



**Mémoire de projet de fin d'étude pour l'obtention de la**  
**Licence Sciences et Techniques**  
Spécialité : Conception et Analyse Mécanique

**Thème:**

Diminution de temps de changement de série par l'Application de  
La méthode SMED

Au sein de:



Présenté par:

MAADANI Mohamed

EL IDRISSE Abderrahmane

Encadré par:

P. M. Elmriaj      Responsable Maintenance.

P. A. El Hakimi      Professeur département Génie Mécanique, FST Fès.

**Soutenu le 05/06/2017 devant le jury :**

P.A. El Hakimi      Professeur département Génie Mécanique, FST Fès

P.B. Haras          Professeur département Génie Mécanique, FST Fès



UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH  
Faculté des sciences et techniques de Fès  
Département de génie Mécanique



# Dédicace



Nous dédions ce modeste travail à tous ceux qui de près ou de loin, nous ont accordé leur soutien moral et physique pour la réalisation de ce travail:

**A nos parents :**

Pour leurs soutiens durant toute nos études et qui n'ont pas cessé de nous prodiguer de leurs amours.

**A nos frères et nos sœurs :**

Trouveront ici l'expression de nos respects et amour. A nos amies : Nous vous dédions ce rapport avec nos souhaits de réussite, de santé et bel avenir.

**A nos enseignants :**

Nos chers enseignants, nous avons pu durant notre formation apprécier la noblesse de vos idées et profiter de vos enseignements clairs et précis.

Veillez trouver ici, l'expression de notre reconnaissance et notre grande estimation.

Veillez accepter ce modeste travail pour votre disponibilité et pour l'aide que vous nous avez accordé tout au long de notre projet de fin d'étude.

A toute personne que nous connaissons et avec qui nous échangeons des sentiments d'amitié, d'amour et de respect.



# Remerciement



Avant tous, nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir aidés à porter ce travail à son terme.

Nous tenons à remercier **M.A. El HAKIMI** notre encadrant, qui a accepté de nous guider durant toute la période de réalisation de notre premier projet. Nous le remercions aussi pour son esprit ouvert, son franc parlé et son sens de l'analyse.

Nous tenons à remercier particulièrement **M.M. ELMRIAJ**, notre maître de stage, pour ses conseils avisés, son aide précieuse et sa disponibilité au cours des deux mois que nous avons passé chez SOFAFER.

Enfin nous remercions toutes les personnes que nous avons côtoyées au cours de ce stage. Ce travail nous a donné la possibilité de gérer en groupe les différentes étapes du projet.



# Sommaire

<b>Dédicace .....</b>	<b>2</b>
<b>Remerciement .....</b>	<b>4</b>
<b>Introduction générale .....</b>	<b>12</b>
<b>Chapitre 1 : Présentation de la société SOFAFER : .....</b>	<b>14</b>
<b>I. Introduction.....</b>	15
<b>II. Présentation de l'entreprise.....</b>	15
<b>III. Historique .....</b>	15
<b>IV. Les services de SOFAFER.....</b>	17
IV.1 Service commercial.....	17
IV.2 Service logistique.....	17
IV.3 Service Qualité.....	17
IV.5 Service maintenance.....	18
IV.4 Service production.....	18
<b>Chapitre 2 : Analyse des machines : .....</b>	<b>28</b>
<b>I- Mesure et Analyse des machines: .....</b>	29
I-1 Introduction: .....	29
I-2 Etude statistique du temps de changement de série:.....	29
I-3 Disponibilité des équipements:.....	29
I-4 Etude des arrêts:.....	31
I-5 Répartition des motifs d'arrêt .....	33
I-6 Application de la méthode PARETO: .....	34
<b>Chapitre 3 : Application de la démarche SMED : .....</b>	<b>38</b>
<b>I-Etude SMED: .....</b>	39
I-1 Définition de la méthode SMED: .....	39
I-2 Applications de la méthode SMED: .....	40



I-3 Un échantillon de la durée et le mode opératoire proposé du changement de série pour la machine Tube 2 : .....	44
I-4 Résultats acquises: .....	46

