

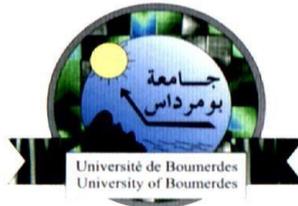
N° Ordre...../DGM/FT/UMBB/2024

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DE  
L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA**

**BOUMERDES**

**Faculté de Technologie**



**Département Génie Mécanique**

**Mémoire de Master**

**Filière : Electromécanique**

**Spécialité : *Maintenance Industrielle***

**THEME**

**Application de l'AMDEC et mise en place d'un plan de  
Maintenance Préventive de la Machine Bac à Enrouler**

***Présenté par :***

**Mr: ABIDI RABAH**

**Mr: ADDACHE ABDELMOUINE**

***Promoteur :***

**Mr: DJEDID TOUFIK**

***Encadreur:***

**Mr: AIBECHE ABDERREZAK**

**Promotion 2023- 2024**

# Remerciements

Nous tenons à remercier ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la santé pour terminer ce travail.

Et nous tenons à remercier nos familles et toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin à préparer ce travail et en particulier :

Nous adressons le grand remerciement à notre promoteur Mr Toufik DJEDID, pour nous avoir encadrés et pour son aide durant ce travail, ses encouragements et ces conseils.

Nous remercions notre encadreur Mr AIBECHE Abderrezak pour ces judicieux conseils ainsi que les connaissances dont il nous a fait bénéficier.

Les honorables membres de jury qui ont accepté d'évaluer notre mémoire.

Mr CHELLIL Ahmed, le chef de département de génie mécanique

Toute l'équipe de société SOCOTHYD.

Tous nos enseignants pour leurs précieux conseils durant notre formation.

# Dédicace

Nous dirigeons ce modeste travail : À nos très chers parents à qui nous dois toutes nos études, que Allah nos les garde. À nos frères, et sœurs à qui nous souhaitons tout le bonheur. Atout la famille ABIDI et ADDACHE. À tous nos amis.

## Résumé

Ce travail est une application de la méthode AMDEC sur une machine bac à enrouler 140 de la société nationale Socothyd, cette approche nous permettra, d'une part, de classer les causes, les modes et les effets des défaillances, et d'autre part, de faire l'analyse des priorités à prendre en considération pour proposer un plan de maintenance préventif.

**Mots clé :** machine Bac a enrouler, AMDEC, PARETO, maintenance Préventive,

## Abstract

This work is an application of the FMECA method on a 140 winding tray machine from the national company Socothyd, this approach will allow us, on the one hand, to classify the causes, modes and effects of failures, and on the other hand , to analyze the priorities to be taken into account to propose a preventive maintenance plan.

**Key words:** winding tray machine, FMECA, Pareto, preventive maintenance,

## ملخص:

هذا العمل هو تطبيق لطريقة FMECA على آلة لف فرنسية تعبئة 140 من شركة Socothyd الوطنية، وهذا النهج سيسمح لنا، من ناحية، بتصنيف أسباب الأعطال وطرقها وآثارها، ومن ناحية أخرى، تحليل الأولويات الواجب مراعاتها لاقتراح خطة الصيانة الوقائية.

الكلمات المفتاحية: آلة لف , طريقة تحليل أنماط الفشل وتأثيراتها و حرجيتها, باريتو , الصيانة الوقائية

## Sommaire

Résumé, Abstract, ملخص	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des organigrammes	
Liste des abréviations	
Introduction générale .....	
Chapitre I : Présentation de l'entreprise SOCOTHYD.....	
I.1. Introduction.....	1
I.2. Historique et localisation.....	1
I.2.1 Historique .....	1
I.2.2 Localisation .....	2
I.3- Le patrimoine.....	3
I.3.1- Le Site d'Issir .....	3
I.3.2- Le Site de Bordj Menaiel .....	3
I.4- Les ateliers de production au niveau de la Socothyd .....	3
I.5- L'usine des ISSER fabrique une variété de produits, notamment .....	4
I.5.1. Produit de coton hydrophile .....	4
I.5.2. Produit de gaze .....	4
I.6. Produits fabriqué par l'usine de Bordj Menaiel .....	5
I.6.1. Les produits d'hygiènes corporelles .....	5
I.7. Positionnement de l'entreprise .....	5
I.8. Marche et client de l'entreprise .....	5
I.9. Organisation et organigramme de la «SOCOTHYD» .....	6
I.9.1. Organigramme de la Socothyd .....	6
CHAPITRE II : Etude technologique de la machine bac a enrouler 140.....	
II.1.Introduction.....	8
II.2.Définition .....	9
II.3.Données Techniques .....	9
II.4.Fonctionnement .....	10
II.5.Composants Principaux .....	12
II.6.Schémas des circuits électriques .....	13
II.6.1. CIRCUIT DE PUISSANCE .....	13
II.6.2. CIRCUIT DE COMMANDE .....	14
II.7.Liste des principaux éléments mécaniques .....	14

<b>II.8. Les composant de chaque Elément .....</b>	<b>15</b>
<b>II.8.1.1. Nom : ensemble de déroulage.....</b>	<b>15</b>
<b>II.8.1.2. Nom : Motorisation rouleaux et d'enroulage.....</b>	<b>16</b>
<b>II.8.1.3. Nom : Ensemble boudinage .....</b>	<b>17</b>
<b>II.8.1.4. Nom : Coupe et injection.....</b>	<b>18</b>
<b>II.8.1.5. Nom : Dérouleur de papier .....</b>	<b>19</b>
<b>II.8.1.6. Nom : Bloc réducteur de moletage.....</b>	<b>20</b>
<b>II.8.2. Liste des principaux composants électriques.....</b>	<b>21</b>
<b>II.8.2.1. Nom : Pupitre de la commande .....</b>	<b>21</b>
<b>II.8.2.2. Nom : Armoire de commande .....</b>	<b>22</b>
<b>II.8.2.3. Nom : moteur moletage.....</b>	<b>23</b>
<b>II.8.2.4. Nom : ensemble enroulage.....</b>	<b>24</b>
<b>II.9- Conclusion .....</b>	<b>25</b>
<b>Chapitre III : Théorie de la maintenance et L'AMDEC.....</b>	
<b>III.2. théorie de maintenances .....</b>	<b>26</b>
<b>III.2. L'historique .....</b>	<b>26</b>
<b>III.3. Evolution de la maintenance.....</b>	<b>26</b>
<b>III.4-Définition de la maintenance .....</b>	<b>27</b>
<b>III.5-Les différents types de maintenance .....</b>	<b>28</b>
<b>III.5. 1.1. La maintenance corrective .....</b>	<b>28</b>
<b>III.5.1. 2. Maintenance curative .....</b>	<b>28</b>
<b>III.5. 1.3. Maintenance palliative.....</b>	<b>28</b>
<b>III.5. 2 . Maintenance préventive .....</b>	<b>28</b>
<b>III.5.2 .1 .Maintenance préventive systématique .....</b>	<b>29</b>
<b>III.5.2 .2 .Maintenance préventive conditionnelle .....</b>	<b>29</b>
<b>III.5 .2 .3 .Maintenance préventive prévisionnelle .....</b>	<b>29</b>
<b>III.6.Les fonctions du service maintenance (norme FD X 60-000) .....</b>	<b>30</b>
<b>III.6.1. Etude .....</b>	<b>30</b>
<b>III.6.2. Préparation .....</b>	<b>30</b>
<b>III.6.3. Ordonnancement .....</b>	<b>31</b>
<b>III.6.4. Réalisation .....</b>	<b>31</b>
<b>III.6.5. Gestion .....</b>	<b>31</b>
<b>III.7.Politique et objectifs de la maintenance (Norme FD X 60-000).....</b>	<b>31</b>
<b>III.8.La stratégie de la maintenance (norme NF EN 13306) .....</b>	<b>31</b>
<b>III.9.Les opérations de maintenance .....</b>	<b>32</b>
<b>III.9.1. Les opérations de maintenance corrective .....</b>	<b>32</b>

III.9.2. Les opérations de maintenance préventive .....	32
III.10. Les temps de la maintenance .....	32
a.    La MTBF .....	33
b.    La MTTR .....	33
c.    La MTTA .....	33
III.11. Les niveaux de maintenance .....	33
III.12. Les échelons de maintenance : (Norme FD X 60-000) .....	34
a) la maintenance sur site .....	34
b) la maintenance en atelier : .....	34
c) la maintenance chez le constructeur ou une société spécialisée .....	34
III.13. La méthode de maintenance .....	35
III.1-théorie de L'AMDAC .....	35
III.2-Historique .....	36
III.3-Définition .....	37
III.4-Objectifs de l'AMDEC .....	37
III.5-Organisation de la méthode AMDEC .....	38
III.6-Types de l'AMDEC .....	39
III.6.1. AMDEC-Produit .....	40
III.6.2. AMDEC Processus .....	40
III.6.3. AMDEC Moyen de production .....	40
III.7. Méthodologie de l'AMDEC .....	41
III.8-Description de l'enchaînement des opérations .....	41
III.8.1. Analyses de système .....	42
III.8.2. Analyse qualitative .....	43
III.8.3. Analyse quantitative .....	43
III.9. Synthèse et exposition des résultats .....	46
III.10-Tableau générale AMDEC .....	46
III.11-Perspectives de l'AMDEC .....	46
III.12-Place de l'AMDEC dans une démarche de maîtrise des risques .....	47
III.13. Conclusion .....	48
Chapitre IV Application de la méthode AMDEC .....	
VI.1. Introduction .....	49
VI.2. Décomposition fonctionnelle de la BAC MACHINE A ENROULER .....	49
VI.3. Analyse AMDEC .....	50
VI.4. Synthèse et analyse .....	66

<b>VI.4. 1. Actions proposé correctives et préventive pour le sous-ensemble armoire électrique.....</b>	<b>68</b>
<b>VI.4 .2 .Actions correctives pour L'Ensemble déroulage.....</b>	<b>67</b>
<b>VI.4. 3 .Actions correctives pour ensemble Motorisation rouleaux et d'enroulage.....</b>	<b>68</b>
<b>VI.4. 4. Actions correctives pour L'Ensemble boudinage.....</b>	<b>70</b>
<b>VI.4. 5. Actions correctives pour ensemble Coupe et injection .....</b>	<b>71</b>
<b>VI.4. 6. Actions correctives pour ensemble : Dérouleur de papier .....</b>	<b>72</b>
<b>VI.4. 7. Actions correctives pour ensemble : Bloc réducteur de moletage .....</b>	<b>73</b>
<b>VI.5-Analyse de la criticité avec PARETO .....</b>	<b>74</b>
<b>VI.5. Plan d'actions préventives (Plan de maintenance préventif) .....</b>	<b>77</b>
<b>VI.6. CONCLUSION .....</b>	<b>81</b>
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>82</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>83</b>

## Liste des tableaux :

Table III.1:Evolution de la maintenance depuis 1940.....	27
Table III.2:FONCTION DU SERVICE MAINTENANCE.....	30
Table III.3:Les niveaux et les échelons de maintenance.....	34
Table III.4:Grille de citation de la gravité.....	44
Table III.5:Grille de cotation de la fréquence.....	45
Table III.6:Grille de cotation de la détection.....	45
Table III.7:Niveau de criticité.....	45
Table III.8modele du tableau AMDEC .....	46
Tableau VI.1 : Armoire électrique.....	50
Tableau IV.2 : Ensemble déroulage.....	54
Tableau IV.3 : ROULEAUX ET EROULAGE.....	56
Tableau IV.4 : COUPE ET NJECTION.....	60
Tableau IV.5 :DEROULER DE APIER.....	62
Tableau IV.6 : Bloc réducteur de moletage.....	64
Table IV.7:Actions proposé correctives et préventive pour le sous-ensemble armoire électrique....	68
Table IV.8:Actions correctives pour L'Ensemble éroulage:.....	67
Table IV.9:Actions correctives pour ensemble Motorisation rouleaux et d'enroulage.....	68
Table IV.10:Actions correctives pour L'Ensemble boudinage.....	70
Table IV.11:Actions correctives pour ensemble Coupe et éjection.....	71
Table IV.12:Actions correctives pour ensemble : Dérouleur de papier.....	72
Table IV.13:Actions correctives pour ensemble : Bloc réducteur de moletage.....	73
Table IV.14:tableau de cumul (PARETO).....	74
Table IV.15:Plan de maintenance préventive.....	78

## Liste des figures :

Figure I.1:Présentation de siège social de SOCOTHYD .....	02
Figure II.1:BAC / Machine à enrouler.....	08
Figure II.2:Boudins de gaze .....	09
Figure II.3:les étapes de fonctionnement de la machine.....	11
Figure II.4:Schéma (1) électrique puissance.....	13
Figure II.5:Schéma(2) électrique commande .....	14
Figure II.6:ensemble de déroulage.....	15
Figure II.7:Motorisation rouleaux et d'enroulage.....	16
Figure II.8:Ensemble boudinage.....	17
Figure II.9:Coupe et ejection.....	18
Figure II.10:Dérouleur de papier.....	19
Figure II.11:Bloc réducteur de moletage.....	20
Figure II.12:Pupitre de la commande.....	21
Figure II.13:Armoire de commande.....	22
Figure II.14:moteur moletage.....	23
Figure II.15:ensemble enroulage.....	24
Figure III.1:Temps caractéristiques lors d'une intervention .....	33
Figure IV.1:Pourcentage des éléments critiques du BAC MACHINE A ENROULER MABOTEX selon la criticité .....	74
Figure IV.2:diagramme de Pareto des éléments critiques.....	77

### Liste des organigrammes :

Organigramme I.1:Organigramme SOCOTHYD.....	07
Organigramme III.1: les différents types de maintenance .....	29
Organigramme III.2:Méthode d'optimisation de la maintenance.....	38
Organigramme III.3:Types d'AMDEC.....	39
Organigramme III.4: Différentes étapes de l'AMDEC.....	42
Organigramme III.5:Exemple de découpage structurel.....	42
Organigramme IV.1:Décomposition de la machine en unités fonctionnelles.....	49
Organigramme IV.2:Décomposition de l'unité fonctionnelle « partie mécanique ».....	49
Organigramme IV.3:Décomposition de l'unité fonctionnelle « partie mécanique ».....	50

### Liste des abréviations :

<b>AMDEC</b>	Analyses des Modes de défaillance et leurs Effets de Criticité
<b>G</b>	Gravité
<b>F</b>	Fréquence
<b>N</b>	Détection
<b>C</b>	Criticité
<b>TMP</b>	TECHNICIEN DE MAINTENANCE PREVENTIVE
<b>OP</b>	OPERATEUR

# Introduction générale

---

## Introduction générale

Le monde de l'industrie est en développement croissant et qui contribue au développement économique d'un pays, mais avec la récession économique que vit le monde ces dernières années a poussé la plupart des industries à doubler leurs productions et pour cela il faut améliorer les performances de leurs produits et leurs qualités et à optimiser leurs moyens de production pour optimiser le coût de maintenance.

Toujours plus d'efficacité de fiabilité de performance et de sécurité et moins de dysfonctionnement les différentes fonctions de l'entreprise et plus précisément la fonction maintenances sont obligées d'effectuer des recherches continues et d'appliquer différentes méthodes pour l'amélioration de la fiabilité de plusieurs organes de l'industrie.

Et parmi ces organes on trouve les machines compresses qui assurent la productivité continue.

L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance et leurs Effets de Criticité) est une de ces méthodes d'optimisation de la maintenance qui est utilisée pour l'étude de sûreté de fonctionnement lors de la conception et de l'exploitation des systèmes industriels, elle rend le système fiable tout en diminuant le nombre de pannes.

Notre travail consiste à appliquer la méthode AMDEC pour la machine bac à enrouler d'une entreprise algérienne de production SOCOTHYD, pour mener à bien notre travail on a organisé notre mémoire en quatre (4) chapitres :

Dans le premier chapitre nous donnerons une présentation de SOCOTHYD et son organisation.

Dans le deuxième chapitre nous avons fait une étude technologique de la machine bac à enrouler sa définition avec la fourniture de ses informations techniques et la façon de son fonctionnement et les composants principaux et ses schémas électriques

Dans le troisième chapitre nous avons parlé théoriquement sur la maintenance et la méthode AMDEC

Dans le quatrième chapitre nous avons appliqué la méthode AMDEC et Pareto (ABC) sur notre machine et on a proposé un plan de maintenance préventive.

**Chapitre I :**  
**Présentation de l'entreprise**  
**SOCOTHYD.**

# Chapitre I : Présentation de l'entreprise SOCOTHYD.

---

## **I.1 Introduction:**

Aujourd'hui, SOCOTHYD se positionne comme une entreprise industrielle incontournable dans la fabrication et la commercialisation des produits parapharmaceutiques.

Bandages, couches goth et bébé, gaze et stérilisateur médical en coton, masques, masques médicaux et autres produits

SOCOTHYD est une société industrielle dont le cœur de métier est la production de

Produits d'hygiène corporelles. Ses clients traditionnels sont principalement,

Secteur de la santé, hôpitaux, cliniques et pharmacies, ainsi que des agents autorisés répartis sur les quatre Pays et représenter son réseau de distribution, afin d'assurer la proximité de Produits SOCOTHYD aux clients.

Cette section sera consacrée à la présentation de la société SOCOTHYD, son histoire, son statut juridique et sa mission, sa stratégie et ses objectifs.

## **I.2 Historique et localisation.**

L'histoire est un résumé de la vie de l'entreprise, tandis que le siège social représente l'endroit où est la compagnie ?

### **I.2.1 Historique**

L'entreprise est de caractère économique public, elle a été créée interministérielle ment. le 11 Mars 1970 et du décret N° 193-71 du 19-05-1971 sous la dénomination de Société de Coton Hydrophile, en abrégé «SOCOTHYD».

La «SOCOTHYD» était une entreprise locale sous la tutelle de la wilaya de TIZIOUZOU jusqu'en 1985 et sa gestion était assurée par un directeur nommé par le wali sous contrôle d'un commissaire aux comptes.

Il a été transféré à la wilaya de Boumerdes après la nouvelle coupure administrative du 08-01-1996.

Le 08.01.1996, SOCOTHYD a changé sa forme juridique pour devenir une société publique économique au capital de 100 millions de dinars.

# Chapitre I : Présentation de l'entreprise SOCOTHYD.

En vue de son développement, la «SOCOTHYD» s'est lancée sur la voie de son adaptation pour satisfaire les besoins de ses clients par une écoute constante de son environnement.

