, cela est dû à de nombreuses raisons entre autre : les vibrations, le milieu humide et poussiéreux qui touche initialement des organes mécanique et causent leur dysfonctionnement comme :

- La fatigue qui mène à la rupture ;
- L'usure qui est dû à l'abrasion, la corrosion ;
- Mauvais alignement des arbres tournants, des poulies ;
- Conduites obstrués ;
- Blocage des rotors ;
- L'étanchéité qui est un problème majeur dans la raffinerie.

### III.3.3. Analyse des rapports mensuels

Tableau n° 8. Temps d'arrêts et nombres de pannes mensuels.

MOIS	temps correctif (HEUR)	Temps préventif (HEUR)	Temps de maintenance globale (HEUR)	temps arrêt machine (HEUR)	Nombre de pannes	temps de bon fonctionnement (HEUR)	temps technique de réparations (HEUR)
	<b>T cor</b>	<b>T pré</b>	<b>T m</b>	<b>T Am</b>	<b>N Pa</b>	<b>TBF=To-TTR</b>	<b>TTR</b>
Janvier	87.48	8.17	95.65	135.40	208	680.67	55.17
Février	62.2	37.78	99.98	141.87	266	650.77	15.62
Mars	48.77	5.40	54.17	71.80	211	702.07	36.53
Avril	14.97	101.38	116.35	170.6	97	603.73	14.97
Mai	33.14	104.37	137.51	193.08	175	606.82	32.82
Juin	71.2	6.75	77.95	169.9	145	649.05	64.2
Juillet	18.45	6.63	25.08	168.59	195	719.68	17.68
Août	16.13	8.07	24.2	148.15	290	719.8	16.13
Sept	5.78	11.12	16.9	185.37	197	703.1	5.78
oct.	6.72	6.52	13.24	188.18	163	730.76	6.72
nov.	71.19	2.25	73.44	356.27	76	650.22	67.53
déc.	70.5	7.90	78.4	165.29	139	668.7	68.18
TOTALE	506.53	306.34	812.87	2103.5	2162	8085.37	401.33

### III.3.4. Calcul des indicateurs de maintenance de la raffinerie de sucre 3000T

#### III.3.4.1. Indicateurs d'activités

- Indicateur de quantités d'interventions :

$I_q = 2162$  pannes dans l'année 2013..... (III .1)

$I_q$  (moye) =  $2162/12 = 180.16$  panne /mois..... (III .2)

- Indicateur de maintenance préventive :

$Imp. = 306.34/812.87 = 0.37$  .....(III.3)

- Indicateur de maintenance corrective :

$$\text{Imc.} = 506.53/812.87 = 0.63 \dots\dots\dots(\text{III.4})$$

➤ **Interprétation des résultats (III.1), (III.2), (III.3), (III.4)**

On voit que le temps consacré à la maintenance préventive est inférieur au temps de la maintenance corrective avec seulement 37%, cela est dû au nombre d'intervention effectuées comme l'affirme la figure III.4.

Toutefois, si nous faisons référence à l'indicateur de quantité d'intervention qui est de 180 panne/mois, nous constatons qu'il est très élevé, cela est dû aux nombre d'équipements présent sur le site.

De plus, l'augmentation des temps de réparations de pannes influe négativement sur le bon fonctionnement de la raffinerie.

Pour faire face à ce problème, nous recommandant de renforcer les plans de maintenance préventive par des vérifications plus fréquente, autrement dit, faire augmenter le nombre d'interventions préventives sur tous les équipements et précisément les plus stratégiques.

**III.3.4.2. Indicateurs d'efficacités**

- Indicateur de réactivité :

$$I(\text{réac}) = 506.53/2103.5 = 0.24 \dots\dots\dots(\text{III.5})$$

- Indicateur de fiabilisation :

$$\text{MTBF} = 8085.35/2162 = 3.73 \text{ heures} \dots\dots\dots(\text{III.6})$$

- Indicateur de compétence :

$$\text{MTTR} = 401.33/2162 = 0.18 \text{ heures} \dots\dots\dots(\text{III.7})$$

- Indicateur de disponibilité :

$$D = 3.73/(3.73+0.18) = 0.95 \dots\dots\dots(\text{III.8})$$

➤ **Interprétation des résultats (III.5), (III.6), (III.7), (III.8)**

D'après ces résultats, nous observons que le taux de disponibilité de la raffinerie est de 95% durant l'année 2013, et ce représente une performance de classe mondiale ce qui nous amène à dire que le service de maintenance a assuré ses fonctions pendant cette période malgré le nombre de panne qui est très élevé et la moyenne des temps de bon fonctionnement (MTBF)

qui est seulement de 3,73 heures. Cela s'explique par la présence de certains équipements qui assurent la redondance.

En effet, le système de redondance assure la continuité de production même si certains équipements sont en dysfonctionnement, et ce justifie la diminution de la réactivité par conséquent la diminution de la moyenne des temps technique de réparation (MTTR) jusqu'à 0.18 heures.

D'autre part, la MTBF qui est de 3,73 heures est un résultat très faible. Mais ne signifie pas que la production s'arrête toutes les 3,73 heures, car si on tient compte de toutes les pannes et micro pannes qui n'ont pas d'effet directe sur la production on trouve que c'est un résultat logique d'un point de vue global.

Pour se rapprocher un peu plus de la réalité il faut calculer la MTBF uniquement pour les équipements stratégiques qui ont une influence directe sur l'arrêt de toute la production.

### III.4. Analyse de la disponibilité

Afin d'arriver à tracer la courbe de disponibilité nous avons calculé la disponibilité de chaque mois de l'année 2013 par la formule suivant :

$$D = \frac{TBF}{TBF + TT}$$

Tableau n° 9. Disponibilité mensuelle.

Mois	Jan.	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	déc.
Disponibilité %	92.63	97.67	95.12	97.64	95.05	91.04	97.61	97.83	99.19	99.09	90.66	90.75

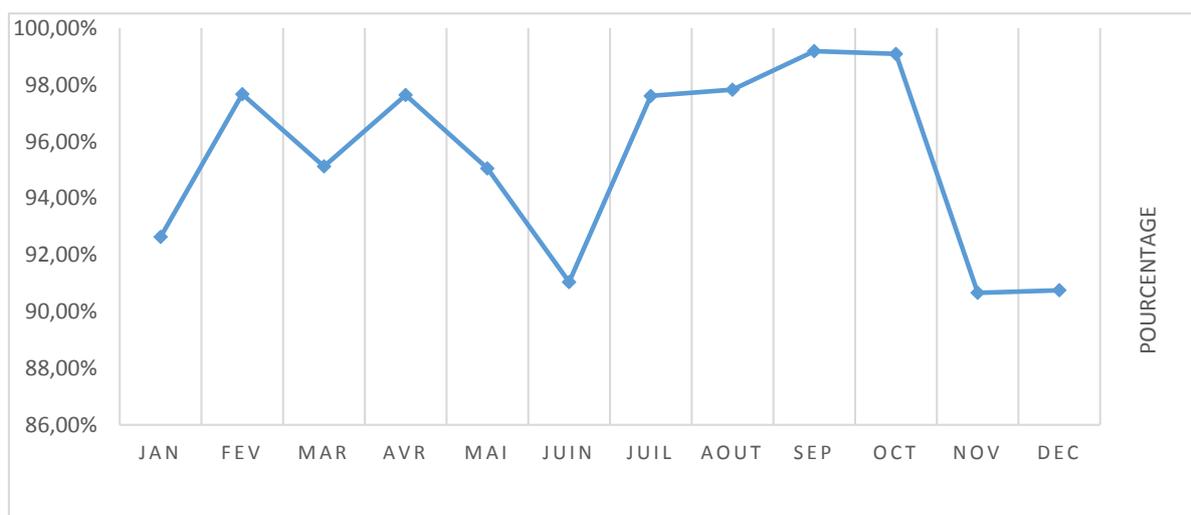


Figure III.6. Taux de disponibilité.

D'après La figure III.6. Nous constatons que le taux de disponibilité mensuelle varie entre 95% et 99%, sauf dans le cas de janvier, juin, novembre et décembre qui varie entre 90% et 93%.

La diminution du taux de disponibilité durant ces mois, s'explique par l'augmentation des temps techniques de réparations causés en grande partie par dysfonctionnement des éléments gourous dont nous citons, la pompe CO2(P250N) et les turbines comme la S653N et A732N qui ont causé près de 42.05 heures d'arrêt durant le mois de juin.

Toutefois, on peut remédier à cette diminution en recommandant de réduire les écarts entre les actions préventives sur ces équipements, ainsi de renforcer le service maintenance par des ingénieurs spécialisés en fiabilités.