**Chapitre 4 : Mise en place des 5 S : ..... 47**

<b>I- Introduction:</b> .....	48
<b>II-Rôle des 5 S :</b> .....	48
<b>III- Qu'est-ce que c'est les 5 S:</b> .....	48
<b>IV- Application de la démarche:</b> .....	49
IV-1 Etude critique: .....	49
IV-2 Le principe de l'audit: .....	49
IV-3 Analyse des résultats: .....	49
IV-4 Inspection des zones de travail: .....	50
IV-5 Actions correctives: .....	53
IV-6 Résultats escomptées après la mise en place de la démarche 5 S: .....	54



## Liste des figures :

<b>Figure I.1 :</b> Organigramme de SOFAFER .....	14
<b>Figure I.2 :</b> Bobines PPO.....	16
<b>Figure I.3 :</b> Bobines LAF.....	16
<b>Figure I.4 :</b> Bobines LAC.....	16
<b>Figure I.5:</b> bobines GAL.....	16
<b>Figure I.6 :</b> Déroulement de la bobine à refendre.....	18
<b>Figure I.7 :</b> Refendage de la bobine par coupe.....	18
<b>Figure I.8 :</b> Enroulement des feuillards produit .....	18
<b>Figure I.9 :</b> Transport des bobines et feuillards par pont roulant .....	18
<b>Figure I.10 :</b> Schéma général du processus de fabrication des profilés sous forme de tube .....	19
<b>Figure I.11 :</b> Feuillard déposé sur l'axe du dérouleur-machine tube 1.....	19
<b>Figure I.12 :</b> Alimentation du réservoir de feuillard .....	20
<b>Figure I.13 :</b> réservoir de feuillard machine tube1.....	20
<b>Figure I.14 :</b> Feuillard guidé vers le premier bloc de formage.....	20
<b>Figure I.15 :</b> Insertion du feuillard dans le Galets de formage.....	20
<b>Figure I.16 :</b> Rôle du premier bloc de galets dans la machine tube (01) .....	21
<b>Figure I.17 :</b> Soudage du tube par induction haute fréquence.....	21
<b>Figure I.18 :</b> Raclage cordant extérieur de soudure.....	21
<b>Figure I. 19 :</b> Refroidissement et calibrage du tube.....	22
<b>Figure I. 20 :</b> Dispositif de coupe longitudinale du tube parvenant du bloc de calibrage.....	22
<b>Figure I.21 :</b> Tubes dans le stock.....	23
<b>Figure I.22:</b> Tubes rectangles, carrés, ronds.....	23
<b>Figure I.23 :</b> Procédure de profilage.....	24
<b>Figure I.27 :</b> Tube agrafe hexagonale.....	24



<b>Figure I.24</b> : Oméga 35 LAC.....	24
<b>Figure I.25</b> : Cadre 80 LAF.....	24
<b>Figure I.26</b> : Chemin de roulement 80.....	24
<b>Figure I.28</b> : Tôle ondulée.....	25
<b>Figure I.29</b> : Tôle NERVESCO.....	25
<b>Figure I.30</b> : Tôle plane.....	25
<b>Figure I.31</b> : Machine presse.....	25
<b>Figure I.33</b> : Feuillard perforé.....	25
<b>Figure I.32</b> : Lame perforée.....	25
<b>Figure II.1</b> : le diagramme des arrêts.....	28
<b>Figure II.2</b> : diagramme des motifs d'arrêt.....	31
<b>Figure II.3</b> : Le diagramme PARETO des machines.....	33
<b>Figure II.4</b> : le diagramme PARETO de la machine Tube 2.....	34
<b>Figure II.5</b> : le diagramme PARETO de la machine Profileuse 1.....	35
<b>Figure IV.1</b> : Résultat de l'audit des 5S.....	47
<b>Figure IV.2</b> : Rangement aléatoire des produits fini.....	49
<b>Figure IV.3</b> : Manque d'un marquage au sol pour la visualisation des zones.....	49
<b>Figure IV.4</b> : L'absence d'une zone propre pour le stockage des bobines.....	49
<b>Figure IV.5</b> : Espace insuffisant pour le stockage des articles.....	49
<b>Figure IV.6</b> : Désordre des articles.....	49
<b>Figure IV.7</b> : Manque des casiers pour le rangement des outillages, et l'absence des étiquettes pour l'identification des articles.....	50
<b>Figure IV.8</b> : Manque de tri.....	50