Elle s'est attelée à :

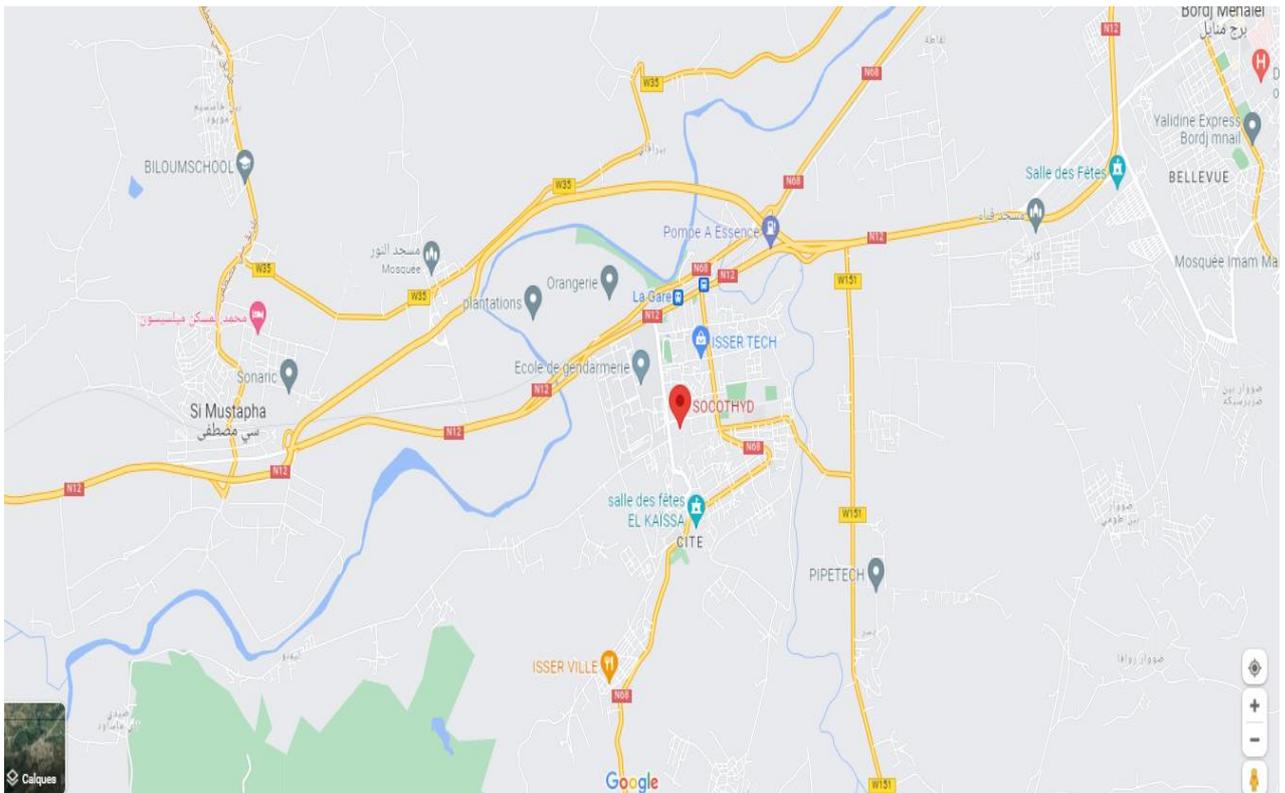
- La valorisation de son potentiel humain ;
- L'amélioration de ses produits ;
- La transparence à l'égard de ses partenaires ;
- Une exigence soutenue du respect de l'environnement.

## I. 2 .2 Localisation :

Le siège social de la compagnie se trouve à ISSER wilaya de Boumerdes.

La ville d'ISSER est localisée à l'ouest de la capitale, sur l'axe Alger Tizi-Ouzou.

Elle est distance de 60 Km d'Alger et de 40 Km de Tizi-Ouzou. [18]



**Figure I.1:Présentation de siège social de SOCOTHYD**

### **I.3- Le patrimoine:**

La SOCOTHYD est organisée en une seule unité comprenant deux sites :

#### **I.3.1- Le Site d'Issir :**

Il est spécialisé dans la production des produits de pansements (produits de Coton, de Gaze, Bande plâtrée, Sparadrap et Bande de crêpe).

#### **I.3.2- Le Site de Bordj Menaiel :**

Il est spécialisé dans la production des articles d'hygiène corporelle. [19]

### **I.4- Les ateliers de production au niveau de la Socothyd :**

L'usine ISSER a été mise en service en 1969, avec un atelier dédié au blanchiment ainsi qu'un autre pour la fabrication de coton et de gaze. Ce dernier a connu plusieurs phases d'extension et de renouvellement de ses équipements au fil du temps, notamment à partir de 1999, dans le cadre d'un projet de réhabilitation et de modernisation de l'entreprise.

Il est composé des ateliers suivants :

**L'atelier porte sur le processus de blanchiment du coton et de la gaze:** L'atelier a une capacité annuelle de traitement de 600 000 kg de coton et de 18 millions de M<sup>2</sup> de gaze.

**L'atelier est dédié aux processus de cardage et de conditionnement du coton, qui sont effectués pour produire des rouleaux et des zigzags de coton:** sa capacité annuelle est de 600 000

**L'atelier est spécifiquement dédié au processus de façonnage et de conditionnement des tampons dentaires :** sa capacité annuelle est de 900 000 boîtes.

**L'atelier se concentre sur le processus de façonnage et de conditionnement des produits en gaze :** (compresses, bandes et pièces de gaze) : sa capacité annuelle est de 30 millions de M<sup>2</sup>

**L'atelier est spécialisé dans la production de bandes plâtrées :** cet atelier en production en Septembre 2002. Sa capacité de production actuelle est de 1 500 000 M<sup>2</sup>. cet atelier est composé des dispositifs et équipements suivants :

- -une station d'équation et de récupération de chlorure de méthylène.
- -deux imprégnieuses.

## Chapitre I : Présentation de l'entreprise SOCOTHYD.

---

- -deux enrouleuses.
- -une ensacheuse.
- -une banderoleuse.
- -une scotche use.

**Atelier d'hygiène corporelle:** L'usine de Bordj-Menaïel a été inaugurée en 1992 et a commencé son activité avec deux lignes de production distinctes. La première ligne est dédiée à la fabrication de couches culottes et de serviettes périodiques, tandis que la deuxième ligne est spécifiquement dédiée à la production de couches pour bébés.

En 2001 l'entreprise a acquis une ligne de production automatique pour la fabrication de la serviette périodique extra mince pour femme.

Les produits fabriqués et la capacité de production annuelle sont :

Couches culottes 1er et 2eme âges 7 500 000 (paquet de 10) .

- Serviette hygiénique normale 6.000.000 (paquet de 10) .
- Serviette hygiénique extra mince (DYMA) 3.000.000 (paquet de 10) .
- Couches bébé 500 000 (paquet de 20). [20]

### **I.5 L'usine des ISSER fabrique une variété de produits, notamment :**

#### **I.5.1 Produit de coton hydrophile :**

- le coton zigzag et en rouleau.
- Le coton à démaquiller et dermatologique.
- Le tampon dentaire.
- Le coton cardé.
- Le coton à lustre.

#### **I.5.2 Produit de gaze :**

- Les compresses non stériles en boîte de 10 et de 100 pièces.
- La bande de gaz.

## Chapitre I : Présentation de l'entreprise SOCOTHYD.

---

- Le rouleau de gaze.
- Les compresses oculaires non stériles en boîte de 10 et 100 pièces.
- La bande élastique.
- La bande plâtrée.

### 6 Produits fabriqués par l'usine de Bordj Menaiel :

#### I.6.1 Les produits d'hygiène corporelle :

- Les couches bébé en paquets de 20 pièces.
- Les couches culottes 1er et 2eme âge.
- La serviette périodique normale et ultra minces (DYMA). [20]

#### I.7 Positionnement de l'entreprise :

La principale stratégie de la «SOCOTHYD» consiste à répondre aux demandes du marché national en fournissant des produits parapharmaceutiques destinés principalement au secteur de la santé. Cette stratégie s'est avérée efficace, car la «SOCOTHYD» a maintenant acquis une position de quasi-monopole dans la production d'articles en coton et en gaze, ce qui lui permet de satisfaire pleinement les besoins du marché.

La majeure partie de ces produits est principalement destinée à une seule catégorie de clients, à savoir les hôpitaux publics.

Selon les études réalisées par l'entreprise, la "SOCOTHYD" détient des parts de marché nationales significatives dans différentes catégories de produits. Voici un aperçu des parts de marché détenues par la "SOCOTHYD" par famille de produits :

- Produits de coton 90%.
- Produits de gaze 80%.
- Articles d'hygiène 20%.[21]

#### I 8. Marche et client de l'entreprise :

- Centre hospitalier universitaire (16 CHU)
- Etablissement Hospitalier Spécialisé (44 EHS et EH)

## Chapitre I : Présentation de l'entreprise SOCOTHYD.

---

- Le ministère de la Défense nationale (12 clients de catégorie MDN) P.C.H  
C.N.S.D

Entreprise sociale économique (11 EPE)

- organismes publics (6 organismes publics)
- agents agréés (15 AA)
- dépositaires privées (11 clients)
- cliniques (6 cliniques)
- pharmacies (PH. SENINET EL-HACHEMI)
- Etablissements Publics Hospitaliers (115 EPH)
- établissements publics de santé de proximité (57 EPE SPA) [22]

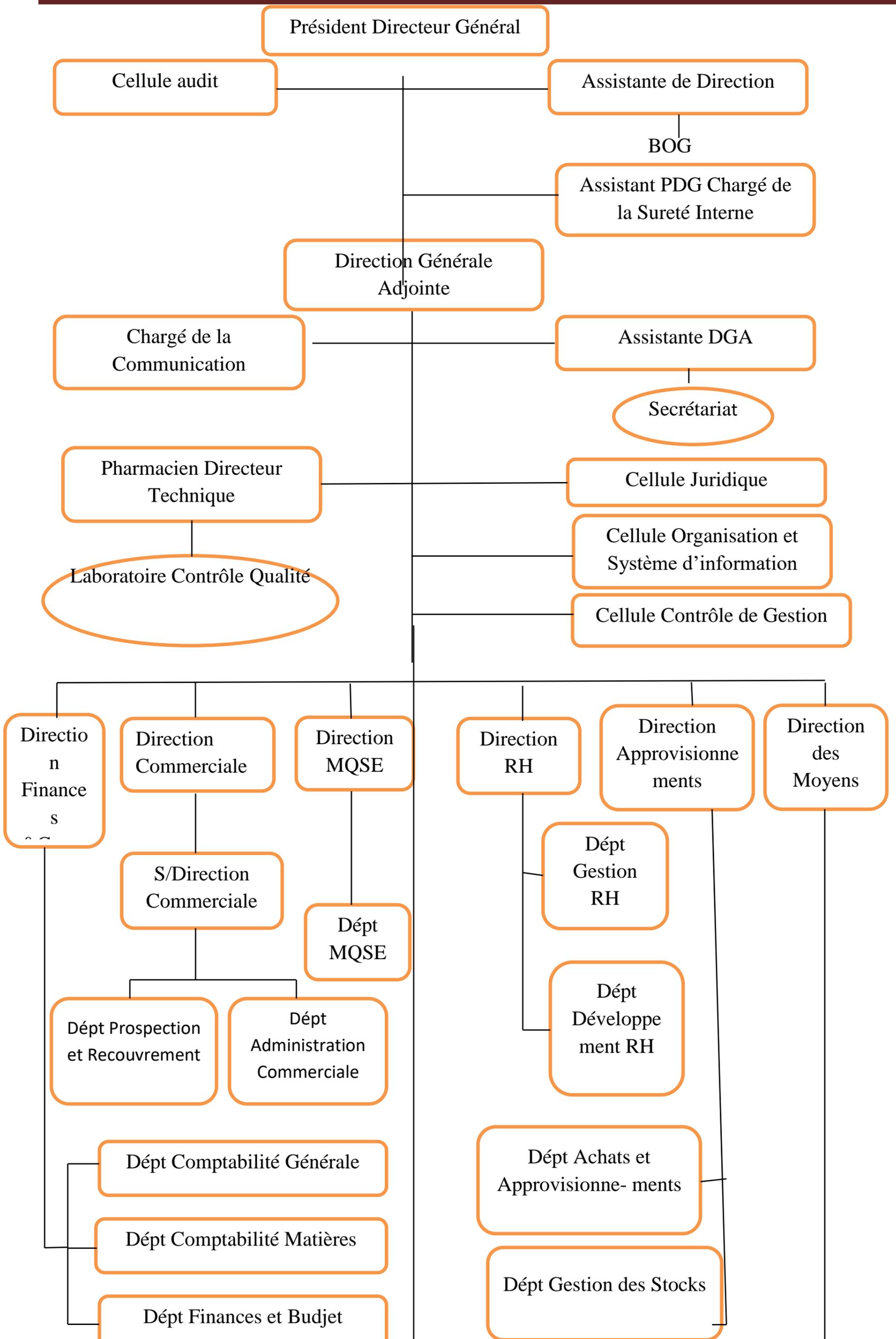
### **I.9 Organisation et organigramme de la «SOCOTHYD» :**

La SOCOTHYD est une société anonyme (SPA) dotée d'un conseil d'administration présidé par le président-directeur général. Le président-directeur général est responsable de la direction générale et est soutenu par le secrétariat de la direction générale adjointe. Ce dernier gère les différentes directions commerciales, des approvisionnements, des moyens, des ressources humaines, la finance et comptabilité, ainsi que la production.

#### **I.9.1. Organigramme de la Socothyd:**

La "SOCOTHYD", tout comme d'autres entreprises, utilise un organigramme général dans la gestion et la structuration de ses activités. Cet organigramme permet à l'entreprise de contrôler et de suivre facilement les actions entreprises, en les relayant à tous les services et départements concernés [22]

# Chapitre I : Présentation de l'entreprise SOCOTHYD



---

## **CHAPITRE II :**

# **Etude technologique de la machine bac à enrouler 140**

## CHAPITRE II :Etude technologique de la machine bac à enrouler 140

### **Introduction:**

BAC / Machine à enrouler est un équipement industriel essentiel dans le domaine de usage médical. Elle joue un rôle crucial à enrouler, couper et ensacher de gaze. Conçue pour répondre aux besoins spécifiques de l'industrie Boudins de gaze, cette machine offre des fonctionnalités avancées et une technologie de pointe pour optimiser les performances et la productivité.

Dotée d'une conception robuste et fiable, la machine a Enroulé BAC 140 est conçue pour résister aux conditions de travail exigeantes de l'environnement industriel. Elle est équipée de composants de haute qualité et de systèmes de sophistiqués, garantissant une performance optimale et une efficacité accrue.

La Machine a Enroulé BAC 140 elle est équipée de mécanismes de sécurité avancés pour assurer la protection des opérateurs et garantir la conformité aux normes de sécurité les plus strictes.

La fiabilité et la durabilité sont des caractéristiques essentielles de la Machine a Enroulé BAC 140 Elle est conçue pour fonctionner de manière continue, minimisant ainsi les temps d'arrêt et assurant une production fluide et ininterrompue. De plus, elle est équipée de systèmes de maintenance préventive pour prévenir les pannes et optimiser les performances à long terme.

En résumé, la Machine à Enroulé BAC 140 est un équipement industriel de pointe qui offre des performances exceptionnelles et une grande fiabilité. Elle représente un investissement précieux pour les entreprises du secteur usage médical, en leur permettant d'atteindre des niveaux de productivité élevés, de garantir la qualité des produits et de rester compétitives sur le marché en constante évolution. [23]



**Figure II.1:BAC / Machine à enrouler**

### II.2 Définition :

La machine est désignée sous le nom "BAC / Machine à enrouler". Elle est fabriquée par "Mabotex Engineering" et porte le numéro de série "90/10-05-468". Cette machine a été construite en 2011. Son but principal est d'enrouler, couper et ensacher une longueur de gaze comprise entre 2 mètres et 10 mètres. La machine utilise un rouleau de gaze d'une largeur allant de 90 cm à 140 cm, avec un diamètre maximum de 70 cm. Elle assure également la mise sous papier automatiquement après l'éjection semi-automatique du rouleau. La production varie en fonction de la longueur choisie, mais elle peut produire entre 160 et 280 boudins par heure. La machine est conçue pour respecter les normes de sécurité et les utilisateurs doivent se conformer aux instructions fournies dans la notice d'instruction, notamment en ce qui concerne la sécurité du personnel. [23]

### II.3 Données Techniques :

#### Produits :

- boudins de gaze



Figure II.2:Boudins de gaze

### **Production :**

- 160 à 280 boudins /heure
- Largeur utile : à 140 cm
- Largeur de gaze : 2m à 10m (sans axe intérieur)

### **Couleur :**

- Blanc

### **Puissance électrique:**

- .8KVA

### **Tension d'alimentation :**

- 3 x 380 V / 50 Hz

### **Poids net :**

- 720 kg

### **Année de mise en service :**

- **6/10/2011**

### **Fournisseur :**

.MABOTEX Engineering rue du 8 mai BP 12 42390 VILLARS

TEL: 04 77 92 25 95

FAX: 04 77 74 50 03

Web site: [www.mabotex.fr](http://www.mabotex.fr)

E-Mail [mabotex@ceraengineering.com](mailto:mabotex@ceraengineering.com) [23]

### **II.4 Fonctionnement :**

La machine est conçue pour enrouler, couper et ensacher une longueur de gaze allant de 2 à 10 mètres. Elle prend un rouleau de gaze d'une largeur de 90 cm à 140 cm en entrée et effectue automatiquement le processus d'enroulement, de coupe et d'ensachage. [23]

## CHAPITRE II :Etude technologique de la machine bac à enrouler 140



2



1



3



4



6



5

Figure II.3:les étapes de fonctionnement de la machine

### II.5 Composants Principaux :

- **Rouleaux de Gaze :** La machine utilise un rouleau de gaze comme matière première. La largeur du rouleau doit être comprise entre 90 cm et 140 cm, avec un diamètre maximum de 70 cm.
- **Rouleaux d'Enroulement et de Pression :** La machine dispose de rouleaux d'enroulement et de pression pour maintenir la tension de la gaze pendant le processus
- **Couloirs :** La gaze passe à travers des couloirs lors du processus d'enroulement. Papier : La machine enveloppe automatiquement la gaze enroulée dans du papier pendant le processus.

Étapes du Processus :

- **Préparation :** Le rouleau de gaze est chargé sur la machine, en alignant sa lisière droite à 160 mm du côté droit de la machine.
- **Enroulement :** Le moteur est activé, ce qui commence le processus d'enroulement de la gaze. L'utilisateur peut spécifier la longueur souhaitée à l'aide d'un compteur. La machine coupe automatiquement la gaze une fois la longueur désirée atteinte.
- **Ensachage :** Le papier est automatiquement enveloppé autour de la gaze enroulée pendant le processus d'enroulement. Le papier est également coupé entre les boudins.
- **Évacuation :** Les boudins finis sont évacués de la machine.
- **Réglages :** Plusieurs réglages sont disponibles pour assurer le bon fonctionnement de la machine, notamment le parallélisme des rouleaux, le réglage des lames de coupe, et la tension de la gaze.
- **Maintenance :** Il est recommandé de nettoyer la machine quotidiennement pour éviter toute contamination des produits. La maintenance préventive comprend le nettoyage, le remplacement des garnitures des rouleaux usées, et le réglage des lames de coupe. C'est en gros le fonctionnement de la machine à enrouler BAC décrite dans le document. Elle est conçue pour être utilisée dans le domaine de la fabrication de produits à base de gaze, comme des pansements médicaux, par exemple [23]

## II.6 Schémas des circuits électriques :

Schéma explicatif destiné à faire comprendre en détail le fonctionnement de l'équipement, il doit également permettre le câblage et aider lors de dépannage éventuel. Il représente par des symboles un équipement avec les connexions électriques ou autres liaisons qui interviennent dans son fonctionnement.

Pour faciliter la compréhension, la représentation développée doit être utilisée (les éléments d'un même appareil sont séparés et disposés de manière que le tracé de chaque circuit puisse être facilement suivi). Les circuits de puissance et ceux de commande, de signalisation sont généralement, représentés sur deux parties distinctes du schéma.