### **III.5. Analyse des performances**

Afin de calculer les différents taux de performance nous avons relevé dans les rapports mensuels les différents temps d'exploitation de la raffinerie

**Tableau n° 10.** Représentation des temps moyens de production.

Mois	Temps total $T_{tot}=T_{ouv}$	Temps net ( $T_n$ ) $T_n=T_{tot}-T_{am}$	Temps requis ( $T_r$ ) $T_r=T_{tot}-T_{prév}$	Temps de fonctionnement	Temps utile ( $T_u$ )
Janvier	744	608.6	735.83	680.67	606.95
Février	672	530.13	634.22	650.77	528.16
Mars	744	672.2	738.6	702.07	670.11
Avril	720	549.4	618.62	603.73	547.42
Mai	744	550.92	639.63	606.82	548.55
Juin	720	550.1	713.25	649.05	547.12
Juillet	744	575.41	737.37	719.68	572.82
Aout	744	595.85	735.93	719.8	592.81
Septembre	720	534.63	708.88	703.1	532.75
Octobre	744	555.82	737.48	730.76	553.26
Novembre	720	363.73	717.75	650.22	362.42
Décembre	744	578.71	736.1	668.7	576.51
Total	8760 heures	6665.5 heures	8453.66 heures	8085.37 heure	6638.88 heure

### III.5.1. Calcul des indicateurs de performances

#### III.5.1.1. Le taux de rendement synthétique « TRS »

- Taux de disponibilité opérationnelle :

$$TD_o = (8085.37/8453.66) \times 100 = 95.64\% \dots \dots \dots (I)$$

- Taux de performance :

$$Tp = (6665.5/8085.37) \times 100 = 82.43\% \dots \dots \dots (II)$$

- Taux de qualité :

$$Tq = (6638.88/6665.5) \times 100 = 99.60\% \dots \dots \dots (III)$$

$$\mathbf{TRS} = 95.64\% \times 82.43\% \times 99.6\% = 78.52\% \dots \dots \dots (III.9)$$

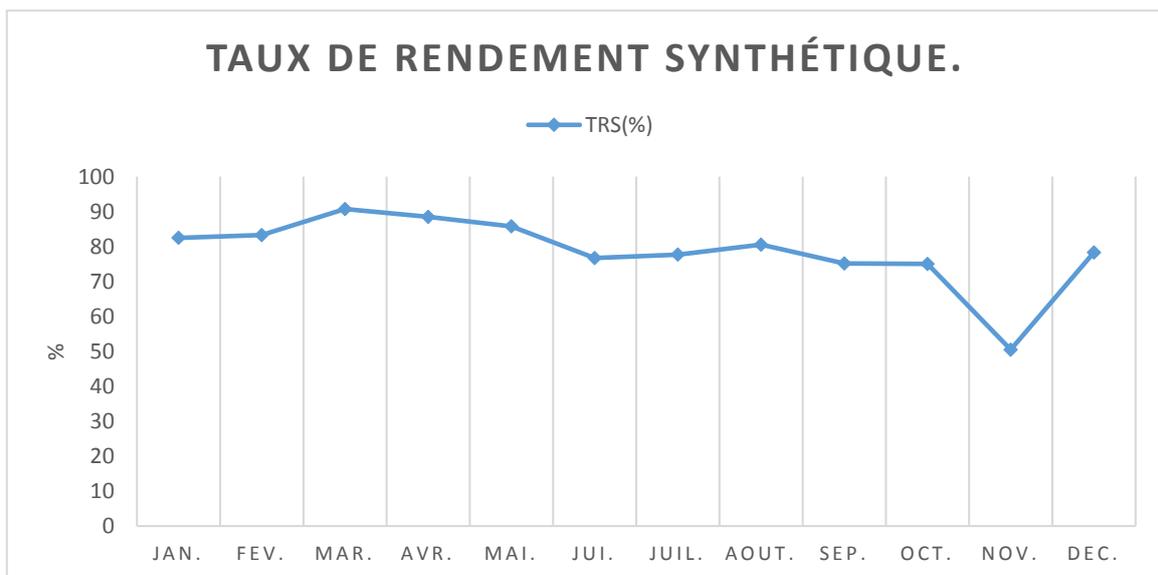
#### III.5.1.2. Le taux de rendement globale « TRG »

$$\mathbf{TRG} = 6665.5/8760 = 0.7578 (75.78 \%) \dots \dots \dots (III.10)$$

Pour tracer les courbes du TRS et du TRG nous avons calculé leurs pourcentages mensuels

**Tableau n° 11.** Représentation des TRS et TRG mensuelles.

Mois	Jan.	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	déc.
TRS(%)	82.48	83.27	90.72	88.49	85.76	76.70	77.68	80.55	75.15	75.02	50.49	78.31
TRG(%)	81.57	78.59	90.06	76.03	73.72	75.98	76.99	79.67	73.99	74.36	50.33	77.48



**Figure III.7.** Le TRS durant l'année 2013.

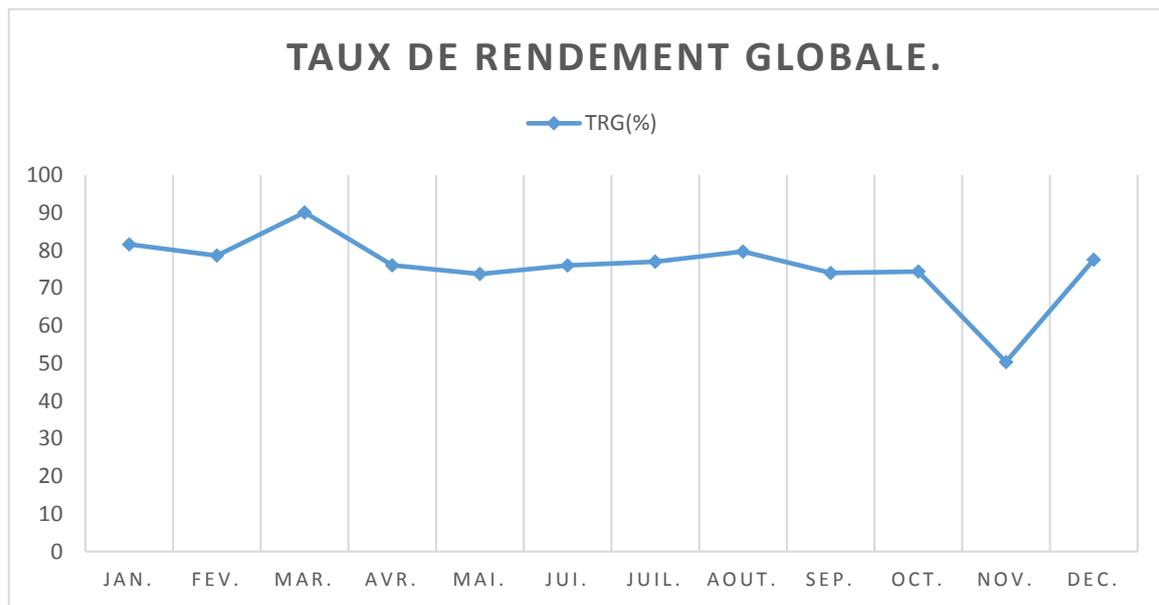


Figure III.8. Le TRG durant l'année 2013

### Interprétation des résultats

#### - Résultat du TRS

D'après le résultat obtenu (III.9), nous observons que le taux de rendement synthétique annuel est de 78.52%, cela signifie que 21.48% de l'investissement n'est pas utilisé. Dans la pratique, il est quasiment exclu qu'un indicateur de performance puisse être à 100%. L'expérience montre qu'un TRS de 80% est un résultat honorable [21]. De ce fait, ce rendement est relativement satisfaisant.

Cependant, des améliorations peuvent être apportées, car si nous regardons la courbe (figure III.7), on voit que le TRS mensuel dépasse les 80% dans les mois de janvier, février, avril, mai, août, et atteint même 90.72% au mois de mars. Par contre on observe une diminution soudaine au mois de novembre, cela est dû au manque de matière première.

Par ailleurs le TRS annuel pourrait dépasser largement les 80%, et ce en améliorant l'un des taux calculés auparavant.

D'après les résultats (I), (II), (III) nous avons déduit qu'en peut augmenter le TRS en améliorant le taux de performance qui est de 82.43% par rapport aux taux de disponibilité opérationnelle et Taux de qualité qui sont respectivement 95.64% et 99.60%.

Dans la pratique, atteindre 98% de taux de performance est possible par des procédés entièrement automatisés et stables [21].

Nous savons que le taux de performance est le rapport entre le temps net de fonctionnement et le temps brut de fonctionnement, donc pour améliorer le taux de performance nous devons augmenter le temps net de fonctionnement, et ce en réduisant les temps d'attente de matière première, les temps de marche à vide et les temps des micros arrêts, (temps logistique).

De plus, le TRS pourrai s'intensifier et dépasser facilement les 80%, et ce on minimisant les pertes en temps réel par action rapide des équipes autonomes d'opérateurs, et d'aménager de nouveaux dépôts afin de stocker les produits finis.