<b>Figure IV.9</b> : Manque de nettoyage.....	50
<b>Figure IV.10</b> : Manque d'organisation et de rangement d'outillages.....	50
<b>Figure IV.11</b> : L'instauration d'un nouveau magasin.....	52
<b>Figure IV.12</b> : Rangement des articles par casiers.....	52
<b>Figure IV.13</b> : Mettre des étiquettes pour chaque casier.....	52
<b>Figure IV.14</b> : Rangement et nettoyage des galets.....	52
<b>Figure IV.15</b> : Visualisation des zones des produits finis.....	52
<b>Figure IV.16</b> : Délimitation des zones de stockage des bobines par des barrières.....	53
<b>Figure IV</b> : Visualisation des emplacements au sol, et le marquage de passage piétons.....	53



## Liste des tableaux

<b>Tableau II.1:</b> L'étude des arrêts.....	27
<b>Tableau II.2 :</b> l'étude des arrêts.....	30
<b>Tableau II.3 :</b> les arrêts des machines.....	32
<b>Tableau II.4 :</b> les pannes de la machine Tube 2.....	33
<b>Tableau II.5 :</b> les pannes de la machine Profileuse 1.....	34
<b>Tableau III .1 :</b> Résultat de l'application de la première étape de la démarche SMED.....	39
<b>Tableau III.2 :</b> Externalisation des opérations internes.....	40
<b>Tableau III.3 :</b> étape de préparation.....	42
<b>Tableau III.4 :</b> étape de changement.....	43
<b>Tableau III.5 :</b> étape de contrôle.....	43
<b>Tableau III.6 :</b> Temps d'arrêts avant l'application de SMED pour la machine Tube 2.....	44
<b>Tableau III.6 :</b> Temps d'arrêts après l'application de SMED pour la machine Tube 2.....	44
<b>Tableau IV.1:</b> Traduction littérale des 5 .....	46



UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH  
Faculté des sciences et techniques de Fès  
Département de génie Mécanique



# Introduction générale



Les Techniques de changement de série suscitent depuis quelque temps un intérêt considérable, la raison donc tient à l'obligation pour les entreprises de s'adapter à des marchés toujours plus diversifiés, sur lesquels la réussite tient à l'existence de réactions rapides. Si les machines demandent plusieurs heures pour passer d'un modèle à un autre ou de, la production ne peut se faire que par série longue .il en résulte des stocks d'en-cours élevés et le programme de production ne peut répondre exactement à la demande commerciale.

L'expérience de très nombreuses entreprises, démontre qu'il est possible de réduire très fortement les temps de changement de fabrication. Pour un tel succès on doit disposer d'une méthode d'analyse efficace, et organiser le projet sous forme d'un travail d'équipe impliquant les techniciens des machines, les agents des méthodes, les opérateurs..., l'ensemble de ceux qui connaissent le mieux le problème

Dans l'entreprise industrielle, l'indispensable progrès peut être accompli grâce à l'amélioration continue, qui se base sur l'effort individuel et collectif et permet la recherche d'aménagements peu coûteux dont l'accumulation conduit à des résultats appréciables au fil du temps.

Dans ce cadre ou s'inscrit notre travail qui traite la réduction du temps de changement de série au niveau des machines tubes. Ce travail portera sur quatre chapitre principaux débutant par une présentation de l'entreprise qui traite la description de l'entreprise SOFAFER, ainsi que son processus général de fabrication, dans le deuxième chapitre en analysant les machines du parc de la société, puis dans le troisième chapitre on donnera une historique et une définition approfondie du SMED ainsi que la procédure d'application de la méthode SMED qui portera sur tout le travail effectué lors de notre stage, pour enfin passer au quatrième chapitre qui concerne l'application de la méthode 5 S.



UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH  
Faculté des sciences et techniques de Fès  
Département de génie Mécanique



# *Chapitre 1*

*Présentation de la société SOFAFER*



## I. Introduction

Dans le présent chapitre, nous exposons le contexte général dans lequel s'est déroulé notre projet de fin d'études ayant pour titre « **Diminution de temps de changement de série de certaine machine de la société SOFAFER** »

Pour ce faire, nous présentons la société Fassi de Fer (SOFAFER), son activité, son organigramme et son processus de production. Par la suite, nous détaillons le cahier des charges qui permettra d'introduire l'objectif de notre stage.

## II. Présentation de l'entreprise

La société fassie de fer (SOFAFER) est une entreprise industrielle et indépendante, LEADER dans le marché marocain, spécialisé dans les produits métallurgique, profiles et tôles NERVESCO, élément de fer forgé.

## III. Historique

La société a été créée en 1986 entant qu'entreprise commerciale d'import et export. Ses fournisseurs sont la Turquie, l'Egypte, l'Espagne et le marché national. En 1996 elle est entrée, dans les activités industrielles par la fabrication des tôles, produits métallurgiques et dérivées, tôles nervurées, ondulées, ridelles, planes et galvanisées (lame) rideaux simple, perforée et profilé.

## Fiche signalétique

La fiche signalétique est la carte d'identité de la société Fassi de fer (SOFAFER).

**SOFAFER**  
**Société Fassi de FER**

Zone industrielle. Sidi Brahim/av. Ibn Haitam / rue Ibn Baja- 30080 Fès

**Tél :** 0535 960 091

**Fax :** 0535 960 071

**Effectif** entre 100 et 200 Dont 10 cadre(s)

Chiffre d'affaires 100/500 Mdh S.A.R.L. -24000000Dh - RC 18619 Fès Création 1996

### Dirigeant(s) :

- M. AbderrazakSlaoui Gérant
- M. Elouafi Boutaleb Directeur. Général
- M. Ali Sekkouri Directeur commercial

### Principaux actionnaires :

- Mme Sanae Zouhair Bernoussi
- Mme FatineSlaoui.



**Activités :**

Produits métallurgiques, profilés et tôles NERVESCO, éléments de fer forgé.

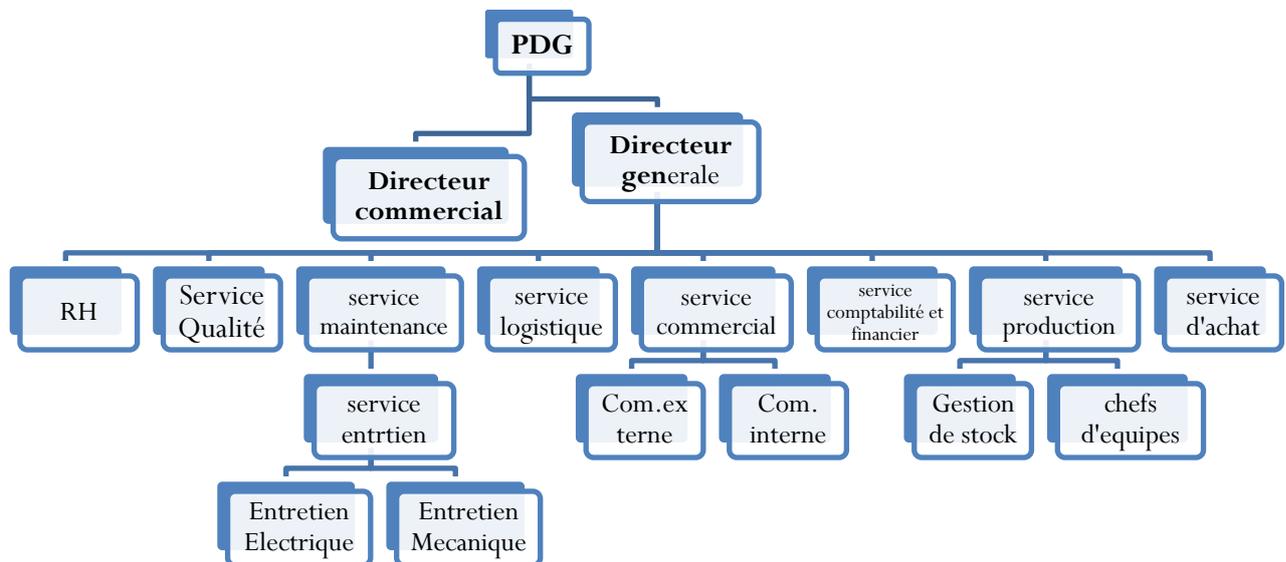
**Adresse (s) supplémentaire(s) :**

Succursale : lot 28, Km. 12,500 route 110 (Ain Sebaa)-Casablanca - Tél. : 0522358 141 -  
Fax : 0522 358 156.