Dans la liasse de documents constituant le schéma des circuits d'un équipement est inscrit le même numéro d'identification, chaque folio étant repéré par son numéro de pagination dans cette liasse. Chaque sous -ensemble fonctionnel peut avoir une identification propre avec son foliotage (sous-ensembles normalisés incorporés dans le schéma des circuits ....), mais ces indications doivent impérativement être indiquées lors du cartouche d'identification réservé à l'identification de [23]

### II.6.1. CIRCUIT DE PUISSANCE :

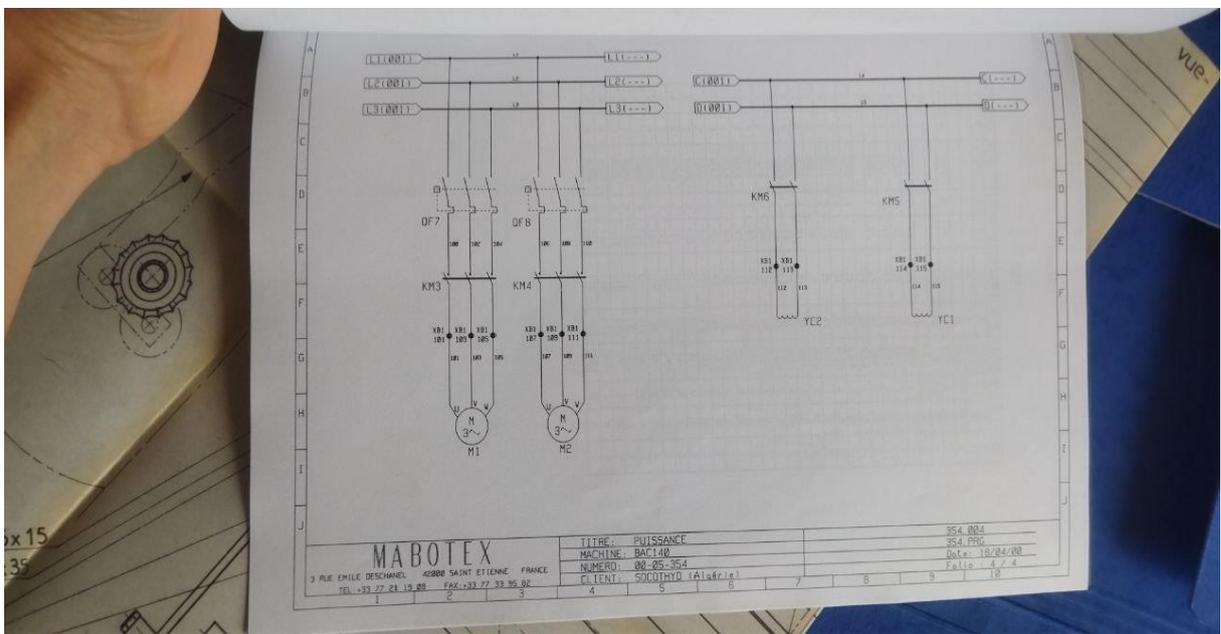


Figure II.4:Schéma (1) électrique puissance

## II.6.2. CIRCUIT DE COMMANDE :

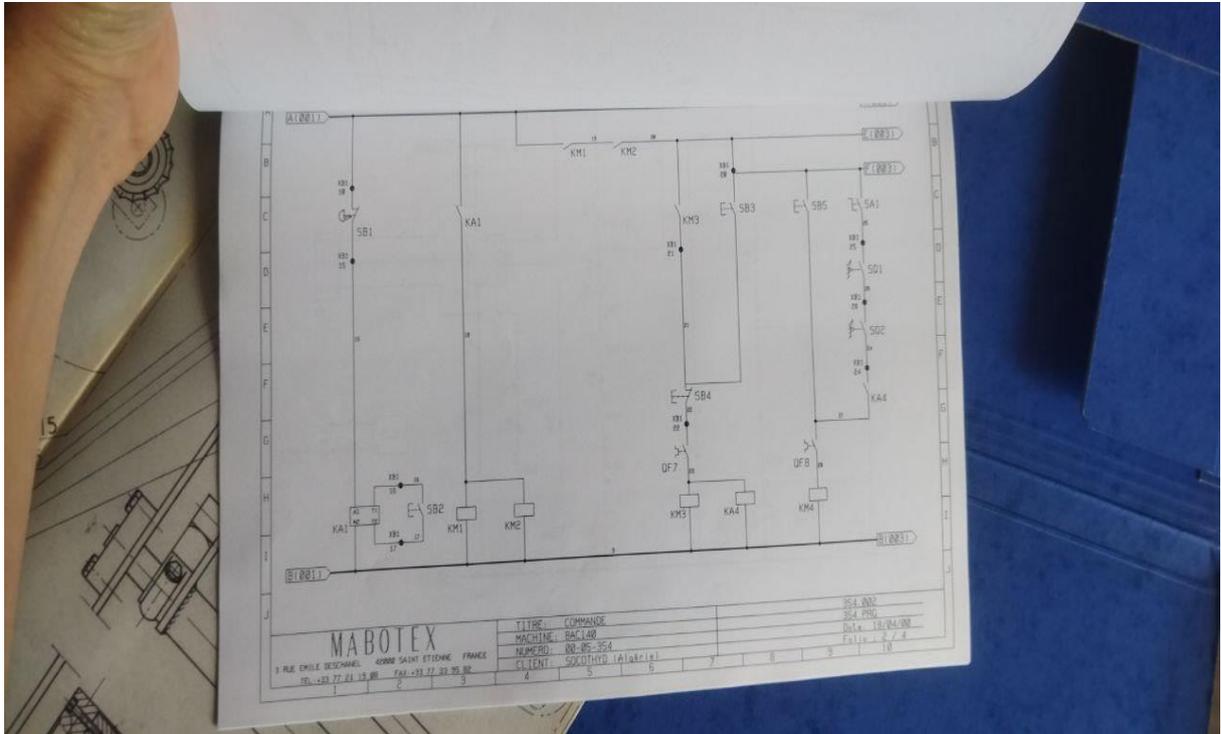


Figure II.5:Schéma(2) électrique commande [23]

## II.7. Liste des principaux éléments mécaniques :

- 01- Ensemble déroulage
- 02- Motorisation rouleaux et d'enroulage
- 03- Ensemble boudinage
- 04- Coupe et injection
- 05- Dérouleur de papier
- 06- Bloc réducteur de moletage [23]

### II.8. Les composant de chaque Elément

#### II.8.1.1. Nom : ensemble de déroulage

**Fonction du composant** : Assure l'alimentation du tambour en gaze



**Figure II.6:ensemble de déroulage**

**Support de rouleau de gaze** : Un élément structurel qui maintient le rouleau de gaze en place.

**Mandrin** : Un dispositif cylindrique autour duquel la gaze est enroulé.

**Rouleau arrière** : Un rouleau qui peut être utilisé pour guider la gaze vers le mandrin.

**Axe porte bobine** : Une pièce qui maintient le rouleau de gaze en place et lui permet de tourner.

**Le rouleau balance** : Il peut s'agir d'un composant mobile ou réglable qui peut aider à maintenir la tension sur la gaze pendant l'enroulement.

**Roues à main de réglage** : Des roues ou des dispositifs de réglage manuels qui permettent d'ajuster différents paramètres liés à l'enroulement de la gaze.

**Couloir de pliage** : Un élément du composant qui peut être utilisé pour plier la gaze avant ou après l'enroulement.

**Contre poids :** Un poids qui peut être ajusté pour aider à maintenir la tension souhaitée sur la gaze pendant le processus d'enroulement.

### II.8.1.2. Nom : Motorisation rouleaux et d'enroulage

**Fonction du composant :** Assure l'entraînement de la machine



**Figure II.7:Motorisation rouleaux et d'enroulage**

**Ensemble des engrenages :** Les engrenages sont des dispositifs mécaniques utilisés pour transmettre la puissance d'une partie de la machine à une autre. Ils peuvent être utilisés pour augmenter ou réduire la vitesse de rotation ou pour modifier la direction du mouvement.

**Embrayage :** L'embrayage est un composant qui permet de connecter ou de déconnecter mécaniquement deux parties de la machine, ce qui permet de démarrer ou d'arrêter l'entraînement.

**Poignée d'embrayage :** Il s'agit probablement d'une poignée ou d'un levier que l'opérateur peut actionner pour activer ou désactiver l'embrayage, contrôlant ainsi l'entraînement de la machine.

**Des roues d'entraînement :** Ce sont les roues ou les composants responsables de la transmission de la puissance de l'entraînement vers les parties de la machine qui effectuent le travail. Elles peuvent être en contact avec d'autres composants pour assurer la rotation ou le mouvement souhaité.

### II.8.1.3. Nom : Ensemble boudinage

**Fonction du composant :** Assure le boudinage de gaze



**Figure II.8:Ensemble boudinage**

**Couloire de réglage :** Il s'agit d'un composant qui peut être ajusté pour contrôler la largeur ou la position de la gaze pendant le processus de boudinage.

**Poignée de couloire :** La poignée de couloire est probablement utilisée par l'opérateur pour effectuer des réglages sur la couloire de réglage.

**Rouleau supérieur de pression :** Ce rouleau est probablement utilisé pour exercer une pression sur la gaze pendant le processus de boudinage, ce qui contribue à façonner la gaze selon les besoins.

**Rouleau de garniture caoutchouc :** Il s'agit probablement d'un rouleau avec une garniture en caoutchouc qui entre en contact avec la gaze pendant le processus de boudinage. Le caoutchouc peut être utilisé pour obtenir une pression uniforme sur la gaze.

**Rouleau de garniture verte :** Ce rouleau de garniture verte peut avoir une fonction similaire à celle du rouleau de garniture en caoutchouc, mais il peut être fabriqué en matériau différent.

**Levier de rouleau supérieur :** Le levier de rouleau supérieur est probablement utilisé pour lever ou abaisser le rouleau supérieur de pression afin de régler la pression exercée sur la gaze.

### II.8.1.4. Nom : Coupe et injection

**Fonction du composant :** Assure le coupe et éjection du boudin



**Figure II.9: Coupe et injection**

**Lame droite de coupe supérieure :** Cette lame est responsable de la découpe du boudin de gaze. Elle doit être bien affûtée pour assurer une coupe nette.

**Lame droite de coupe inférieure :** Cette lame est située en dessous de la lame supérieure et travaille en tandem avec elle pour couper le boudin de gaze.

**Le support de fixation :** Il s'agit probablement du support qui maintient en place les lames de coupe, assurant ainsi leur stabilité pendant le processus de coupe.

**Le cornier support de lame :** Le cornier support de lame peut être une partie structurelle du composant qui sert de support à la lame de coupe.

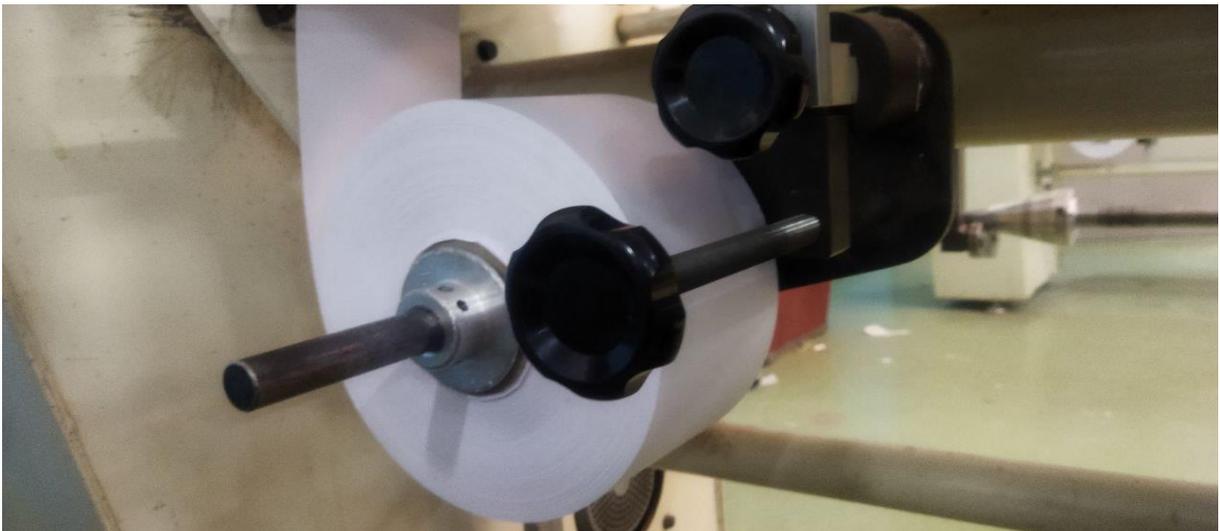
**La barre d'éjection :** Cette barre est probablement utilisée pour pousser ou éjecter le boudin de gaze découpé hors de la machine une fois la coupe effectuée.

**Levier d'éjection** : Le levier d'éjection peut être utilisé par l'opérateur pour actionner la barre d'éjection et éjecter le boudin coupé.

**Couloire presseur** : La couloire presseur est peut-être utilisée pour maintenir la gaze en place pendant la coupe et l'éjection.

### II.8.1.5. Nom : Dérouleur de papier

**Fonction du composant** : Assure l'alimentation de la machine en papier



**Figure II.10: Dérouleur de papier**

**Support dévidoir du papier** : Le support dévidoir du papier est probablement une structure qui maintient le rouleau de papier en place. Il doit être solide pour supporter le poids du rouleau de papier.

**Poignée de réglage** : Cette poignée de réglage peut être utilisée pour ajuster la tension ou la position du rouleau de papier, ce qui est important pour un déroulement régulier du papier.

**Couloir mobile** : Le couloir mobile est probablement une partie mobile qui guide le papier depuis le rouleau vers la machine. Son mouvement peut être ajusté à l'aide de la poignée de réglage.

**Poignée de blocage** : La poignée de blocage peut servir à verrouiller le couloir mobile dans une position spécifique une fois que le réglage approprié a été effectué.

**Table de réception** : La table de réception est peut-être utilisée pour recueillir le papier alimenté par le dérouleur. Elle doit être suffisamment grande pour accueillir le papier de manière ordonnée [23]

### II.8.1.6. Nom : Bloc réducteur de moletage

**Fonction du composant** : Assure la soudure des extrémités du papier



**Figure II.11: Bloc réducteur de moletage**

. **Réducteur** : Le réducteur est probablement la partie principale de ce composant, responsable de l'opération de réduction (ou moletage) des extrémités du papier pour les souder ensemble.

**Molette mobile** : La molette mobile peut être utilisée pour effectuer le moletage en roulant sur les extrémités du papier.

**Molette fixe** : La molette fixe est probablement utilisée en combinaison avec la molette mobile pour accomplir le moletage et la soudure.

**Le guide presseur** : Le guide presseur maintient probablement le papier dans la bonne position pendant le processus de soudure.

**Poignée de réglage** : Cette poignée de réglage peut être utilisée pour ajuster la pression ou la position des éléments de moletage, ce qui est essentiel pour un moletage précis.

**Ressort** : Le ressort peut être utilisé pour appliquer la pression nécessaire lors du moletage et pour permettre le relâchement une fois la soudure effectuée.

**Couloir d'évacuation** : Le couloir d'évacuation est probablement utilisé pour permettre au papier de sortir du bloc réducteur de moletage une fois la soudure terminée.

### II.8.2. Liste des principaux composants électriques

1. pupitre de commande de la machine
2. armoire de commande principale
3. moteur moletage
4. ensemble enroulage

#### Les composent de chaque élément

##### II.8.2.1. Nom : Pupitre de la commande :

**Fonction du composant :** assure l'interface opérateur / machine



**Figure II.12:Pupitre de la commande**

**Commutateur :** Le commutateur peut être utilisé pour activer ou désactiver certaines fonctions de la machine. Il peut s'agir d'un interrupteur principal.

**Bouton poussoir (remise à zéro) :** Ce bouton poussoir est probablement utilisé pour réinitialiser certains compteurs ou paramètres de la machine.

**Bouton poussoir (arrêt moletage) :** Ce bouton poussoir permet d'arrêter le processus de moletage de la machine.

## CHAPITRE II :Etude technologique de la machine bac à enrouler 140

**Bouton poussoir (marche moletage) :** Ce bouton poussoir permet de démarrer le processus de moletage de la machine.

**Bouton poussoir (arrêt moletage) :** Il semble y avoir une répétition de l'élément "Bouton poussoir (arrêt moletage)" dans la liste.

**Bouton poussoir (marche enroulage) :** Ce bouton poussoir permet de démarrer le processus d'enroulage de la machine.

**Compteur d'impulsion :** Le compteur d'impulsion est un dispositif permettant de compter les impulsions ou les cycles de la machine. Il peut être utilisé pour surveiller la production ou le fonctionnement de la machine.

### II.8.2.2. Nom : Armoire de commande

**Fonction du composant :** Assurent la commande électrique de la machine



Figure II.13:Armoire de commande

**Alimentation 24V - 5A :** L'alimentation 24V - 5A est probablement utilisée pour fournir une alimentation basse tension aux composants électroniques de la machine.

**Relais arrêt d'urgence :** Le relais d'arrêt d'urgence est un composant de sécurité qui peut être utilisé pour couper l'alimentation électrique de la machine en cas d'urgence.

**Relais puissance 380V :** Le relais de puissance 380V est utilisé pour commuter et contrôler la puissance électrique de la machine, généralement à une tension de 380 volts.

## CHAPITRE II :Etude technologique de la machine bac à enrouler 140

**Contacteur moletage** : Le contacteur de moletage est probablement utilisé pour activer ou désactiver la fonction de moletage de la machine.

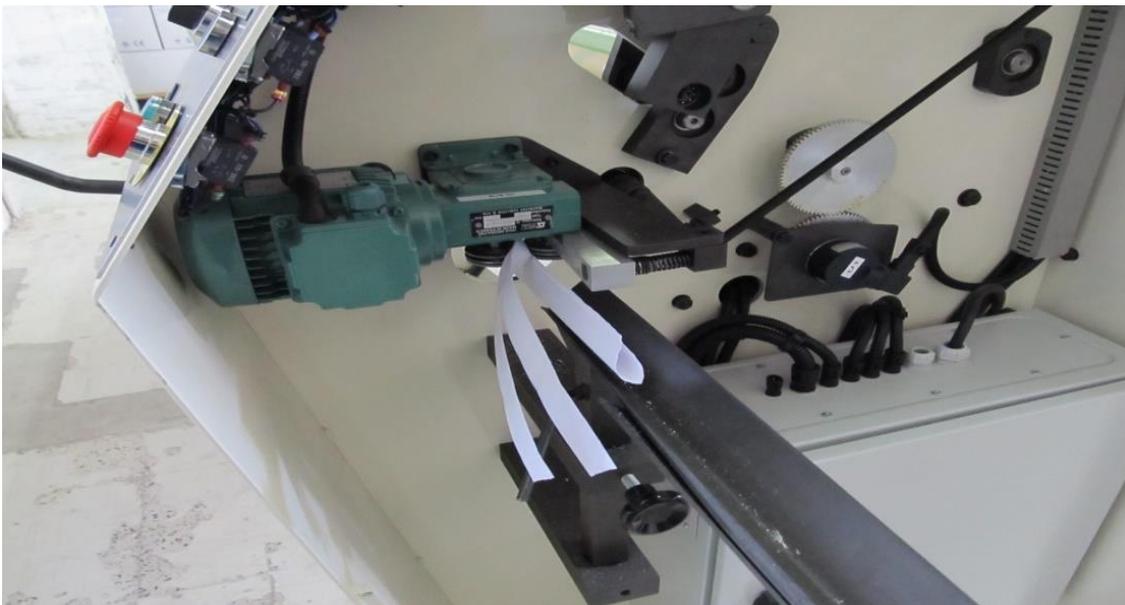
**Disjoncteur moletage** : Le disjoncteur de moletage est un dispositif de protection qui coupe l'alimentation électrique en cas de surcharge ou de court-circuit dans le circuit de moletage de la machine.

**Disjoncteur moteur** : Le disjoncteur moteur est un dispositif de protection pour le moteur de la machine, qui coupe l'alimentation en cas de surcharge ou de conditions anormales de fonctionnement.

**Variateur 0.75KW** : Le variateur de 0,75 kW est probablement utilisé pour contrôler la vitesse du moteur de la machine, ce qui peut être important pour ajuster le processus de production.

### II.8.2.3. Nom : moteur moletage

**Fonction du composant** : Assure la soudure des extrémités du papier



**Figure II.14:moteur moletage**

**Le composant "Moteur moletage"** : a pour fonction d'assurer la soudure des extrémités du papier. Cependant, dans la liste de contrôle fournie, il n'y a qu'un seul élément constitutif mentionné pour ce composant, qui est le moteur de moletage avec la référence OE22572-4G.

### II.8.2.4. Nom : ensemble enroulage

**Fonction du composant :** sert à enrouler le rouleau de bande à gaze



**Figure II.15:ensemble enroulage**

**.Moteur principal OE22570-4G**

- **Variateur télémechanique Altivar31**

### **9- Conclusion :**

La description du BAC MACHINE A ENROULER série N° 90/10-05-468, nous a permis de bien comprendre les différentes étapes de production et de traitement des Boudins de gaze, ainsi que le rôle de chaque constituant dans le cycle de production.

**Chapitre III :**  
**Théorie de la maintenance et**  
**la méthode AMDEC**

### III.1. théorie de la maintenance :

La maintenance s'inscrit parmi les contraintes que rencontre tout exploitant d'une installation industrielle plus généralement.