#### **- Résultat du TRG**

D'après le résultat obtenu dans (III.10) nous observons que le taux de rendement global annuel est de 75.78%, ce qui nous permet de dire qu'il est inférieur si on le compare aux performances de classe mondial qui est de 85%.

Cet écart de presque 10% est visible, car si nous regardons la courbe (figure III.8), nous distinguons que seulement au mois de mars le TRG a dépassé le seuil de 85% avec 90.35%, par contre il est circonscrit entre 70 et 80%, sauf dans le cas de novembre ou nous précisions une diminution très sensible avec un TRG de 50.33%. Cela s'explique par l'accroissement des temps d'arrêts machine qui sont de 2103.5 heures durant toute l'année 2013 l'équivalent de 87 jours, qui sont dus à de nombreuses raisons dont nous citons entre autre, des arrêts planifiés ; maintenance corrective (curatives) ; perturbation de la pression de vapeur ; coupures électriques ; rupture du stock du sucre roux ou de la chaux ; défaut d'espaces de stockage.

Donc, pour augmenter le TRG il faut diminuer les pertes de temps liée au manque d'utilités comme : la vapeur, le sucre roux et aussi minimiser les temps causés par les pannes mécanique.

### **III.6. Détermination des équipements critiques**

Pour déterminer les priorités et la pertinence d'une ou plusieurs actions, le recours à des outils d'analyse et d'aide à la décision se révèle nécessaire. Dans notre cas nous avons décidé d'appliquer la méthode de Pareto qui s'annonce fort utile dans le contexte de notre étude.

### **III.6.1. Nécessité de l'analyse**

Toute action dans l'entreprise doit généralement être rentable. Pour satisfaire cette exigence, il faut déceler les problèmes qui valent la peine d'être abordés. Faire des choix valables sans se laisser accaparer par les détails.

Car la difficulté réside dans le fait que ce qui est important et ce qui l'est moins ne se distinguent pas toujours de façon claire.

La méthode **ABC** apporte une réponse. Elle permet l'investigation qui met en évidence les éléments les plus importants d'un problème afin de faciliter le choix.

### **III.6.2. Le problème posé**

Arrêt de production au niveau de la raffinerie de sucre.

### **III.6.3. La nature des éléments à classer**

Nous avons décidé de faire un calcul sur les équipements qui ont plus de 5 interventions correctives durant l'année 2013 (annexe).

### **III.6.4. Le critère de classement**

Le critère qui est retenu est le nombre de pannes survenues sur les équipements durant toute l'année 2013.

### **III.6.5. La période d'étude**

Notre étude est portée sur l'année 2013.

### **III.6.6. Préparation et construction de la courbe A.B.C**

#### **III.6.6.1. Classification des éléments**

Pour recenser les éléments à étudié nous avons analysé les données historique au préalable et nous avons exclue celles qui ne sont pas représentatives, puis on a classé les équipements par ordre décroissant selon leur nombre de pannes.

**Tableau n° 12.** Cumul des pannes.

FAMILLE	CLASSEMENT	NOMBRE DE PANNES	NOMBRE DE PANNES EN (%)	CUMULE DES PANNES
Turbine	1	386	30,29	30,29
Pompes	2	202	15,85	46,14
Tapis	3	139	10,91	57,05
Filtres	4	61	4,78	61,83
Elévateurs	5	55	4,31	66,14
Malaxeurs	6	40	3,13	69,27
Vis sans fin	7	36	2,82	72,09
Bascule	8	36	2,82	74,91
Filtre presse	9	33	2,59	77,5
Energie	10	29	2,27	79,77
A1002N	11	27	2,11	81,88
Compresseur	12	22	1,72	83,6
Tamis vibrant	13	20	1,56	85,16
Tapis vibrant	14	18	1,41	86,57
Dépoussiérage	15	18	1,41	87,98
Ventilateurs de soufflage	16	15	1,17	89,15
E174N	17	12	0,94	90,09
C45204C	18	11	0,86	90,95
Circuit vapeur 6bar	19	11	0,86	91,81
Aéros	20	10	0,78	92,59
Divers	21	10	0,78	93,37
C45204B	22	9	0,7	94,07
XV107N	23	9	0,7	94,77
A102.1N	24	9	0,7	95,47
A102.2N	25	8	0,62	96,09
C45204A	26	8	0,62	96,71
C46204B	27	7	0,54	97,25
C46204C	28	7	0,54	97,79
EV100.13N	29	7	0,54	98,33
DT160N	30	7	0,54	98,87
Crible	31	6	0,47	99,34
Laveur affine	32	6	0,47	99,81

### **III.6.6.2. Traçage de la courbe**

On porte sur l'axe des abscisses les équipements classés par ordre décroissant selon leur nombre de pannes et sur l'axe des ordonnées leurs valeurs cumulées (nombre de pannes) en %. Voir figure III.9.

### **III.6.6.3. Détermination des zones A.B.C**

La courbe nous offre trois parties caractéristiques :

**A** : Pour laquelle 15.62% des éléments représentent 66.14% des pannes cumulés.

**B** : pour laquelle 37.5% - 15.62% des éléments représentent 83.6% - 66.14% des pannes cumulés.

**C** : pour laquelle 100% - 37.5% des éléments représente 100% - 83.6% des pannes cumulés.

### **III.6.6.4. Interprétation des résultats**

A partir de cette analyse (figure III.9) nous distinguerons que les pannes majeure de la raffinerie de sucre 3000T résident dans les Turbines, Pompes, Tapis, Filtres, Elévateurs, qui représentent 66.14% des pannes.

Ainsi, la priorité d'action revient sur les 5 familles d'équipements indiqués si dessus et particulièrement ceux dont les désignations sont :

S130N, S856N, S653N, S851N, S150N, S854N, S656N, S370N, S655N, S140N, S855N, S651N, S852N.....(turbine)  
P250.3N, P250.2N, Pompes immergées, P918N, P828N.....(pompes)  
A1004N, A1003N, A1007N, A101.1N, A103.1N, A103.2N.....(tapis)  
S315N.....(filtres)  
A1005.1N, A712N, A732N.....(élévateurs)

L'amélioration des disponibilités de ces derniers, diminuera le nombre d'arrêt de 66.14%, ce qui est un bénéfice pour la raffinerie. C'est ainsi que nous avons jugé utile de porter notre étude sur ces équipements et de faire ressortir toutes les causes possible de leur défaillances.

