

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Ibn Khaldoun de Tiaret  
Faculté des Sciences Appliquées  
Département de Génie Mécanique



## MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du Diplôme de **Master**

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : Electromécanique

Spécialité : Maintenance Industrielle

**Thème**

**AMDEC MACHINE SOUDEUSE G45 UNITE SOTREFIT DE  
TIARET**

Préparé par :

- *NAIMI Sofiane*
- *HADJ-KOUIDER Ali Redha*

M. AISSAT SAHRAOUI	Maître de Conférences "A"(Univ. Ibn Khaldoun)	Président
M. BEKKOUCHE BEKKEY	Maître de Conférences "MAA"(Univ. Ibn Khaldoun)	Examineur
M.BEY MOHAMED	Maître de Conférences "MAB" (Univ. Ibn Khaldoun)	Examineur
M.GUEMMOUR Mohamed Boutkhil	Maître de Conférences "MCB" (Univ. Ibn Khaldoun)	Encadreur

Soutenu publiquement le : 09/2020, devant le jury composé de :

Année universitaire : 2019 - 2020

# *Dédicaces*

On dédie ce travail, comme preuve de respect, de gratitude, et de reconnaissance  
à :

Nos familles, pour leur affection, leur patience et leurs prières.

Nos meilleurs amis pour leur aide, leur temps, leur encouragement, leur  
assistance et soutien.

Nos enseignants et notre encadrant, qui nous ont aidé à améliorer nos  
connaissances en nous donnant informations et conseils.

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

*Merci infiniment.*

# *Remerciements*

*L*a réalisation de ce mémoire n'a été possible que grâce au concours de plusieurs personnes à qui nous voudrions témoigner notre reconnaissance.

Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance à notre encadrant

Monsieur GUEMOUR Mohamed, nous le remercions de nous avoir encadré, orienter, aidé et conseiller.

Nous lui adressons toute notre gratitude pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils.

Nos vifs remerciements vont également à Messieurs les professeurs du département génie mécanique qui ont participé à notre formation au sein de la faculté des sciences et technologies de l'université « IBN KHALDOUN », et qui ont fait tous leurs efforts pour nous assurer une bonne intégration dans le domaine de la mécanique.

Nous remercions particulièrement nos deux familles, pour leur soutien inconditionnel et leur encouragement.

Enfin nous souhaitons remercier vivement et sans exception, tous les cadres et le personnel de la société SOTREFIT-Tiaret d'avoir pris le temps de nous accompagner durant notre présence au sein de l'entreprise.

## Liste des figures

Fig 1.1. Différents axes de la qualité.....	04
Fig 1.2. Composantes de la qualité.....	06
Fig 2.1. Organigramme de l'entreprise SOTREFIT.....	20
Fig 2.2. Treillis soudé: (a) en rouleaux; (b) en panneau ou en plaque.....	22
Fig 2.3. Ligne de fabrication du treillis soudé SOTREFIT.....	22
Fig 2.4. Dévidoirs pour fils de chaîne.....	23
Fig 2.5. Dispositif d'avance des fils.....	23
Fig 2.6. Dispositif de dressage des fils.....	24
Fig 2.7. Dévidoir de fil de trame.....	24
Fig 2.8. Soudeuse de treillis EVG G45.....	25
Fig 2.9. Cisaille.....	26
Fig 2.10. Dispositif retourneur-empileur.....	27
Fig 2.11. Dispositif enrouleur de treillis soudé.....	27
Fig 3.1. Décomposition Fonctionnelle .....	32
Fig 3.2. Découpage fonctionnel de la soudeuse G 45.....	33
Fig 3.3. Identification des fonctions des sous-ensemble.....	34
Fig 3.4. Identification des fonctions des éléments .....	34
Fig 3.5. Diagramme Ishikawa.....	39
Fig 3.6. Estimation de la criticité .....	45
Fig 3.7. Proposition d'actions correctives .....	56
Fig 3.8. Hiérarchisation des défaillances.....	65

## Liste des tableaux

Tableau 1.1. Qualité en maintenance.....	08
Tableau 2.1. fiche technique de SOTREFIT.....	16
Tableau 2.2. Gammes de produits SOTREFIT.....	18
Tableau 3.1. Etablissement du planning.....	30
Tableau 3.2. Identification des modes de défaillances.....	35
Tableau 3.3. Recherche des causes.....	37
Tableau 3.4. Recherche des effets.....	40
Tableau 3.5. Recensement des détections.....	42
Tableau 3.6. Estimation de la criticité.....	45
Tableau 3.7. Evaluation des critères de cotation.....	46
Tableau 3.8. Calcul de la criticité .....	51
Tableau 3.9. Calcul de criticité .....	51
Tableau 3.10. Les actions correctives.....	57
Tableau 3.11. Les actions correctives .....	57
Tableau 3.12. Hiérarchisation des défaillances .....	64

## Sommaire

<b>Introduction générale.....</b>	<b>02</b>
<b>Chapitre I : La qualité en maintenance</b>	
<b>1.1. Introduction .....</b>	<b>04</b>
<b>1.2. Notion de qualité .....</b>	<b>05</b>
1.2.1. Définitions .....	05
1.2.2. Composantes de la qualité .....	05
<b>1.3. Les référentiels .....</b>	<b>06</b>
1.3.1. Référentiel de management de la qualité ISO 9001 .....	06
1.3.2. Référentiel de management environnemental ISO 14000.....	07
1.3.3. Référentiels de management de la sécurité OHSAS 18001.....	07
<b>1.4. Démarches, Méthodes et outils pour la qualité en maintenance.....</b>	<b>07</b>
<b>1.4.1. Démarches de management de la qualité en maintenance.....</b>	<b>08</b>
1.4.1.1. Démarche TPM .....	08
1.4.1.2. Démarche des 5 S .....	08
1.4.1.3. Démarche Kaizen .....	08
<b>1.4.2. Méthodes de management de la qualité en maintenance.....</b>	<b>09</b>
1.4.2.1. Méthode PDCA .....	09
1.4.2.2. RCM / MBF .....	09
1.4.2.3. Kanban .....	09
1.4.2.4. Hoshin .....	09
1.4.2.5. Benchmarking .....	10
<b>1.4.3. Outils de management de la qualité en maintenance.....</b>	<b>10</b>
1.4.3.1. Outil des 5M (Diagramme d'Ishikawa) .....	10

1.4.3.2. QQQQCCP .....	10
1.4.3.3. Diagramme de Pareto ou analyse ABC .....	10
1.4.3.4. AMDEC (Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité).....	10
1.4.3.5. Brainstorming .....	10
1.4.3.6. Meride .....	11
<b>1.5. Outil amdec .....</b>	<b>11</b>
1.5.1. Définition .....	11
1.5.2. Historique .....	11
1.5.3. Avantages et inconvénients .....	12
1.5.4. Différents types d'AMDEC .....	12
<b>1.6. AMDEC MACHINE .....</b>	<b>12</b>
1.6.1. Définition .....	12
1.6.2. Principe de base de l'AMDEC machine .....	13
1.6.3. Objectifs .....	13
1.6.4. But .....	13
1.6.5. Etapes de l'AMDEC machine .....	14
 <b>Chapitre II : Présentation de l'entreprise et de la soudeuse G45</b>	
2.1. Présentation de l'entreprise .....	16
2.1.1. Historique .....	16
2.1.2. Présentation de SOTREFIT .....	16
2.1.2.1. Identification .....	16
2.1.2.2. Infrastructure .....	17
2.1.2.3. Gamme de produit .....	18
2.2. Structurel organisationnelle .....	19

2.2.1. Organigramme structurel .....	19
2.2.2. Fonctions Principales .....	20
2.3. Ligne de fabrication du trilleillis soudé .....	22
2.3.1. Le treillis soudé .....	22
2.3.2. Composantes d'une ligne de fabrication du treillis soudé .....	22
2.3.2.1. Dévidoir .....	23
2.3.2.2. Dispositif d'avance de fils de chaine (Cabestan) .....	23
2.3.2.3. Dispositif de dressage des fils .....	24
2.3.2.4. Dévidoir de fil de trame .....	24
2.3.2.5. Soudeuse EVG G45 .....	25
2.3.2.6. Cisaille .....	26
2.3.2.7. Retourneur-empileur .....	27
2.3.2.8. Enrouleur .....	27

### **Chapitre III : Etude de cas**

<b>3.1. Etape 01 : Initialisation</b> .....	29
3.1.1. Définition du système à étudier .....	29
3.1.2. Définition de la phase de fonctionnement .....	29
3.1.3. Définition des objectifs à atteindre .....	29
3.1.4. Constitution du groupe de travail .....	30
3.1.5. Etablissement du planning .....	30
3.1.6. Mise au point des supports de l'étude .....	31
<b>3.2. Etape 02 : Décomposition Fonctionnelle</b> .....	32
3.2.1. Découpage du système .....	32
3.2.1.1. Découpage fonctionnel de la soudeuse G 45 .....	33
3.2.2. Identification des fonctions des sous –ensemble .....	34

3.2.3. Identification des fonctions des éléments .....	34
<b>3.3. Etape 03: Analyse AMDEC .....</b>	<b>35</b>
3.3.1. Analyse des mécanismes de défaillance .....	35
3.3.1.1. Identification des modes de défaillances .....	35
3.3.1.2. Recherche des causes .....	37
3.3.1.3. Recherche des effets .....	40
3.3.1.4. Recensement des détections .....	41
3.3.2. Evaluation de la criticité .....	44
3.3.2.1. Estimation de la criticité .....	44
3.3.2.2. Evaluation des critères de cotation.....	46
3.3.2.3. Calcul de la criticité .....	51
3.3.3. Proposition d'actions correctives .....	56
3.3.3.1. Les actions correctives .....	57
<b>3.4. Etape 04: Synthèses .....</b>	<b>63</b>
3.4.1. Hiérarchisation des défaillances .....	64
3.4.2. Liste des points critiques.....	65
3.4.3. Liste des recommandations.....	65
<b>Conclusion Générale.....</b>	<b>67</b>

Introduction

Générale

Le présent travail s'intègre dans un contexte technologique, en relation avec le secteur de l'industrie mécanique et plus particulièrement celui de la transformation des produits longs sidérurgiques. L'outil de production dédié à ce type de travail est composé essentiellement de lignes de transformation du fil tréfilé en acier doux pour obtenir des produits tels que les fils tréfilés clairs ou recuits, des fils galvanisés, des fils cuivrés et des treillis soudés différents types.

Etant donné que le treillis soudé est le produit phare de l'entreprise, une attention particulière est donnée à sa ligne de fabrication.

La fonction maintenance ayant pour mission de maintenir cet outil de production, elle doit être apte à offrir aux différents ateliers de production une qualité de service dont le résultat permet d'atteindre les attentes et les objectifs de l'entreprise. Ainsi, la qualité du service offert par la maintenance à son client qui est la production est tributaire de l'application d'un certain nombre de démarches de management, de méthodes et d'outils. Le problème traité dans notre travail porte sur la mise en œuvre de l'un des outils de qualité à savoir l'outil AMDEC machine appliqué à la soudeuse G45 faisant partie de la ligne de fabrication des treillis soudés.

Dans l'optique d'assurer la qualité du produit et d'améliorer le taux de disponibilité de la machine pour augmenter la productivité, notre objectif était d'analyser en profondeur les modes de défaillance de la soudeuse G45, à travers la constatation de leurs effets et la détermination de leurs causes ou origines pour pouvoir décider sur les actions à entreprendre et qui permettent d'optimiser les opérations de maintenance et surtout de les effectuer au bon moment. Pour concrétiser cet objectif, on a été conduit à effectuer un stage pratique au sein la société SOTREFIT (Société de tréfilage de Tiaret).

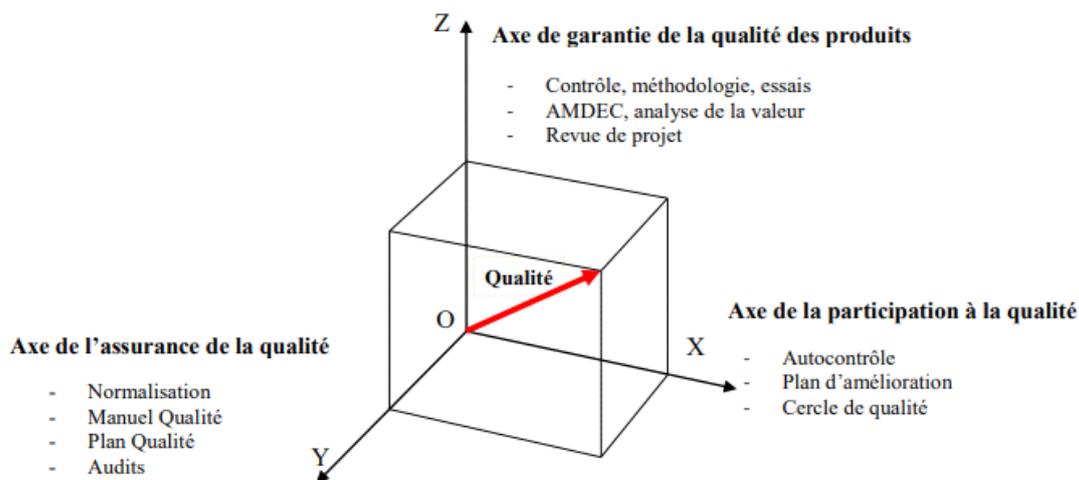
Pour ce faire, notre mémoire a été structuré en trois chapitres. Le premier chapitre est consacré à la qualité en maintenance et la méthode AMDEC en tant qu'outil de qualité et ses différentes étapes de mise en œuvre. Le deuxième chapitre a été consacré à l'entreprise d'accueil à travers la présentation de sa structure organisationnelle ainsi que celle du département de maintenance où s'est déroulé notre stage. Enfin le troisième chapitre est une étude de cas réservée à la mise en œuvre de l'AMDEC machine appliquée à la soudeuse G45 équipement central du procédé de fabrication des treillis soudés,



# Chapitre I

## 1.1- INTRODUCTION :

Tous les processus de l'entreprise sont concernés par le management de la qualité. Fréquemment, ces processus s'intéressent à la qualité quand l'entreprise conduit une démarche de certification ISO 9001. C'est à cet instant qu'ils commencent à être concernés. La politique qualité d'une entreprise quant à elle, a pour objectif de rechercher le coût unitaire de possession le plus bas possible. Cet objectif est atteint en minimisant les coûts d'achats, de consommation et de maintenance. D'autre part, la qualité peut se comparer également à un vecteur à trois composantes selon le modèle de Gigout (**figure 1.1**)



**Fig 1.1:** Différents axes de la qualité

Tout chef d'entreprise ne peut pas être insensible aux réclamations de ses clients car il sait qu'il y va de la pérennité de son entreprise. Il doit mettre en place un système qualité (organisation, procédures, moyens et processus) pour rendre opérationnel et efficace le management de la qualité qui concerne la maintenance également. Cependant, les responsables de la maintenance ont rarement une culture qualité, La maintenance et la qualité sont deux mondes dans l'entreprise ayant vécu en parallèle durant de longues années pendant lesquelles la qualité a été entièrement consacrée à la satisfaction de clients et souvent matérialisée par un manuel qualité et une certification ISO 9001.

La fonction maintenance a d'autant plus d'importance qu'il y a un fort couplage entre la qualité des moyens de production et la qualité des produits. Par exemple dans le domaine des industries de fabrication mécanique, le manque de capacité d'une machine d'usinage, conséquence d'un vieillissement mal maîtrisé par la fonction maintenance, peut entraîner l'obtention de pièces non conformes au cahier des charges, ce qui n'est pas le cas des installation de levage et de manutention

qui n'apportent aucune valeur ajoutée au produit. Ainsi associer la fonction maintenance et la qualité devient nécessaire sur plusieurs visions:

- La vision de la qualité de la prestation à travers tous les processus de maintenance
- La vision de la certification
- La vision des absolus de Crosby
- La vision des six Sigma

## 1.2- NOTION DE QUALITE [1]

### 1.2.1- Définitions

Actuellement, le terme qualité possède plusieurs significations :

- **Sens primitif** : C'est celui de la manière d'être. Il peut servir à désigner un ensemble de mots précis. Son usage est limité au cas où l'appréciation est favorable (beauté).
- **Sens classique** : Il définit l'ensemble des plus grandes qualités et sert à porter un jugement de valeur (La qualité de la vie désigne l'ensemble des conditions matérielles et morales qui favorisent l'épanouissement de l'être humain).
- **Sens commercial** : C'est le plus utilisé aujourd'hui. Il définit l'aptitude d'un produit ou d'un service à satisfaire un ensemble des besoins. Ce concept de qualité est associé à différents critères tels que les performances, la solidité, l'aspect...
- **Selon le dictionnaire Larousse** : "la qualité est l'ensemble des caractères, des propriétés qui font que quelque chose correspond bien ou mal à sa nature, à ce qu'on en attend".
- **Selon ISO 9000 version 2015** : "un produit ou service de qualité est un produit (ou service) dont les caractéristiques lui permettent de satisfaire les besoins exprimés ou implicites des consommateurs".

### 1.2.2- Composantes de la qualité

La qualité du produit ou du service dépend de nombreuses composantes. Si l'une ne donne pas satisfaction il y a automatiquement non-qualité avec toutes les conséquences qui peuvent en résulter.