Les installations et les équipements tendent à se détériorer dans le temps sous l'action de causes multiples telles que l'usure, la déformation due au fonctionnement ou l'action des agents corrosifs (agents chimiques, atmosphères, etc.) ces détériorations peuvent provoquer l'arrêt de fonctionnement, diminuer les capacités de production, mettre en péril la sécurité des biens et des personnes.

La maintenance joue un rôle de plus en plus important dans la productivité de l'entreprise, la maintenance n'a plus pour seule vocation d'assurer le bon fonctionnement.

### III.2. L'historique :

Le terme « maintenance » tire son origine du vocabulaire militaire, qui veut dire « maintien des unités de combat, de l'effectif et du matériel à un niveau constant ». Dans notre cas il s'agit des unités de production et le combat est surtout économique. L'apparition du mot « maintenance » dans l'industrie a eu lieu vers 1950 aux USA. En France, il se superpose progressivement à « l'entretien ». En Algérie certaines entreprises emboitent le pas, d'autres suivent loin derrière.

Entretien ou maintenance ?

- Entretien c'est dépanner et réparer un parc matériel, afin d'assurer la continuité de la production. Entretien c'est subir.
- Maintenir c'est choisir des moyens de prévenir, de corriger ou de rénover le matériel, suivant la criticité économique afin d'optimiser le coût global de possession. Maintenir c'est maîtriser. [1]

### III.3. Evolution de la maintenance:

Dans le contexte de concurrence économique à l'échelle planétaire, la gestion de la maintenance est loin d'être stabilisée dans un environnement où l'automatisation et le processus de fabrication deviennent de plus en plus complexe. Depuis les années 1940, l'évolution de la maintenance peut être tracée à travers trois générations. Table 1

**Table III.1: Evolution de la maintenance depuis 1940**

1 <sup>er</sup> génération :	2em génération :	3em génération :
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remplacement du composant lorsqu'il est détruit.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le processus a une disponibilité supérieure.</li> <li>• La durée de vie des composants est supérieure.</li> <li>• Réflexions sur l'optimisation des coûts.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmentation de la disponibilité et de la fiabilité dans une grande sécurité.</li> <li>• Meilleure qualité des produits.</li> <li>• Réflexion sur les dommages causés à l'environnement.</li> <li>• Meilleur rapport coût efficacité.</li> </ul>
1940	1950	1970
		1980
		2000

La première génération couvre la période allant jusqu'à la seconde guerre mondiale. Pendant cette période, les temps d'arrêt n'avaient pas beaucoup d'importance. La prévention de la défaillance de l'équipement n'était pas une préoccupation dans l'esprit de la plupart des gestionnaires. La majorité des équipements était techniquement plus simple qu'aujourd'hui.

Durant la deuxième génération, des changements significatifs ont eu lieu. Avec l'arrivée des années 50, on note une augmentation de la demande des marchandises. Dans les années 60, cela consiste principalement à effectuer des révisions à intervalles fixes sur les composants. Les coûts de maintenance commencent à augmenter fortement.

La troisième génération commence au milieu des années 70, le processus de changement dans l'industrie rassemble encore plus de dynamisme et de remise en cause (nouvelles attentes, nouvelles recherches et nouvelles techniques). [2]

### **III.4-Définition de la maintenance:**

Une première définition normative de la maintenance fut donnée par l'AFNOR, en 1994 par la norme NF X 60-010[3], la maintenance se définit comme étant : « ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé ». Il devient plus précis en apportant un complément avec le document X 60-000 « Bien maintenir, c'est assurer les opérations au coût optimal ». Depuis 2001, elle a été remplacée par une nouvelle définition, désormais européenne (NF EN 13306 X 60-319) : « Ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management effectuées durant le

## Chapitre III : Théorie de la maintenance et L'AMDEC.

---

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 ».[3]

### **III.5-Les différents types de maintenance :**

Il existe deux types de maintenances : la maintenance corrective et la maintenance préventive. La différence entre elles réside au moment d'intervention vis-à-vis de la panne. Le premier type de maintenance est appliqué après l'occurrence de la panne, alors que le deuxième type s'applique avant cette dernière.

#### **III.5. 1.1. La maintenance corrective:**

Selon la norme AFNOR NF 13306 X 60-319, c'est une « maintenance exécutée après détection d'une panne et destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise ». [4]

La maintenance corrective peut être :

#### **III.5.1. 2. Maintenance curative:**

La maintenance curative correspond à la remise en état de l'équipement et revêt un caractère définitif. L'équipement concerné par cette maintenance, retrouve après intervention les caractéristiques qu'il avait avant l'apparition du problème. [5]

#### **III.5. 1.3. Maintenance palliative:**

C'est une maintenance qui effectue une remise en état provisoire du matériel ayant subi un dysfonctionnement : C'est un dépannage. Cette maintenance est le plus souvent associée à des systèmes ne présentant pas d'impératif de sécurité. [5]

#### **III. 5. 2 . Maintenance préventive :**

Selon la norme AFNOR NF EN 13306 X 60-319, c'est une « maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon certains critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien »

Donc c'est une intervention prévue, préparée et programmée en fonction de différents paramètres en vue d'éviter l'apparition probable d'une défaillance identifiée. [6]

Il existe trois formes principales de la maintenance préventive :

### III.5.2.1. Maintenance préventive systématique :

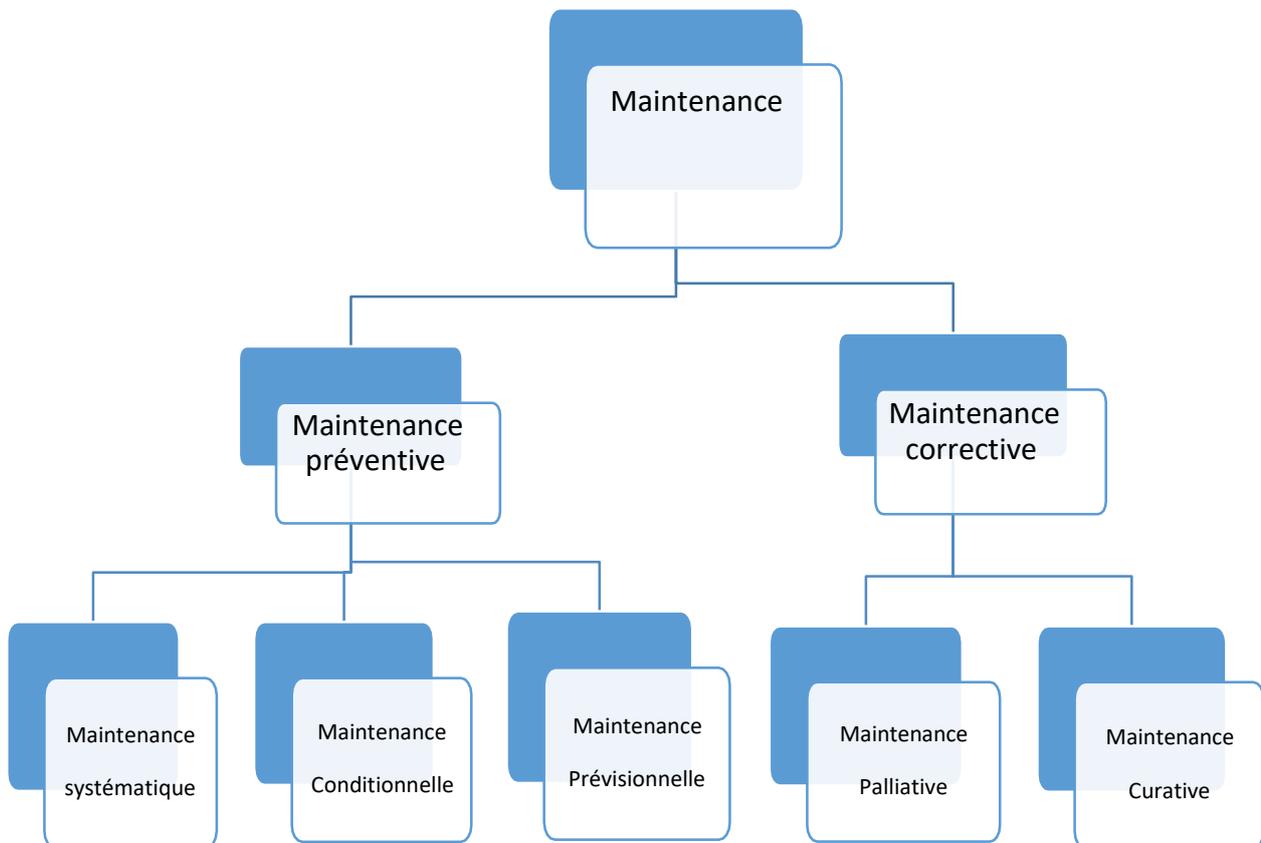
C'est une maintenance effectuée suivant un échéancier établi selon le temps ou le nombre d'unités d'usage (nombre prédéterminé d'unités d'usage). Même si le temps est l'unité la plus répondue, d'autres unités peuvent être retenues telle que : la quantité de produits fabriqués, la longueur de produits fabriqués, la distance parcourue, la masse de produits fabriqués, le nombre de cycle effectués. [7]

### III.5.2.2. Maintenance préventive conditionnelle :

Est une maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé (autodiagnostic, information d'un capteur, mesure d'une usure, etc.) révélateur de l'état de dégradation du bien. Autrement dit : maintenance subordonnée au franchissement d'un seuil prédéterminé significatif de l'état de dégradation du bien. [7]

### III. 5 .2 .3 .Maintenance préventive prévisionnelle :

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



Organigramme III.1: les différents types de maintenance [8]

**III.6 Les fonctions du service maintenance (norme FD X 60-000)**

**Table III.2:FONCTION DU SERVICE MAINTENANCE**

Les fonctions de la maintenance	Etude
	Préparation
	Ordonnancement
	Réalisation
	Gestion

**III.6.1. Etude :**

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.

**III.6.2. 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. Une telle préparation devra bien sûr s'inscrire dans le respect des objectifs généraux tels qu'ils sont définis par la politique de maintenance: coût, délai, qualité, sécurité,...

Quel que soit le type d'intervention à réaliser, la préparation sera toujours présente. Elle sera :

- Implicite (non formalisée) : dans le cas de tâches simples, l'intervenant assurera lui-même, par expérience et de façon souvent automatique la préparation de ses actions;
- Explicite (formalisée) : réalisée par un préparateur, elle donne lieu à l'établissement d'un dossier de préparation structuré qui, faisant partie intégrante de la documentation technique, sera utilisé chaque fois que l'intervention sera réalisée. Il sera donc répertorié et conservé sous réserve de mises à jour ultérieures.

### **III.6.3. 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.

### **III.6.4. 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.

### **III.6.5. 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.

## **III.7. Politique et objectifs de la maintenance (Norme FD X 60-000)**

La politique de maintenance consiste à fixer les orientations (méthode, programme, budget, etc.). Selon la politique de maintenance de l'entreprise, les objectifs de la maintenance seront :

- La disponibilité et la durée de vie du bien ;
- La sécurité des hommes et des biens ;
- La qualité des produits ;
- La protection de l'environnement ;
- L'optimisation des coûts de maintenance.

## **III.8. La stratégie de la maintenance (norme NF EN 13306)**

La stratégie de maintenance Méthode de management utilisée en vue d'atteindre les objectifs de maintenance.

Les objectifs des choix de la stratégie de la maintenance :

- Développer, adapter ou mettre en place des méthodes de maintenance ;
- Élaborer et optimiser les gammes de maintenance
- Établir les standards de travail

## Chapitre III : Théorie de la maintenance et L'AMDEC.

---

- Définir les méthodes et moyens de sécurité
- Organiser les équipes de maintenance
- Gérer les stocks et les optimiser
- Gérer les ressources humaines de la maintenance : sélection, recrutement, formation, communication, motivation.

### III.9. Les opérations de maintenance :

Ces opérations trouvent leur définition dans la norme NF X 60-010 et NF EN 13306).

#### III. 9.1. Les opérations de maintenance corrective :

**a) Le dépannage:** C'est une action ou opération de maintenance corrective sur un équipement en panne en vue la remettre en état de fonctionnement. [9]

**b) La réparation:** C'est une intervention définitive et limitée de maintenance corrective après panne ou défaillance. L'équipement réparé doit assurer les performances pour lesquelles il a été conçu. [9]

#### III.9.2. Les opérations de maintenance préventive :

##### A) Les inspections :

Ce sont des activités de surveillance consistant à relever périodiquement des anomalies et exécuter des réglages simples ne nécessitant pas d'outillage spécifique ni d'arrêt de l'outil de production ou des équipements. [9]

##### b) Les visites :

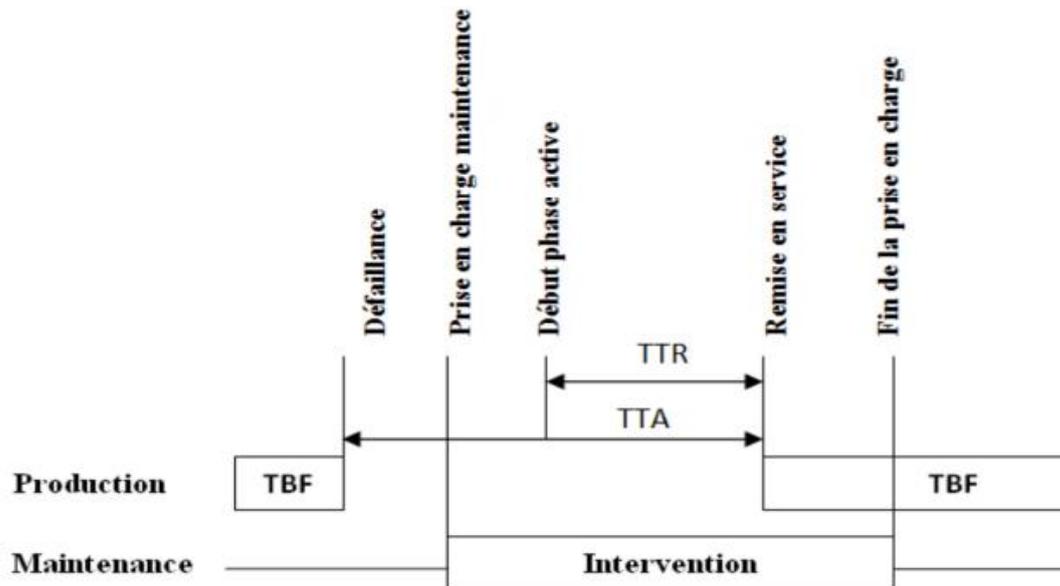
Ce sont des opérations de surveillance qui dans le cadre de la maintenance préventive systématique, s'opèrent selon une périodicité prédéterminée. [9]

##### c) Les contrôles:

Ils correspondent à des vérifications de conformité par rapport à des données préétablies suivis d'un jugement. [9]

### III.10. Les temps de la maintenance:

Intervalle de temps compris entre l'instant où la défaillance est détectée et l'instant où la maintenance est déclenchée. Temps d'indisponibilité pour maintenance corrective : intervalle de temps correspondant à une intervention corrective sur l'entité. Indiqués dans Figure (17)



**Figure III.1: Temps caractéristiques lors d'une intervention [10]**

**a. La MTBF :**

La MTBF est la moyenne des temps de bon fonctionnement (TBF). Un temps de bon fonctionnement est le temps compris entre deux défaillances. Remarque : En anglais, MTBF signifie Mean Time Between Failure (norme X60-500). [10]

**b. La MTTR :**

La MTTR est la moyenne des temps techniques de réparation (TTR). Le TTR est le temps durant lequel on intervient physiquement sur le système défaillant. Débute lors de la prise en charge de ce système jusqu'après les contrôles et essais avant la remise en service.

**c. La MTTA :**

La MTTA est la moyenne des temps techniques d'arrêt (TTA). Les temps techniques d'arrêt sont une partie des temps d'arrêt que peut connaître un système de production en exploitation. Ils ont pour cause une raison technique et, ce faisant, sont à distinguer des arrêts inhérents à la production (attente de pièce, de matière, d'énergie, changement de production, etc.)

### **III.11. Les niveaux de maintenance:**

La norme NF X 60-010 définit, à titre indicatif, cinq « niveaux de maintenance »  
Tableau (I.3) donne une idée des niveaux de maintenance

**Table III.3: Les niveaux et les échelons de maintenance [11]**

Niveau	Personnel d'intervention	Moyens	Échelons
<b>1</b>	Exploitant sur place	Outillage léger défini dans les instructions d'utilisation	<b>1</b>
<b>2</b>	Technicien habilité, sur place	Idem, plus pièce de rechange trouvées à proximité sans délai.	
<b>3</b>	Technicien spécialisé, sur place ou en local de maintenance.	Outillage prévu plus appareils de mesure, banc d'essai, contrôle,...etc.	
<b>4</b>	Équipe encadrée par un technicien spécialisé ou en atelier central.	Outillage général plus spécialisé, matériel d'essais, de contrôle, ...etc.	<b>2</b>
<b>5</b>	Équipe complète, polyvalente, en atelier central.	Moyens proches de la fabrication par le constructeur.	<b>3</b>

### III.12. Les échelons de maintenance : (Norme FD X 60-000):

Il est important de ne pas confondre les niveaux de maintenance avec la notion d'échelon de maintenance qui spécifie l'endroit où les interventions sont effectuées. On définit. Généralement trois échelons qui sont : indiqués dans le Tableau (I.1) [10]

**a) la maintenance sur site :** L'intervention est directement réalisée sur le matériel en place.

**b) la maintenance en atelier :** Le matériel à réparer est transporté dans un endroit, sur site, approprié à l'intervention.

**c) la maintenance chez le constructeur ou une société spécialisée :** Le matériel est alors transporté pour que soient effectuées les opérations nécessitant des moyens spécifiques. Bien que les deux concepts de niveau et d'échelon de maintenance soient bien distincts, il existe souvent une corrélation entre le niveau et l'échelon.

### III.13. La méthode de maintenance :

Au vu de l'importance du processus maintenance et de son impact sur les performances des installations, des méthodes d'optimisation ont été développées permettant d'aider les responsables de maintenance à construire ou à modifier les stratégies de maintenance telle que la méthode AMDEC, la méthode Ishikawa (ou le diagramme Causes Effets), Le diagramme de Pareto, méthode des 5S, la méthode KAIZEN, la méthode d'AUTOMAINTEANCE. [17]

### III.1.thiorie de l'AMDAC

La sureté de fonctionnement est l'aptitude d'une entité à satisfaire une ou plusieurs fonctions requises dans des conditions données. La sureté de fonctionnement se caractérise généralement par les paramètres suivants :

- **La fiabilité** : Aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise dans des conditions données pendant une durée donnée ;
- **La maintenabilité** : Aptitude d'une entité à être maintenue ou rétablie dans un état dans lequel elle peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, avec des procédures et des moyens prescrits ;
- **La disponibilité** : Aptitude à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données et a un instant donné ;
- **La sécurité** : Aptitude d'une entité à éviter de faire apparaitre, dans des conditions données des évènements critique ou catastrophique.

L'analyse des modes de défaillance de leurs effets de criticités (AMDEC) est une approche qualitative et quantitative pour les études de sureté dans différents domaines. En effet, cette technique apporte une connaissance approfondie du fonctionnement et des interactions d'un système, par l'analyse systématique des relations causes-effets. Les informations obtenues sont utilisées dans le cadre de la maitrise des risques, avec préoccupation principale l'obtention d'un bon niveau de sureté de fonctionnement du système opérationnel.

Elle permet de :

- Connaitre les éléments (fonction et constituants) les plus importants ;
- Découvrir, évaluer et classer les faiblesses, les anomalies et les dysfonctionnements de système ;
- Gérer les points critiques et remettre en cause même la conception du système ;

## Chapitre III : Théorie de la maintenance et L'AMDEC.

---

- Préconiser les mesures correctives ;

- Evaluer les effets de ces mesures pour s'assurer de leur efficacité, et pour les comparer et décider.

Dans cette optique et à la lumière de ces points, l'AMDEC occupe une place importante dans l'optimisation de la fonction maintenance.

En effet, elle rend le système fiable tout en faisant diminuer le nombre des pannes, facilement maintenable car elle permet la maîtrise des éléments et leurs fonctions, disponible parce qu'elle permet d'agir sur les éléments critiques, sécurisant car elle permet de dominer les défaillances et en particulier les défaillances critique et catastrophiques.