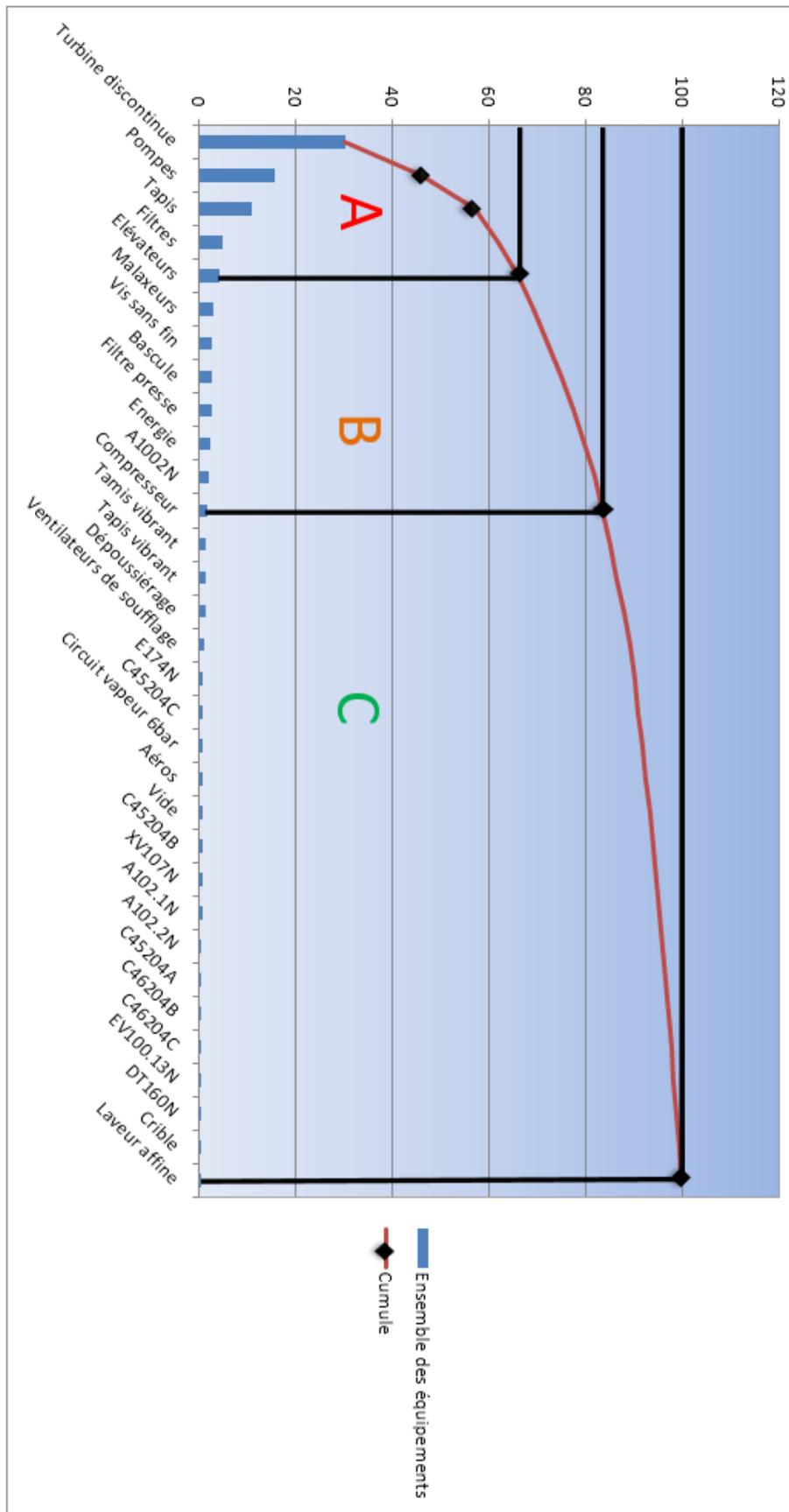


Figure III.9. Graphe de PARETO (courbe A.B.C)

### III.7. Etudes des équipements les plus critiques

Nous allons faire une étude portée sur les trois premières familles afin de révéler les équipements les plus critiques.

#### III.7.1. Classement des équipements

**Tableau n° 13.** Nombre de pannes des équipements appartenant aux turbines durant 2013.

Equipement par désignation	Nombre de panne
S130N	43
S856N	40
S653N	36
S851N	36
S150N	34
S854N	33
S656N	26
S370N	19
S655N	19
S140N	16
S855N	17
S651N	16
S852N	15
S110N	9
S652N	11
S654N	11
S657N	11

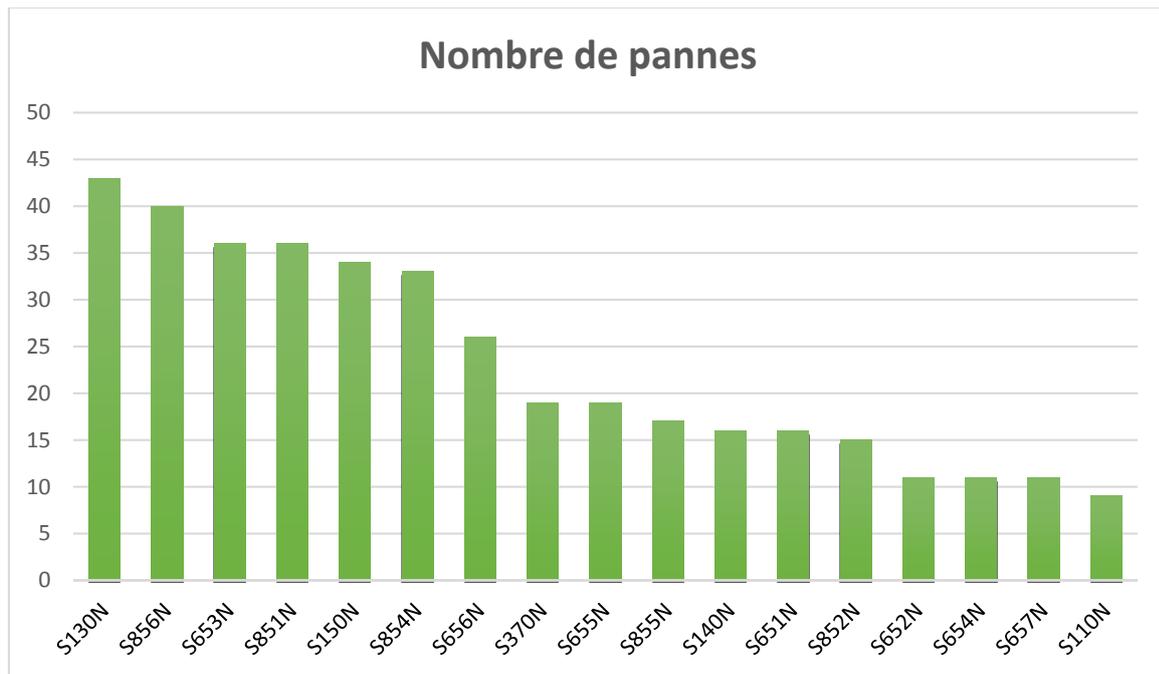


Figure III.10. Nombre de panne par turbine.

Tableau n° 14. Nombre de pannes des équipements appartenant aux pompes durant 2013.

Equipement par désignations	Nombre de pannes
P161.1N	7
P191.1N	7
P191.2N	7
P250.2N	14
P250.3N	94
P45211.2N	6
P45219N	6
P45506N	8
P828N	10
P871N	8
P918N	12
P981N	7
Pompe émergée	16

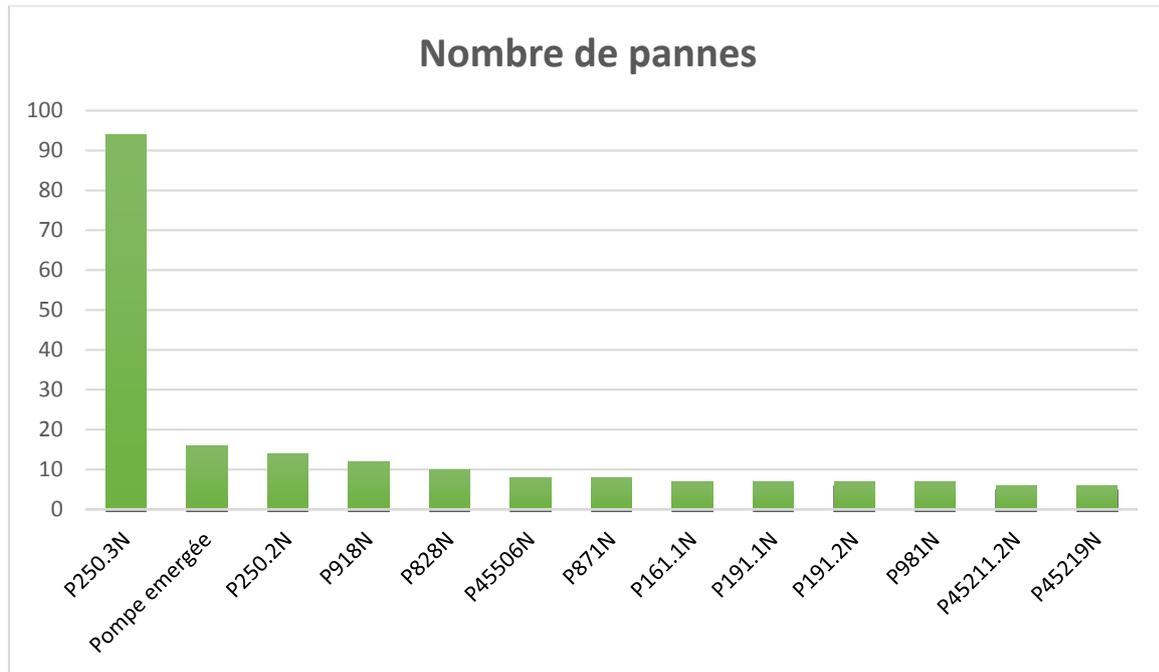


Figure III.11. Nombre de panne par pompes.

Tableau n° 15. Nombre de pannes des équipements appartenant aux tapis durant 2013.