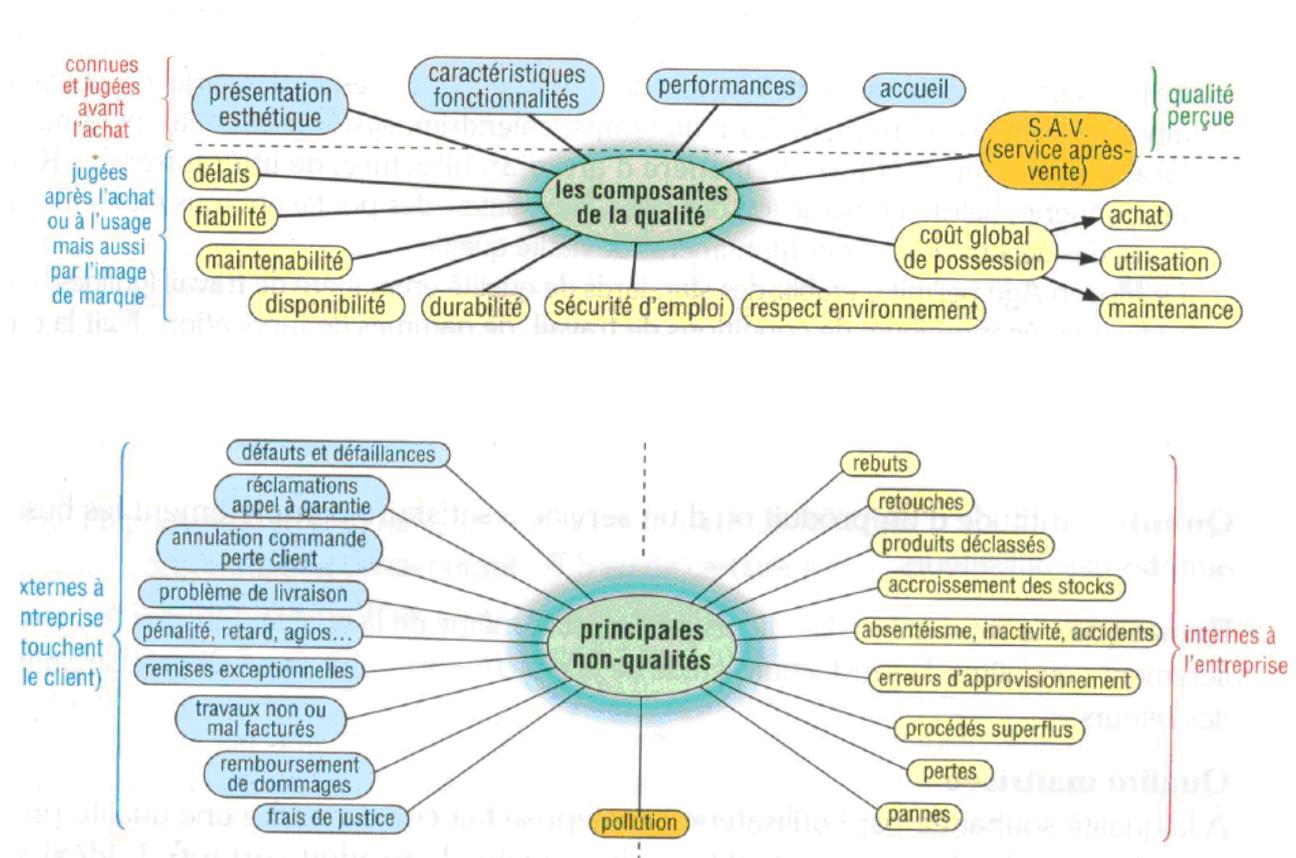


Fig 1.2 : Composantes de la qualité

## 1.2- LES REFERENTIELS [2]

Pour une entreprise qui est ou veut être engagée dans :

- la maîtrise de la qualité de ses produits ou des ses services,
- la maîtrise du développement durable,
- la maîtrise de la responsabilité sociale.

Pour ce faire, elle doit s'appuyer sur les référentiels des normes suivantes :

- **ISO 9001** pour le management de la qualité ;
- **ISO 14001** pour le management environnemental ;
- **OHSAS 18001** pour le management de la sécurité et de la santé au travail.

### 1.3.1- Référentiel de management de la qualité ISO 9001

Le référentiel de management de la qualité le plus connu est l'ISO 9001. Sa mise en oeuvre consiste à :

1. démontrer l'aptitude à fournir régulièrement un produit (et /ou un service) conforme aux exigences du client (Service de production) et aux exigences réglementaires applicables.

2. chercher à accroître la satisfaction du client par l'application efficace du référentiel, et en particulier mettre en œuvre un processus d'amélioration continue.

Pour l'entreprise, la maintenance est un point clé dans l'atteinte de ces finalités, car elle est pleinement concernée par toutes les exigences de ce référentiel.

### **1.3.2- Référentiel de management environnemental ISO 14000**

La norme **ISO 14000** est destinée à structurer le management environnemental de l'entreprise. Au regard de cette norme, l'entreprise doit optimiser l'intégration dans l'environnement de ses activités ou des services qu'elle délivre. Cela revient pour elle à :

- identifier et maîtriser l'impact environnemental de ses activités, produits ou services ;
- améliorer en permanence sa performance environnementale ;
- mettre en oeuvre une approche systématique pour définir des cibles et des objectifs environnementaux, les atteindre et démontrer qu'ils ont été atteints.

Le management environnemental peut également concerner la conception des produits et intégrer des outils techniques communs à la maintenance tels que l'analyse du cycle de vie.

### **1.3.3- Référentiels de management de la sécurité OHSAS 18001**

**L'OHSAS 18001** a été créé à l'initiative du British Standards Institution (BSI). Le second référentiel couramment utilisé en matière de sécurité est **PILO/OSH 2001** élaboré par le Bureau international du travail (BIT). Il s'agit d'un référentiel du management global de l'organisme en matière de santé et de sécurité au travail pour assurer une gestion de réduction des risques à un niveau « acceptable ».

## **1.4- DÉMARCHES, MÉTHODES ET OUTILS POUR LA QUALITE EN MAINTENANCE**

Il existe de très nombreux moyens de structurer la pensée en vue de faire évoluer l'activité de maintenance. Ceux-ci ont des implications plus ou moins importantes qui vont du ponctuel à la démarche de management d'amélioration continue. Bien que l'application de tous ces moyens d'amélioration continue soit variable, nous vous proposons le classement suivant (**Tableau 1.1**).

Tableau 1.1 : Qualité en maintenance

Démarche de management	Méthodes	Outils
- TPM - 5S - Kaizen	- PDCA - RCM - Kanban - Hoshin - Benchmarking	- 5M (Diagramme d'Ishikawa) - 5 Pourquoi - QQQQCCP - Courbe ABC (Pareto ) - PokaYoke - AMDEC - Brainstorming - MERIDE

#### 1.4.1- Démarches de management de la qualité en maintenance

##### 1.4.1.1- Démarche TPM

**(Total Productive Maintenance):** Il s'agit d'un système de recherche du rendement global maximum. Trois éléments sont inclus dans la TPM : le **TRS** (Taux de Rendement Synthétique) ; les **5S** et l'**auto-maintenance** : maintenance élémentaire (souvent de niveau 1) réalisée par les agents de production qui ont à disposition les procédures et les moyens techniques.

##### 1.4.1.2- Démarche des 5 S

Les **5 S** (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke), que l'on traduit en français par **ORDRE** : - **SEIRI / Ordonner** (ou plus littéralement « ôter l'inutile ») ; - **SEITON / Ranger** ; - **SEISO / Dépoussiérer, Découvrir des anomalies** ; - **SEIKETSU / Rendre évident** ; - **SHITSUKI / Être rigoureux** ;

La démarche des 5S permet d'optimiser en permanence les conditions de travail et le temps de travail en assurant l'organisation, la propreté et la sécurité d'un plan de travail. Elle est d'origine japonaise. Elle a été créée pour la production des usines Toyota.

##### 1.4.1.3- Démarche Kaizen

Tout comme la méthode 5S, le système **Kaizen** vient du Japon et a été créé pour Toyota. Le système Kaizen est un processus qui vise l'amélioration continue d'une entreprise. Cette amélioration ne doit pas donner lieu à un investissement financier important. Cette démarche japonaise repose sur des petites améliorations faites au quotidien, constamment.

## 1.4.2- Méthodes de management de la qualité en maintenance

### 1.4.2.1- Méthode PDCA

**(Plan-Do-Check-Act) (Roue de Deming).** C'est une démarche d'anticipation et un moyen de piloter efficacement des projets importants pour l'entreprise. Voici la signification du sigle PDCA :  
– P pour Plan : prévoir ; – D pour Do : faire; – C pour Check : vérifier ;– A pour Act : réagir.

### 1.4.2.2- RCM / MBF

**RCM (Reliability - Centered Maintenance)** développée aux États-Unis ou en Français **MBF (Maintenance Basée sur la Fiabilité) [3]**. La maintenance basée sur la fiabilité est un véritable outil de conception de la maintenance préventive ; en conciliant les doubles enjeux disponibilité/coût global de possession des installations. Parmi les outils ou méthodes qu'elle utilise, les grilles d'analyse de mode de défaillances, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC). Cette technique apporte une connaissance approfondie du fonctionnement et des interactions d'un système, par l'analyse systématique des relations causes effets [4].

Elle occupe une place importante dans l'optimisation de la fonction maintenance. Aujourd'hui, l'intérêt économique de la fonction maintenance réside dans l'anticipation des anomalies potentielles, plus que dans les actions correctives, voire la maîtrise du processus de production. Son ambition est de guider la démarche industrielle dans une voie d'augmentation des moyens organisationnels, techniques et d'information [5].

### 1.4.2.3- kanban

La méthode du Kanban se distingue de par sa gestion des approvisionnements. Alors que la majorité des entreprises opte pour un système à flux poussés, qui ne tient pas compte des demandes des consommateurs, la méthode du Kanban impose un **système à flux tirés**, déclenché par la consommation par l'utilisateur. L'étiquette, appelée Kanban, n'est ni plus ni moins que la commande d'un client qui active la chaîne de production [6].

### 1.4.2.4- Hoshin

La méthode Hoshin ou chantier Hoshin est un système de management qui permet à l'entreprise de concentrer tous ses efforts et toutes ses ressources dans la réalisation rapide d'un objectif. Elle est également appelée management par percée [7].

### **1.4.2.5- Benchmarking**

C'est un moyen de comparaison quantitatif et/ou qualitatif de performances avec un référentiel (les définitions rencontrées sont très variables, elles se veulent très restrictives ou très ouvertes selon les ouvrages). Le but est clair : le benchmarking est un moyen de mettre en perspective des axes d'amélioration.

### **1.4.3- Outils de management de la qualité en maintenance**

#### **1.4.3.1- Outil des 5M (Diagramme d'Ishikawa)**

Il s'agit d'un diagramme causes/effets. Son but est de formuler collectivement les causes d'un problème, de déterminer avec précision les situations à problèmes, puis de lister toutes les causes pour ensuite les classer par famille afin de les positionner sur le diagramme. Ce diagramme est également appelé « Arêtes de poisson » ou « Méthode des 5M » (**M**éthodes, **M**ilieu, **M**atière, **M**aintenance, **M**oyens).

#### **1.4.3.2- QQQQCCP**

(Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Combien ? Pourquoi ?). C'est une technique de recherche d'informations, pour faire le tour d'un problème ou d'une situation.

#### **1.4.3.3- Diagramme de Pareto ou analyse ABC**

Il s'agit ici d'exploiter les relevés de défaillance. Ce diagramme permet d'orienter la politique de maintenance à mettre en œuvre. Le but est de faire apparaître les priorités, de faire le tour d'un problème ou d'une situation (résolution de problèmes en groupe de travail).

#### **1.4.3.4- AMDEC (Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité)**

Il s'agit d'une méthodologie d'analyse en profondeur des pannes et des équipements (utilisée également pour la conception d'un produit, dans l'analyse de la fabrication, du marketing, etc.) qui permet de prendre des décisions telles que la mise à jour du plan de maintenance ou la modification de la conception de l'équipement.

#### **1.4.3.5- Brainstorming**

Cette méthode a pour but de produire un grand nombre d'idées sur un thème donné. Elle favorise la créativité des participants et permet de faire surgir des idées nouvelles.

### 1.4.3.6- MERIDE

(Méthode d'Évaluation des Risques Industriels des Dysfonctionnements des Equipements). Il s'agit de l'évaluation des risques des défaillances des équipements en termes de quantité, délais et qualité des produits, ainsi que leurs conséquences sur la sécurité et l'environnement.

## 1.5- OUTIL AMDEC

### 1.5.1- Définition

En français: AMDEC : Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leur Criticité.

En Anglais: FMECA : Failure Mode and EffectCriticityAnalysis

L'AMDEC est une **méthode participative** qui se pratique en **groupe de travail pluridisciplinaire**.

Elle est fondée sur la mise en commun des expériences diverses et des connaissances de chaque participant dont la réflexion en commun est **source de créativité**. Le succès d'une étude AMDEC dépend **la composition du groupe de travail**. Si on ne fait pas intervenir l'outil de détermination de priorité, on parlera d'AMDE, qui se veut une version simplifiée de l'AMDEC.

### 1.5.2- Historique

À l'origine était l'analyse de problèmes potentiels, le format générique qui permettait de travailler sur toute planification et d'identifier ce qui aurait pu aller mal. Cette logique de base a été reprise, puis spécialisée pour des produits, procédé, machines, et services...

L'AMDEC a été créé aux états unis par la société Mc Donnell Douglas en 1966. Elle consistait à dresser la liste des composants d'un produit et à cumuler des informations sur les modes de défaillance, leur fréquence et leurs conséquences. La méthode a été mise au point par la NASA et le secteur de l'armement sous le nom de FMEA pour évaluer l'efficacité d'un système. Dans un contexte spécifique, cette méthode est un outil de fiabilité. Elle est utilisée pour les systèmes ou l'on doit respecter des objectifs de fiabilité et de sécurité.

A la fin des années soixante-dix, la méthode fut largement adoptée par Toyota, Nissan, Ford, BMW, Peugeot, Volvo, Chrysler, et d'autres grands constructeurs d'automobiles. La méthode a fait ses preuves dans les industries suivantes : spatiale, armement, mécanique, électronique, électrotechnique, automobile, nucléaire, aéronautique, chimie, informatique et plus récemment, on commence à s'y intéresser dans les services.

Aujourd'hui, dans un contexte plus large comme celui de la qualité totale, la prévention n'est pas limitée à la fabrication. Cette méthode est donc considérée comme un outil de la qualité totale. Il est important de souligner que l'utilisation de la méthode se fait avec d'autres outils de la qualité et cette combinaison augmente considérablement la capacité et l'efficacité de la méthode.

Devenue un mode de raisonnement spécialisé, elle fut d'abord utilisée dans les années 1950 par l'industrie aérospatiale et militaire américaine pour identifier les caractéristiques de sécurité, sous le nom de Failure Mode and Effects and Criticality Analysis (FMECA ou FMEA).

### **1.5.3- Avantages et inconvénients**

#### **Avantages:**

- L'AMDEC favorise les échanges techniques entre les différentes équipes d'une entreprise, voire entre clients et fournisseurs.
- Elle permet l'évolution des connaissances et contribue même à la formation technique des participants.

#### **Inconvénients:**

- L'AMDEC n'est pas un outil universel car elle ne permet pas de prendre en compte les combinaisons de plusieurs défaillances.
- Les conséquences des erreurs humaines sont mal prises en compte.
- L'AMDEC n'est pas adaptée à l'analyse des logiciels.

### **1.5.4- Différents types d'AMDEC**

Il existe plusieurs types d'AMDEC, tels que :

- **AMDEC Projet** : S'applique lors de l'élaboration d'un projet.
- **AMDEC Produit** : S'applique à un produit afin d'en optimiser la conception et améliorer la qualité et la fiabilité de celui-ci
- **AMDEC Procédé** : S'applique à un procédé afin d'optimiser son efficacité, son contrôle de qualité.
- **AMDEC Machine** : S'applique sur un équipement ou une machine en exploitation. analyse de la conception et / ou de l'exploitation d'un moyen ou d'un équipement de production pour améliorer la sûreté de fonctionnement (sécurité, disponibilité, fiabilité, maintenabilité) de celui-ci
- **AMDEC Sécurité** : S'applique pour assurer la sécurité des opérateurs.
- **AMDEC Organisation** : S'applique aux systèmes de gestion ; stock, production, personnel, marketing, finance.

## **1.6- AMDEC MACHINE**

### **1.6.1- Définition**

L'AMDEC machine est une technique d'analyse des modes de défaillance des éléments matériels (mécaniques, hydrauliques, pneumatiques, électriques ; électroniques...) qui constituent une

machine. Le rôle de l'AMDEC machine est d'analyser dans quelle mesure les fonctions de la machine ne peuvent plus être assurées correctement et cela sans les remettre en cause.