### **III.2-Historique:**

L'armée américaine à développer l'AMDEC. La référence Militaire MIL-P-1629, intitulé "Procédures pour l'Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets leurs Criticités, est datée du 9 Novembre 1949. Cette méthode était employée comme une technique d'évaluation des défaillances afin de déterminer la fiabilité d'un équipement et d'un système. Les défaillances étaient classées selon leurs impacts sur le personnel et la réussite des missions 36 pour la sécurité de l'équipement. Le concept personnel et équipement interchangeables ne s'applique pas dans le monde moderne de fabrication des biens de consommation. Les fabricants de produits de consommation ont établi de nouvelles valeurs telles que la sécurité et la satisfaction client. Ensuite, les outils d'évaluation du risque sont devenus partiellement démodés. Ils n'ont pas été suffisamment mis à jour.

En 1988, L'ISO émettait les normes de la série ISO 9000. Le QS 9000 est l'équivalent de l'ISO 9000 pour l'automobile. Un groupe de travail représentant entre autre Chrysler a développé le QS 9000 pour standardiser les systèmes qualité des fournisseurs. Conformément au QS 9000, les fournisseurs automobiles doivent utiliser la planification qualité du procédé (APQP), incluant l'outil AMDEC et développant les plans de contrôle.

La planification qualité du procédé est une méthode structurée pour définir et établir les étapes nécessaires à assurer qu'un produit satisfait aux exigences du client. Les plans de contrôle aident le fabriquant à produire des produits de qualité selon les exigences du client. Un accent est mis sur la minimisation de la variation du produit et du procédé. Les fournisseurs doivent utiliser l'AMDEC dans la planification qualité du procédé et dans le développement de leurs plans de contrôle.

## Chapitre III : Théorie de la maintenance et L'AMDEC.

---

L'AIAG (Auto motive Industrie Action Group) et l'ASQC (American Society for Qualité Control) émettent les normes AMDEC en février 1993. Les normes sont présentées dans un manuel de l'AMDEC approuvé et soutenu par trois constructeurs automobiles. Ce manuel fournit les principes généraux pour préparer une AMDEC. [12]

### III.3-Définition :

L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, et de leurs Effets de Criticité) est une méthode d'analyse préventive de la sûreté de fonctionnement des produits et des équipements, ce principe de prévention repose sur le recensement systématique et l'évaluation des risques potentiels d'erreurs susceptible de se produire à toutes les phases de réalisation d'un produit.

C'est une méthode précieuse qui permet à l'entreprise de valider, tout au long de la construction du produit, sa qualité et sa fiabilité :

- Elle identifie les modes de défaillance des composants, en évalue les effets sur l'ensemble des fonctions et en analyse les causes.

- Elle évalue l'impact, ou criticité, de ces modes de défaillance sur la sûreté de fonctionnement.

- En phase de conception, elle est associée à l'analyse fonctionnelle, pour la recherche des modes de défaillance spécifique à chaque fonction ou contrainte des composants.

- Dans le cas d'analyse sur des procédures ou chaînes de fabrication, elle permet de localiser les opérations pouvant conduire à élaborer un produit ne respectant pas le cahier des charges, ce qui permettra par la suite de limiter les rebuts.

- Appliquée à un groupe de travail pluridisciplinaire, elle est recommandée pour la résolution de problèmes mineurs dont on veut identifier les causes et les effets [13] [14]

### III.4-Objectifs de l'AMDEC:

L'analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (Failure mode and effects analyses ou FMEA) est une méthode structurée et systématique qui permet de :

- Détecter les défaillances (et leurs effets) d'un produit ou d'un processus ;

- Déterminer les points faibles d'un système et d'y remédier ;

- Préciser les moyens de se prévenir contre certaine défaillance ;

## Chapitre III : Théorie de la maintenance et L'AMDEC.

-Fournir une optimisation du plan de contrôle une aide éclairée à l'élaboration de plan d'essai ;

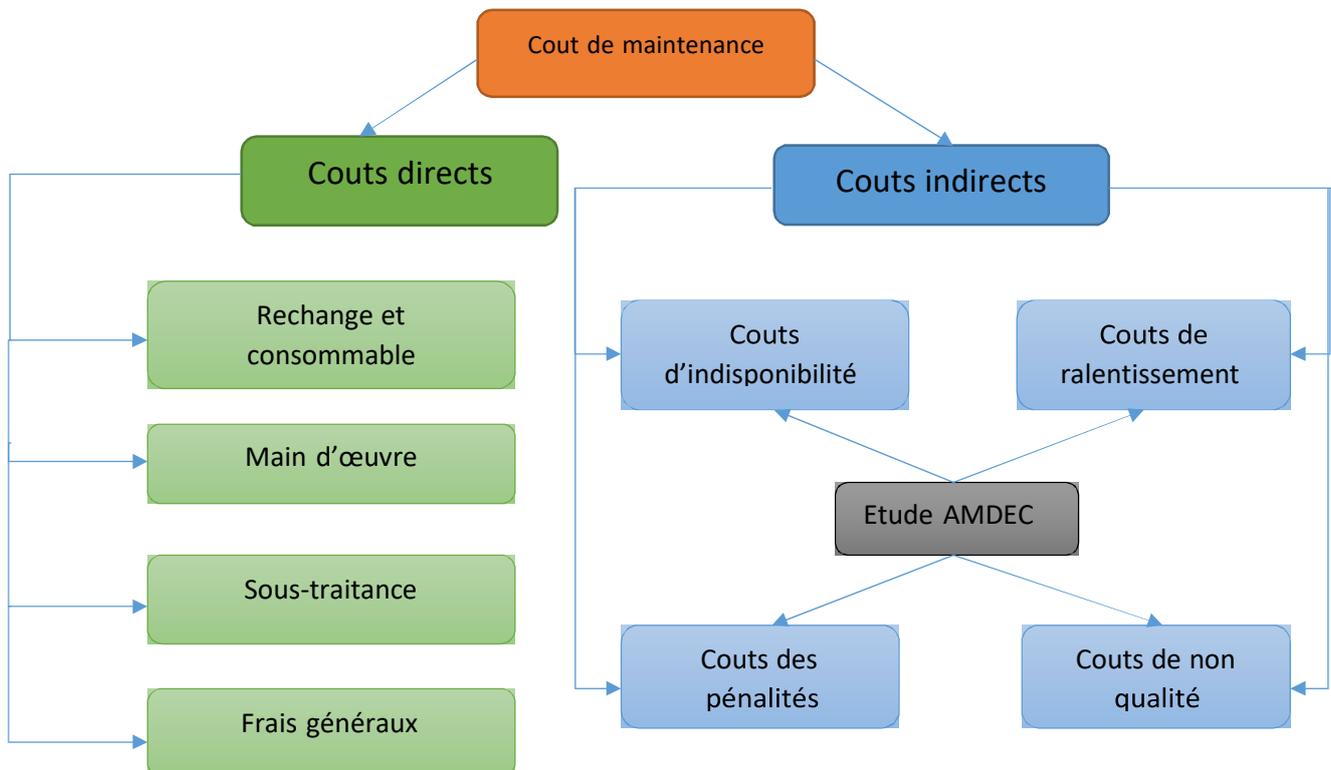
-Classer les défaillances selon certains critères ;

- Définir les actions à entreprendre pour éliminer ces défaillances, réduire leurs effets et pour en empêcher ou en détecter les causes ; - Documenter le processus du développement ;

-Prendre les décisions de retro conception. L'AMDEC est un système qui aide à prévoir pour ne pas être obligé de revoir

. En appliquant une AMDEC dès la phase de la conception on peut apporter des modifications à un stade précoce.

L'étude AMDEC permet principalement d'optimiser les couts indirects, en effet elle constitue une méthode de diagnostic intelligente dans la mesure où elle permet de prévoir un certain nombre de faiblesses, des défauts, des anomalies et des pannes au niveau de 'ensemble des éléments qui concourent à la fabrication d'un produit. [15] [16]



**Organigramme III.2: Méthode d'optimisation de la maintenance**

### III.5-Organisation de la méthode AMDEC:

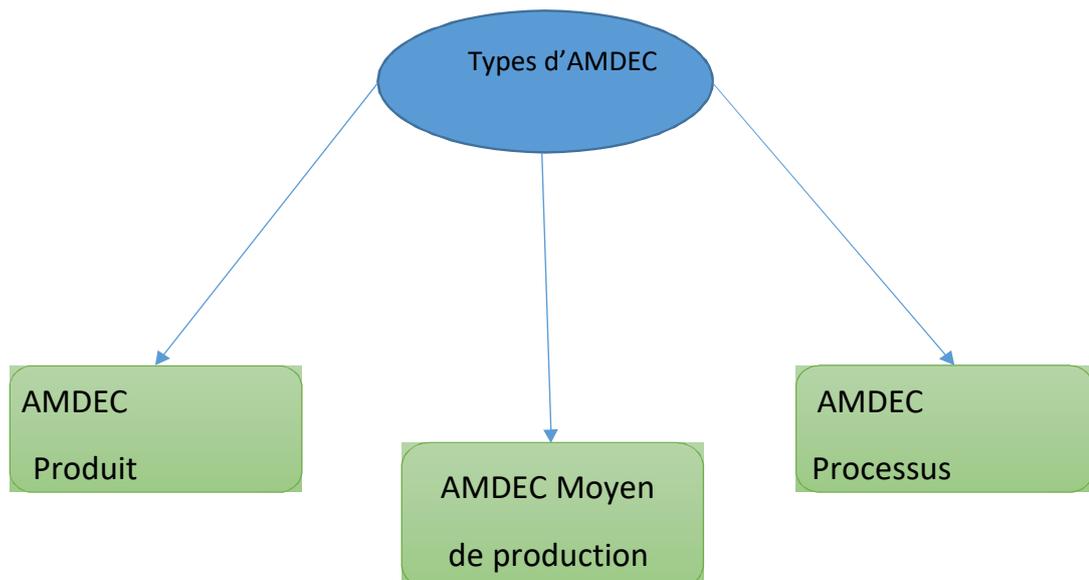
Pour une méthode efficace, il faut :

- Bien définir et déterminer le produit/processus à analyser, pour bien cadrer l'étude et éviter de s'égarer dans des considérations inutiles.
- Définir la phase de fonctionnement à analyser.
- Rassembler le maximum de donnée technique.
- Définir l'objectif à atteindre et le champ d'intervention possible.
- Etablir un planning
- Faire un hystérique du fonctionnement concernant le sujet à analyser (retour et plaintes des clients, défauts de fabrication, arrêt de production, ...)[17]

### III.6-Types de l'AMDEC :

Il existe principalement trois types d'AMDEC qui sont :

- AMDEC Produit
- AMDEC Processus
- AMDEC Moyens de production



Organigramme III.3:Types d'AMDEC.

### III.6.1. AMDEC-Produit

L'AMDEC Produit est utilisée pour l'aide à la validation des études de définition d'un nouveau produit fabriqué par l'entreprise. Elle est mise en œuvre pour évaluer les défauts potentiels du nouveau produit et leurs causes. Cette évaluation de tous les défauts possibles permettra d'y remédier, après hiérarchisation, par la mise en place d'action corrective sur la conception et préventions sur l'industrie.

### III.6.2. AMDEC Processus

Ce type d'AMDEC consiste à analyser les modes de défaillance liés au processus de fabrication. Les choix techniques sont déjà posés et c'est le moment de définir précisément le processus de la fabrication. Avant de réaliser cette AMDEC, opérations nécessaires à la fabrication du produit.

Avant même le choix des machines, l'AMDEC processus a pour but d'évaluer les points critiques du procédé établi suite à cette analyse, des modifications pourront être apportées. C'est aussi l'occasion de développer le plan de surveillance.

En terme de méthode, l'AMDEC Processus étudie les conséquences que pourraient engendrer certaines défaillances pour l'utilisateur du produit et sur l'environnement de production les défaillances seront recherchées en regardant à la description du procédé.

### III.6.3. AMDEC Moyen de production:

L'AMDEC moyens est aussi appelée AMDEC moyens de production ou AMDEC Machine, elle concerne l'analyse des défaillances liées aux machines. Alors que l'AMDEC procédé a permis d'entrevoir les défauts relatifs au processus de fabrication, l'AMDEC machine permet une analyse une fois que les machines ont été choisies. Comme pour le produit, il est ici possible de mettre en place une AMDEC à différents stades de la conception de cette machine.

En effet, on peut choisir de concentrer la méthode sur les fonctions de ces machines. Concrètement, cela veut dire que l'on considère uniquement ce que l'on attend de la machine : saisir la pièce, tourner la pièce par exemple... L'AMDEC aura pour but de savoir comment les différentes fonctions de la machine ne pourraient pas être satisfaites et donc d'anticiper les productions défectueuses. Pour finir, les conséquences sur l'utilisateur et l'environnement de production constituent la finalité de cette AMDEC. Suite à cette analyse, on peut alors établir le plan de validation de la machine.

Au stade de la définition de la machine, l'AMDEC est tout simplement plus précise.

## Chapitre III : Théorie de la maintenance et L'AMDEC.

---

Les composants de chaque machine sont ici déjà définis et l'AMDEC permet de valider ou d'infinis et l'AMDEC permet de valider ou d'infirmier les choix techniques pour construire lamachine. Dans ce cas-là, il n'est souvent pas utile d'analyser l'ensemble des composants car cela représenterait un travail trop fastidieux. Il faut alors se concentrer sur quelques sous-ensembles de composants, essentiels à la fabrication du produit. Les modes de défaillance devront être en relation avec la fonction technique du composant étudié. Les causes possiblessont d'abord les causes physiques : erreur d'utilisation environnement...

L'objectif est de :

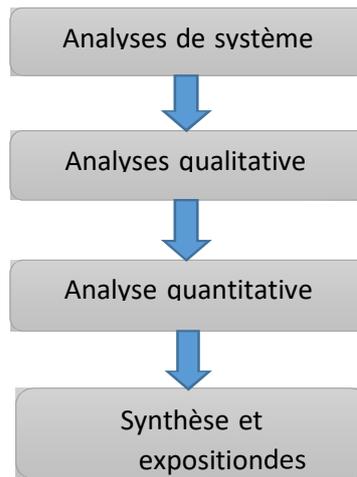
- Modifier la conception ;
- Lister les pièces de rechange ;
- Prévoir la maintenance préventive ;
- Optimiser la maintenance (gammes, procédures, ...) ;
- Optimiser la conduite (procédure, modes dégradés, ...).

### III. 7. Méthodologie de l'AMDEC :

L'emploi des AMDEC crée une ossature qu'il convient de compléter et d'outiller. Pour cela une analyse plus fine de la pertinence des informations est nécessaire. Le groupe AMDEC est tenu de maîtriser la machine et de mettre à jour et s'assurer de la validité de toutes les informations utiles à l'étude. Il appartient à ce groupe de s'appuyer sur le retour d'expérience de tous les opérateurs de tous les services de cycle de fabrication de produit, qui peuvent apporter une valeur ajoutée à l'analyse.

### III.8-Description de l'enchaînement des opérations :

La méthode d'analyse des risques de dysfonctionnement d'un système basée sur l'AMDEC se décomposent quatre étapes :

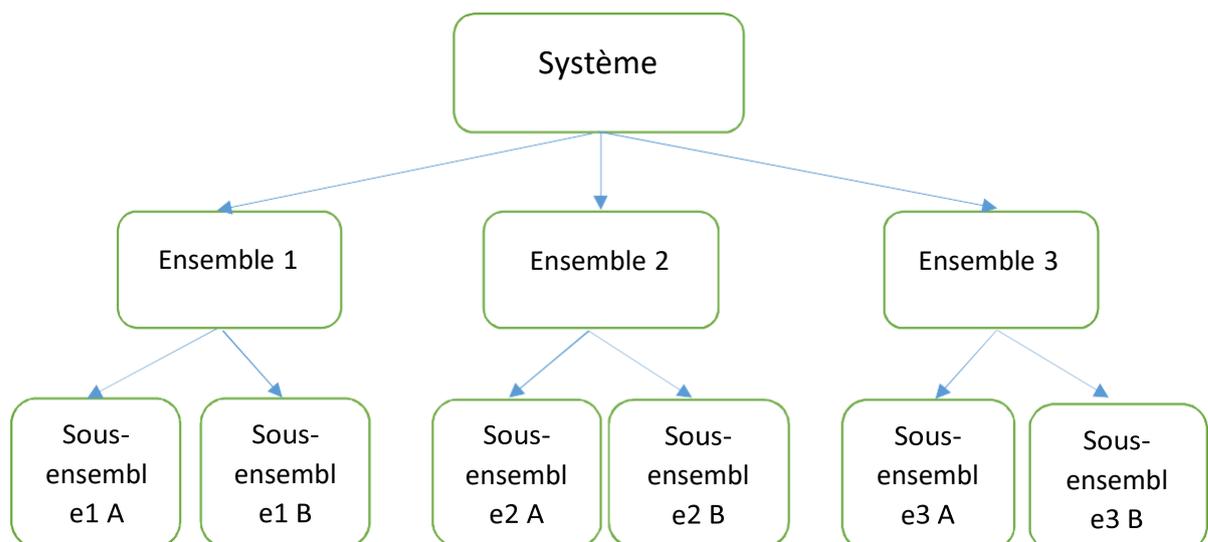


**Organigramme III.4: Différentes étapes de l'AMDEC**

### III. 8.1. Analyses de système :

Elle correspond à la description, la caractérisation et la modélisation du système étudié et des composants.

Le système est décomposé en blocs fonctionnels sous une forme arborescente selon autant de niveau que nécessaire comme le montre la Figure 33. En pratique pour chaque sous-ensemble étudié, on applique l'analyse au niveau élément pour augmenter la finesse de l'étude. Le schéma fonctionnel, montrant les séquences et les interactions entre composants.



**Organigramme III.5: Exemple de découpage structurel.**

## Chapitre III : Théorie de la maintenance et L'AMDEC.

---

Elle permet la détermination et la description des modes de dégradations et défaillances du système. Pour un composant et une fonction associée, nous cherchons à déterminer l'ensemble des dégradations potentielles, leurs causes et leurs conséquences.

Nous réalisons cette recherche pour tous les composants et toutes les fonctions du système jusqu'à l'obtention de l'ensemble des scénarios de défaillances (enchaînements de dégradations de composants conduisant à la défaillance du système).

L'analyse des modes de défaillances et leurs effets permettent donc de définir, pour chaque fonction du système, la liste la plus exhaustive possible des modes de défaillances, des causes de défaillances, des effets directs et indirects qui sont le résultat de la dégradation de ce composant sur un autre composant.

### **III.8.2. Analyse qualitative :**

L'analyse qualitative sert à recenser toutes les modes de défaillances potentielles des opérations du processus étudié, à savoir, le processus, d'en déterminer les effets et d'en rechercher les causes. La notion de modes de défaillances est définie comme étant le symptôme qui révèle la défaillance.

Pour chaque activité analysée, un enquêteur a procédé avec le responsable opérationnel concerné à une évaluation de plusieurs éléments, nous avons collecté les réponses à ces questions :

- Quels sont les objectifs de l'activité ?
- Pour chacun d'eux, quelles sont les principales causes internes et externes de nonatteinte possible de cet objectif ?
- Quelles défaillances du processus peuvent altérer le produit fabriqué ?

L'objectif étant de mettre en évidence les défaillances susceptibles d'affecter un système, qui de ce fait, ne peut plus assurer la mission (fonction) pour laquelle il a été conçu.

### **III.8.3. Analyse quantitative :**

Elle correspond à la caractérisation des scénarios de défaillances du système. L'analyse quantitative vise à la fois à pouvoir hiérarchiser les scénarios de défaillances par ordre de criticité (combinaison de l'occurrence des dégradations, de la gravité des effets engendré et de la détectabilité de ces dégradations), à connaître les durées séparant deux dégradations successives d'un même scénario de défaillance et à caler (fixer) les dégradations des différents scénarios de défaillances les unes par rapport aux autres.