Équipement par désignations	Nombre de pannes
A1003N	10
A1004N	20
A1007N	14
A1008N	8
A101.1N	25
A101.2N	9
A103.1N	12
A103.2N	25
TB9	8
TBRS1	8

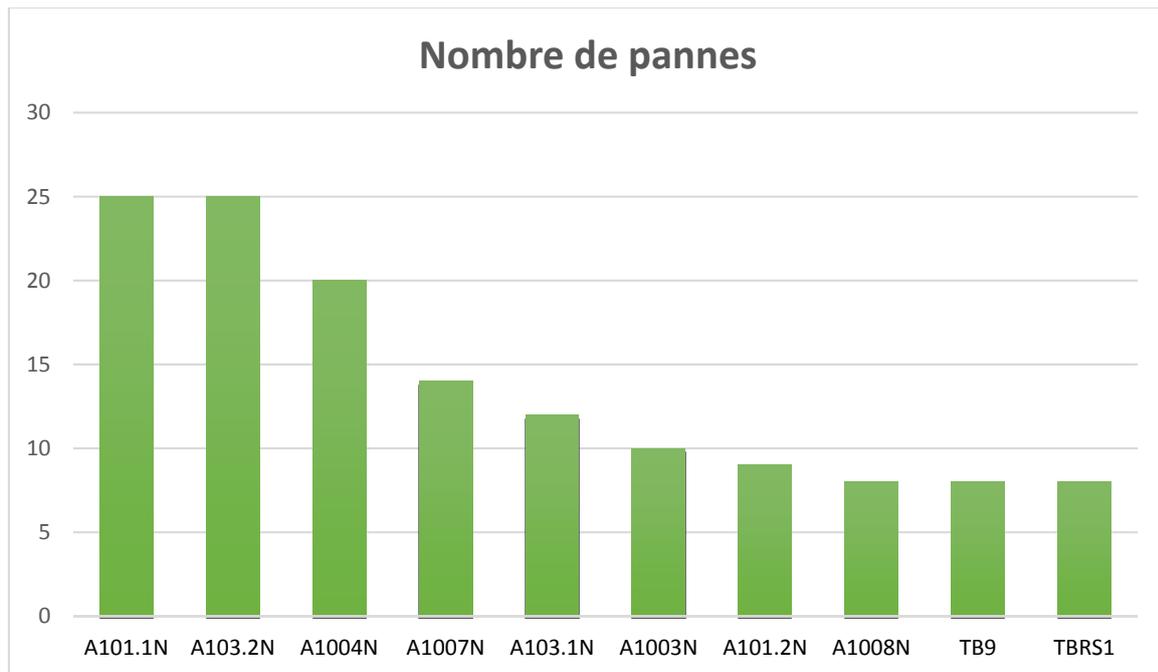


Figure III.12. Nombre de panne par tapis.

### III.7.2. Interprétation des graphes

D'après la **Figure III.10**, nous constatons que les turbines sont les plus critiques en termes de nombre de pannes représentant 386/1274 pannes par an, ce qui veut dire 30.29% sur l'ensemble d'équipements étudiés. Leur dysfonctionnement est engendré par des vibrations causé par la consistance de la masse cuit.

D'après la **Figure III.11**, nous constatons que parmi les 13 pompes étudiées, quatre d'entre elle sont très critiques dont la P250.3N qui représente à elle seule 94/202 pannes par an, la pompe émergé, la P250.2N et la P918N, ce qui fait un total de 202/1274 pannes représentant 15.85% sur l'ensemble d'équipements étudiés. Cela s'explique par le problème des tresses et d'alignement.

D'après la **Figure III.12**, nous constatons que parmi les 10 tapis étudiées, six d'entre eux que sont : le A101.1N, A103.2N, A1004N, A1007N, A103.1N et A1003N représente 139/1274 pannes, ce qui fait 10.91% de l'ensemble des équipements étudiés. Cela est dû au problème majeur de la raffinerie qui est l'occurrence de poussières.

Finalement, si nous rassemblons les pourcentages de ces équipements cités au-dessus nous trouverons qu'ils sont responsable de près de 57.05% des pannes par an sur l'ensemble des échantillons spécifiés dans le tableau n° 11, ci-dessus. Ce qui nous amène à recommander des interventions préventives d'avantage sur ces équipements.

### **III.8. Détermination des causes d'arrêts**

Après avoir fait ressortir tous les éléments les plus critiques qui causent la majorité des arrêts de la raffinerie, nous avons décidé de mettre en application la méthode causes-effet, afin de distinguer toutes les causes possibles qui conduisent au dysfonctionnement des équipements.

#### **III.8.1. Nécessité de l'application de la méthode**

La méthode **ISHIKAWA** apporte une réponse précise. Elle permet l'investigation qui met en évidence les causes les plus importantes d'un problème afin de faciliter le choix de l'action améliorative qui diminuera le dysfonctionnement des équipements.

#### **III.8.2. les équipements à étudier**

Nous allons focaliser notre étude sur les 5 familles désignées auparavant :  
Les pompes, les turbines, les tapis, filtre et élévateurs.

#### **III.8.3. Recensement et classification des causes d'arrêts**

L'analyse des rapports d'interventions nous ont permis de repérer les causes d'arrêts les plus fréquentes de la raffinerie de sucre 3000T durant l'année 2013, nous les avons réparties en Cinq grandes familles comme le montre le tableau suivant :

**Tableau n° 16.** Les 5M :

<b>Famille</b>	<b>Causes</b>
<b>Matière</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perturbation d'alimentation en sucre roux</li> <li>- Manque de masse cuite et du sirop</li> <li>- Couleur élevée des masses cuites</li> <li>- Bouchage au niveau des jetées des élévateurs</li> </ul>
<b>Matériel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retard de démarrage des cuites suite à la Chute de la pression de la vapeur</li> <li>- Non fiabilité du système de dépoussiérage                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mauvaise étanchéité</li> </ul> </li> <li>- Mauvaise filtration dû aux filtres obstrués                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fatigue des rouleaux</li> </ul> </li> <li>- Détérioration des arbres et des paniers des turbines                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Usures des roulements</li> </ul> </li> <li>- Retour d'égouts qui revient au problème de turbinage</li> <li>- frottement et mauvais alignement des poulies, des arbres et des sangles</li> </ul>
<b>Milieu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Présence de poussier et des agents abrasifs                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vibrations</li> <li>- Chaleurs</li> <li>- humidité</li> <li>- bruit</li> </ul> </li> </ul>
<b>Méthode</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Changement de tresse</li> <li>- Manque de pièces de rechanges</li> </ul>
<b>Main d'œuvre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Présence des fuites</li> <li>- Problème de variateurs</li> </ul>

### III.8.5. Diagramme d'ISHIKAWA

Voir la figure III.13.

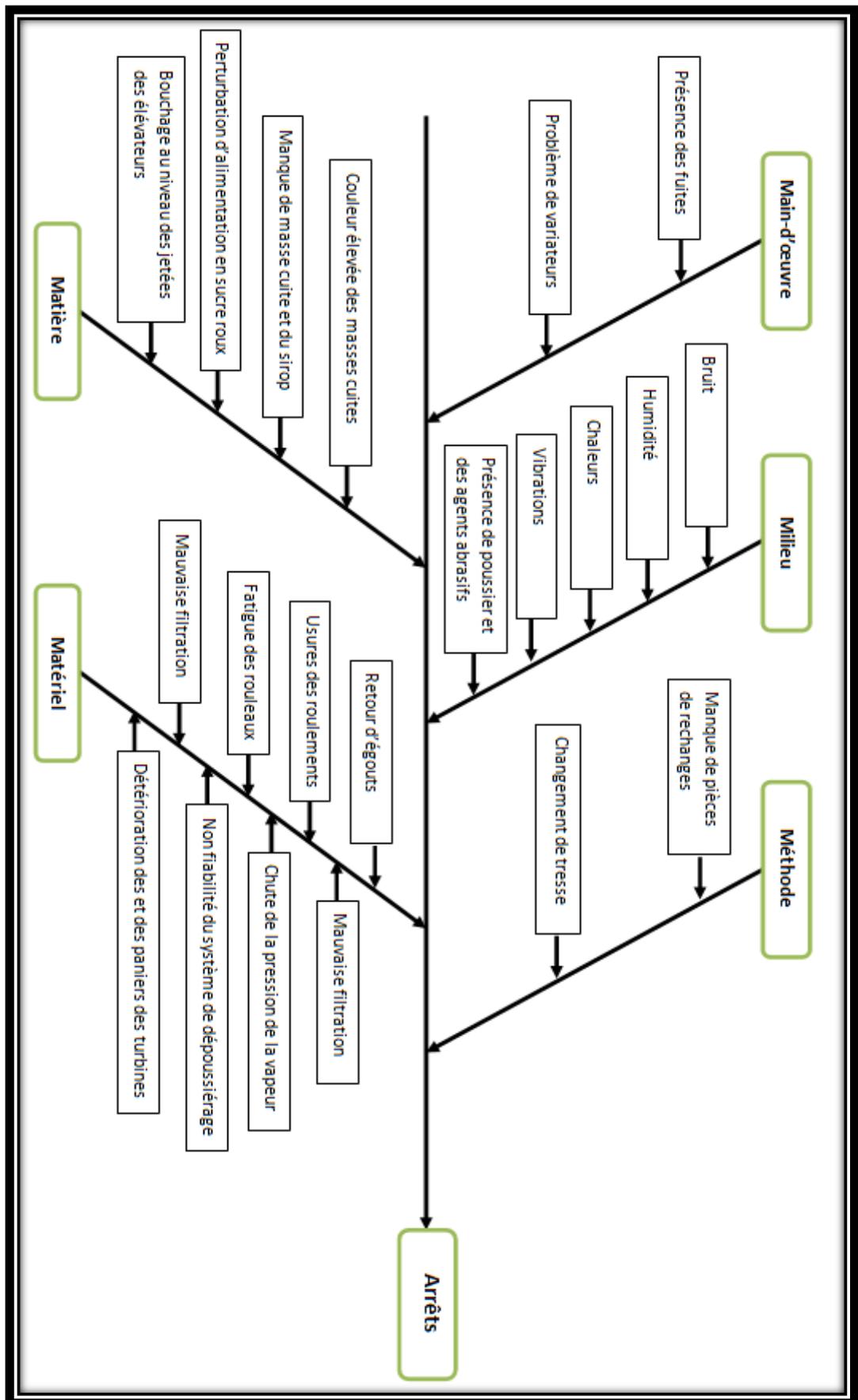


Figure III.13. Diagramme d'ISHIKAWA

### **III.9. Conclusion**

L'étude de la fiabilité des équipements de la raffinerie de sucre nous a permis de faire une approche sur leurs comportements.