### **1.6.2- Principe de base de l'AMDEC machine**

Il s'agit d'une méthode préventive basée sur une analyse critique qui consiste à :

1. Identifier de façon inductive et systématique les risques de dysfonctionnement des machines
2. Rechercher les origines et les conséquences des dysfonctionnements des machines.
3. Mettre en évidence les points critiques.
4. Proposer des actions correctives adaptées qui peuvent concerner la conception, la fabrication, l'exploitation ou la maintenance des machines étudiées.

### **1.6.3- Objectifs**

L'AMDEC machine a pour objectif final l'obtention, au meilleur coût, du rendement global maximum des machines de production et équipements industriels. L'étude de l'AMDEC machine vise à :

#### **1. Réduire le nombre de défaillances**

- Prévention des pannes
- Fiabilisation de la conception
- Amélioration de la fabrication, du montage, de l'installation
- Optimisation de l'utilisation et de la conduite
- Amélioration de la surveillance et des tests
- Amélioration de la maintenance préventive
- Détection précoce des dégradations

#### **2. Réduire le temps d'indisponibilité après défaillance**

- Prise en compte de la maintenabilité dès la conception
- Amélioration de la testabilité
- Aide au diagnostic
- Amélioration de la maintenance corrective

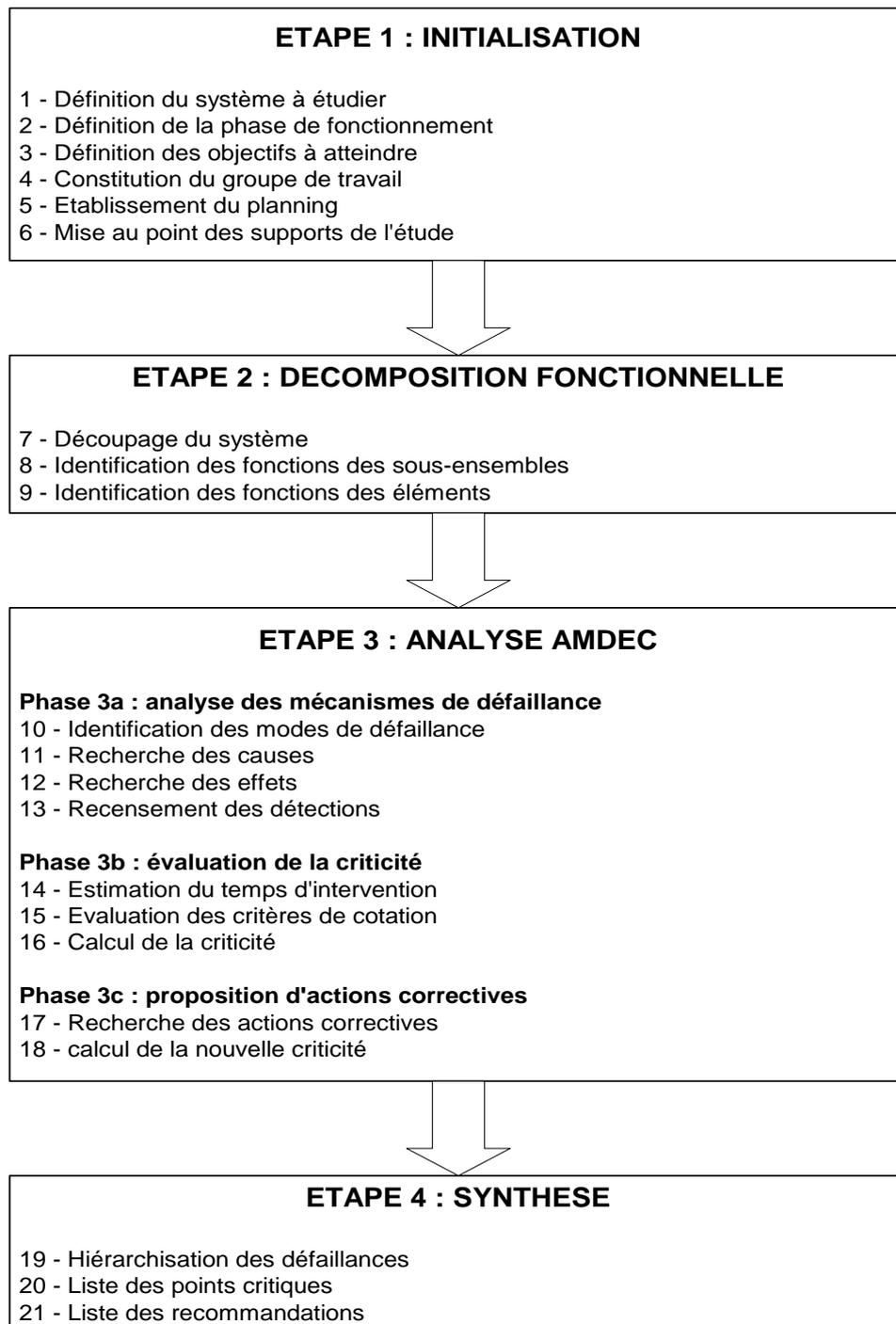
#### **3. Améliorer la sécurité**

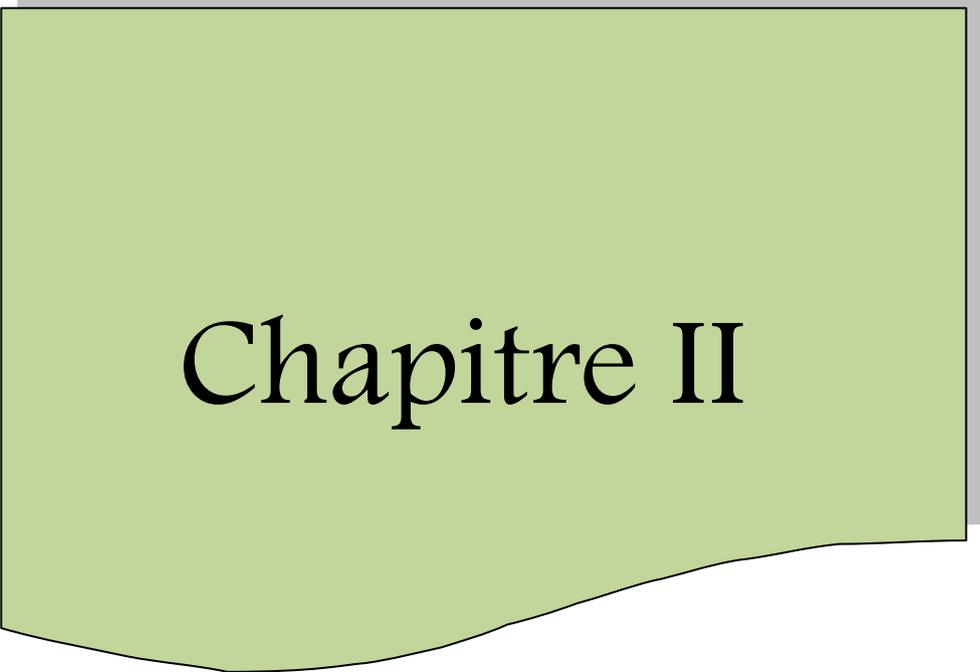
### **1.6.4- But**

L'AMDEC machine a pour but d'évaluer et de garantir la sûreté de fonctionnement des machines par la maîtrise des défaillances.

### 1.6.5- Etapes de l'AMDEC machine

Selon le CETIM, une AMDEC comporte 4 étapes successives avec 21 opérations. Elle peut être prolongée par des travaux complémentaires tels que les calculs de fiabilité et disponibilité, l'élaboration de plans de maintenance et des aides au diagnostic, etc.





# Chapitre II

## 2.1- PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

### 2.1.1- Historique

- 1983 : Suite à la restructuration de la société nationale de sidérurgie (SNS), on a assisté à la création de L'Entreprise Nationale des Produits Longs (ENTPL). Cette dernière est une entreprise publique à caractère économique passée à l'autonomie financière en 1989 et cela suite à la promulgation du décret 88-01, portant autonomie des entreprises publiques. Les missions allouées à l'ENTPL, lui confèrent la production, la transformation, la recherche, la promotion et la commercialisation des produits longs et dérivés en acier doux. ENTPL constitué de six filiales éparpillées comme suit :  
SOTREFIT (Tiaret); TREFISOUD (EL Eulma); TREFAL (Alger), TREFILOR (Oran), TREISIG (Sig); TREFILEST (Annaba)
- 1998 : le 30 juin 1998, création de SOTREFIT en tant que SPA avec un capital social de 530 000 000,00 DA comme filiale, suite à la restructuration au plan de l'organisation de L'ENTPL. En application du plan de développement 2011/2015, il a été décidé une augmentation du capital social de SOTREFIT ; soit 685 000 000,00 DA. Les missions allouées à SOTREFIT, lui confèrent la production et la commercialisation de treillis soudé (standard et fin), de fil galvanisé, de fils tréfilés recuits de fil d'attache, de fil bottelage, de fils tréfilés clairs et de panneau tridimensionnel E-3D

### 2.1.2- Présentation de SOTREFIT

#### 2.1.2.1- Identification

L'identification de l'entreprise SOTREFIT peut se faire à travers un ensemble d'informations résumé dans le (tableau 2.1)

**Tableau 2.1 : fiche technique de SOTREFIT**

Désignation	Attribut
Raison sociale	SOTREFIT ( SOCIETE de TREFilage Tiaret
Origine	Algérienne
Statut juridique	SPA (Société Par Action)
Capital social	3.974.000.000 DA
Adresse	BP 264, zone industrielle zaaroura1400-TIARET

Site Web	E-mail :sotrefit@yahoo.fr
Superficie totale	249 400 m <sup>3</sup>
Surface couverte	56 882 m <sup>3</sup>
Nombre de salariés	150
Activité principale	Production
Marché	National et exportation
Produits	Les fils recuits ; Les fils galvanisés (gros et fins) ; Les fils cuivrés ; Les treillis soudés (standard et fins)
Tel / Fax	(046) 41.92.45 / (046) 41.91.92
Le reste de la superficie représente des parcs pour véhicules des voies internes de circulation (doubles voies d'une longueur de 24 m A la périphérie du terrain du complexe se trouve les installations d'approvisionnement et d'évacuations des eaux (château d'eau ; station des eaux usées) ainsi qu'une station de gaz naturel.	

### 2.1.2.2- Infrastructure

Le potentiel industriel et la plupart des équipements de production ainsi que les installations connexes ont été mis en place avec l'assistance du constructeur italien DANIELI ENGINEERING et l'autrichien EVG. Ainsi, l'infrastructure de l'entreprise SOTREFIT peut être décomposée en quatre secteurs correspondant à ses différentes activités et aux centres de frais de la gestion comptable.

1. **Hall d'usinage** : C'est le secteur où le fil machine doit passé par l'étape de décapage, lavage, revêtement, séchage. Il comprend les unités de production suivantes:
  - Installation de décapage
  - Machines de tréfilage
  - Lignes de galvanisation
  - ligne de cuivrage
2. **Hall de conditionnement** : C'est une zone où s'effectue le rembobinage du fil d'attache, de fil bottelage et le fil tréfilé fin ainsi que le stockage de ces produits. Il comprend les unités de production suivantes:
  - Ligne de conditionnement

- Machines treillis soudés
- Machines de panneaux 3D

**3. Infrastructures d'utilité et de soutien** : c'est le secteur qui comprend les unités suivantes:

- Station de traitement des eaux de rejet
- Laboratoire qualité
- Réseaux énergie, eau
- Installations d'utilités

**4. Bâtiment administratif** : Il abrite les services suivants:

- de direction,
- le service de contrôle de gestion,
- le service contrôle de qualité,
- le service de sécurité, le bureau du responsable audit de gestion.

**2.1.2.3- Gamme de produit**

Les différentes gammes de produits fabriqués par SOTREFIT, sont résumé dans le (tableau 2.2) les caractéristiques des produits (qualité et environnement) sont identifiées dans les fiches techniques.

**Tableau 2.2: Gammes de produits SOTREFIT**

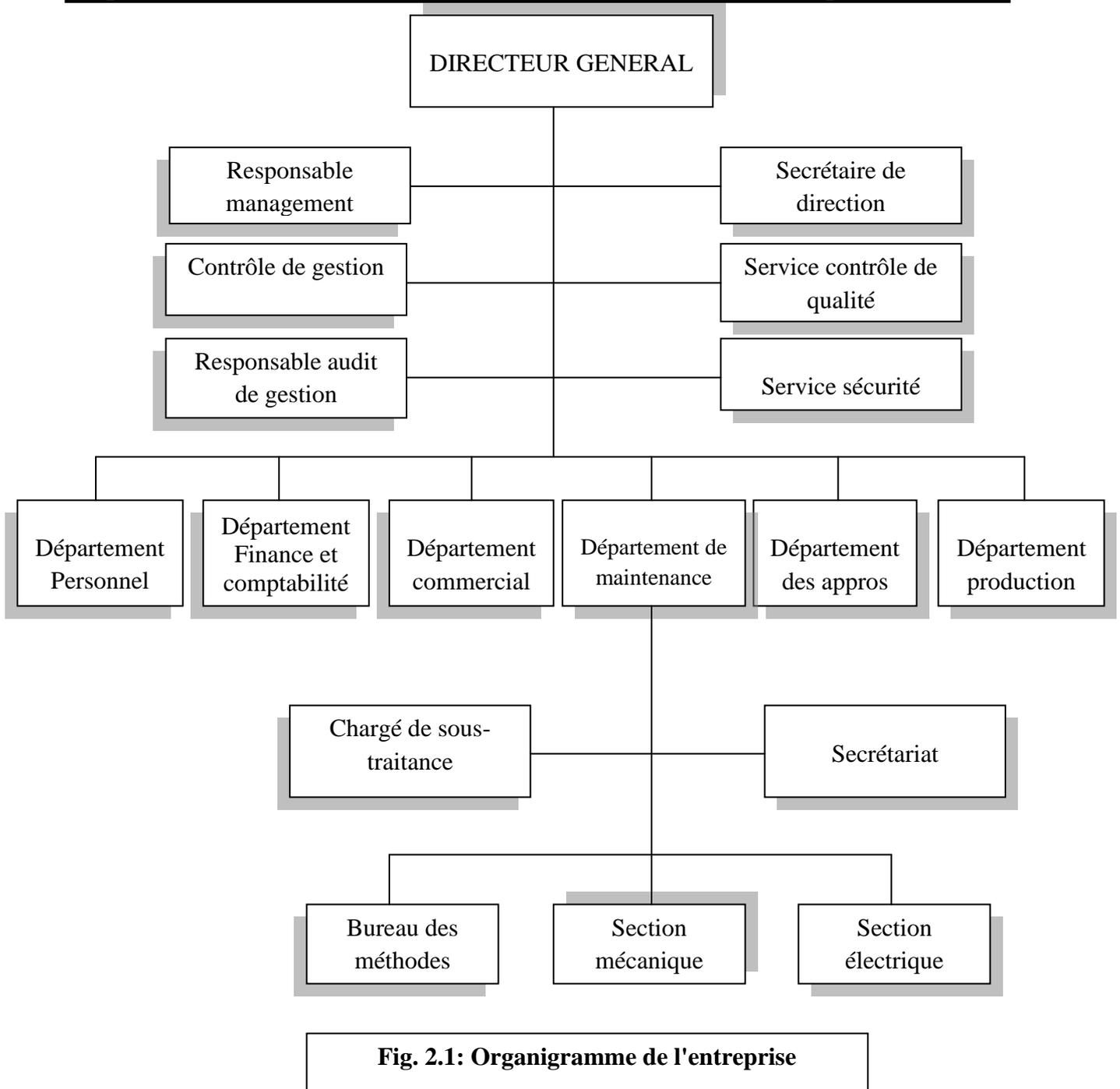
Matières premières	Matières consommables	Produits finis	Marchés utilisateurs	Forme
- Fil machine - Zinc en lingots - Plombs en lingots	- Acide chlorhydrique - Soude caustique - Acides sulfuriques	Fil de bottelage	- BTP - Agriculture - Divers	
- Plaques de polystyrène	- Chaux - Savons de tréfilage - Filières	Fil d'attache	- BTP - Divers	

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sel double de fluxage</li> <li>- Charbon de bois</li> <li>- Fibre céramique</li> <li>- Vermiculite</li> </ul>	Fil cuivré		
	fil galvanisés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- grillageurs</li> <li>- Divers</li> </ul>	
	Fil tréfilé	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gaine électrique</li> <li>- Pointes (clouterie)</li> </ul>	
	Treillis soudés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- BTP</li> <li>- Divers</li> </ul>	
	Panneau E3D	<ul style="list-style-type: none"> <li>- BTP</li> <li>- Divers</li> </ul>	

**2.2- STRUCTURE ORGANISATIONNELLE**

**2.2.1- Organigramme structurel**

L'entreprise SOTREFIT est organisée à travers une structure qui lui permet d'organiser, répartir et contrôler ses activités. C'est-à-dire, le mode d'organisation entre les différentes structures qui composent l'entreprise et le choix de répartition des moyens humains et matériels mis en œuvre entre ces différentes structures. En conséquence la figure 2.1 donne la répartition des facteurs de production utilisés par l'entreprise ainsi que les relations entre les différents éléments qui composent l'entreprise.