## Chapitre III : Théorie de la maintenance et L'AMDEC.

L'analyse quantitative de la criticité comprend trois étapes principales :

- Désignation du scénario étudié.
- Evaluation de la criticité à travers l'analyse de la gravité, de l'occurrence et de la détectabilité du scénario. La criticité d'un scénario correspond au produit de la gravité de l'occurrence et de la détectabilité.

$$C = F * G * N$$

- Hiérarchisation par ordre de criticité décroissant (la valeur la plus élevée correspond à la criticité la plus forte).

L'analyse de criticité permet d'effectuer un classement des différents scénarios.

La mise en place d'un seuil de criticité avec les experts permet de retenir les scénarios les "plus critiques".

### Gravité (G) :

Relatif aux conséquences provoquées par l'apparition du mode de défaillance en termes des indices suivants :

- Qualité des pièces produites.
- Sécurité des hommes ou des biens.
- Temps d'intervention qui correspond au temps actif de maintenance corrective (diagnostique + Réparation ou échange + remise en service).

-La gravité G est le plus souvent cotée d'un (1) jusqu'à cinq (5)

**Table III.4:Grille de citation de la gravité**

Valeur G	Critère
1	Défaillance mineure ne provoquant qu'un arrêt de production faible et aucune dégradation notable (arrêt inférieur à 1 heure).
2	Défaillance moyenne nécessitant une remise en état ou une petite réparation et provoquant arrêt de production de 1 à 8 heures.
3	Défaillance critique nécessitant un changement de matériel défectueux et provoquant un arrêt de production de 8 à 48 heures.
4	Défaillance très critique nécessitant une grande intervention et provoquant un arrêt de production de 2 à 7 jours.
5	Défaillance catastrophique impliquant des problèmes de sécurité et/ou une production non conforme et provoquant un arrêt de production supérieure à 7 jours.

### Fréquence (F) :

Relatif à la fréquence d'apparition de la défaillance, cette fréquence exprime la probabilité combinée d'apparition du mode de défaillance par l'apparition de la cause de la défaillance.

## Chapitre III : Théorie de la maintenance et L'AMDEC.

La fréquence F allant d'un (1) jusqu'à quatre (4).

**Table III.5:Grille de cotation de la fréquence.**

Valeur F	Probabilité d'apparition des défaillances
1	Défaillance inexistante sur matériel similaire (1 arrêt max. tous les 2 ans).
2	Défaillance occasionnelle déjà apparue sur matériel similaire (1 arrêt max. tous les ans).
3	Défaillance occasionnelle posant le plus souvent des problèmes (1 arrêt max. tous les 6 mois).
4	Défaillance certaines sur ce type de matériel. (1 arrêt max. par mois).
5	Défaillance systématique sur ce type de matériel (1 arrêt max. par semaine).

### Détection (N) :

Elle relative à la possibilité de détecter la défaillance avant qu'elle ne se produise. La détection N allant d'un (1) jusqu'à quatre(4)

**Table III.6:Grille de cotation de la détection**

Valeur D	Critère
1	Signe avant-coureur de la défaillance que l'opérateur pourra détecter, et éviter par une action préventive ou alerte automatique d'incident.
2	Il existe un signe avant-coureur de la défaillance mais, il y a un risque que ce signe ne soit pas perçu par l'opérateur.
3	Le signe avant-coureur de la défaillance n'est pas facilement détectable par l'opérateur.
4	Il n'existe aucun signe avant-coureur de la défaillance.

### Criticité (C) :

La criticité s'obtient en faisant le produit des indices des critères précédents. Cette valeur de criticité s'établit souvent sur une échelle de 1 à 80 ( $5 \times 4 \times 4$ ), elle permet de connaître à partir de ses propres critères d'évaluation le caractère critique de chacune des causes de défaillance potentielle pour chacun des composants d'un système.

Dans le cadre d'une conception ces indices de criticité mettent en évidence la faiblesse de certain point appelant ainsi à une amélioration, mais dans le cadre de l'exploitation d'un système, les indices de criticité élevés orientent les actions à mettre en œuvre (modification, type de maintenance, conduite...).

### Criticité (C) :

**Table III.7:Niveau de criticité**

Valeur C	Définition
1 à 8	Négligeable
10 à 18	Moyenne
20 à 36	Elevée
36 à 100	Interdit

### III.9. Synthèse et exposition des résultats :

Cette étape consiste à effectuer un bilan de l'étude, de lister les points critiques et de fournir les éléments permettant de définir et de lancer, par ordre de priorité, les actions correctives et recommandations telles que :

- ✓ L'amélioration de la fiabilité aux points sensibles en renforce par la redondance ou une technologie plus fiable de composant ou de sous-système.
- ✓ Une maintenance préventive systématique rigoureuse.
- ✓ Maintenance préventive conditionnelle et contrôle non destructif pour les surveillances des points névralgiques.
- ✓ Commande prévisionnelle des pièces de sécurité en gestion de stock.

- Une recherche rationnelle de causes de défaillance

### III.10-Tableau générale AMDEC :

**Table III.8: modèle du tableau AMDEC.**

Date de l'analyse :	AMDEC Machine- Analyses des Modes de Défaillances et leurs Effets de Criticité					Phase de fonctionnement				Page :	
	Système :			Sous-ensemble :						Nom :	
Elément	Fonction	Modes de défaillances	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité :				Action corrective :	
						F	G	N	C		

### III.11-Perspectives de l'AMDEC :

Dans un premier temps, l'AMDEC va permettre ressortir les points faibles de chaque équipement. A partir de ces données, on va pouvoir déterminer des actions correctives à mettre en œuvre afin de réduire les criticités des points les plus importants.

Mais au-delà de ces aspects, l'AMDEC ne doit pas être arrêtée. En effet, l'AMDEC doit constamment être challengée afin de recevoir sa pertinence. Une fois les actions correctrices mises en place, il est nécessaire de réévaluer la criticité des processus selon des paramètres nouveaux. Cela va nous permettre de redéfinir de nouvelles actions correctrices et de revoir celle déjà mises en place.

### **III.12-Place de l'AMDEC dans une démarche de maîtrise des risques :**

Si on fait le bilan des expériences réussies ici et là, on trouvera l'AMDEC à pratiquement tous les stades du cycle de vie d'un système. Toutefois, on peut souligner le caractère à peu près incontournable de L'AMDEC à la fin de la conception, à la charnière avec la réalisation ou l'exploitation et la maintenance. En effet, quand le système est décrit de façon précise, les composants choisis, l'AMDEC s'applique à merveille pour compléter la connaissance des fonctionnements (fonctionnements souhaités décrits par la conception) avec les fonctionnements non souhaités, mais inévitables du fait qu'aucun composant n'est infaillible. Il faut bien prendre en compte ce qui peut résulter des défaillances des composants choisis.

### III. 13. Conclusion :

Nous avons présenté une vue globale sur la maintenance et son importance dans l'entreprise. La maintenance est une fonction essentielle dans l'entreprise, elle doit couvrir la maintenance des outils de production mais aussi le support des équipements et d'autres.

Depuis, nous pouvons conclure que la méthode AMDEC a un rôle très important dans l'industrie. Ces méthodes ont permis de suivre en détail les problèmes et choisir une meilleure politique de maintenance, donc une bonne amélioration du travail.

- Néanmoins l'AMDEC fournit :
- Des supports de réflexion, de décision et d'amélioration.

# **Chapitre IV**

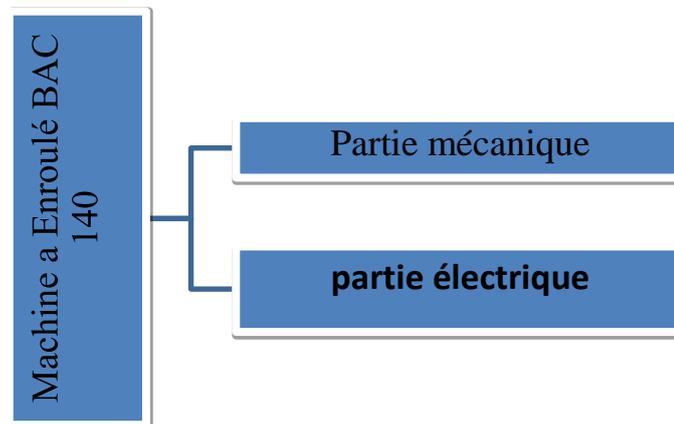
## **Application de la méthode AMDEC**

### Introduction :

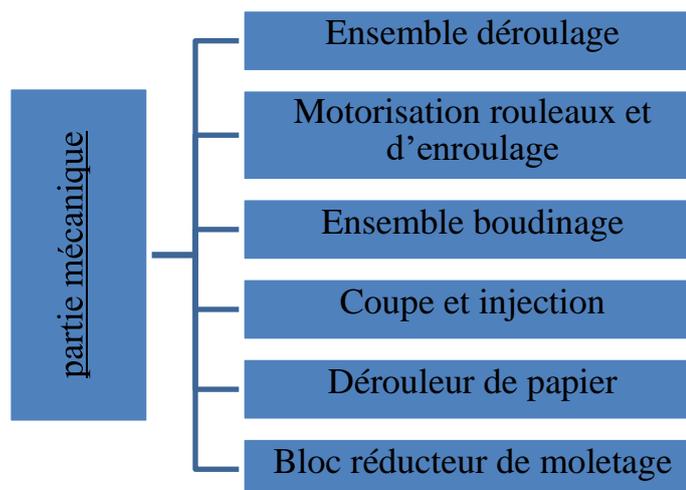
La maintenance d'un équipement pour la production d'un produit très demandé se doit d'être rigoureuse. Il est donc souhaitable de contrôler au lieu de subir les pannes imprévues. Ces pannes peuvent amener une augmentation des coûts de maintenance, des dangers pour les travailleurs ou arrêt de production.

Afin de faire une bonne maintenance, il faut bien connaître notre équipement (Machine : compresse MABOTEX), ainsi que les différents modes de défaillances. Il est possible par la suite de déterminer les causes probables des pannes. La méthode utilisée pour faire cette étude est la méthode AMDEC.

### IV.1. Décomposition fonctionnelle de la BAC MACHINE A ENROULER :

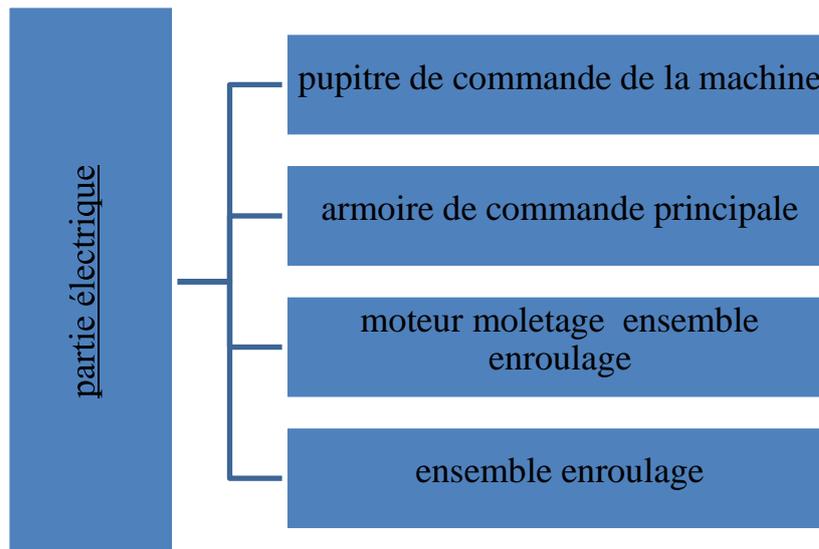


Organigramme IV.1: Décomposition de la machine en unités fonctionnelles



Organigramme IV.2: Décomposition de l'unité fonctionnelle « partie mécanique »

## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC



**Organigramme IV.3: Décomposition de l'unité fonctionnelle « partie mécanique »**

### IV.3. Analyse AMDEC :

Dans ce qui suit on va entamer la partie analyse de notre BAC MACHINE A ENROULER dans un intervalle de 2 ans :

**Tableau VI.1 : Armoire électrique**

Socothyd		Analyse des Modes de Défaillance, des Effets et de leur Criticité / AMDEC								
Système : BAC MACHINE A ENROULE (Machine MABOTEX) Code : N° 90/10-05-468										
Element	Function	Modes de défaillances	Causes de défaillance	Effets de défaillance	Détection	Criticité :				Action corrective :
						F	G	N	C	
Commutateur	-Le commutateur permet de sélectionner différentes fonctions ou états du système.	-Contacts internes bloqués -Contacts internes usés -Court-circuit entre les contacts	-Usure due à une utilisation prolongée -Accumulation de saletés ou de débris -Erreur de fabrication	-incapacité de sélectionner les fonctions correctement Dysfonctionnement du pupitre de commande -Risque de surchauffe ou de court-circuit	visuel	2	2	2	8	-Inspection régulière et nettoyage des contacts -Remplacement des composants usés

## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC

Bouton poussoir	- Réinitialisation du système ou des compteurs à zéro	-Bouton coincé en position enfoncée -Ressort de rappel cassé -Circuit électrique défectueux	- Usure normale -Choc physique	-Incapacité à réinitialiser le système -Comptage incorrect ou inexact -Dysfonctionnement du pupitre de commande	visuel	2	2	2	8	-Remplacement du bouton défectueux -Vérification régulière de l'intégrité du ressort de rappel
Compteur d'impulsion	- Comptage précis du nombre d'impulsions générées par le système	-Capteur défectueux -Circuit électronique endommagé -Affichage numérique illisible	-Capteur défectueux -Circuit électronique endommagé -Affichage numérique illisible	-Comptage incorrect des impulsions -Erreur de suivi des performances du système -Difficulté à surveiller le fonctionnement du système	visuel	2	2	3	12	-Remplacement du capteur défectueux  Réparation ou remplacement du circuit électronique endommagé
- Alimentation 24V - 5A	-Fournit une alimentation électrique stable de 24V avec un courant maximal de 5A pour les composants du système.	-Court-circuit dans l'alimentation -Surchauffe due à une surcharge	-Surcharge électrique	-Arrêt de l'alimentation des composants, entraînant un dysfonctionnement du système  -Risque de dommages aux composants connectés -Risque de surchauffe et de risques d'incendie	visuel	2	3	2	12	-Limiter la charge maximale conforme aux spécifications

## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC

-Relais Arrêt d'urgence	-Permet un arrêt immédiat du système en cas de situation d'urgence ou de danger.	-Contacts internes collés  -Bobine du relais défectueuse  -Mauvaise connexion électrique	-Accumulation de saletés ou de débris  -Usure normale des composants	-Incapacité à arrêter le système en cas d'urgence  -Risque d'accidents ou de dommages matériels  -Dysfonctionnement du circuit d'arrêt d'urgence	visuel	2	2	2	8	-Nettoyage régulier des contacts  -Remplacement de la bobine ou des contacts usés
- Relais Puissance 380V	-Permet de commuter des charges de puissance élevée à 380V	-Bobine du relais endommagé  -Mauvaise connexion électrique	-Surcharge électrique au-delà de la capacité du relais  -Chocs physiques ou vibrations Excessives  -Mauvais entretien	-Risque de surchauffe ou d'incendie en raison de contacts défectueux  Dysfonctionnement du circuit associé	visuel	2	4	3	24	-Changement de pièce
- Contacteur Moletage	-Active ou désactive le mouvement moletage du système	- Déformation mécanique du contacteur  -Mauvaise connexion électrique	-Choc physique ou contrainte mécanique	-Incapacité d'activer ou de désactiver le mouvement moletage  -Dysfonctionnement du système moletage	visuel	2	4	2	16	-Remplacement des contacts internes usés
- Disjoncteur Moletage	-Protéger le système contre les surcharges électriques pendant le	-Disjoncteur ne se déclenche pas en cas de surcharge	-Dysfonctionnement interne du disjoncteur	-Arrêt imprévu du processus de moletage	visuel	2	2	2	8	-Vérification régulière du fonctionnement du disjoncteur

## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC

	processus de moletage	-Disjoncteur déclenché de manière incorrecte	-Surintensité électrique ponctuelle							-Remplacement en cas de défaillance
- Disjoncteur	-Protéger le moteur électrique contre les surintensités et le court-circuit.	-Disjoncteur ne se déclenche pas en cas de surintensité  -Disjoncteur se déclenche de manière incorrecte	- Dysfonctionnement interne du disjoncteur  -Surintensité électrique ponctuelle	-Arrêt imprévu du moteur	visuel	2	2	2	8	-Remplacement en cas de défaillance
- Variateur 0.75KW	-Contrôler la vitesse du moteur électrique 0.75KW	- Dysfonctionnement du variateur  -Surchauffe du variateur	-Défaut de fabrication du variateur	-Perte de contrôle de la vitesse du moteur	visuel	1	2	3	6	-Surveillance régulière de la température du variateur  -Remplacement en cas de dysfonctionnement
- Moteur de Moletage OE22572-4G	-Le moteur de moletage OE22572-4G est responsable de fournir la puissance mécanique nécessaire pour effectuer le processus de moletage.	-Surchauffe  -Défaillance du roulement	-Manque de lubrification  -Usure normale due à l'utilisation constante	- Diminution de l'efficacité  -Vibrations excessives, bruits anormaux,  -risque de panne totale du moteur	visuel	1	3	3	9	-Assurer une lubrification adéquate, introduire des cycles de refroidissement,  -surveiller la température pendant le fonctionnement  -remplacement préventif des roulements,

## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC

**Tableau IV.2 : Ensemble déroulage**

<i>Socothyd</i>		<b>Analyse des Modes de Défaillance, des Effets et de leur Criticité / AMDEC</b>								
<b>Système BAC MACHINE A</b> ENROULE (Machine MABOTEX) Code : N° 90/10-05-468										
Eléments	Fonction principale	Modes défaillances	Causes	Mode s de Détec tions	Effets	Criticité				Actions correcti ves
						F	N	G	C	
-support de rouleau de gaze	-Il maintient le rouleau de gaze en place, permettant ainsi un déroulement contrôlé de la gaze pendant le processus de production.	-instabilité de support -corrosion	- MOUVAIS E assemblage -usure -matériaux de mauvaise qualité	-Bruit - Visuel	- dérouleme nt inégal de la gaze -tension -mauvaise de qualité finale	2	1	1	2	- Rempla cer le support endom magé et s'assurer qu'il est correcte ment fixé.
- MONDRI N	-maintenir le rouleau de gaze en place.	- Désalignement -déformation -usure excessive	-usure -mauvaise manipulat ion	- visuel	- enrouleme nt inexact de la gaze -instabilité de matériaux -risque de rupture	1	1	2	2	- Vérifier l'usure du mandrin et le remplac er si nécessai re.
-rouleau arrière	Il contribue à guider la gaze et à maintenir une tension appropriée pendant le processus de production.	- désalignement, -usure -défaut de rotation	-Usure - Défaillance mécanique -Mauvaise réglage	- Visuel	-guidage incorrect de la gaze	3	2	2	12	- Inspecte r l'usure et remplac er le rouleau s'il est endom magé.

## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC

-axe porte bobine	-maintient le rouleau de gaze en place	-Dommages structurels -défaillance de fixation -mauvais alignement	-mauvais assemblage -usure -contraintes excessive	- visuel	-instabilité de rouleaux de gaze -tensions inappropriées -mauvais qualité de produit finale	1	1	1	1	- Vérifier l'alignement et la fixation de l'axe. Remplacer s'il est tordu ou endommagé.
-le rouleau balance	-compenser le poids du rouleau de gaze	-déformation -Usure excessive -déséquilibre	-usure - mauvais conception - déséquilibre de charge	visuel	-tension inadéquate de la gaze - enroulement inexacte -mauvais qualité de produit final	1	1	1	1	- Vérifier l'équilibrage du rouleau. Si déséquilibré, réajuster ou remplacer.
-roués à main de réglage	-régler la tension de la gaze, la position des rouleaux	-blocage -mauvais fonctionnement	-usure -mauvaise entretien	- Visuel	-capacité à effectuer des réglages PRECIS	3	1	1	3	- Assurer qu'elles sont bien fixées et fonctionnent correctement. Remplacer si elles sont endommagées.

## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC

- COULOIR DE PILAGE	-plier la gaze	-BLOCAGE -USURE GUIDE -MOUVAISE MANIPULATION	-USURE - MOUVAS E REGLAGE	- Visuel	- MOUVAISE QUALITE DE PRODUIT FINAL	2	1	1	2	- Vérifier l'alignement et la mobilité. - Réajuster ou remplacer si nécessaire.
---------------------	----------------	--	------------------------------	----------	-------------------------------------	---	---	---	---	--

**Tableau IV.3 : ROULEAUX ET DEROULAGE**

<i>Socothyd</i>		Analyse des Modes de Défaillance, des Effets et de leur Criticité / AMDEC									
Système BAC MACHINE A			ENROULER (Machine MABOTEX)						Code : N° 90/10-05-468		
Eléments	Fonction principale	Modes défaillances	Causes	Modes de Détections	Effets	Criticité				Actions correctives	
						F	N	G	C		
ENSEMBLE DES ENGRENAGES	transmettre le mouvement de rotation	-USURE EXCESSIVE DES DENTS - MOUVAISE LUBRIFICATION	-MOUVAISE LUBRIFICATION - SURCHARGE -MOUVAISE QUALITE DES MATERIEUX	- Bruit - Visuel	-PERTE DE TRANSMISSION DE POISSANCE -MOUVAISE FONCTIONNEMENT DE SYSTEME - ARRET DE PRODUCTION	2	3	2	1 2	- Vérifiez l'usure ou les dommages sur les dents des engrenages. - Remplacez les engrenages usés ou endommagés.	

## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC

- EMBRAYAGE	- désengager temporairement le mouvement entre deux parties de la machine	- GLISSEMENT -USURE DES SURFACES DES FRICTION - DEFFILLANCE DE MECANISME	- MOUVAISE LUBRIFICATION - SURCHARGE - MOUVAISE QUALITE DE MATIERE AUX	Bruit Visuel	-PERTE DE TRANSMISSION DE PUISSANCE  - ARRET DE PRODUCTION	1	2	2	4	. Vérifiez la fonctionnalité de l'embrayage. Assurez-vous qu'il s'engage et se désengage correctement
POIGNEE D'EMBRAYAGE	-actionner l'embrayage	CASSEURE -USURE DES SURFACES DEPRISE	-MOUVAISE MANIPULATION - CONTRAINTES EXCESSIVES -DEFAUT DE PRODUCTION	VISUEL	-PERT DE CONTROLE DE L'EMBRAYAGE  -DIFFICULTE A MANIPULER LA MACHINE	1	2	2	4	- Vérifiez la fixation de la poignée d'embrayage
-ROUES D'ENTRAÎNEMENT	-transférer le mouvement de rotation de l'embrayage ou de l'ensemble des engrenages vers d'autres parties de la machine	-USURE EXCESSIVE DE LA BANDE DE ROULEMENT - DEFFAILLANCE DE L'ADHERENCE	-USURE  -MOUVAISE ADHERENCE -DEFAUTS DE FABRICATION	VISUEL	-PERT DE TRACTION -DEFORMATION DE MATIERE -MOUVAISE QUALITE DE PRODUIT FINAL	1	1	1	1	Inspectez l'usure des surfaces de contact des roues d'entraînement. Remplacez-les si elles sont usées pour assurer une adhérence adéquate.

## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC

- COULOIR DE REGLAGE	-contrôler la largeur de la gaze	-BLOCAGE -USURE DES GUIDES -MOUVAISE FONCTIONN EMET DE MECANISME DE REGLAGE	-USURE - ACCUMULA TION DE SALTE -MOUVAISE REGLAGE INITIAL	- VISU EL	-DIFFICULTE A EFFECTUER DES REGLAGES PRICICE -MOUVAISE QUALITE DE PRODUIT FINAL	1	1	1	1	- Vérifiez l'aligne ment du couloir de réglage. - Réajuste z-le si nécessai re.
- ROULEAU SUPERIEUR DE PRESSION	-assurer une qualité uniforme de la gaze	-USURE - DEFORMATI ON -MOUVAISE ALIGNEMEN T	-USURE - CONTAINTE S EXCESSIVE -MOUVAISE REGLAGE	- VISU EL	- ENROULMENT INEXACT -MOUVAISE QUALITE DE PRODUIT FINALE	1	1	1	1	- vérifiez l'aligne ment du rouleau supérieur de pression par rapport aux autres compos ants.
- poignée de couloir	-ajuster le couloir de réglage	-cassure -usure	-mauvais manipulation -contraintes excessive -défauts de fabrication	- visuel	-difficulté a manipulé le couloir -risque de blessures -instabilité de réglage	1	1	1	1	. Vérifiez la fixation de la poignée du couloir. Assurez -vous qu'elle est solidem ent attaché e.
- Rouleau de garniture caoutchouc	-maintenir la tension et la stabilité de la gaze	-usure excessive -déformation de matériaux	-usure -contraintes excessive	- visuel	-mauvais adhérence -marque indésirables sur la matière	2	1	2	4	- Inspectez l'usure des rouleaux de garniture. -

## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC

										Remplacez-les s'ils sont usés pour garantir un enroulement uniforme.
- ROULEAU DE GARNITURE VERT E	-maintenir la tension et la stabilité de la gaze	-USURE - DEFORMATION	-UDURE - CONTANTES EXCESSIVE MOUVAISE QUALITE DU MATERIAU	VISUEL	-MOUVAISE ADHERENCE -MARQUE INDESIRABLES SUR LA MATEREAU -MOUVAISE QUALITE DE PRODUIT FINALE	2	1	2	4	Inspectez l'usure des rouleaux de garniture.  Remplacez-les s'ils sont usés pour garantir un enroulement uniforme.
- Levier de rouleaux supérieure	-contrôle manuel permettant d'ajuster la pression exercée par le rouleau supérieur de pression sur la gaze	-cassure -, mauvais fonctionnement du mécanisme de verrouillage	-mauvaise manipulation -défauts de fabrication	visuel	-Perte de contrôle de rouleaux supérieur -instabilité de processus	1	2	2	4	Vérifiez le mécanisme de levier pour vous assurer qu'il s'engage et se désengage correctement.

## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC

**Tableau IV.4 : COUPE ET INJECTION**

<i>Socothyd</i>		<b>Analyse des Modes de Défaillance, des Effets et de leur Criticité / AMDEC</b>								
<b>Système</b> BAC MACHINE A		ENROULER (Machine MABOTEX)								
Code : N° 90/10-05-468										
Eléments	Fonction principale	Modes défaillances	Causes	Modes de Détections	Effets	Criticité				Actions correctives
						F	N	G	C	
-LAME DROITE DE COUPE INFÉRIEURE	-couper la gaze produite	-USURE EXISSIVE - DEFORMATION	-USURE -CONTRAITE EXISSIVE -MOUVAISE QUALTE DE LAME	VISUE L	-COUPE INEXACTE -MOUVAISE QUALITE DE PRODUIT FINAL	1	2	1	2	-Vérifiez l'usure et l'aiguisage des lames. remplacez -les si elles sont émoussées ou endommagées.
-LAME DROITE DE COUPE SUPÉRIEURE	-couper la gaze produite	-USURE EXISSIVE - DEFORMATION	-USURE -CONTRAITE EXISSIVE -MOUVAISE QUALTE DE LAME	- VISUE L	-COUPE INEXACTE -MOUVAISE QUALITE DE PRODUIT FINAL	1	2	1	2	-Vérifiez l'usure et l'aiguisage des lames.  -emplacez-les si elles sont émoussées ou e
-LE SUPPORT DE FIXATION	-garantir des coupes précises à chaque utilisation	- DEFORMATION - CASSES -MOUVAISE FIXSATION	- CONTRAINT E EXISSIVE -MOUVAISE QUALITE DE MAYIRIEUX -MOUVAISE FIXSATION INITIAL	- VISUE L	-MOUVAISE ALIGNEMENT -INSTABILITE -RISQUE DE BLISSEUR	2	1	1	2	- Vérifiez la stabilité du support de fixation.  -Serrez les vis ou les fixations si nécessaire .

## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC

-LA CORNIERE SUPPORT DE LAME	-renforce et stabilise le support de lame	- DEFORMATION -CASSEURE - MOUVAISE FIXSATIO	- CONTRAINTE EXCESSIVE -MOUVAISE QUALITE DE MATIREUX	VISUEL	-MOUVAISE ALIGNEMENT DES LAMES-INSTABILITE DU SYSTEME -RISQUE DE BLISSEURES	1	1	1	1	- Inspectez la cornière pour toute déformation ou fissure. - Remplacez-la si elle est endommagée.
-La barre d'éjection	- déclencher le mouvement de l'éjection des morceaux coupés.	- Déformation - usure excessive -, mauvais fabricationnement de mécanisme d'éjection	-Usure -contrainte excessive	-visuel	-difficulté a éjectées produits -blocage	1	1	1	1	- Vérifiez le mécanisme d'éjection. Assurez-vous qu'il s'engage et se désengage correctement.
-LEVIER DEJECTI ON	- déclencher le mouvement de l'éjection des morceaux coupés.	-cassure -usure	-, mauvais, manipulation -défauts de fabrication	-visuel	-difficulté a actionné l'éjection -mauvais qualité de produit final	2	1	2	4	-Vérifiez le mécanisme d'éjection. Assurez-vous qu'il s'engage et se désengage correctement.
- COULOIR PRESSEUR	-maintient la gaze en place pendant le processus de coupe	-BLOCAGE -USURE DES GUIDES - MOUVAISE FONCTIONNEMENT DE MECANISME DE PRESSION	-USURE - ACCUMULATION DE SALTE -MOUVAISE REGLAGE INITIAL	VISUEL	-DIFFICULTE A MAINTENIR LA PRESSION SOUHAITEE -MOUVAISE QUALITEE DE PRODUIT FINAL	1	1	1	1	. Vérifiez l'alignement et la mobilité du couloir presseur. Réajustez-le si nécessaire

## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC

**Tableau IV.5 :DEROULER DE PAPIER**

<i>Socothyd</i>		<b>Analyse des Modes de Défaillance, des Effets et de leur Criticité / AMDEC</b>								
<b>Système BAC MACHINE A</b> ENROULER (Machine MABOTEX) <i>Code : N° 90/10-05-468</i>			<b>Sous système: 06- DEROULER DE PAPIER</b>							
Eléments	Fonction principale	Modes défaillances	Causes	Mode s de Détec tions	Effets	Criticité				Actions correctives
						F	N	G	C	
-Support dévidoir du papier	-assurant un déroulement stable et régulier du papier dans la machine	- DEFORMA TION -RUPTURE - MOUVAISE AJUSTEME NT	- CONTRAINT ES EXISSIVES -MOUVAISE MANIPULAT ION -DEFAUT DE FABRICATIO N	- VISE UL	- ALIMENTAT ION IRREGULIER E DU PAPIER -BLOCAGE MOUVAISE QUALITE DE L ENROULME NT	2	1	2	4	. vérifiez la stabilité du support. Assurez-vous qu'il est solidement fixé à la machine.
-Poignée de réglage	-ajuster divers paramètres de la machine	- CASSEURE -USURE EXISSIVES - MOUVAISE FONCTION NEMNT DU MECANISM E DE REGLAGE	-MOUVAISE MANIPULAT ION - CONTRAINT ES EXISSIVES -DEFAUT DE FABRICATIO N	VISE UL	- DIFFICULTE A EFFECTUER LES REGLAGES -MOUVAISE STABILITE DU PROCESSEU SE -RISQUE DE BLESSEURE S	1	1	1	1	. Vérifiez qu'elle est correctement fixée et ne présente pas de jeu excessif.
-Couloir mobile	-diriger le papier	-BLOCAGE - MOUVAISE FONCTION NEMNT DE GLISSIERE S -USURE DES COMPOSEN T MOBILE	- ACCUMULA TION DE SALTEE -USURE -MOUVAISE AJUSTEMEN T FINALE	VISE UL	-MOUVAISE POSITINMEN T DE MATERIAU - INSTABILIT E DE PROCESSUS E	3	2	2	1 2	. Vérifiez l'alignemen t et la mobilité du couloir mobile. Assurez-vous qu'il se déplace librement et sans heurts.

## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC

-Poignée de blocage	-assure la stabilité et la sécurité des composants mobiles	- CASSEURE - MOUVAISE FONCTIONNEMENT DE MECANISME DE BLOCAGE	-MOUVAISE MANIPULATION - CONTRAINTES EXCESSIVES -DEFAUT DE FABRICATION	VISUEL	-PERT DE STABILITE -RISQUE DE MOUVEMENT INDESIRABLE	2	1	2	4	. Assurez-vous que la poignée de blocage fonctionne correctement et qu'elle maintient les
-TABLE DE RECEPTION	offre un espace stable et plat pour les produits finis.	- déformation -usure -mauvais ajustement	-contraintes excessives -usure	visuel	-visuel -sonore	2	1	2	4	-Vérifiez la stabilité de la table de réception. - Assurez-vous qu'elle ne vacille pas et qu'elle peut supporter le poids des produits enroulés.

## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC

**Tableau IV.6 : Bloc réducteur de moletage**

<i>Socothyd</i>		<b>Analyse des Modes de Défaillance, des Effets et de leur Criticité / AMDEC</b>								
<b>Système BAC MACHINE A</b>		<b>ENROULER (Machine MABOTEX)</b>								
<i>Code : N° 90/10-05-468</i>										
Eléments	Fonction principale	Modes défaillances	Causes	Mod es de Détec tions	Effets	Criticité				Actions correcti ves
						F	N	G	C	
-Réducteur	-réduire la vitesse de rotation	-USURE EXCESSIVE DES ENGRENAGES  - MOUVAISE FONCTIONNEMENT DU MECANISME DE REDUCTION	- CONTRAINTE EXCESSIVES MANQUE DE LUBRIFICATION	- VISE UL	-PERT DE PUISSANCE  -VIBRATION  -MOUVAISE QUALITE DE L'ENROULMENT	2	1	1	2	- Respectez le calendrier de lubrification recommandé par le fabricant
-Molette mobile	Soudage du papier compresses	-USURE EXCESSIVES  - MOUVAISE AJUSTEMENT  - DEFORMATION	-CONTRAINE EXCESSIVES  -USURE  -DEFAUT DE FABRICATION	- VISE UL	MOUVAISE REGLAGE  - INSTABILITE DE PROCESSUS- MOUVAISE QUALITE DE L'ENROULMENT	3	2	2	1 2	Inspectez l'usure des dents des molettes.  - Remplacez-les si elles sont émoussées ou endommagées.
-Molette FIXE	-Soudage du papier compressé	-USURE EXCESSIVES  - MOUVAISE AJUSTEMENT  - DEFORMATION	-CONTRAINE EXCESSIVES  -USURE  -DEFAUT DE FAB	VISE UL	-MOUVAISE REGLAGE  - INSTABILITE DE PROCESSUS  -MOUVAISE QUALITE DE L'ENROULMENT	3	2	2	1 2	Inspectez l'usure des dents des molettes.  - Remplacez-les si elles sont émoussées ou endommagées.

## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC

-Le guide presseur	-assure un alignement précis du matériau	-USURE EXCESSIVES - MOUVAISE ALIGNEMENT -BLOCAGE	- CONTRAINTE EXCESSIVE -DEFAUT DE FABRICATION	- VISE UL	-MOUVAISE PRESSION -MOUVAISE GUIDAGE DE MATIEUX -MOUVAISE QUALITE DE L ENROULEMENT	1	1	1	1	Vérifiez l'alignement et l'état du guide presseur. Réajustez ou remplacez-le si nécessaire.
-Poignée de réglage	-ajuster divers paramètres de la machine	-cassure -usure excessive -mauvaise fonctionnement	-mauvais manipulation -défauts de fabrication	visuel	-difficulté a effectué réglage -mauvais stabilité de processus	1	2	1	2	- Assurez-vous que la poignée de réglage est fonctionnelle et permet un ajustement précis selon les besoins.
-Ressort	-appliquer une pression constante	- CASSEURES -PERT DE TENSION -USURE	-CONTRAINTE EXCESSIVES -FATIGUE -DEFAUT DE FABRICATION	VISE UL	-PERT DE FONCTIONNALITE -MOUVAISE POSITIONEMENT	2	1	1	2	- Vérifiez l'état du ressort. Remplacez-le s'il est déformé ou affaibli.
-Couloir d'évacuation	-guide les produits finis ou les déchets vers la sortie de la machine	-BLOCAGE - MOUVAISE ALIGNEMENT	- ACCUMULATION DE SALETE -USURE -MOUVAISE REGLAGE INITIAL	VISE UL	- ACCUMULATION DE MATERIEAU -MOUVAISE EVACUATION -RISQUE DE BLOCAGE	1	1	1	1	-Vérifiez l'alignement et l'état du couloir d'évacuation. Réajustez ou remplacez-le si nécessaire.

## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC

---

### IV.4. Synthèse et analyse

Pour la hiérarchisation des défaillances selon leurs criticités, nous utilisons le tableau des actions correctives, cette hiérarchisation de modes de défaillances nous a permis de faire le bilan des propositions d'actions

Pour réduire les risques identifiés dans l'analyse AMDEC de la machine BAC à enrouler, voici des solutions pour les modes de défaillance de 2 pièces que à une criticité élevé

#### 1. Relais de puissance 380V (Criticité = 24) :

- Mode de défaillance :
- Bobine du relais endommagée et mauvaise connexion électrique.
- Solutions proposées :
- Vérifier régulièrement l'état de la bobine pour détecter toute détérioration précoce.
- Assurer une installation soignée et sécurisée des connexions électriques pour éviter les mauvais contacts.
- Utiliser des relais de qualité industrielle avec des spécifications adaptées à l'environnement de la machine.

#### 2. Contacteur de montage (Criticité = 16):

- Mode de défaillance :
- Déformation mécanique du contacteur et mauvaise connexion électrique.
- Solutions proposées :
- Inspecter périodiquement les contacteurs pour détecter toute déformation ou usure précoce.

## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC

### IV.4 .2 .Actions correctives pour L'Ensemble déroulage:

Table IV.7:Actions correctives pour L'Ensemble déroulage:

Niveau de criticité	Eléments	Actions à engager
Criticité entre $1 \leq C < 8$ Criticité négligeable	-Support de rouleau de gaze -Mandrin -Axe porte bobine -Le rouleau balance -roués a main de réglage -Couloir de pliage -Contre pois	-Aucune modification de conception -Maintenance corrective
Criticité entre $10 \leq C < 18$ Criticité moyenne	Rouleau arrière	-Amélioration des performances de l'élément -Maintenance préventive systématique
Criticité entre $20 \leq C < 36$ Criticité élevée		-Révision de la conception des sous-ensembles et choix des éléments pour surveillance particulière -Maintenance préventive conditionnelle
Criticité entre $36 \leq C < 100$ Criticité interdite		-Remise en cause complète de la conception

Dans cet ensemble, on a la majorité des criticités faibles ce qui veut dire qu'ils nécessitent une maintenance corrective, sauf le Rouleau arrière qui ont une criticité moyenne, donc il nécessitent une maintenance préventive systématique.

## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC

### IV.4.1. Actions proposé correctives et préventive pour le sous-ensemble armoire électrique

**Table IV.9:Actions proposé correctives et préventive pour le sous-ensemble armoire électrique**

Niveau de criticité	Eléments	Actions à engager
Criticité entre $1 \leq C < 8$ Criticité négligeable	-Bouton poussoir - Relais arrêt d'urgence - Disjoncteur moletage -Disjoncteur moteur -Variateur 0.75KW -Moteur moletage OE22572-4G -Commutateur	-Aucune modification de conception -Maintenance corrective
Criticité entre $10 \leq C < 18$ Criticité moyenne	-Compteur d'impulsion -Contacteur moletage -Alimentation 24V -5A	-Amélioration des performances de l'élément -Maintenance préventive systématique
Criticité entre $20 \leq C < 36$ Criticité élevée	-Relais puissance 380V -	-Révision de la conception des sous-ensembles et choix des éléments pour surveillance particulière -changement de pièce chaque 3 mois
Criticité entre $36 \leq C < 100$ Criticité interdite		-Remise en cause complète de la conception

Dans ce sous ensemble, on voit que la criticité de Bouton poussoir et Relais arrêt d'urgence et Disjoncteur moletage et Disjoncteur moteur et Variateur 0.75KW et Moteur moletage OE22572-4G et-Commutateur faible, ce qui veut dire qu'ils nécessitent une maintenance corrective. Pour le Compteur d'impulsion et Contacteur moletage leurs criticités est moyennes et Alimentation 24V -5A, donc ils nécessitent une maintenance préventive systématique

## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC

Les Relais puissance 380V ont une criticité élevée donc :

-Un contrôle périodique des connexions électriques

### IV.4. 3 .Actions correctives pour ensemble Motorisation rouleaux et d'enroulage

**Table IV.10:Actions correctives pour ensemble Motorisation rouleaux et d'enroulage**

Niveau de criticité	Eléments	Actions à engager
Criticité entre $1 \leq C < 8$ Criticité négligeable	-Embrayage -Poignée d'embrayage -Des roues d'entraînement	-Aucune modification de conception -Maintenance corrective
Criticité entre $10 \leq C < 18$ Criticité moyenne	- Ensemble des engrenages	-Amélioration des performances de l'élément -Maintenance préventive systématique
Criticité entre $20 \leq C < 36$ Criticité élevée		-Révision de la conception des sous-ensembles et choix des éléments pour surveillance particulière -Maintenance préventive conditionnelle
Criticité entre $36 \leq C < 100$ Criticité interdite		-Remise en cause complète de la conception

Dans ce ensemble, nous constatons que la criticité d'Embrayage et le Poignée d'embrayage et les roues d'entraînement est faible donc ils ont nécessitent une maintenance corrective, et pour l'Ensemble des engrenages nous constatons que leur criticité est moyenne donc elle nécessite une maintenance préventive systématique.

## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC

### IV.4. 4. Actions correctives pour L'Ensemble boudinage

Table IV.11: Actions correctives pour L'Ensemble boudinage

Niveau de criticité	Eléments	Actions à engager
Criticité entre $1 \leq C < 8$ Criticité négligeable	-Couloire de réglage -Poignée de couloire -Rouleau supérieur de pression -Rouleau de garniture caoutchouc -Rouleau de garniture verte -Lever de rouleau supérieur	-Aucune modification de conception -Maintenance corrective
Criticité entre $10 \leq C < 18$ Criticité moyenne		-Amélioration des performances de l'élément -Maintenance préventive systématique
Criticité entre $20 \leq C < 36$ Criticité élevée		-Révision de la conception des sous-ensembles et choix des éléments pour surveillance particulière -Maintenance préventive conditionnelle
Criticité entre $36 \leq C < 100$ Criticité interdite		-Remise en cause complète de la conception

D'après ce tableau, nous constatons que ces organes ont besoin seulement d'une maintenance corrective.

### IV.4. 5. Actions correctives pour ensemble Coupe et injection

**Table IV.12: Actions correctives pour ensemble Coupe et injection**

Niveau de criticité	Eléments	Actions à engager
Criticité entre $1 \leq C < 8$ Criticité négligeable	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Lame droite de coupe supérieure</li> <li>-Lame droite de coupe inférieure</li> <li>-Le support de fixation</li> <li>- La cornier support de lame</li> <li>-La barre d'éjection</li> <li>-Levier d'éjection</li> <li>-Couloire presseur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aucune modification de conception</li> <li>-Maintenance corrective</li> </ul>
Criticité entre $10 \leq C < 18$ Criticité moyenne		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Amélioration des performances de l'élément</li> <li>-Maintenance préventive systématique</li> </ul>
Criticité entre $20 \leq C < 36$ Criticité élevée		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Révision de la conception des sous-ensembles et choix des éléments pour surveillance particulière</li> <li>-Maintenance préventive conditionnelle</li> </ul>
Criticité entre $36 \leq C < 100$ Criticité interdite		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Remise en cause complète de la conception</li> </ul>

D'après ce tableau, nous constatons que ces organes ont besoin seulement d'une maintenance corrective.

**IV.4. 6. Actions correctives pour ensemble : Dérouleur de papier**

**Table IV.13:Actions correctives pour ensemble : Dérouleur de papier**

Niveau de criticité	Eléments	Actions à engager
Criticité entre $1 \leq C < 8$ Criticité négligeable	-Support dévidoir du papier - Poignée de réglage -Poignée de blocage -Table de réception	-Aucune modification de conception -Maintenance corrective
Criticité entre $10 \leq C < 18$ Criticité moyenne	-Couloir mobile	-Amélioration des performances de l'élément -Maintenance préventive systématique
Criticité entre $20 \leq C < 36$ Criticité élevée		-Révision de la conception des sous-ensembles et choix des éléments pour surveillance particulière -Maintenance préventive conditionnelle
Criticité entre $36 \leq C < 100$ Criticité interdite		-Remise en cause complète de la conception

D'après ce tableau, nous constatons que ces éléments ont besoin seulement d'une maintenance corrective. Sauf le Couloir mobile qui a une criticité moyenne donc il nécessite seulement une maintenance préventive.

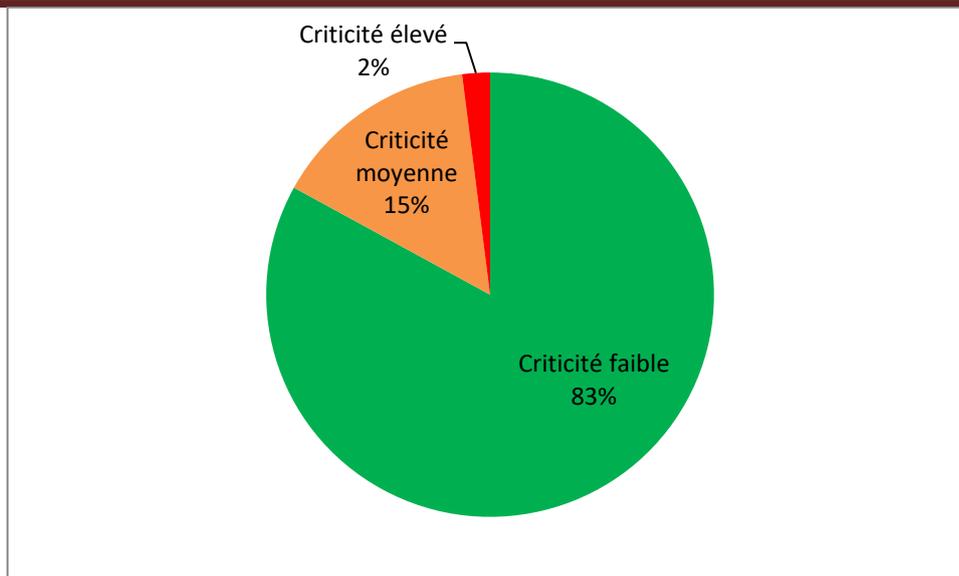
## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC

### IV.4. 7. Actions correctives pour ensemble : Bloc réducteur de moletage

**Table IV.14:Actions correctives pour ensemble : Bloc réducteur de moletage**

Niveau de criticité	Eléments	Actions à engager
<p style="text-align: center;">Criticité entre <math>1 \leq C &lt; 8</math> Criticité négligeable</p>	<p style="text-align: center;">Réducteur -Le guide presseur -Poignée de réglage -Ressort -Couloir d'évacuation</p>	<p style="text-align: center;">-Aucune modification de conception -Maintenance corrective</p>
<p style="text-align: center;">Criticité entre <math>10 \leq C &lt; 18</math> Criticité moyenne</p>	<p style="text-align: center;">-Molette mobile -Molette fixe</p>	<p style="text-align: center;">-Amélioration des performances de l'élément -Maintenance préventive systématique</p>
<p style="text-align: center;">Criticité entre <math>20 \leq C &lt; 36</math> Criticité élevée</p>		<p style="text-align: center;">-Révision de la conception des sous-ensembles et choix des éléments pour surveillance particulière -Maintenance préventive conditionnelle</p>
<p style="text-align: center;">Criticité entre <math>36 \leq C &lt; 100</math> Criticité interdite</p>		<p style="text-align: center;">-Remise en cause complète de la conception</p>

D'après ce tableau, nous constatons que les Molette mobile et Molette fixe a une criticité moyenne donc il nécessite seulement une maintenance préventive .et les autre éléments ont besoin seulement d'une maintenance corrective.



**Figure IV.1: Pourcentage des éléments critiques du BAC MACHINE A ENROULER MABOTEX selon la criticité**

### IV.5-Analyse de la criticité avec PARETO :

Nous présentons pour la machine bac a enrouler une classification des éléments selon leur criticité à l'aide de l'analyse PARETO

Le **Tableau** représente la criticité de l'ensemble des éléments classés en ordre décroissant :

**Table IV.15: tableau de cumul (PARETO)**

Eléments	Criticité	Cumul	Cumul %
-Relais puissance 380V	24	24	10%
-Contacteur moletage	16	40	16%
-Compteur d'impulsion	12	52	21%
-Rouleau arrière	12	64	26%
-Ensemble des engrenages	12	76	30%
-Couloir mobile	12	88	35%
-Molette mobile	12	100	40%
-Molette fixe	12	112	45%

## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC

-Alimentation 24V -5A	12	124	50%
-Moteur moletage OE22572-4G	9	133	53%
-Bouton poussoir	8	141	56%
-Commutateur	8	149	60%
- Relais arrêt d'urgence	8	157	63%
- Disjoncteur moletage	8	165	66%
-Disjoncteur moteur	8	173	69%
-Variateur 0.75KW	6	179	72%
Embrayage	4	183	73%
-Poignée d'embrayage	4	187	75%
Rouleau de garniture caoutchouc	4	191	76%
-Rouleau de garniture verte	4	195	78%
-Lever de rouleau supérieur	4	199	80%
-Lever d'éjection	4	203	81%
-Support dévidoir du papier	4	207	83%
-Poignée de blocage	4	211	84%
-Table de réception	4	215	86%

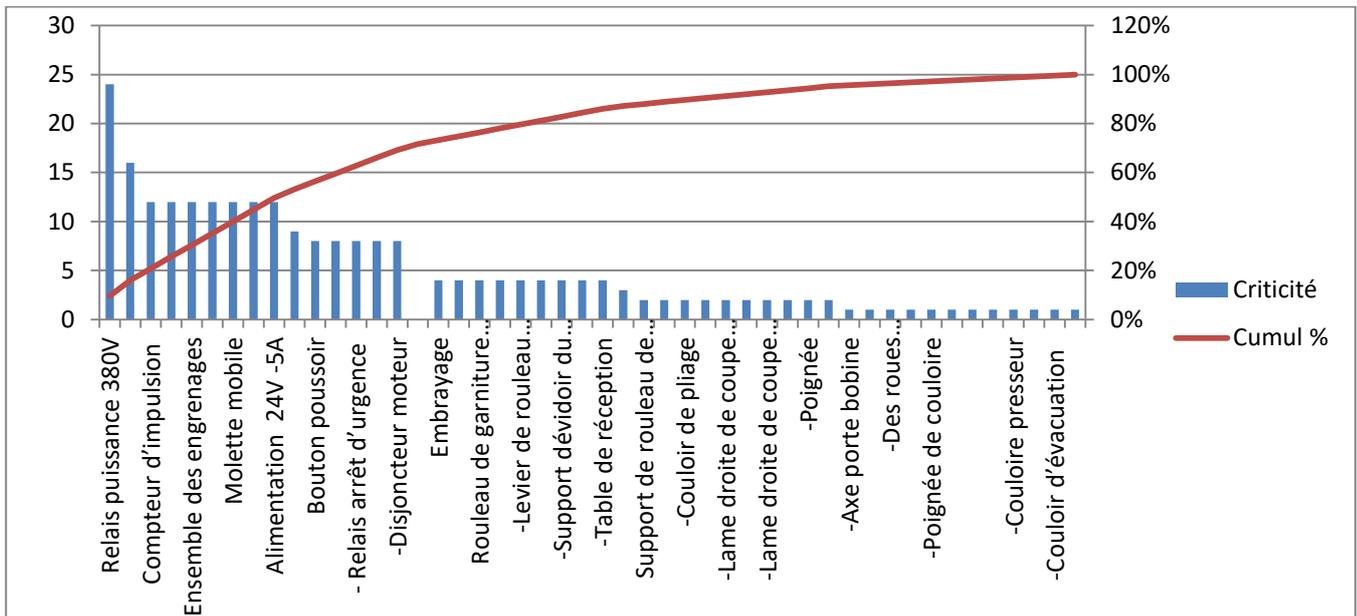
## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC

-roués a main de réglage	3	218	87%
-Support de rouleau de gaze	2	220	88%
-Mandrin	2	222	89%
-Couloir de pliage	2	224	90%
-Contre pois	2	226	90%
-Lame droite de coupe supérieure	2	228	91%
-Le support de fixation	2	230	92%
-Lame droite de coupe inférieure	2	232	93%
-Réducteur	2	234	94%
-Poignée	2	236	94%
-Ressort	2	238	95%
-Axe porte bobine	1	239	96%
-Le rouleau balance	1	240	96%
-Des roues d'entraînement	1	241	96%
-Couloire de réglage	1	242	97%
-Poignée de couloire	1	243	97%
-Rouleau supérieur de pression	1	244	98%
- La cornier support de lame	1	245	98%
-La barre d'éjection	1	246	98%
-Couloire presseur	1	247	99%

## Chapitre IV : Application de la méthode AMDEC

-Poignée de réglage	1	248	99%
-Coulouir d'évacuation	1	249	100%
-Le guide presseur	1	250	100%
-totale	244		

Le schéma de la Figure représente le diagramme de Pareto des éléments critiques de BAC MACHINE A ENROULE



**Figure IV.2:diagramme de Pareto des éléments critiques**

D'après les résultats de l'analyse Pareto, pour une intervention immédiate et efficace, il est recommandé de se concentrer sur les 15 premiers éléments de la liste, car ils ont le plus grand impact sur les problèmes identifiés.

### IV.6 Plan d'actions préventives (Plan de maintenance préventif) :

Nous avons présenté un plan de maintenance préventive pour les équipements ayant une criticité  $\geq 12$ .

Table IV.16: Plan de maintenance

Système	Equipement	C	Opérations à effectuer	Périodicité						Exécutant
				J	H	M	T	S	A	
<b>BAC MACHINE A ENROULER</b> <b>N° 90/10-05-468</b>	Compteur d'impulsion	12	Vérification de l'exactitude des impulsions enregistrée							TMP
			Calibrer le compteur pour assurer l'exactitude des mesures.							op
			Vérifier et remplacer les capteurs si nécessaire.							TMP
			Nettoyer les capteurs pour garantir une lecture précise							OP
	-Contacteur moletage	16	Vérifier l'usure des contacts et les remplacer si nécessaire.							OP
			Lubrifier les parties mobiles du contacteur.							TMP
			Tester le contacteur pour garantir son bon fonctionnement.							TMP
										TMP

Système	Equipement	C	Opérations à effectuer	Périodicité						Exécutant
				é						
				J	H	M	T	S	A	
<b>BAC MACHINE A ENROULER</b> <b>N° 90/10-05-468</b>	Alimentation 24V -5A	12	Vérification de la stabilité de l'alimentation électrique							TMP
			. Vérifier la stabilité de la tension de sortie.							TMP
			Inspecter les connexions électriques pour s'assurer qu'elles sont sécurisées.							TMP
			Vérifier le courant de sortie pour garantir qu'il est conforme aux spécifications.							TMP
	- Ensemble des engrenages	12	Lubrification et inspection de l'usure des engrenages.							TMP
			Inspecter les dents des engrenages pour détecter tout signe d'usure ou de dommage.							TMP
			Remplacer les engrenages défectueux ou usés.							TMP





## **Conclusion générale :**

Au cours de ce mémoire on a pu connaître la structure et les caractéristiques de machine bac / a enrouler, On peut donc affirmer que notre machine est toujours un produit d'avenir, d'autant que les performances de la machine bac/ a enrouler s'améliorent constamment dans les domaines du rendement et de la fiabilité.

L'application de la méthode AMDEC nous a permis de classer les défaillances selon leurs criticités et diagnostiquer la nature et la gravité des pannes qui surviennent et appliquer les actions correctives à chaque degré de criticité et ainsi élaborer un plan de maintenance préventive dans le but de maintenir les équipements en bon état de marche. Le stage que nous avons entrepris au niveau de l'Entreprise National Industrielle des Socothyd a été très bénéfique sur plusieurs plans que ça soit en travail d'équipe en connaissances pratiques et de développer notre savoir-faire sur la maintenance industrielle et d'apporter notre modeste contribution sur les opérations de maintenance et aussi de nous préparer au monde du travail en milieu industriel.

## Bibliographie :

- [1] file:///C:/Users/INFO%20PLUS/Downloads/Chap1%20fonctionnement%20de%20la%20maintenance.pdf
- [2] [https://www.researchgate.net/publication/279922215\\_Generation\\_d'indicateurs\\_de\\_maintenance\\_par\\_une\\_approche\\_semi-parametrique\\_et\\_par\\_une\\_approche\\_markovienne](https://www.researchgate.net/publication/279922215_Generation_d'indicateurs_de_maintenance_par_une_approche_semi-parametrique_et_par_une_approche_markovienne)
- [3] Norme AFNOR FD X 60-000, << Maintenance industrielle – fonction maintenance >>. Edition afnor. Paris. [www.afnor.fr](http://www.afnor.fr) . Mai 2002
- [4] V. Zille << Modélisation et évolution des stratégies de maintenance complexes sur des systèmes multi-composants >>. Thèse de doctorat. Université de technologie de Troyes-Institute Charles Delaunay, janvier 2009
- [5] G.Mathieu << Modélisation des coûts de cycle de vie : présentation des coûts de la maintenance et de fiabilité, application à l'aéronautique >>. Thèse de Doctorat. L'école centrale de Lyon, janvier 2005
- [6] INGEXPERT « Conseil, Accompagnement du Management de la Maintenance Industrielle, tertiaire, BTP, transport et biomédicale, Fiabilisation des équipements » [www.ingexpert.com](http://www.ingexpert.com) – 17 F bd Jean Duplessis 13014 Marseille, Ed 2008.
- [7] B. Meryem « AMDEC appliquée à la STEP d'Ain El Houtz » thème de master, université du Tlemcen, département d'Hydraulique, 2014/2015.
- [8] F. Monchy « Maintenance, Méthodes et organisation » Edition DUNOD, Coll. L'usine Nouvelle série gestion industrielle (2eme édition), Paris, 2003.
- [9] B.DANIEL, C. HAZARD. Guide de maintenance. ISBN (2-09-181580-2). Paris.Nathan.1987.
- [10] <https://docplayer.fr/35154594-Cours-de-strategie-de-maintenance.html>
- [11] Rezgui Imene, cour maintenance industriel univ-ouargla 2017
- [12] <http://chaqual.free.fr/outils/amdec/histoireamdec.html>
- [13] <https://qualite.ooreka.fr/comprendre/amdec>
- [14] ABDI Adil, Optimisation de la fonction maintenance par la méthode AMDEC, Mémoire fin d'étude, université aboubakr Belkaid, Tlemcen.
- [15] <http://www.qualiteonline.com/question-44-quel-est-l-objectif-d-une-amdec.html>
- [16] Anas Solhy Mohamed Amine Boulazaib, « Amélioration de la fiabilité des engins miniers » édition universitaire européennes.
- [17] Management de la maintenance industrielle par l'ingénieur d'état CHAFAI Mahfoud.

[18] file:///C:/Users/INFO%20PLUS/Downloads/m%C3%A9moire%20de%20fin%20d%C3%A9tudes%20(1). pdf

[19] file:///C:/Users/INFO%20PLUS/Downloads/scribd.vpdfs.com\_memoire-de-fin-d-x27-etudes-pdf.pdf

[20]file:///C:/Users/INFO%20PLUS/Downloads/Telegram%20Desktop/rapport%20de%20stage.pdf

[21] file:///C:/Users/INFO%20PLUS/Downloads/Telegram%20Desktop/socothyde%20memoire.pdf

[22] Référence interne.

[23]file:///C:/Users/INFO%20PLUS/Downloads/Telegram%20Desktop/1679233696321\_NOTICE\_BAC- 468.pdf