Le calcul des indicateurs de maintenance nous ont permis de juger les activités et nous ont montré que le service de la maintenance effectue beaucoup d'interventions corrective que préventive, cela est due au nombre d'équipements présent sur les lieux et à la pression exercée par le service production qui est d'assurer une production journalière de 3000T.

Le calcul des indicateurs d'efficacité nous ont montré que la disponibilité de la raffinerie est de 95% ce qui est un résultat satisfaisant bien que le MTBF soit seulement de 3.73 heures, ce qu'on pourrait expliquer par la diminution de l'indicateur de compétence MTTR qui nous amène également à dire que le personnel de la maintenance est compétent.

La valeur du TRS qui est de 78.52% signifie qu'il peut être amélioré, par la mise en place d'une politique de maintenance plus efficace, ou l'insertion de nouvelles techniques plus performantes.

L'utilisation de la méthode de PARETO, révèle que seulement quelques équipements sont source d'arrêts répétitifs, on les a classés par familles telles que les tapis, pompes, turbines, filtre et élévateurs.

L'utilisation de la méthode d'analyse des causes de défaillance "ISHIKAWA", nous a permis de visualiser toutes les causes possible conduisant à l'arrêt des équipements critiques désignés auparavant.

Finalement, l'analyse de l'historique des pannes ainsi que l'étude des indicateurs de performance de l'état de la maintenance durant l'année 2013, nous ont révélé que si on réduit le nombre de pannes causées par les 5 familles désignées, on réduira le nombre global de pannes de 2162 jusqu'à 1319, ce qui fait une réduction de 39%. Cela nous a poussés à proposer des solutions plus adéquates et plus fiable qui assureront un fonctionnement à long terme et une production continue.

Enfin, nous allons essayer de développer quelques perspectives d'améliorations dans le chapitre (IV) qui suit.

# ***CHAPITRE IV.***

---

*Recommandations  
et plan d'action.*

---

## **IV.1. Introduction**

D'après le chapitre précédent, on a pu faire ressortir que le problème majeur qu'a pu rencontrer la raffinerie de sucre pendant l'année 2013, et le nombre de pannes qui est de 2162, qui représente 74.14 % et c'est clairement un total beaucoup élever que la moyen.

Cependant, la mise en place d'une nouvelle politique de maintenance plus adaptée basée sur de nouveaux concepts ou nouvelles stratégies, est un moyen qui va à coup sûr diminuer le taux de défaillance, et ainsi augmenter la fiabilité des équipements.

Pour ce faire, nous allons proposer dans ce chapitre des recommandations, et quelques remarques qui peuvent servir d'améliorations pour toutes les contraintes rencontrées et citer lors de notre analyse.

## **IV.2. Perspective d'amélioration**

### **IV.2.1. GMAO et fichiers historiques**

Afin de mieux suivre l'évaluation de la maintenance, nous avons jugé utile de recommander de finaliser en urgence l'implantation de la GMAO au sein de la raffinerie et la mettre en marche.

Toutefois, on propose une fiche historique modèle (voir figure IV.1) sur laquelle les ingénieurs doivent impérativement noter toutes les interventions effectuées en détail, afin de pouvoir par la suite calculer tous les taux possibles liés à la maintenance, car on a constaté durant notre analyse qu'il y a un manque de certaines informations comme les temps d'interventions, ainsi que leurs couts qui peuvent influencer sur les résultats et sur les décisions à prendre vis-à-vis de l'amélioration.



### IV.2.2. Augmentation de la part de maintenance préventive

À partir du chapitre précédent, il ressort techniquement que l'augmentation de la maintenance préventive est recommandée pour tous les éléments critiques des 5 familles d'équipements désignés par la méthode PARETO. Afin de :

- Stabiliser les pressions de vapeur.
- Réduire le nombre de pannes.
- Suivre le bon déroulement du process de fabrication.

### IV.2.3. Exploitation du retour d'expérience

Afin d'approfondir la connaissance d'effets et des causes de dysfonctionnement des équipements, on propose de mettre en pratique des méthodes d'analyse de défaillance sur tous les éléments de la raffinerie, et en particulier les plus critique désigné par la méthode de Pareto, afin d'évaluer les raisons de leurs dégradations.

Pour cela, on peut citer celles qui seront plus adaptées aux nombreux équipements de la raffinerie de sucre entre autres :

- l'analyse AMDEC ;
- la méthode QQQQCP ;
- la méthode ISHIKAWA ou arrêt de poisson ;
- la méthode HAZOP.

L'application de ces méthodes dont le but est de :

- **l'AMDEC machine**, va servir à déterminer les points faibles des équipements dans leur rôle de production afin de proposer (en fonction des résultats obtenus) des mesures correctrices. [22]
- **QQQQCP**, sert à déterminer avec exactitude quelle est la cause principale d'un problème à partir de six questions. [16]
- **ISHIKAWA**, permet d'analyser et visualiser le rapport existant entre un problème (effet) et toutes ses causes possibles. [8]
- **L'HAZOP**, permet d'identifier les atteintes à l'intégrité opérationnelle d'un système qui peuvent générer une/des situations (s) présentant des risques. [15]

Permettra au service de maintenance d'optimiser certains critères de performances et de fiabilités.

### IV.3.6. Recommandations

L'analyse des causes d'arrêts par la méthode ISHIKAWA exécutée lors du troisième chapitre nous a poussés à recommander des actions amélioratives sur les points suivant :

#### - Problèmes de matières

CEVITAL produit d'une façon continue une grande quantité de sucre par jour. Cependant, la production a besoin d'une grande quantité de matière première ce qui épuise les espaces de stockages.

Alors, il faut penser à revoir les plans d'approvisionnement en matière première et revoir les contrats avec les fournisseurs afin de résoudre le problème lié au manque de masse cuite.

- Exiger une bonne qualité de sucre roux.
- Désinfecter la résine afin d'éliminer les problèmes de couleur élevée de masse cuits.

#### - Problèmes de matériel

- Vérifier les capteurs de pression de la vapeur.
- Vérifier régulièrement l'étanchéité des équipements qui sont confrontés aux endroits humides
- renforcer le système de dépoussiérage
- vérifier régulièrement le débit de filtration et les poches filtrantes
- Faire des relevés et des analyses, comme l'analyse vibratoire ou installer des capteurs pour suivre l'état de fonctionnement quotidien des roulements, des rouleaux et des paliers des équipements les plus critiques.
- Augmenter la maintenance préventive sur les turbines pour éviter le retour d'égout.

#### - Milieu

- protégé les équipements exposés au milieu poussiéreux par des caches adaptés
- veiller sur la fixation et le serrage des vis et des silentblocs pour diminuer les vibrations
- renforcer le système de ventilations

#### - méthode

- classer par catégorie le nombre de pièces de rechange consommé, et établir un plan de ravitaillement en pièces selon les plus utilisées.
- Teste de différentes tresses avant l'utilisation

- **Main-d'œuvre**

- Nécessité de la plomberie pour vérifier et régler les problèmes des fuites.
- Former des techniciens ayant en charge les variateurs.