**Fig. 2.1: Organigramme de l'entreprise**

**2.2.2- Fonctions Principales**

- **Directeur général:** le rang le plus élevé dans la hiérarchie de l'entreprise, le DG supervise les activités de management du système Qualité et Environnement de l'entreprise et assure la coordination entre les différentes structures organisationnelles.
- **Service contrôle de gestion:** Chargé du contrôle opérationnel de filiale : collecte les informations et élabore des rapports d'activités mensuel et annuel.
- **Audit de gestion Interne:** Donne une organisation et assurance sur le degré de maîtrise des opérations et contribue à créer une valeur ajoutée.

- Le chef de service contrôle qualité: assure le contrôle aux exigences, normes et procédures pour la réalisation du produit.
- Le chef de service hygiène et sécurité: chargé de la prévention et de la sécurité des hommes et des biens en application des règlements et textes en vigueur.
- Le responsable management qualité et environnement: Assure la mise en œuvre, la maintenance et le suivi du système de Management Qualité et Environnement de l'entreprise. La responsabilité du représentant de la direction peut comprendre une liaison avec des parties externes à l'organisme sur des sujets relatifs au système de management qualité et environnement. Il est chargé d'élaborer et de tenir à jour l'inventaire des pollutions de l'entreprise concerné et de leurs impacts, de contribuer, à la mise en œuvre des obligations environnementales de l'entreprise, prévues par les dispositions législatives et réglementaires en vigueur d'assurer la sensibilisation du personnel de l'entreprise en matière d'environnement. Sachant que SOTREFIT a été implantée en 1986 sur un terrain agricole, l'étude de danger et l'audit environnementale réalisées récemment (1<sup>er</sup> bimestre 2013) par un bureau agréé en matière d'environnement ne révèlent aucune contamination du sol du site et aussi ne signalent aucune activité présentant un danger spécifique sur le milieu naturel, l'équilibre écologique et sur le cadre et la qualité de vie des populations. SOTREFIT détient l'autorisation d'exploitation conformément aux exigences réglementaires dans le cadre des installations classées pour l'environnement. Les principes de préservation de l'environnement, de conformité aux exigences légales et autres exigences auxquelles elle a souscrit et la dynamique de l'amélioration continue, sont renforcés par la mise en œuvre de la démarche environnementale inspirée du référentiel ISO 14001.
- Le chef département personnel et moyens: chargé de la gestion des ressources humaines et du patrimoine de l'entreprise.
- Le chef de département finance et comptabilité: chargé de la gestion comptable et financière de l'entreprise.
- Le chef département approvisionnement: chargé de l'activité approvisionnement et de la gestion des stocks de matière première, consommables et pièces de rechange au sein de l'entreprise.
- Le chef de département production: chargé de la planification ; de l'organisation et de la mise en œuvre de l'outil de production.
- Le chef de département maintenance: chargé de la maintenance de l'outil de production et des installations annexes de l'entreprise.
- Le chef de département commercial: Chargé de l'activité commerciale et de la gestion des stocks de produits finis au sein de l'entreprise.

## 2.3- LIGNE DE FABRICATION DU TREILLIS SOUDÉ

### 2.3.1- Le treillis soudé

Un treillis soudé (Figure 2.2) est une armature pour le béton armé, présentée en plaques ou en rouleaux, de barres d'armature croisées et assemblées par soudure. Il se présente sous forme de réseaux plans, constitués de fils tréfilés ou laminés à froid et assemblés rigidement en mailles carrées ou rectangulaires, par soudure électrique. Ils sont utilisés comme alternative aux barres isolées qui doivent être assemblées (*ferraillage*) une à une. Les tailles des nappes, de la maille de soudure, des diamètres des barres, varient selon le besoin. Généralement, on utilise des plaques de 2,4m × 6m et du rouleau standard d'aciers de petit diamètre à dérouler et à découper.

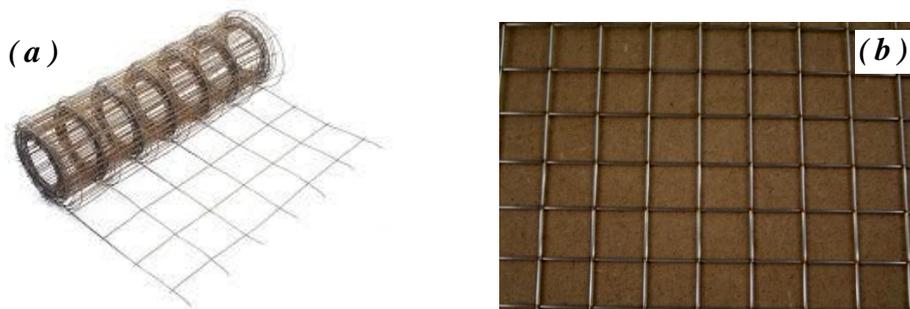


Fig. 2.2 Treillis soudé: (a) en rouleaux; (b) en panneau ou en plaque

### 2.3.2- Composantes d'une ligne de fabrication du treillis soudé

La ligne de fabrication du treillis soudé est un ensemble de machines reliées entre elles et fonctionnant automatiquement (Figure 2.3).



Fig. 2.3 Ligne de fabrication du treillis soudé SOTREFIT

**2.3.2.1- Dévidoir**

Les dévidoirs pour fils de chaîne (figure 2.4) se composent des bâtis individuels avec paliers pour bobines, des freins constants pneumatiques pour chaque bobine, des tambours de guidage et d'une avance de fils.



**Fig. 2.4 Dévidoirs pour fils de chaîne**

**2.3.2.2- Dispositif d'avance de fils de chaîne (Cabestan)**

Ce dispositif sert à tirer les fils de chaîne des bobines lourdes (Figure 2.5). Les fils de chaîne sont commandés individuellement et l'entraînement de chaque fil est effectué par un moteur électrique. Le dispositif d'avance de fils de chaîne se compose des éléments suivants:

- Bâti guide, boucle
- Galet d'entraînement
- Interrupteur d'avance (opération manuelle)



**Fig. 2.5 Dispositif d'avance des fils**

**2.3.2.3- Dispositif de dressage des fils**

Le dispositif de dressage des fils de chaîne se compose de blocs de dressage à 05 galets qui sont disposés en une ligne verticale (figure 2.6). Un élément inférieur et un élément supérieur sont guidés en commun des côtés entrés et sortie. Les éléments inférieurs reposent sur des poutres qui peuvent être levées ou abaissées par des tiges filetées. Les éléments supérieurs sont réglables individuellement par deux vis, un coté entrée et un coté sortie. Si nécessaire, les éléments supérieurs et inférieurs peuvent être échangés pour obtenir l'effet de dressage désiré. Les fils de chaînes venant des dévidoirs sont redressés par le dispositif dans le plan vertical avant d'entrer dans la soudeuse. Pour chaque fil, il y a un bloc de dressage formé de 05 rouleaux. L'ajustage se fait par une manivelle pour tous les blocs ensemble, et par des vis du côté d'amenée et du côté sortie pour chaque fil.



**Fig. 2.6 Dispositif de dressage des fils**

**2.3.2.4- Dévidoir de fil de trame**

Le fil de chaîne étant disposé dans de la longueur, le fil de trame est un fil placé dans le sens de la largeur. L'entrecroisement de ces deux fils donne un treillis. Sur la soudeuse de treillis, le fil de trame, est enroulé sur un dévidoir (figure 2.7) passe entre les fils de chaîne d'un bord à l'autre de l'ouvrage, puis appuyé fortement contre la trame précédente pour former la bande du treillis.



**Fig. 2.7 Dévidoir de fil de trame**

**2.3.2.5- Soudeuse EVG G45**

La soudeuse G45 est une machine conçue et fabriquée par l'entreprise autrichienne EVG (figure 2.8). Faisant partie de la ligne de fabrication du treillis soudé, elle se compose des éléments suivants :

- Un bâti
- Un système d'entraînement des fils de chaîne en synchronisation avec les équipements en aval et avec le système d'alimentation en fils de trame.
- Deux poutres portes électrodes (en bronze) de soudage
- Un système d'alimentation de l'eau de refroidissement
- Un système de guidage des fils de chaîne
- Un système d'alimentation de fils de trame avec un interrupteur de contrôle
- Un système d'avance du treillis une fois soudé



**Fig. 2.8 Soudeuse de treillis EVG G45**

La soudeuse EVG 45/102 fonctionne d'une manière automatique une fois les fils de chaîne et de trame en place et les différents réglages effectués. Elle fonctionne d'une manière synchronisée avec les autres sections de la ligne. La mise en service de la soudeuse se fait suivant les étapes suivantes:

1. Avancer les fils de chaînes pour dépasser légèrement la soudeuse
2. Enfiler, dresser, régler et fermer les galets d'amenée
3. Ouvrir l'eau de refroidissement (armoire de contrôle : lampe blanche)
4. Enclencher les relais des thyristors (armoire de commande)
5. Régler le temps de soudage pour les trois phases.

6. Régler l'intensité de soudage
7. Déclencher le commutateur « soudage » (panneau de contrôle)
8. Déclencher l'interrupteur de contrôle de la soudeuse (touche verte), levier de vitesse position « O »
9. Déclencher l'interrupteur de contrôle du fil de trame (panneau de contrôle)
10. Mettre la machine en marche en pressant la touche « machine I)
11. Choisir une vitesse lente par le levier de vitesse
12. Déclencher le contrôle du fil de trame
13. Déclencher le commutateur « soudage » sur la machine
14. Arrêter la machine après avoir soudé pour contrôler et faire les corrections nécessaires :
  - Temps de soudage
  - Intensité de soudage
  - Pression d'électrodes
15. La machine doit être arrêtée en pressant la touche « machine OFF: n'arrêter la machine qu'avec la poutre d'électrodes au point mort supérieur
16. Arrêter la machine en pressant la touche « moteur » pour temps d'arrêt prolongé
17. Contrôler les écartements entre fils de chaîne et fil de trame.

### **2.3.2.6- Cisaille**

La cisaille pour treillis soudé, est une cisaille électromécanique équipée d'une poutre presse treillis pour le maintenir avant la coupe (figure 2.9). Grâce à ses deux moteurs, elle coupe dans les deux sens et est donc plus rapide que les cisailles à treillis traditionnelles. En effet, il n'est pas nécessaire d'attendre que la cisaille revienne au point de départ pour déclencher une nouvelle coupe.



**Fig. 2.9 Cisaille**

**2.3.2.7- Retourneur-empileur**

Une fois qu'un panneau de treillis soudé à été cisailé, le dispositif retourneur-empileur (figure 2.10), permet d'obtenir des treillis en panneaux en premier lieu en retournant le panneau obtenu par cisaillement en suite de procéder à son empilement sur d'autres panneau obtenus précédemment.



**Fig. 2.10 Dispositif retourneur-empileur**

**2.3.2.8- Enrouleur**

Une fois qu'un panneau de treillis soudé à été cisailé, le dispositif enrouleur (figure 2.11), permet d'obtenir des treillis en rouleaux régulier destiné à la construction de bâtiments et plus particulièrement à la répartition des charges dans les dalles de compression ou les dalles creuses.



**Fig. 2.11 Dispositif enrouleur de treillis soudé**

# Chapitre III

**2.1. Etape 01 : Initialisation****3.1.1- Définition du système à étudier :**

La soudeuse G45 du constructeur Autrichien EVG, est la machine la plus compliquée de toute la ligne de fabrication du treillis soudé.

Elle est conçue pour assurer un soudage continu de fils longitudinaux ou fils de chaîne et de fil transversal appelé fil de trame suivant les caractéristiques du treillis. Aussi, elle assure la régulation :

- Du dévidage par rapport à la cadence de soudage.
- De la coupe à la longueur voulue
- De l'évacuation du produit, soit en panneau ou en rouleau

La machine en question se compose :

- Un système d'entraînement des fils de chaîne
- De deux poutres portes électrodes de soudage
- D'un système d'alimentation d'eau de refroidissement
- Un système de guidage des fils de chaîne
- Un système d'alimentation de fil de trame
- Un système d'avance du treillis

Le tout supporté par un bâti.

**3.1.2- Définition de la phase de fonctionnement :**

Une fois la machine mise en marche (grâce à un bouton de démarrage), les systèmes d'entraînement et celui de l'alimentation, respectivement des fils de chaîne et de trame, commencent à fonctionner d'une façon automatique et synchronisée (conçue par le constructeur). En même temps, la machine commence à effectuer le soudage grâce aux électrodes en cuivre portées par les deux poutres.

La poutre supérieure se met en mouvement inter mi-temps et perpendiculaire au croisement des fils de chaînes et de trame pour souder.

Deux cas peuvent se présenter :

1<sup>er</sup> cas : la ligne est programmée pour la fabrication du treillis en rouleaux, alors l'enrouleur se met en fonction et juste à la longueur consignée, l'opérateur procède à la coupe manuelle du treillis qui sera dégagé et stocké par la suite.

2<sup>ème</sup> cas : la ligne est programmée pour la fabrication du treillis en panneaux et dans ce cas la coupe est automatique

Suivant la longueur consignée et l'empileur rentre en jeu pour la ligature du fardeau de treillis et son stockage.

**3.1.3- Définition des objectifs à atteindre :**

Les objectifs à atteindre sont les suivants :

1. Réduire le nombre de défaillances par :
  - La prévention
  - L'amélioration de la maintenance préventive
  - Détection précoce des dégradations
2. Réduire le temps d'indisponibilité après défaillance
  - Aide au diagnostic
  - Amélioration de la maintenance corrective
3. Amélioration de la sécurité des moyens et du personnel

**3.1.4- Constitution du groupe de travail :**

- Ce groupe de 5 à 8 personnes rassemble:
  - le responsable de l'étude qui a pouvoir de décision (Décideur),
  - l'animateur du groupe (impliqué ou pas dans le projet),
  - les participants aux compétences pluridisciplinaires (études, méthodes, marketing, maintenance, qualité, etc.).
- Un des participants sera aussi le rédacteur des comptes-rendus.
- Si besoin est, des experts extérieurs ou des participants temporaires pourront être invités aux réunions.

Conformément à la mise en œuvre de la méthode AMDEC et en collaboration avec la direction de la société SOTREFIT-Tiaret qui intéressée par cette étude, un groupe de travail a été désigné et se compose de :

1. Mr le Responsable de la maintenance (Décideur)
2. Mr le responsable du système de management de la qualité (animateur)
3. Mr le responsable du bureau des méthodes de la maintenance (participant)
4. Mr NAIMI Sofiane étudiant (rédacteur)
5. Mr HADJ KOUIDER Ali Redha étudiant (participant).

**3.1.5- Etablissement du planning :**

**Tableau 3.1: Etablissement du planning**

Activités	Horaire	Date	Observation
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explication succincte du but de la méthode AMDEC</li> <li>• Définition du système à étudier</li> </ul>	02H00	12/07/2020	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Définition de la phase fonctionnelle</li> </ul>	02H00	14/07/2020	

<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise au point des supports du système à étudier</li> </ul>	02H30	15/07/2020	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Découpage du système</li> <li>Identification des fonctions des sous-ensembles</li> <li>Identification des fonctions des éléments</li> </ul>	03H00	19/07/2020	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse des mécanismes des défaillances                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Identification des modes de défaillances</li> <li>Recherche des causes</li> </ul> </li> </ul>	03H00	21/07/2020	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Recherche des effets</li> <li>Recensement des détections</li> </ul>	03H00	22/07/2020	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluation de la criticité                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluation des critères de cotations</li> <li>Calcul de la criticité</li> </ul> </li> </ul>	03H00	26/07/2020	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proposition d'actions préventives ou correctives</li> </ul>	03H00	29/07/2020	
<p>Synthèse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hiérarchisation des défaillances</li> <li>Liste des points critiques</li> <li>Liste des recommandations</li> </ul>	03H00	03/08/2020	

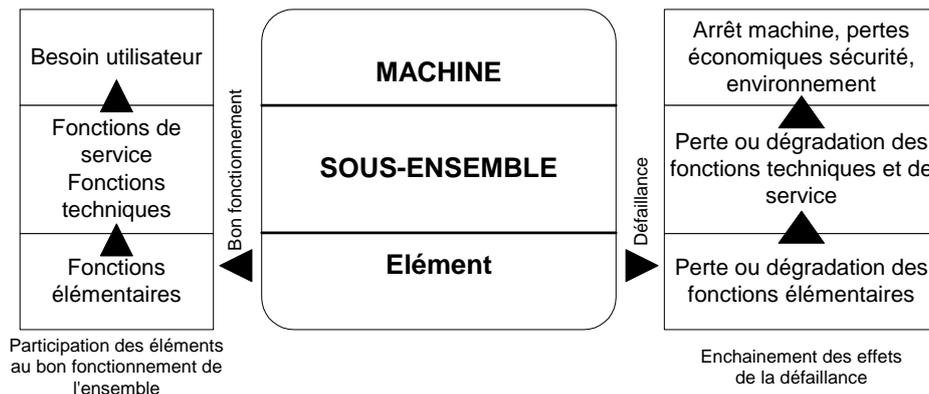
**1.6- Mise au point des supports de l'étude**

*Il faut préparer :*

1. les **grilles de cotation**;
2. la méthode de **cotation de la criticité**,
3. Le **tableau de saisie** est à remplir par le rédacteur au cours de l'étape 3 au fur et à mesure de la réflexion du groupe de travail, il est conseillé de l'établir sur un format A0, fixé sur le mur, pour que chaque membre du groupe puisse aisément suivre les travaux.
4. Les **feuilles de synthèse** sont établies en fin d'étude (étape 4).