#### IV.4. Plan d'action

Pour remédier aux défaillances récurrentes nous avons conçu un plan d'action concernant les 5 familles d'équipements qui causent la moitié des pannes de la raffinerie durant l'année 2013, voir le tableau qui suit :

**Tableau n° 17.** Plan d'action :

Équipement	Famille	Défaillance fréquente	Plan d'action
P161.1N, P191.1N/2N	Pompes	- blocage de la pompe - bouchage de la conduite d'aspiration avec les morceaux de toile - Problème de tresse - Usure des flexibles	- Mettre en place un filtre adéquat en amont. - Contacter les fournisseurs afin de prévoir une nouvelle tresse qui s'adapte aux conditions de service des pompes. - vérifier l'alimentation en eau douce elle doit être comprise entre 40 ° et 50°
P250.2N/3N	Pompes	- usure des roulements et des paliers de la pompe - Désalignement de la pompe - Desserrage et fatigue des tresses	- Revoir le système d'étanchéité des pompes - Nivellement et renforcement du sol sur le qu'elles sont posées les pompes - Consulter le fournisseur pour prévoir une bonne qualité de tresse
P45211.2N	Pompes	- usure des roulements (de l'eau qui pénètre à l'intérieur des roulements)	- Revoir la conception du logement de garniture - Mettre des caches adaptés afin de protéger les pompe du milieu extérieur.
P45219N	Pompes	- problème d'accouplement	Installer un clapet anti retour
P828N, P871N	Pompes	- Blocage de la pompe - Fatigue et desserrage de tresse	- Protéger la pompe et revoir le système ouvert - Consulter le fournisseur pour prévoir une bonne qualité de tresse

P918N	Pompes	- Problème du corps de la pompe (fond de refoulement) à cause du phénomène de cavitation	- Revoir la conception du fond de refoulement
P981N	Pompe	- Problème d'aspiration et de refoulement	- Installer une autre pompe qui fonctionnera en redondance avec la pompe P981N
Pompe immergée	Pompe	- Bouchage des conduites d'aspiration et de refoulement	- Mettre des filtres (crépine) au niveau de la conduite d'aspiration
S110N	Turbine discontinue	- Problème d'étanchéité de la vanne de chargement - Problème du support de fin de course	- Remplacer systématiquement la vanne de chargement - Recommander des supports plus résistants
S130N	Turbine discontinue	- Problème de silentbloc	- Appliquer une maintenance préventive systématique sur les silentblocs
S851N, S852N, S853N, S854N, S855N, S856N	Turbine discontinue	- Problème de vibration liée à la consistance de la masse cuite (faute des opérateurs) - Usure des roulements et des courroies - Endommagement des vis de fixation	Respecter le brix de la masse cuit
S150N	Turbine discontinue	- Problème de ventilation dans l'armoire de la turbine	Renforcer par un système de refroidissement pour que les ventilateurs puissent acheminer de l'air frais pour les armoires
S651N, S653N, S654N, S655N, S656N, S657N	Turbine discontinue	- Problème de support de palpeur - Déformation des couteaux - Défaut de pivotement du chargeur dû au problème du vérin	- Respecter la charge de sucre recommandé - Régler les jeux de fonctionnement - Intégration d'un système de nettoyage - Vérifier l'étanchéité des vérins, les remplacer systématiquement

S312N, S313N, S314N, S315N, S566N	Filtre	Usure des poches filtrantes pour les rampes	Appliqué la maintenance préventive systématique sur les poches filtrantes et les recycler si elles ne sont pas complètement usées
A732N	Élévateur	Problème de palier Usure et désalignement de la sangle	Remplacer par un élévateur plus fiable
A712N	Élévateur	Défaut de déport de bonde	Réglage de l'alignement
A1005N	Élévateur	Blocage du pied Fuite d'huile (problème de coupleur) suit à la surcharge	- Nettoyage fréquent au niveau du pied - Vérification de l'étanchéité Éviter la surcharge
A1003N, A1004N, A1007N, A1008N, A101.1N/2 N A103.1N/2 N TBRS, TB09	Tapis	- Usure des rouleaux par fatigue des axes - Usure des roulements - Problème de station et de sous-station accumulation de grains de poussière - Problème de capteur de bourrage pour cause de poussière - Blocage de tapis engendré par l'accumulation des poussières - Problème de déport de bande	- Changer les axes avant la défaillance lors des arrêts planifiés - Revoir l'étanchéité des rouleaux et des roulements - Nettoyer régulièrement le capteur de bourrage - Nettoyer régulièrement le capteur de bande - Nettoyer régulièrement les conduites d'aspiration du système de dépoussiérage - Nettoyer régulièrement les tambours et les rouleaux

Nous avons pris des images réels au sein de la raffinerie de sucre 3000T du complexe CEVITAL afin d'éclaircir quelque causes qui conduisent à la défaillance ;



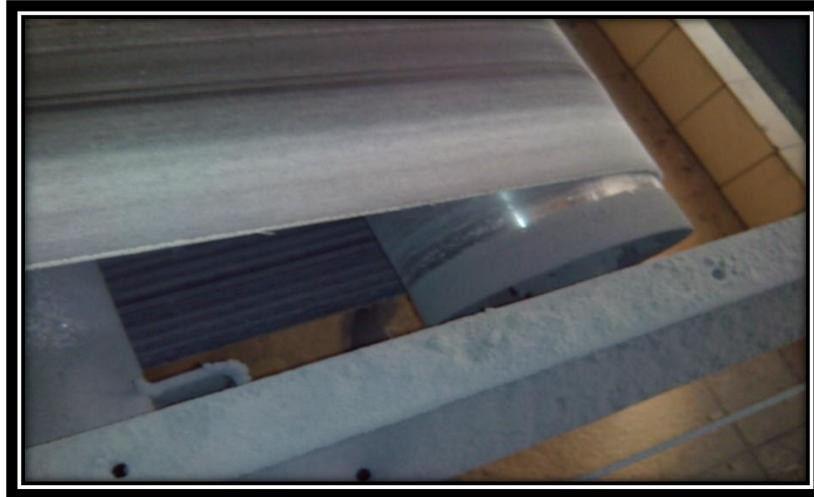
**Figure IV.2.** Problème d'étanchéité.



**Figure IV.3.** Problème de déport de band



**Figure IV.4.** Système de dépoussiérage.



**Figure IV.5.** Problème du rouleau d'un tapis.

#### **IV. Conclusion**

L'application des perspectives d'améliorations que nous avons proposées dans ce chapitre vent apporter une connaissance plus approfondie sur les équipements qui composent la raffinerie ainsi que leurs modes de dégradations, et de plus optimiser leurs disponibilités.

La mise en œuvre du plan d'action proposé dans ce chapitre engendre la diminution des pannes et le renforcement des interventions préventives, et va apporter à coup sûr un bénéfice pour la production de la raffinerie. Autrement dit, accentuer ces performances vis-à-vis des dysfonctionnements.

# *Conclusion générale*



---

# *CONCLUSION GENERALE*

---

Dans le présent travail, nous nous sommes attelés à faire, l'étude et l'analyse de la fonction maintenance au niveau de la raffinerie de sucre du groupe CEVITAL.

Le stage que nous avons effectué est une expérience qui nous a permis,

- De découvrir la vie professionnelle dans le domaine industrie avec toutes ces difficultés et ces exigences.
- D'acquérir une bonne expérience, non seulement en ce qui concerne notre thème mais aussi d'autres connaissances dans les différents secteurs existants dans l'entreprise.
- D'analyser et d'appliquer nos propres connaissances et d'approfondir notre point de vue d'une façon global sur l'utilité du thème étudié dans le monde.

A travers ce travail, nous avons pu montrer que l'application des méthodes d'analyse de défaillance est d'une importance primordiale dans la désignation et le classement des problèmes majeurs de la raffinerie de sucre 3000T de CEVITAL.

Notre travail s'est présenté sous trois parties essentielles :

Dans la première partie nous avons décrit le système actuel de maintenance de la raffinerie, calculé ces indicateurs et analysé les pannes de ces équipements à partir de l'historique par le diagramme de Pareto.

Cette étude nous a permis de connaître le fonctionnement de la maintenance, et de produire à partir de la transformation d'un ensemble de données des informations primordial et décisif concernant les équipements qui causent la majorité des arrêts de production.

A la lumière de ces résultats, il ressort que :

15.62% des éléments représentent 66.14% des pannes.

Dans la deuxième partie nous avons proposé des solutions alternatives, dont l'une est l'application des outils d'analyse et précisément le diagramme d'ISHIKAWA, que nous avons apposé pour recenser toute les causes possibles qui entraînent l'arrêt de production.

En dépit des résultat obtenue, nous avons mis au point un plan d'action contenant des taches et des recommandations qui vont à coup sûr diminuer le nombre de pannes des équipements, ainsi amélioré leur disponibilités et augmentée la productivité.

Nous espérons que ce travail sera utile à l'entreprise CEVITAL, ainsi qu'aux futures promotions de notre université.

Finalement nous tenons à signaler que ce stage, effectué dans une industrie récente et moderne, a été un complément certain à notre formation.

# *Bibliographie*



---

# *Bibliographie*

---

[1] <http://www.cevital.com/>, consulté le : Avril 2014 ;

[2] Document de la raffinerie Tirlemont Oise. [www.sucretirlement.com](http://www.sucretirlement.com) , consulté le :  
Avril 2014 ;

[3] Documentation de la raffinerie de sucre 3000T, **CeVital** ;

[4] **M<sup>r</sup> R. LAGGOUNE**, cours de maintenance master I. Université A-MIRA Bejaia. 2012-2013 ;

[5] **A.BELHOMME**, cours de stratégie de maintenance 2010/2011. <http://btsmiforges.free.fr/>;  
Consulté le : Février 2014 ;

[6] **M<sup>r</sup> Ahmad alali ALHOUIJ**. Contribution à l'optimisation de la maintenance dans un contexte distribué. Thèse doctorat, Institut universitaire polytechnique de Grenoble 2012 ;

[7] **Documentation AFNOR**, recueil des normes françaises. 2001 ;

[8] Organisation et suivie de la maintenance. Fiabilité – maintenabilité - disponibilité ;  
[http://www.graczyk.fr/lycee/IMG/pdf/09-10\\_ATI2\\_OI\\_Cours\\_Maintenance\\_CH2.pdf](http://www.graczyk.fr/lycee/IMG/pdf/09-10_ATI2_OI_Cours_Maintenance_CH2.pdf);  
consulté le : Février 2014 ;

[9] Indicateurs de maintenance des outils à la mesure d'une fonction ;

[10] **M<sup>r</sup> S.KHALFAOUI**, méthode de recherche des scenarios redoutés pour l'évaluation de la sureté de fonctionnement des systèmes mécatroniques du monde automatique. Thèse doctorat. Institut national polytechnique de Toulouse. 2003 ;

[11] **T.ALANI**, introduction au diagnostic des défaillances. Laboratoire A2SI-ESIEE-Paris. 2006 ;

[12] **MICHEL DEMERS**, développement d'une méthodologie d'optimisation de la maintenance par la fiabilité pour les systèmes complexes. Mémoire de fin étude. Université du Québec à Trois-Rivières. Août 1998 ;

[13] **LES DEFAILLANCES**, généralités-prof.doc.

[http://www.electropoli.com/traitement\\_surface](http://www.electropoli.com/traitement_surface) ; consulté le : Février 2014 ;

[14] **M<sup>me</sup> Nathalie SOREL**. La gestion des problèmes et des incidents avec ITIL. Thèse pour l'obtention du D.E.S.S. en technologie de l'information. Ecole de technologie supérieure université du Québec. 2007 ;

[15] **M<sup>r</sup> Saïd Slaoui**. Résumé théorique et guide de travaux pratiques ;

[16] **M. VIGNAL**. Les outils de la qualité.

[http://www.qualiteonline.com/rubriques/rub\\_3/dossier-8.html](http://www.qualiteonline.com/rubriques/rub_3/dossier-8.html); consulté le : Février 2014 ;

[17] **Chauvel AM**. Méthodes et outils pour résoudre un problème. 30 outils pour améliorer la qualité de votre organisation. Paris, DUNOD 1996 ;

[18] **LUXINNOVATION G.I.E.**, l'agence nationale pour la promotion de l'innovation et de la recherche au Luxembourg, copyright 2008 ;

[19] **Y. ALADLOUNI, R.GARAYOA, C. PERBET, E. SACRISTE**. Amélioration continue : de nombreuses méthodes, recherche documentaire en génie industriel. Ecole des mines d'Albi 2002 ;

[20] **M<sup>r</sup>. LAGGOUNE Radouane**. « Analyse du retour d'expérience pour l'optimisation de la maintenance dans une raffinerie de pétrole. Cas du compresseur du Magnaforming de la raffinerie de Skikda ».Thèse de magister, option : Maintenance industrielle – tribologie. Boumerdes 1998 ;

[21] **HOHMANN C**. TPM, totale productive maintenance 2001 ;

[22] **Brahim HERROU, Mohamed ELGHORBA**. L'AMDEC un outil puissant d'optimisation de la maintenance, application à un moto-compresseur d'une PME marocaine. Ecole Nationale Supérieure d'Electricité et de Mécanique, Oasis Casablanca 2005.

# *ANNEXE*



## Nombre d'intervention durant l'année 2013.

Éléments	Famille	Préventive	Corrective	Travaux neufs	TOTALE
P250.3N	Pompes	7	94	3	104
S130N	Turbine	5	43	0	48
S856N	Turbine	2	40	0	42
S653N	Turbine	6	36	0	43
S851N	Turbine	1	36	0	37
S150N	Turbine	0	34	0	34
S854N	Turbine	0	33	0	33
A1002N	A1002N	17	27	0	45
S656N	Turbine	2	26	1	29
A101.1N	Tapis	11	25	0	36
A103_2N	Tapis	5	25	0	30
W1002N	Bascule	9	23	0	32
A732N	Élévateur	8	22	1	31
A1004N	Tapis	2	20	0	22
AFFINAGE	Energie	7	20	1	29
S370N	Filtre presse	1	19	0	20
S655N	Turbine	3	19	0	22
M104_2N	Malaxeur	4	18	0	22
S855N	Turbine	0	17	0	17
POMPE IMMERGEE	Pompes	1	16	1	18
S140N	Turbine	3	16	0	19
S651N	Turbine	4	16	0	20
F1006N	Ventilateur de soufflage	15	15	0	30
S852N	Turbine	1	15	0	16
A1007N	Tapis	3	14	0	17
A712N	Élévateur	4	14	0	18
L110.2N	Compresseur	0	14	0	14
P250.2N	Pompes	1	14	0	15

## Nombre d'intervention durant l'année 2013.

S360N	Filtre presse	1	14	0	15
S853N	Turbine	5	13	0	18
A103.1N	Tapis	4	12	0	16
P918N	Pompes	1	12	0	13
S180N	Tamis vibrant	5	12	0	17
A252N	Vis sans fin	1	11	0	13
BAC DEPOUSSIERAGE	Dépoussiérage	2	11	4	17
CIRCUIT VAPEUR 6bar	CIRCUIT VAPEUR 6bar	0	11	0	11
C45204C	C45204C	1	11	0	12
S315N	Filtre	0	11	0	11
S652N	Turbine	2	11	0	13
S654N	Turbine	1	11	0	12
S657N	Turbine	1	11	0	12
A1003N	Tapis	3	10	0	13
E695_17N	Aeros	1	10	0	11
P828N	Pompes	1	10	0	11
A101.2N	Tapis	4	9	0	13
A102.1N	A102.1N	3	9	0	12
A710N	Vis sans fin	0	9	0	9
C45204B	C45204B	0	9	0	10
S110N	Turbine	3	9	0	12
S313N	Filtre	0	9	0	9
TGBT SILO 80KT	Energie	3	9	0	12
XV107N	XV107N	0	9	0	9
A1008N	Tapis	0	8	1	9
A102.2N	A102.2N	6	8	0	14
A328_N	Vis sans fin	0	8	0	8
A983.2N	Compresseur	0	8	0	8
C45204A	C45204A	1	8	0	10

## Nombre d'intervention durant l'année 2013.

P45506N	Pompes	0	8	0	8
P871N	Pompes	0	8	0	8
S181N	Tamis vibrant	0	8	0	8
S314N	Filtre	0	8	0	8
TB9	Tapis	0	8	0	8
TBRS1	Tapis	1	8	0	9
V1004N	Vis sans fin	0	8	0	8
C46204B	C46204B	1	7	0	8
C46204C	C46204C	1	7	0	8
DEPOUSSIERAGE	Dépoussiérage	1	7	0	8
DT160N	DT160N	9	7	0	16
EV100.13N	EV100.13N	0	7	0	7
M104.1N	Malaxeur	2	7	0	9
P161.1N	Pompes	1	7	0	9
P191.1N	Pompes	0	7	0	7
P191.2N	Pompes	0	7	0	7
P981N	Pompes	0	7	1	8
S312N	Filtre	1	7	0	8
S566N	Filtre	1	7	0	8
W1008N	Bascule	2	7	0	9
A1006N	Crible	4	6	0	10
LAVEURE AFFINAGE	Laveur affinage	0	6	0	6
P45211.2N	Pompes	0	6	0	6
P45219N	Pompes	0	6	0	6
W16N	Bascule	2	6	0	8

## *Résumé*

---

La rentabilité d'une entreprise passe par le bon fonctionnement de ses équipements, ce qui nécessite une bonne politique de maintenance, mais il existe des cas où l'adoption de nouvelles techniques est très envisageable vis-à-vis des pertes financières rencontrées et du volume de l'entreprise ainsi que son attachement envers les clients.

Dans notre cas il s'agit d'analyser un système de maintenance actuel et faire ressortir ces failles si sont présentes.

Notre travail repose sur l'analyse des performances de la maintenance au sein de la raffinerie de sucre 3000T, en se basant sur l'étude de l'historique de pannes et les rapports mensuels durant l'année 2013, et par le calcul des différents indicateurs qui peuvent indiquer l'état réel de la fonction maintenance dans toutes entreprises.

**Mots-clés :** Maintenance, défaillance, disponibilité, performance, historique, indicateurs, PARETO, ISHIKAWA.

## *Abstract*

---

The profitability of a company through by the good operation of its equipment, which requires good maintenance policy, but there exist cases where the adoption of new technologies is very possible with respect to the financial losses encountered and volume of the company and its attachment towards the costumers.

In our case, it is a question of analyzing current system of maintenance and bring out these faults if are present.

Our work rests on the analysis of the maintenance performance within the sugar refinery 3000T, while being based on the study of the history of failures and monthly reports lasting the year 2013, and by calculating of the various indicators, which can indicate the real state status of the maintenance function in all company.

**Key-words :** Maintenance, failure, availability, performance, history, indicators, PARETO, ISHIKAWA.