## 2. Etape 02 : Décomposition Fonctionnelle

- la décomposition fonctionnelle consiste à identifier clairement les éléments à étudier et les fonctions à assurer. Elle permet au groupe de réflexion d'adopter un langage commun.
- Il est nécessaire de bien connaître les fonctions de la machine pour en analyser ensuite les risques de dysfonctionnement,
- Les relations entre l'analyse fonctionnelle et l'analyse dysfonctionnelle (AMDEC) sont données sur le schéma ci-dessous.



**Fig. 3.1 : Décomposition Fonctionnelle**

- La décomposition fonctionnelle utilise les résultats des études fonctionnelles de conception (analyse fonctionnelle, cahier des charges, etc.).
- La décomposition fonctionnelle de la machine se prépare hors réunion du groupe.
- C'est à une personne compétente et qui connaît le mieux la machine de faire la décomposition fonctionnelle. Cette décomposition doit toutefois être validée par le groupe.
- Les outils tels que le **SADT** ou le **FAST** permettent une compréhension aisée de la décomposition.

### 2.1- Découpage du système :

L'analyse systémique se caractérise par l'identification des fonctions et des rôles exercés par les sous-systèmes et autres modules, ou sous-ensembles, au sein d'un système. In fine, il apparaît clairement l'obligation d'en circonscrire les limites afin de découvrir leurs interactions et leurs missions au sein de l'ensemble. La problématique et la conceptualisation des limites s'appliquent également au système lui-même de par sa fonction qui reste à identifier dans son environnement. Le découpage reste subjectif, mais peut être perfectible par le recours à des critères issus de la systémique, et plus spécifiquement du procès de triangulation systémique.

2.1.1- Découpage fonctionnel de la soudeuse G 45 :

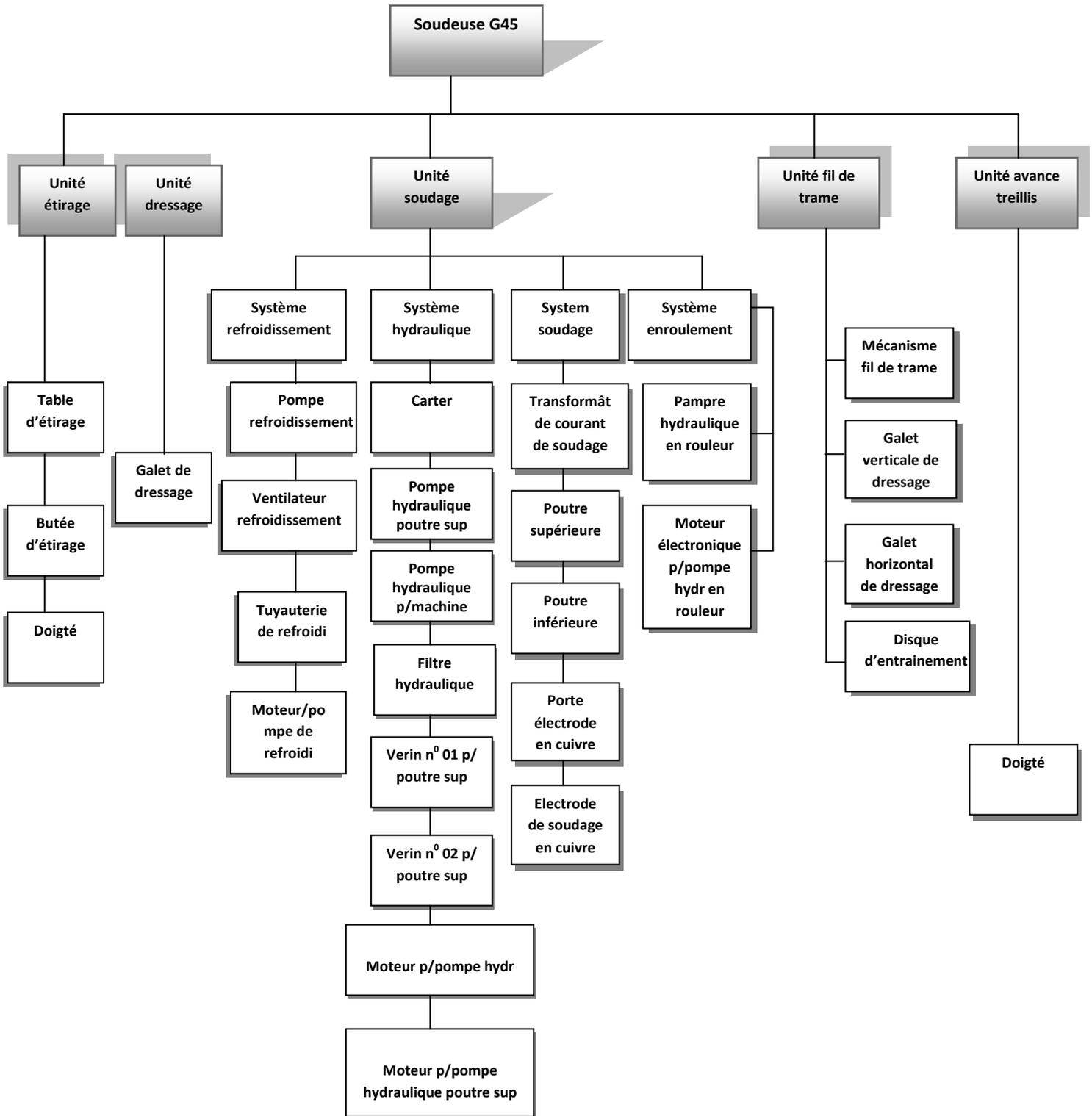


Fig. 3.2 : Découpage fonctionnel de la soudeuse G 45

3.2.2- Identification des fonctions des sous –ensemble :

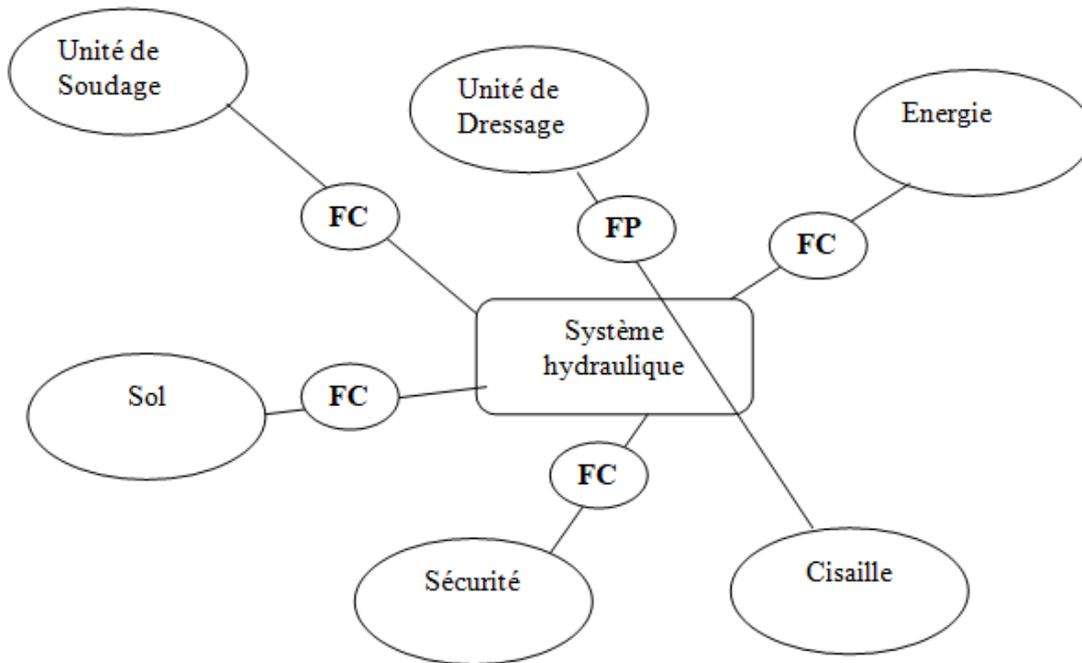


Fig 3.3 : Identification des fonctions des sous –ensemble

Fonctions de service du sous-ensemble :

FP : fonction principale

FC : fonction contrainte

3.2.3- Identification des fonctions des éléments :

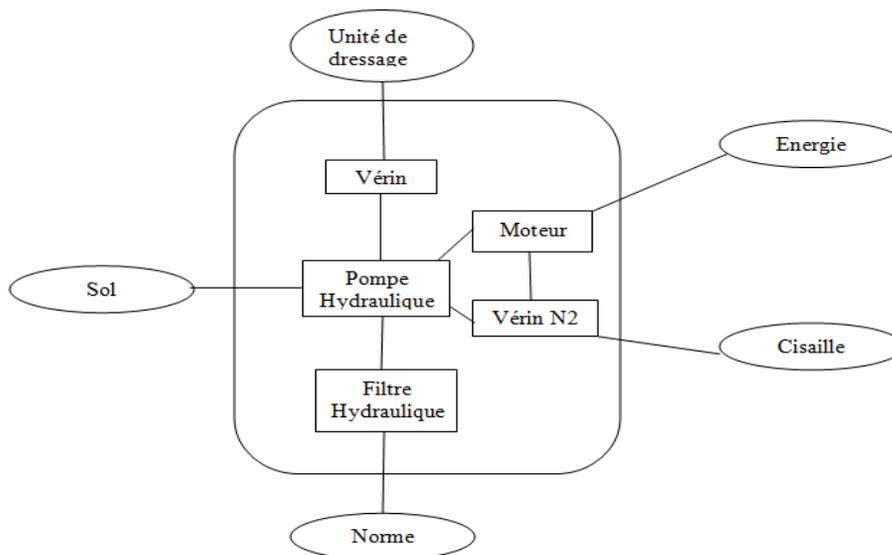


Fig 3.4 : Identification des fonctions des éléments

3.3. Etape 03 : Analyse AMDEC

3.3.1- Analyse des mécanismes de défaillance :

3.3.1.1- Identification des modes de défaillances :

Définition d'un mode de défaillance : la façon dont un produit, un composant, un processus manifeste une défaillance ou s'écarte des spécifications. Ce mode peut prendre l'une des formes suivantes : Une déformation, vibration, coincement, desserrage, corrosion, fuite, perte de performance, court-circuit, flambage, difficulté à s'arrêter ou à démarrer, dépassement de la limite supérieure tolérée, etc. Les modes de défaillance sont parfois décrits comme des catégories de potentiel décrit la façon dans laquelle un produit ou un procédé pourrait échouer dans l'exécution de sa fonction première défauts.

Tableau 3.2 : Identification des modes de défaillances

Elément	Fonction	Mode de défaillance
Table d'étirage	Porter les butées, les doigtés D'étirage des fils de chaîne	Casse
Butées d'étirage	Limiter la course des doigtés	Casse
Doigtés	Accrocher et étirer les fils De chaîne	Casse
Galets de dressage	Dresser les fils de chaîne	Casse
Pompe d'eau de refroidissement	Faire circuler l'eau	Fonctionnement irrégulier Ne démarre pas
Ventilateur de refroidissement	Refroidir le moteur	Casse/usure
Tuyauterie de refroidissement	Faire circuler l'eau	Bouchage/corrosion/fuite
Moteur pour pompe de refroidissement	Transmettre le mouvement de Rotation à la pompe	Perte d'isolement/court-circuit/ Echauffement/roulements/paliers
Carter d'huile	Stocker l'huile	Casse/vibration/conception
Pompe hydraulique Pour poutre supérieure	Faire circuler l'effluent	Fonctionnement irrégulier Ne démarre pas
Pompe hydraulique Pour machine	Faire circuler l'effluent	Fonctionnement irrégulier Ne démarre pas
Filtre hydraulique	Filtrer l'huile	Pas de filtration
Vérin n°01 p/poutre Supérieure	Soulever la poutre	Blocage/arrêt du piston
Vérin n°02 p/poutre supérieure	Soulever la poutre	Blocage/arrêt du piston

Moteur pour pompe hydraulique de la machine	Transmettre le mouvement de rotation à la pompe	Perte d'isolement/court-circuit/ Echauffement/roulements/paliers
Transformateur de courant de soudage	Abaisser ou augmenter la tension ou l'intensité du courant	Endommagé ou ne fonctionne pas
Moteur pour pompe hydraulique de la poutre supérieure	Transmettre le mouvement de rotation à la pompe	Perte d'isolement/court-circuit/ Echauffement/roulements/paliers
Poutre supérieure mobile	Porter les portes électrodes de soudage	Casse
Poutre inférieure fixe	Porter les portes électrodes de soudage	Casse
Porte électrodes supérieure	Porter les électrodes en cuivre pour souder	Défectueuse
Portes électrodes inférieure	Porter les électrodes en cuivre pour souder	Défectueuse
Electrodes de soudage en cuivre	Souder électriquement fils de chaines et de trames	Usées
Pompe hydraulique Pour enrouleur	Faire circuler l'effluent	Fonctionnement irrégulier Ne démarre pas
Moteur pour pompe hydraulique de l'enrouleur	Transmettre le mouvement de rotation à la pompe	Perte d'isolement/court-circuit/ Echauffement/roulements/paliers
Mécanisme fil de trame	Assurer l'étirage du fil de trame	Craquement Usure
Galet vertical de dressage du fil de trame	Dresser le fil de trame verticalement	Usure Casse
Galet horizontal de dressage du fil de trame	Dresser le fil de trame horizontalement	Usure Casse
Disque d'entraînement	Assure l'étirage du fil de trame	Usure Casse

### 3.3.1.2- Recherche des causes :

#### Définition de la cause d'une défaillance :

Les causes d'une défaillance (amont) sont les circonstances associées à la conception, à la fabrication ou à l'utilisation, qui ont entraînés une défaillance.

« Ishikawa » ou le « diagramme Causes/Effets » est une méthode de résolution de problème qui vise à explorer toutes les dimensions de ce dernier en classant par famille et sous-familles les causes de celui-ci. Cette méthode s'intègre dans une logique d'amélioration continue et permet de relier les causes et les effets d'un dysfonctionnement, qui aura le plus souvent pour origine, dans le cas de la maintenance industrielle, la défaillance technique d'un équipement. Elle est constituée de quatre grandes étapes : - Identification et définition du problème à traiter ; - Listing des sources possibles d'un dysfonctionnement ; - Classement des causes dans les familles : Matière, Milieu, Méthode, Machine et Main d'œuvre ; - Représentation du diagramme cause effet.

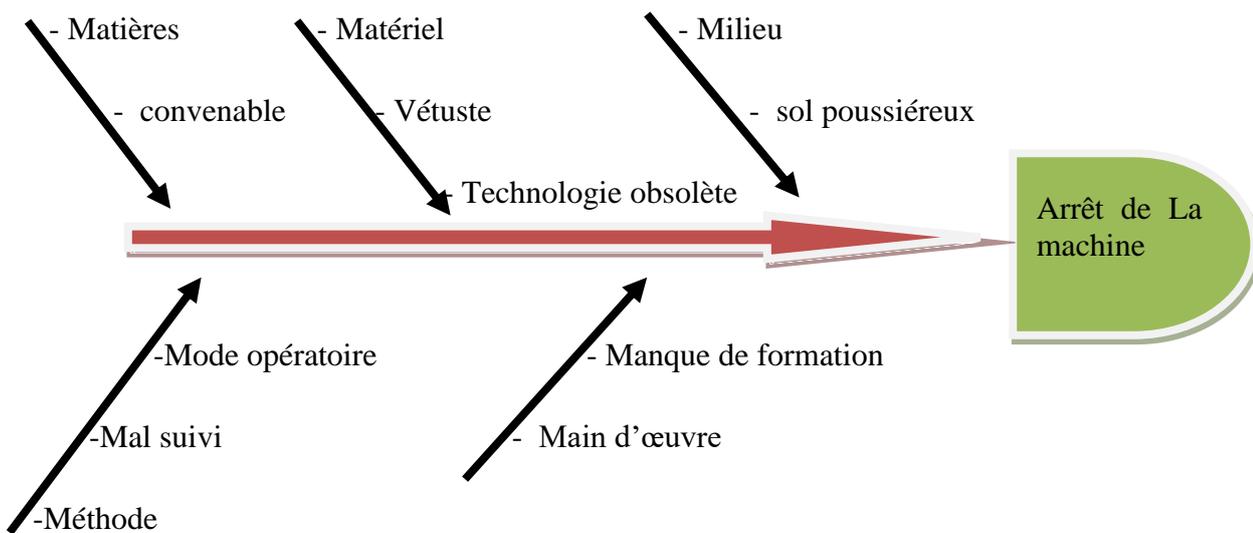


Fig. 3.5 Diagramme Ishikawa

Tableau 3.3 : Recherche des causes

Elément	Mode de la défaillance	Cause de la défaillance
Table d'étirage	Casse	Usure
Butées d'étirage	Casse	Usure
Doigtés	Casse	Usure
Galets de dressage	Casse	Usure
Pompe d'eau de refroidissement	Fonctionnement irrégulier Ne démarre pas	Défaut d'alimentation électrique Obstruée, fuite d'étanchéité, désamorcée
Ventilateur de refroidissement	Casse/usure	Balourd
Tuyauterie de refroidissement	Bouchage/corrosion/fuite	Eau non traitée, formation de tartre
Moteur pour pompe de Refroidissement	Perte d'isolement/court-circuit/ Echauffement/roulements/paliers	Usure roulements, paliers, défaut de masse
Carter d'huile	Casse/vibration/conception	Choc, vibration, conception
Pompe hydraulique Pour poutre supérieure	Fonctionnement irrégulier Ne démarre pas	Défaut d'alimentation électrique Obstruée, fuite d'étanchéité, désamorcée
Pompe hydraulique Pour machine	Fonctionnement irrégulier Ne démarre pas	Défaut d'alimentation électrique Obstruée, fuite d'étanchéité, désamorcée

Filtre hydraulique	Pas de filtration	Bouché, écrasé, déchiré, mal dimensionné
Vérin n°01 p/poutre supérieure	Blocage/arrêt du piston	Usure du piston, problème de joints
Vérin n°02 p/poutre supérieure	Blocage/arrêt du piston	Usure du piston, problème de joints
Moteur pour pompe hydraulique de la machine	Perte d'isolement/court-circuit/ Echauffement/roulements/paliers	Usure roulements, paliers, défaut de masse
Transformateur de courant de soudage	Endommagé ou ne fonctionne pas	Sous-tension, surtension, fuite d'huile, court-circuit
Moteur pour pompe hydraulique de la poutre supérieure	Perte d'isolement/court-circuit/ Echauffement/roulements/paliers	Usure roulements, paliers, défaut de masse
Poutre supérieure mobile	Casse	Usure
Poutre inférieure fixe	Casse	Usure
Porte électrodes supérieure	Défectueuse	Usure
Portes électrodes inférieure	Défectueuse	Usure
Electrodes de soudage en cuivre	Usées	Usure
Pompe hydraulique Pour enrouleur	Fonctionnement irrégulier  Ne démarre pas	Défaut d'alimentation électrique  Obstruée, fuite d'étanchéité, désamorcée

Moteur pour pompe hydraulique de l'enrouleur	Perte d'isolement/court-circuit/ Echauffement/roulements/paliers	Usure roulements, paliers, défaut de masse
Mécanisme fil de trame	Craquement	Usure roues dentées
Galet vertical de dressage du fil de trame	Casse	Usure
Galet horizontal de dressage du fil de trame	Casse	Usure
Disque d'entraînement	Casse	Usure

**3.3.1.3- Recherche des effets :**

**Définition de la cause d'une défaillance**

Les causes d'une défaillance (amont) sont les circonstances associées à la conception, à la fabrication ou à l'utilisation, qui ont entraînés une défaillance

**Tableau 3.4 : Recherche des effets**

Élément	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Effet de la défaillance
Table d'étirage	Casse	usure	Perte de production
Butées d'étirage	Casse	usure	Disfonctionnement de la machine
Doigtés	Casse	usure	Disfonctionnement de la machine
Galets de dressage	Casse	usure	Produit hors norme
Pompe d'eau de refroidissement	Fonctionnement irrégulier Ne démarre pas	Défaut d'alimentation électrique Obstruée, fuite d'étanchéité,	Marche dégradée
Ventilateur de refroidissement	Casse/usure	Balourd	Marche dégradée
Tuyauterie de refroidissement	Bouchage/corrosion/fuite	Eau non traitée, formation de tartre	Surchauffe Arrêt du soudage Arrêt de la machine
Moteur pour pompe de Refroidissement	Perte d'isolement/court-circuit/ Echauffement/roulements	Usure roulements, paliers, défaut de masse	Arrêt de la soudeuse

Carter d'huile	Casse/vibration/conception	Choc, vibration, conception	Indisponibilité de l'utilité Arrêt de la soudeuse
Pompe hydraulique Pour poutre supérieure	Fonctionnement irrégulier Ne démarre pas Fonctionnement irrégulier Ne démarre pas	Défaut d'alimentation électrique Obstruée, fuite d'étanchéité, désamorcée	Arrêt de la soudeuse
Pompe hydraulique Pour machine	Pas de filtration Blocage/arrêt du piston	Défaut d'alimentation électrique Obstruée, fuite d'étanchéité, désamorcée	Arrêt de la soudeuse
Filtre hydraulique	Blocage/arrêt du piston	Bouché, écrasé, déchiré, mal dimensionné	Marche dégradée
Vérin n°01 p/poutre supérieure	Fonctionnement irrégulier Ne démarre pas	Usure du piston, problème de joints	Arrêt soudage Arrêt de la soudeuse
Vérin n°02 p/poutre supérieure	Fonctionnement irrégulier Ne démarre pas	Usure du piston, problème de joints	Arrêt de la soudeuse
Moteur pour pompe hydraulique de la machine	Perte d'isolement/court-circuit/ Echauffement/roulements /paliers	Usure roulements, paliers, défaut de masse	Arrêt soudage Arrêt de la soudeuse
Transformateur de courant de soudage	Endommagé ou ne fonctionne pas	Sous-tension, surtension, fuite d'huile, court-circuit	Arrêt de la soudeuse
Moteur pour pompe hydraulique de la poutre supérieure	Perte d'isolement/court-circuit/ Echauffement/roulements /paliers	Usure roulements, paliers, défaut de masse	Arrêt de la soudeuse
Poutre supérieure mobile	Casse	usure	Arrêt de la soudeuse
Poutre inférieure fixe	Casse	usure	Arrêt de la soudeuse
Porte électrodes supérieure	Défectueuse	usure	Marche dégradée
Portes électrodes inférieure	Défectueuse	usure	Marche dégradée
Electrodes de soudage en cuivre	Usées	usure	Mauvais soudage
Pompe hydraulique Pour enrouleur	Fonctionnement irrégulier Ne démarre pas	Défaut d'alimentation électrique	Arrêt de la soudeuse
Moteur pour pompe hydraulique de l'enrouleur (rotor/stator)	Perte d'isolement/court-circuit/ Echauffement/roulements /palies	Obstruée, fuite d'étanchéité, désamorcée	Arrêt de la soudeuse
Mécanisme fil de trame	Craquement	Usure roulements, paliers, défaut de masse	Arrêt de la soudeuse

Galet vertical de dressage du fil de trame	Casse	Usure roues dentées	Produit hors norme
Galet horizontal de dressage du fil de trame	Casse	Usure	Produit hors norme
Disque d'entraînement	Casse	Usure	Arrêt de production

**3.3.1.4- Recensement des détections :**

- Dans le tableau AMDEC, on note les détections les plus probables.

**Tableau 3.5 : Recensement des détections**

Elément	Mode de défaillance	Cause de la défaillance	Détection
Table d'étirage	Casse	Usure	Visuel
Butées d'étirage	Casse	Usure	Visuel
Doigtés	Casse	Usure	Visuel
Galets de dressage	Casse	Usure	Visuel
Pompe d'eau de refroidissement	Fonctionnement irrégulier	Défaut d'alimentation électrique	Visuel
	Ne démarre pas		Auditif
Ventilateur de refroidissement	Casse/usure	Obstruée, fuite d'étanchéité	Visuel
			Auditif
Tuyauterie de refroidissement	Bouchage/corrosion/fuite	Balourd	Visuel
Moteur pour pompe de refroidissement	Perte d'isolement/court-circuit/ Echauffement/roulements/paliers	Eau non traitée, formation de tartre	Visuel
Carter d'huile	Casse/vibration/conception	Choc, vibration, conception	Visuel

Pompe hydraulique P/ poutre supérieure	Fonctionnement irrégulier Ne démarre pas	Défaut d'alimentation électrique	Visuel Auditif
Pompe hydraulique Pour machine	Fonctionnement irrégulier Ne démarre pas	Obstruée, fuite d'étanchéité, désamorcée	Visuel
Filtre hydraulique	Pas de filtration	Défaut d'alimentation électrique	Visuel
Vérin n°01 p/poutre supérieure	Blocage/arrêt du piston	Obstruée, fuite d'étanchéité, désamorcée	Visuel
Vérin n°02 p/poutre supérieure	Blocage/arrêt du piston	Bouché, écrasé, déchiré, mal dimensionné	Visuel
Moteur pour pompe hydraulique de la machine	Perte d'isolement/court-circuit/ Echauffement/roulements/paliers	Usure roulements, paliers, défaut de masse	Visuel
Transformateur de courant de soudage	Endommagé ou ne fonctionne pas	Sous-tension, surtension, fuite d'huile, court-circuit	Visuel
Moteur pour pompe hydraulique de la poutre supérieure	Perte d'isolement/court-circuit/ Echauffement/roulements/paliers	Usure roulements, paliers, défaut de masse	Visuel
Poutre supérieure mobile	Casse	Usure	Visuel
Poutre inférieure fixe	Casse	Usure	Visuel
Porte électrodes supérieure	Défectueuse	Usure	Visuel
Portes électrodes inférieure	Défectueuse	Usure	Visuel

Electrodes de soudage en cuivre	Usées	Usure	Visuel
Pompe hydraulique Pour enrouleur	Fonctionnement irrégulier Ne démarre pas	Défaut d'alimentation électrique	Visuel
Moteur pour pompe hydraulique de l'enrouleur (rotor/stator)	Perte d'isolement/court-circuit/ Echauffement/roulements/palies	Obstruée, fuite d'étanchéité, désamorcée	Visuel
Mécanisme fil de trame	Craquement	Usure roulements, paliers, défaut de masse	Auditif
Galet vertical de dressage du fil de trame	Casse	Usure roues dentées	Visuel
Galet horizontal de dressage du fil de trame	Casse	Usure	Visuel
Disque d'entraînement	Casse	Usure	Visuel

**3.3.2- Evaluation de la criticité**

**3.3.2.1- Estimation de la criticité :**

- Cette phase consiste à évaluer la criticité des défaillances de chaque élément, à partir de plusieurs critères de cotation indépendants.
- Pour chaque critère de cotation, on attribue un niveau (note ou indice).
- Un niveau de criticité en est ensuite déduit, ce qui permet de hiérarchiser les défaillances et d'identifier les points critiques.
- L'évaluation de la criticité se fonde sur l'état actuel ou prévu de la machine au moment de l'étude.
- Les critères de criticité s'expriment dans le tableau AMDEC par leurs niveaux respectifs.

Tableau 3.6 Estimation de la criticité

<b>F</b>	<b>FREQUENCE</b>	1	Une défaillance maxi par an	Impossible ( $10^{-9}$ déf. $\times$ h <sup>-1</sup> )
		2	Une défaillance maxi par trimestre	Rare ( $10^{-5}$ déf. $\times$ h <sup>-1</sup> )
		3	Une défaillance maxi par mois	Faible ( $10^{-4}$ déf. $\times$ h <sup>-1</sup> )
		4	Une défaillance maxi par semaine	Modéré ( $10^{-3}$ déf. $\times$ h <sup>-1</sup> )
		5	Une défaillance maxi par jour	Très probable ( $> 10^{-3}$ déf. $\times$ h <sup>-1</sup> )
<b>G</b>	<b>GRAVITE:</b>	1	Pas d'arrêt de la production	Pas grave
		2	Arrêt $\leq$ 1 heure	Peu grave
		3	1 heure $<$ arrêt $\leq$ 1 jour	Grave
		4	Arrêt $>$ 1 jour	Très grave
		5	Arrêt $>$ 7 jour	Fatale
<b>D</b>	<b>DETECTION</b>	1	<b>Vu à tout test</b>	Très facile
		2	Visite par opérateur	Facile
		3	Détection facile et aisée	Possible
		4	Détection difficile	Difficile
		5	Indécelable	Indétectable

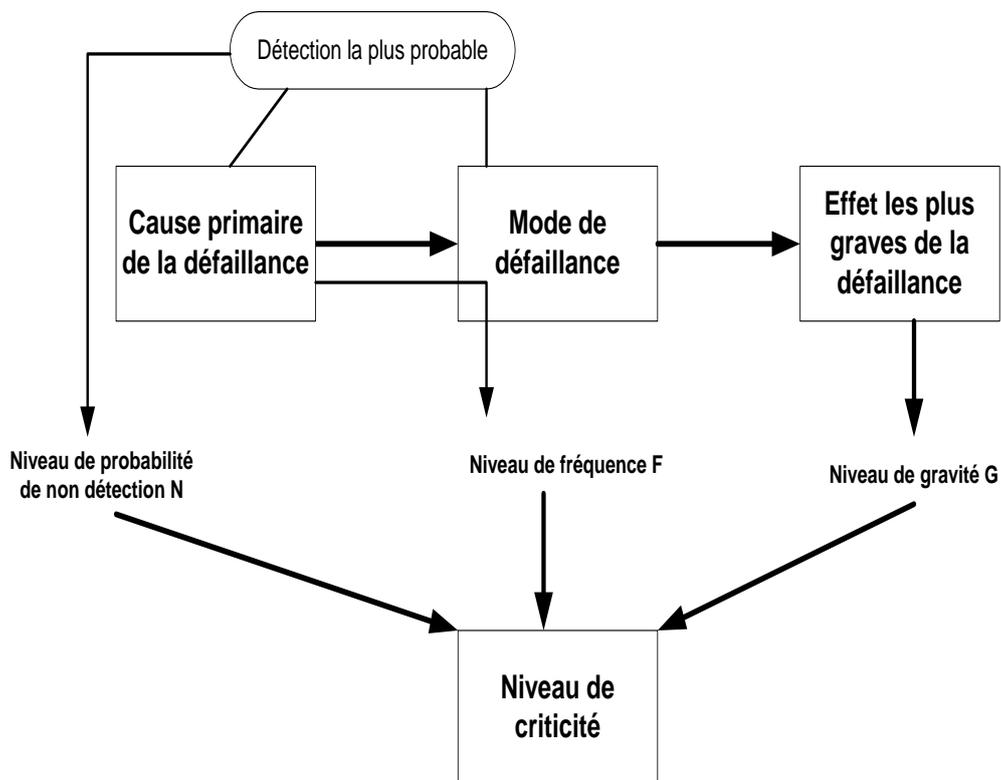


Fig 3.6 : Estimation de la criticité

3.3.2.2- Evaluation des critères de cotation :

- Évaluer le niveau atteint par les critères de fréquence, gravité et probabilité de non détection, pour chaque combinaison cause / mode / effet. Selon les standards automobiles, les critères de cotation sont :
  - La fréquence d'apparition d'une défaillance associée au niveau F
  - La gravité de la défaillance associée au niveau G
  - La probabilité de non détection de la défaillance associée au niveau N
- Pour effectuer l'évaluation, on utilise des grilles ou des barèmes de cotation définis selon 3 ou 4 ou 5 niveaux. On s'appuie alors sur :
  - Les connaissances des membres du groupe sur les dysfonctionnements
  - Les banques de données fiabilité, historiques d'avaries, retours d'expérience, etc.

**Tableau 3.7 : Evaluation des critères de cotation**

Calcul de criticité								
Élément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de défaillance	Détection	Critère de cotation		
						F	G	D
Table d'étirage	Potter les butées et les doigtés d'étirage de fils chaîne	Casse	Usure	Arrêt de l'étirage et par conséquent la perte de fonction de la machine	Visuel	1	2	1
Butée	Arrêter La course des doigts	Casse	Usure absence de graissage	Disfonctionnement de la machine	Visuel	2	2	1
Doigtés	Etirer les fils de chaînes	Casse	Usure absence de graissage	Disfonctionnement de la machine	Visuel	2	2	1
Galet de dressage	Dresser les fils de chaîne	Casse	Usure	N'arrête pas la machine mais produit hors normes	Visuel	2	2	1
Pompe d'eau de refroidissement	Faire circuler l'eau dans le circuit	Fonctionnement irrégulier ne démarre pas	Défaut d'alimentation électrique fluctuante obstruée fuite étanchéité défaut électrique désamorcée	Marche dégradée	Visuel	2	2	2

Ventilateur de refroidissement	Refroidir le moteur	Casse moteur	Balourd	Marche dégradée	Visuel auditif	1	2	2
Tuyauterie de refroidissement	Faire circuler l'eau	Bouchée corrodée fuite	Eau non traitée absence de détartrage	Surchauffe arrêt de la soudeuse	Visuel	3	4	4
Moteur pour pompe de refroidissement								
Stator	Transforme l'énergie magnétique en puissance	Perte d'isclément (court-circuit) échauffement	Défaut de masse	Arrêt du moteur	Visuel	1	3	2
Rotor	Transforme l'énergie électrique en énergie magnétique	Perte d'isclément (court-circuit) échauffement	Défaut d'isolement humidité	Arrêt de la pompe Arrêt de la soudeuse				
Carter d'huile	Stocker l'huile	Défaillance structurelle	Choc conception vibration	Indisponibilité de l'utilité arrêt de la soudeuse	Visuel	1	1	1
Pompe hydraulique p/poutre sup	Faire circuler l'effluent	-Fonctionnement irrégulier  -Ne démarre pas	Défaut d'alimentation électrique, fluctuante obstruée  Fuite étanchéité défaut électrique désamorcée	Arrêt du soudage	Visuel	1	2	1

Pompe hydraulique p/machine	Faire circuler l'effluent	Fonctionnement irrégulier  -Ne démarre pas	Défaut d'alimentation électrique, fluctuante obstruée Fuite étanchéité défaut électrique désamorcée	Arrêt de la soudeuse	Visuel	1	3	2
Filtre hydraulique	Filtre l'huile	-Ne laisse pas passer l'huile limitation du débit d'huile  -Pas de filtration	Bouché Encrassé Viscosité d'huile trop élevée Filtre déchiré Mal dimensionné	Arrêt de la soudeuse  Marche dégradée	Visuel	1	2	4
Transformateur du courant de soudage	Abaisser augmenter la tension ou l'intensité du courant	-Ne fonctionne pas  -Endommagé	Sous-tension ou surtension du réseau court-circuit Fuite d'huile Défaut d'alimentation	Arrêt du moteur (de la machine) Arrêt de la soudeuse	Visuel	1	4	2
Vérin n 02 pour poutre supérieure	Transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique (soulever la poutre supérieure)	-Blocage  -Arrêt du piston	Usure  Débit d'huile insuffisant  Problème de joints	Disfonctionnement dans le soudage  Arrêt de soudeuse	Visuel	1	1	1

Moteur pour pompe hydraulique machine								
Stator	Transforme l'énergie magnétique en puissance	Perte d'isolement (court-circuit) Echauffement	Défaut de masse	Arrêt du moteur Arrêt de la pompe Arrêt de la soudeuse	Visuel	2	3	2
Rotor	Transforme l'énergie électrique en énergie magnétique	Perte d'isolement humidité		Arrêt de la soudeuse				
Moteur pour hydraulique de la poutre sup								
Stator	Transforme l'énergie magnétique en puissance	Perte d'isolement (court-circuit) échauffement	Défaut de masse	Arrêt de moteur Arrêt de la pompe Arrêt de la soudeuse	Visuel	1	3	1
Rotor	Transforme l'énergie électrique en énergie magnétique	Perte d'isolement (court-circuit) échauffement	Défaut d'isolement échauffement	Arrêt de la soudeuse				
Poutre supérieure	Porter les portes des électrodes de soudage	Défectueuse	Usure	Arrêt de soudage Arrêt de la soudeuse	Visuel	1	1	1
Poutre Inférieure	Porter les portes des électrodes de soudage	Défectueuse	Usure	Arrêt de soudage Arrêt de la soudeuse	Visuel	1	1	1
Porte électrodes supérieure	Porter les électrodes en cuivre pour soudage	Défectueuse	Usure	Mauvaise fixation des électrodes Mauvais soudage arrêt de la soudeuse	Visuel	2	2	2

Porte électrodes Inferieure	Porter les électrodes en cuivre pour soudage	Défectueuse	Usure	Mauvaise fixation des électrodes Mauvais soudage arrêt de la soudeuse	Visuel	2	2	2
Electrodes de soudage	Souder les fils de chaine et fil de trame	Défectueuse	Usure	Absence d'utilité Arrêt de la soudeuse	Visuel	4	2	1
Pompe hydraulique pour enrouleur	Faire circuler l'effluent	Fonctionnement irrégulier Ne démarre pas	Défaut d'alimentation électrique fluctuante	Arrêt de l'enrouleur Arrêt de la soudeuse	Visuel	1	2	2
Mécanisme fil de trame	Assurer l'alimentation en fil de trame	Craquement	Mauvais graissage	Arrêt de la soudeuse	Auditif	2	4	2
Moteur pour pompe hydraulique de l'enrouleur Stator	Transforme l'énergie magnétique en puissance	Perte d'isolement (court-circuit) Échauffement	Défaut de masse	Arrêt du moteur Arrêt de la pompe Arrêt de la soudeuse	Visuel	1	2	2
Rotor	Transforme l'énergie électrique en énergie magnétique	Perte d'isolement (court-circuit) Échauffement	Défaut d'isolement humidité					
Galets verticaux de dressage Fil de trame	Dresser les fils de chaine	Casse	Usure	N'arrête pas la machine mais produit hors normes	Visuel	2	2	1

Galets horizontaux de dressage fil de trame	Dresser les fils chaîne	Casse	Usure	N'arrête pas la machine mais produit hors normes	Visuel	2	2	1
Disque d'entraînement	Tirer le fil de trame	Casse	Usure	Alimentation en fil de trame interrompue pas de formation de treillis Arrêt de production	Visuel	1	2	1

3.3.2.3- Calcul de la criticité :

- La valeur de la criticité est calculée par le produit des niveaux atteints par les critères de cotation.

$$C = F \times G \times D$$

Tableau 3.8 : Calcul de la criticité

NIVEAU DE CRITICITE	Criticité Négligeable	Criticité Moyenne	Criticité élevée	Criticité Interdite
INTERVALLE	$1 \leq C < 10$	$10 \leq C < 20$	$20 \leq C < 40$	$40 \leq C < 64$

Tableau 3.9 : Calcul de criticité

Calcul de criticité									
Elément	Fonction	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de défaillance	Détection	Critère de cotation			
						F	G	D	C
Table d'étirage	Potter les butées et les doigtés d'étirage de fils chaîne	Casse	Usure	Arrêt de l'étirage et par conséquent la perte de fonction de la machine	Visuel	1	2	1	2
Butée	Arrêter La course des doigts	Casse	Usure absence de graissage	Disfonctionnement de la machine	Visuel	2	2	1	4
Doigtés	Etirer les fils de chaînes	Casse	Usure absence de graissage	Disfonctionnement de la machine	Visuel	2	2	1	4

Galet de dressage	Dresser les fils de chaine	Casse	Usure	N'arrête pas la machine mais produit hors normes	Visuel	2	2	1	4
Pompe d'eau de refroidissement	Faire circuler l'eau dans le circuit	Fonctionnement irrégulier ne démarre pas	Défaut d'alimentation électrique fluctuante obstruée fuite étanchéité défaut électrique désamorcée	Marche dégradée	Visuel	2	2	2	8
Ventilateur de refroidissement	Refroidir le moteur	Casse moteur	Balourd	Marche dégradée	Visuel auditif	1	2	2	4
Tuyauterie de refroidissement	Faire circuler l'eau	Bouchée corrodée fuite	Eau non traitée absence de détartrage	Surchauffe arrêt de la soudeuse	Visuel	3	4	4	48
Moteur pour pompe de refroidissement									
Stator	Transforme l'énergie magnétique en puissance	Perte d'isclément (court-circuit) échauffement	Défaut de masse	Arrêt du moteur Arrêt de la pompe Arrêt de la soudeuse	Visuel	1	3	2	6
Rotor	Transforme l'énergie électrique en énergie magnétique	Perte d'isclément (court-circuit) échauffement	Défaut d'isolement humidité						

Carter d'huile	Stocker l'huile	Défaillance structurelle	Choc conception vibration	Indisponibilité de l'utilité arrêt de la soudeuse	Visuel	1	1	1	1
Pompe hydraulique p/poutre sup	Faire circuler l'effluent	Fonctionnement irrégulier	Défaut d'alimentation électrique, fluctuante obstruée	Arrêt du soudage	Visuel	1	2	1	2
		Ne démarre pas	Fuite étanchéité défaut électrique désamorcée	Arrêt de la soudeuse	Visuel				
Pompe hydraulique p/machine	Faire circuler l'effluent	Fonctionnement irrégulier	Défaut d'alimentation électrique, fluctuante obstruée	Arrêt de la soudeuse	Visuel	1	3	2	6
		Ne démarre pas	Fuite étanchéité défaut électrique désamorcée	Arrêt de la soudeuse					
Filtre hydraulique	Filtre l'huile	-Ne laisse pas passer l'huile limitation du débit d'huile  -Pas de filtration	Bouché Encrassé Viscosité d'huile trop élevée Filtre déchiré Mal dimensionné	Arrêt de la soudeuse  Marche dégradée	Visuel	1	2	4	8
Transformateur du courant de soudage	Abaisser augmenter la tension ou l'intensité du courant	-Ne fonctionne pas  -Endommagé	Sous-tension ou surtension du réseau court-circuit Fuite d'huile Défaut d'alimentation	Arrêt du moteur (de la machine) Arrêt de la soudeuse	Visuel	1	4	2	8

Vérin n 02 pour poutre supérieure	Transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique (soulever la poutre supérieure)	-Blocage  -Arrêt du piston	-Usure  -Débit d'huile insuffisant  -Problème de joints	Disfonctionnement dans le soudage  Arrêt de soudeuse	Visuel	1	1	1	1
Moteur pour pompe hydraulique machine									
Stator	Transforme l'énergie magnétique en puissance	Perte d'isolement (court-circuit) Echauffement	Défaut de masse	Arrêt du moteur Arrêt de la pompe Arrêt de la soudeuse	Visuel	2	3	2	12
Rotor	Transforme l'énergie électrique en énergie magnétique	Perte d'isolement humidité	Défaut de masse						
Moteur pour hydraulique de la poutre sup									
Stator	Transforme l'énergie magnétique en puissance	Perte d'isolement (court-circuit) échauffement	Défaut de masse	Arrêt de moteur Arrêt de la pompe Arrêt de la soudeuse	Visuel	1	3	1	3
Rotor	Transforme l'énergie électrique en énergie magnétique	Perte d'isolement (court-circuit) échauffement	Défaut d'isolement échauffement	Arrêt de la soudeuse					
Poutre supérieure	Porter les portes des électrodes de soudage	Défectueuse	Usure	Arrêt de soudage Arrêt de la soudeuse	Visuel	1	1	1	1
Poutre Inférieure	Porter les portes des	Défectueuse	Usure	Arrêt de soudage					

	électrodes de soudage			Arrêt de la soudeuse	Visuel	1	1	1	1
Porte électrodes supérieure	Porter les électrodes en cuivre pour soudage	Défectueuse	Usure	Mauvaise fixation des électrodes - Mauvais soudage - Arrêt de la soudeuse	Visuel	2	2	2	8
Porte électrodes Inferieure	Porter les électrodes en cuivre pour soudage	Défectueuse	Usure	- Mauvaise fixation des électrodes - Mauvais soudage - Arrêt de la soudeuse	Visuel	2	2	2	8
Electrodes de soudage	Souder les fils de chaine et fil de trame	Défectueuse	Usure	- Absence d'utilité - Arrêt de la soudeuse	Visuel	4	2	1	8
Pompe hydraulique pour enrouleur	Faire circuler l'effluent	Fonctionnement irrégulier Ne démarre pas	Défaut d'alimentation électrique fluctuante	- Arrêt de l'enrouleur - Arrêt de la soudeuse	Visuel	1	2	2	4
Mécanisme fil de trame	Assurer l'alimentation en fil de trame	Craquement	Mauvais graissage	Arrêt de la soudeuse	Auditif	2	4	2	16
Moteur pour pompe hydraulique de l'enrouleur  Stator	Transforme l'énergie magnétique en puissance	Perte d'isolement (court-circuit) Echauffement	Défaut de masse	- Arrêt du moteur - Arrêt de la pompe - Arrêt de la soudeuse	Visuel	1	2	2	4

Rotor	Transforme l'énergie électrique en énergie magnétique	Perte d'isolement (court-circuit) Echauffement	Défaut d'isolement humidité	Arrêt de la soudeuse					
Galets verticaux de dressage p / Fil de trame	Dresser les fils de chaîne	Casse	Usure	N'arrête pas la machine mais produit hors normes	Visuel	2	2	1	4
Galets horizontaux de dressage fil de trame	Dresser les fils chaîne	Casse	Usure	N'arrête pas la machine mais produit hors normes	Visuel	2	2	1	4
Disque d'entraînement	Tirer le fil de trame	Casse	Usure	Alimentation en fil de trame interrompue pas de formation de treillis Arrêt de production	Visuel	1	2	1	2

**3.3.3- Proposition d'actions correctives :**

- Cette phase consiste à proposer des actions ou mesures amélioratrices destinées à faire chuter la criticité des défaillances, en agissant sur un ou plusieurs critères de fréquence, gravité et probabilité de non détection.
- Ces actions peuvent concerner selon le cas le constructeur ou l'utilisateur de la machine.

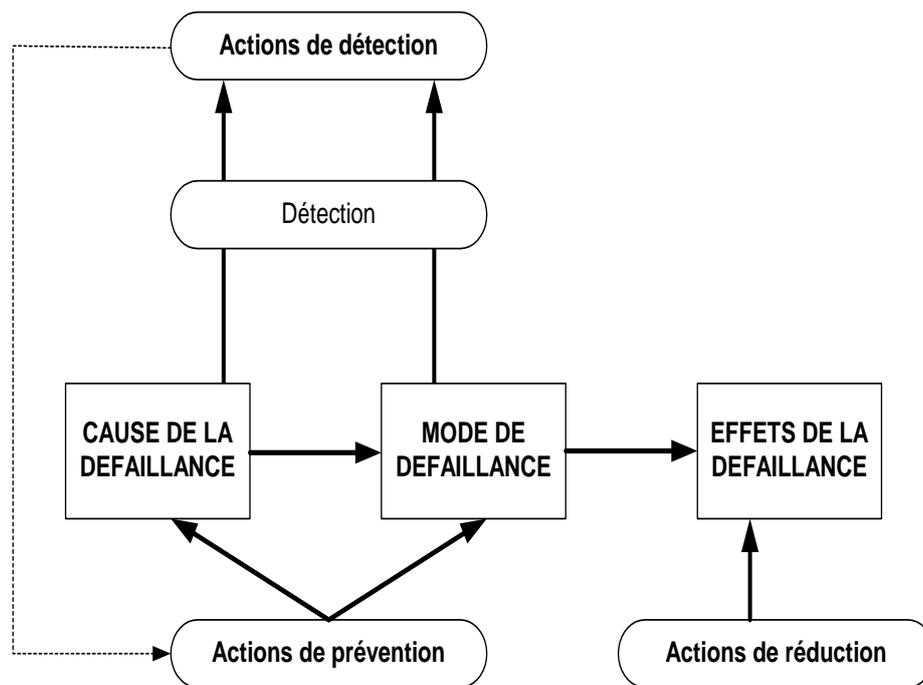


Fig 3.7 Proposition d’actions correctives

3.3.3.1- Les actions correctives :

Tableau 3.10 : Les actions correctives

NIVEAU DE CRITICITE	INTERVALLE	ACTIONS CORRECTIVES A ENGAGER
Criticité Négligeable	$1 \leq C < 10$	Aucune modification de conception Maintenance corrective
Criticité Moyenne	$10 \leq C < 20$	Amélioration des performances de l’élément Maintenance préventive systématique
Criticité Elevée	$20 \leq C < 40$	Révision de la conception du sous-ensemble et du choix des éléments Surveillance particulière, maintenance préventive conditionnelle / prévisionnelle
Criticité Interdite	$40 \leq C < 64$	Remise en cause complète de la conception

Tableau 3.11 : Les actions correctives

ACTION CORRECTIVE
-------------------

Élément	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet de défaillance	Action corrective propose
Table d'étirage	Casse	Usure	Arrêt de l'étirage et par conséquent la perte de fonction de la machine	Changement de table
Butée	Casse	Usure absence de graissage	Disfonctionnement de la machine	Changement et réparation
Doigtés	Casse	Usure absence de graissage	Disfonctionnement de la machine	Changement et réparation
Galet de dressage	Casse	Usure	N'arrête pas la machine mais produit hors normes	Changement et réparation
Pompe d'eau de refroidissement	Fonctionnement irrégulier ne démarre pas	Défaut d'alimentation électrique fluctuante obstruée fuite étanchéité défaut électrique désamorcée	Marche dégradée	Appliquer le plan annuel de maintenance Révision périodique : roulement ; graissage
Ventilateur de refroidissement	Casse moteur	Balourd	Marche dégradée	Appliquer le plan annuel de maintenance Révision périodique : roulement ; graissage ; Alimentation électrique
Tuyauterie de refroidissement	Bouchée corrodée fuite	Eau non traitée absence de détartrage	Surchauffe arrêt de la soudeuse	Action préventive : nécessite une étude de révision de la conception de la machine
Moteur pour pompe de refroidissement  Stator	Perte d'isclément (court-	Défaut de masse Défaut d'isolement humidité		Appliquer le plan annuel de maintenance

	circuit) échauffement		- Arrêt du moteur - Arrêt de la pompe - Arrêt de la soudeuse	Révision périodique : roulement ; Paliers ; Isolement électrique des enroulements
Rotor	Perte d'isclément (court- circuit) échauffement			
Carter d'huile	Défaillance structurale	Choc conception vibration	Indisponibilité de l'utilité arrêt de la soudeuse	Appliquer le plan annuel de maintenance Révision périodique
Pompe hydraulique p/poutre sup	Fonctionne- ment irrégulier  Ne démarre pas	Défaut d'alimentation électrique, fluctuante obstruée Fuite étanchéité défaut électrique désamorcée	- Arrêt de la soudeuse - Arrêt du soudage	Appliquer le plan annuel de maintenance Révision périodique : roulement graissage régulier Appliquer le plan annuel de maintenance
Pompe hydraulique p/machine	Fonctionneme nt irrégulier Ne démarrage pas	Défaut d'alimentation électrique, fluctuante obstruée  Fuite étanchéité défaut électrique désamorcée	- Arrêt du soudage	Appliquer le plan annuel de maintenance
Filtre hydraulique	Ne laisse pas passer l'huile limitation du débit d'huile, Pas de	Bouché, Encrassé Viscosité d'huile trop élevée Filtre déchiré	- Arrêt de la soudeuse  - Marche dégradée	Appliquer le plan annuel de maintenance

	filtration			
Transformateur du courant de soudage	Ne fonctionne pas Endommagé	Sous-tension ou surtension du réseau Fuite d'huile Défaut d'alimentation	- Arrêt du moteur (de la machine) - Arrêt de la soudeuse	Appliquer le plan annuel de maintenance
Vérin pour poutre supérieure	-Blocage -Arrêt du piston	-Usure -Débit d'huile insuffisant -Problème de joints	-Disfonctionnement dans le soudage -Arrêt de soudeuse	Appliquer le plan annuel de maintenance. Changement périodique des étanchéités Vérification du piston du vérin. Vérification d'huile de pression
Moteur pour pompe hydraulique machine				
Stator	Perte d'isolement (court-circuit) Echauffement	Défaut de masse Défaut d'isolement échauffement	- Arrêt du moteur - Arrêt de la pompe - Arrêt de la soudeuse	Appliquer le plan annuel de maintenance Révision périodique : roulement ; Paliers ; Isolement électrique des enroulements
Rotor	Perte d'isolement humidité			
Moteur pour hydraulique de la poutre sup				
Stator	Transforme l'énergie magnétique en puissance	Défaut de masse Défaut d'isolement échauffement	- Arrêt de moteur - Arrêt de la pompe - Arrêt de la soudeuse	Appliquer le plan annuel de maintenance Révision périodique : roulement ; Paliers ; Isolement électrique des enroulements
Rotor	Transforme l'énergie électrique en énergie magnétique			
	Porter les			Appliquer le plan

Poutre supérieure	portes des électrodes de soudage	Usure	- Arrêt de soudage - Arrêt de la soudeuse	annuel de maintenance Révision périodique
Poutre Inférieure	Porter les portes des électrodes de soudage	Usure	- Arrêt de soudage - Arrêt de la soudeuse	Appliquer le plan annuel de maintenance Révision périodique
Porte électrodes supérieure	Porter les électrodes en cuivre pour soudage	Usure	- Mauvaise fixation des électrodes - Mauvais soudage arrêt de la soudeuse	Appliquer le plan annuel de maintenance Changement périodique en fonction du volume de production
Porte électrodes Inferieure	Porter les électrodes en cuivre pour soudage	Usure	- Mauvaise fixation des électrodes - Mauvais soudage - Arrêt de la soudeuse	Appliquer le plan annuel de maintenance Changement périodique en fonction du volume de production
Electrodes de soudage	Souder les fils de chaine et fil de trame	Usure	- Absence d'utilité - Arrêt de la soudeuse	Changement périodique en fonction du volume de production
Pompe hydraulique pour enrouleur	Faire circuler l'effluent	Défaut d'alimentation électrique fluctuante	- Arrêt de l'enrouleur - Arrêt de la soudeuse	Appliquer le plan annuel de maintenance Révision périodique : roulement ; graissage régulier

Mécanisme fil de trame	Assurer l'alimentation en fil de trame	Mauvais graissage	Arrêt de la soudeuse	Appliquer le plan annuel de maintenance Révision périodique : Au moins deux par ans de tous les éléments du mécanisme
Moteur pour pompe hydraulique de l'enrouleur	Stator	Transforme l'énergie magnétique en puissance	Défaut de masse	Appliquer le plan annuel de maintenance Révision périodique : roulement ; Paliers ; Isolement électrique des enroulements
Rotor	Transforme l'énergie électrique en énergie magnétique	Défaut d'isolement humidité	- Arrêt du moteur - Arrêt de la pompe - Arrêt de la soudeuse	
Galets verticaux de dressage Fil de trame	Dresser les fils de chaîne	Usure	N'arrête pas la machine mais produit hors normes	Appliquer le plan annuel de maintenance Changement des apparitions d'avaries
Galets horizontaux de	Dresser les fils chaîne	Usure	N'arrête pas la machine mais produit hors	Appliquer le plan annuel de maintenance

dressage fil de trame			normes	Changement des apparitions d'avaries
Disque d'entraînement	Tirer le fil de trame	Usure	Alimentation en fil de trame interrompue pas de formation de treillis Arrêt de production	Appliquer le plan annuel de maintenance Changement des apparitions d'avaries

### 3.4. Etape 04 : Synthèse

- Cette étape consiste à effectuer un bilan de l'étude et à fournir les éléments permettant de définir et lancer, en toute connaissance de cause, les actions à effectuer.
- Ce bilan est essentiel pour tirer vraiment parti de l'analyse.
- Les synthèses sont effectuées à partir des informations consignées dans le tableau AMDEC.

D'après le tableau de calcul de la criticité, on distingue trois niveaux de criticité analysés comme suit :

1. L'élément « tuyauterie de refroidissement » dégage une valeur de la criticité de (48)
  2. L'élément « Mécanisme de trame » dégage une valeur de la criticité de (16)
  3. L'élément « Moteur pour la pompe hydraulique de la machine » dégage une valeur de Criticité de (12)
  4. Le reste des éléments dégage chacun une valeur inférieure à (10)
- Pour le point 4, la criticité est négligeable, ne nécessite pas de modification de la conception, mais seulement une maintenance corrective doit être appliquée au moment de la défaillance pour éviter un cumul de perte de production conséquent.
  - Pour les points 2 et 3, la criticité est moyenne et nécessite une maintenance préventive effective puisque l'entreprise est dotée d'un plan annuel de maintenance préventive dans le cadre de la mise en œuvre de la norme ISO 9001 éd 2015.

Seulement, pour rendre effectif et efficace ce plan de maintenance, il est impératif de mettre à la disposition des maintenanciers toute la pièce de rechange nécessaire que le département des approvisionnements doit prendre en charge.

- Pour le point 1, on tire la sonnette d'alarme car la criticité est vraiment interdite et l'action corrective remettra en cause la conception de la machine, chose qu'on a remarqué dès notre début de stage car la machine nous a paru vétuste et que la technologie employée est obsolète par rapport à ce qui se fait actuellement.  
Acheter une nouvelle ligne coutera beaucoup trop chère pour l'entreprise qui ne pourra supporter cette charge.

En effet la machine est raccordée à une source d'eau courante ; ce qui a provoqué à la longue une corrosion avancée du circuit de refroidissement et la formation d'un tartre important qui conduit à chaque fois une surchauffe des éléments de la machine dont l'effet est son arrêt et une perte conséquente de la production et du chiffre d'affaires.

À notre avis, la solution la plus réaliste que nous avons discuté avec les membres du groupe de travail et de réflexion est la suivante :

- 1 . Remettre en état de marche la station de déminéralisation qui existe déjà et qui desservira toutes les autres installations en eau traitée telles que la chaudière ; les tréfileuses et les autres lignes de traitements de surface de peur que le problème de corrosion ne se généralise.
2. Raccorder la soudeuse ainsi que toute la ligne de fabrication à la station de déminéralisation
3. Remplacer la tuyauterie de refroidissement en question par un circuit en inox
4. Enfin, inclure dans le plan annuel de maintenance préventive l'opération de détartrage, deux fois par année ce qui suffira largement à régler l'effet de cette défaillance.

#### 3.4.1- Hiérarchisation des défaillances :

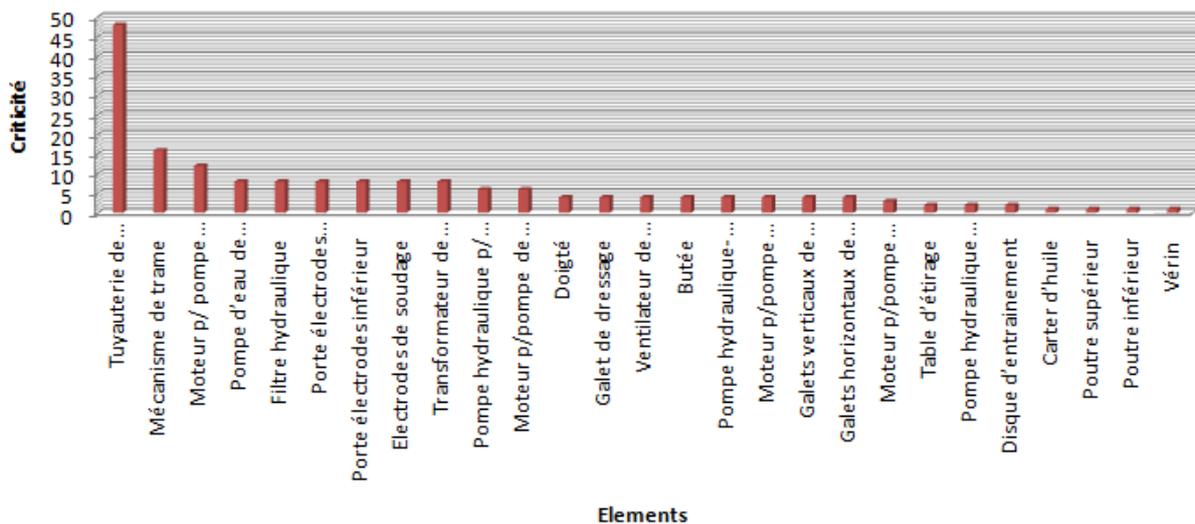
- On peut classer les défaillances entre elles, selon leurs niveaux respectifs de fréquence, gravité, probabilité de non détection ou encore selon leur niveau de criticité.
- On peut utiliser des représentations graphiques (histogrammes).

**Tableau 3.12 : Hiérarchisation des défaillances**

Élément	Criticité
Tuyauterie de refroidissement	48
Mécanisme de trame	16
Moteur p/ pompe hydraulique machine	12
Pompe d'eau de refroidissement	8
Filtre hydraulique	8
Porte électrodes supérieure	8
Porte électrodes inférieur	8
Electrodes de soudage	8
Transformateur de courant de soudage	8
Pompe hydraulique p/ machine	6
Moteur p/pompe de refroidissement	6
Doigté	4
Galet de dressage	4
Ventilateur de refroidissement	4
Butée	4
Pompe hydraulique-enrouleur	4
Moteur p/pompe hydraulique-enrouleur	4
Galets verticaux de dressage	4
Galets horizontaux de dressage	4

Moteur p/pompe hydraulique-poutre supérieur	3
Table d'étirage	2
Pompe hydraulique p/poutre supérieur	2
Disque d'entraînement	2
Carter d'huile	1
Poutre supérieur	1
Poutre inférieur	1
Vérin	1

Fig 3.8 Hiérarchisation des défaillances



**3.4.2- Liste des points critiques :**

- Cette liste permet de recenser les points faibles de la machine et les éléments les plus critiques pour le bon fonctionnement du système.

D'après l'analyse par la méthode AMDEC, on peut d'ores et déjà lister les éléments les plus critiques de la machine et qui sont :

1. La tuyauterie d'eau de refroidissement de la machine
2. Le mécanisme du fil de trame

Le moteur de la pompe hydraulique de la machine

**3.4.3- Liste des recommandations :**

- Cette liste permet de recenser, voire de classer par ordre de priorité, les actions préconisées. Un plan d'action peut être établi et des responsables désignés.
- On utilise souvent une grille d'aide à la décision dans laquelle on peut faire apparaître les critères de coût ou de difficulté de mise en place des actions à entreprendre.
- Le critère de coût n'apparaît qu'à ce stade de l'analyse.

**(Liste des recommandations) :**

1. Remettre en état de marche la station de déminéralisation qui existe déjà et qui desservira toutes les autres installations en eau traitée telles que la chaudière ; les tréfileuses et les autres lignes de traitements de surface de peur que le problème de corrosion ne se généralise.
2. Raccorder la soudeuse ainsi que toute la ligne de fabrication à la station de déminéralisation
3. Remplacer la tuyauterie de refroidissement en question par un circuit en inox

Enfin, inclure dans le plan annuel de maintenance préventive l'opération de détartrage, deux fois par année ce qui suffira largement à régler l'effet de cette défaillance.

Conclusion

Générale

Au terme de ce mémoire, qui synthétise le projet de fin d'études de notre cursus universitaire au sein du département de génie mécanique de la faculté des sciences appliquées de l'université de Tiaret, le fait de traiter une problématique issue du milieu professionnel et industriel nous a donné l'occasion d'acquérir et de renforcer nos connaissances sur les réalités économiques et techniques du pays. En outre, le thème traité par notre projet de fin d'études nous a facilités en tant qu'étudiants l'intégration progressive dans notre future cadre de travail

On peut dire et juger que les objectifs fixés et tracés dans notre plan de travail ont été atteints étant donné qu'on n'a pu dégager les actions à entreprendre. Autrement dit, nous avons pu, dans un premier temps décrire et analyser le principe de fonctionnement de la machine de soudage G45. Dans un deuxième temps, nous avons procédé à l'analyse des modes de défaillances pour bien comprendre leurs origines. Pour cela, nous avons appliqué la méthode AMDEC, qui nous a aidés à présenter les modes critiques pour chaque élément de quelques organes constitutifs de la soudeuse, et proposer des actions pour réduire la criticité.

En ce qui concerne les résultats obtenus, notre analyse AMDEC a fournie en guise de résultats des actions à entreprendre en fonction de la criticité évaluée selon les conditions inhérentes à l'entreprise où s'est déroulé notre stage pratique. Il est à noter que le manque de données pratiques ainsi que l'indisponibilité d'un historique entier et complet, met les résultats obtenus sujet à une comparaison réelle et à une revivification.

Dans le but d'augmenter d'avantage la production et d'améliorer la qualité et l'efficacité du service maintenance, le résultat de notre travail peut servir comme référence pour assurer la disponibilité des équipements de production de la SOTREFIT.

Références

Bibliographiques

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] **Jean Louis FANCHON**, "*Guide des sciences et technologies industrielles*", édition Afnor-Nathan, 2009.
- [2] **Guillaume LALOUX**, "*Management de la maintenance selon ISO 9001*", édition Afnor, 2009.
- [3] **M. L. BOUANAKA, R. CHAIB, M. BENIDIR, M. BELLAOUAR**, "*la maintenance basée sur la fiabilité : un outil puissant pour optimiser les politiques de maintenance, illustration dans un complexe moteurs-tracteurs*", Sciences & Technologie B – N°31, Juin 2010.
- [4] **B. Herrou et M. Elghorba**, "*L'AMDEC un outil puissant d'optimisation de la maintenance, application à un moto-compresseur d'une PME marocaine*", CPI'2005, Casablanca-Maroc.
- [5] **I. Verzea, M. Gabriel et D. Richet**, "*MBF globale : une étape stratégique vers la TPM*", Revue Française de Gestion Industrielle, Vol.18, n°2.
- [6] **OOREKA**, <https://stockage.ooreka.fr/comprendre/stockage-kanban> (Le: 15/07/2020)
- [7] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Méthode\\_Hoshin](https://fr.wikipedia.org/wiki/Méthode_Hoshin) (Le: 20/07/2020)
- [8] Selon CETIM

# RESUME

Le présent mémoire dont l'intitulé « application de la méthode AMDEC-machine sur la soudeuse G45 » de la société SOTREFIT-Tiaret, se répartit sur trois (03) grands chapitres.

Le premier chapitre rappelle d'une manière générale l'importance de la qualité à travers ses différents outils dans la maintenance industrielle classique et une vulgarisation de la méthode AMDEC- machine.

Le second chapitre reprend succinctement la présentation de la société SOTREFIT-Tiaret où s'est déroulé notre stage et particulièrement la machine de fabrication du treillis soudé sujet du cas de notre étude.

Enfin, le troisième chapitre qui représente l'étude détaillée et pratique par l'application de la méthode AMDEC-machine sur le système suscité et clôturé par une conclusion générale du présent mémoire.

تحمل هذه المذكرة عنوانا " تطبيق طريقة AMDEC على آلة G45 " من شركة SOTREFIT-Tiaret، ينقسم هذا العمل إلى ثلاثة فصول رئيسية.

يشير الفصل الأول بشكل عام إلى أهمية الجودة من خلال أدواتها المختلفة في الصيانة الصناعية الكلاسيكية وتعميم طريقة AMDEC.

يتناول الفصل الثاني بإيجاز عرض تقديمي لشركة SOTREFIT-Tiaret حيث تم تدريبنا ولا سيما آلة تصنيع الشبكة الملحومة في حالة دراستنا.

وفي الأخير، الفصل الثالث الذي يمثل الدراسة التفصيلية والعملية عن طريق تطبيق طريقة AMDEC-machine على G45 الذي أثار واختمته الاستنتاج العام لهذه المذكرات.

This memory contains “application of the FMEA-machine method on the G45 welder” from the company SOTREFIT-Tiaret, spread over three (03) major chapters.

The first chapter generally recalls the importance of quality through its various tools in classic industrial maintenance and a popularization of the FMEA-machine method.

The second chapter succinctly takes up the presentation of the company SOTREFIT-Tiaret where our internship took place and particularly the machine for manufacturing the welded mesh subject of the case of our study.

Finally, the third chapter which represents the detailed and practical study by the application of the FMECA-machine method on the system aroused and closed by a general conclusion of this memoir.