**Présent en rubrique:**

- Aciers (tubes et tuyaux acier, feuilles acier, profilés acier) ;
- Constructions métalliques (bardages, toitures métalliques) ;
- Escaliers (rampes, rambardes, production) ;
- Façades légères métalliques, verrières (façades légères acier, bardages) ;
- Métallerie (serrurerie, métallerie de bâtiment, ferronnerie de bâtiment, production) ;
- Profilées et barres (profilés métalliques, production) ;
- Tôles et feuillards (feuilles en acier, tôles ondulées, nervurées, tôles revêtues, plaquées, pré-laquées, tôles gaufrées, perforées, striées, feuillards et bobines, production) ;
- Tubes et tuyaux (tubes et tuyaux en acier et fonte).

**LOGIGRAMME :**



**Figure I.1 :** Organigramme de SOFAFER



## **IV. Les services de SOFAFER**

### **IV.1 Service commercial**

Pour un meilleur management de la relation client, SOFAFER emploie une équipe commerciale compétente et qualifiée, orientée vers l'écoute du marché et la détection des besoins, afin d'apporter des améliorations en permanence à la prestation de service et répondre mieux aux exigences des clients. Les commerciaux sont des professionnels qualifiés. Ils sont présents sur toutes les régions du royaume dans le but d'apporter conseil et accompagner toutes les commandes afin de répondre à l'engagement de la société (qualité ; prix et délai de livraison).

### **IV.2 Service logistique**

A travers le parc de camions destinés aux transports des produits. SOFAFER s'engage à répondre aux besoins de sa clientèle en matière de livraison et de distribution. Pour se faire, SOFAFER s'assure de fournir à ses clients une prestation de qualité, basée sur la confiance et le respect des délais de livraison. SOFAFER met à la disposition de ses clients, une logistique fiable et une flotte sûre et rapide en permanence en plus de moyens de transport adaptés à leurs besoins. Une équipe expérimentée, entièrement orientée vers la prise en charge et la satisfaction des besoins des clients et prête à sillonner pour ces clients les endroits les plus lointains de tout le territoire national.



### **IV.3 Service Qualité**

Le Service Qualité de SOFAFER développe continuellement des méthodes visant à assurer un niveau des qualités attendu par le client:

traçabilité et vérification des données d'origine des bobines contrôlées avant et sur lignes de production envoi d'échantillons chez le client.

Pour approbation le Service Qualité se déplace dans les ateliers de ces clients pour comprendre au mieux leurs besoins. Grâce à ces outils, SOFAFER peut offrir: Des aciers de qualité des produits répondant aux critères d'utilisation.

#### IV.5 Service maintenance

Ce service est divisé en plusieurs sections :

##### L'atelier de fabrication mécanique:

Cette partie regroupe l'ensemble des travaux de tournage, fraisage et perçage. Globalement il s'agit de la réparation des galets et l'amélioration de certaines pièces détériorées, pièces de rechange...etc.

##### L'atelier de soudage:

Cet atelier est dirigé par un spécialiste en soudage. Son travail consiste surtout à tout ce qui est assemblage de deux ou plusieurs pièces, à des travaux d'améliorations de l'état de certaines pièces détériorées, et bien d'autres choses encore...

#### IV.4 Service production

L'entreprise SOFAFER a pour activité la production ferrique, elle contient cinq types de machines : refendeuse, presse, tôle, profileuse, et tube.

##### Parc machine

Afin de satisfaire ces clients, SOFAFER dispose d'un parc machine qui se présente comme suit :

- 2 Refendeuses ;
- 3 Machines tube ;
- 5 Machines profilées ;
- 5 Machines de tôle;
- Une Presse ;
- 2 Compresseurs.

Avant d'être traité sur les différentes machines, la matière première des produits fabriqués se présente sous forme de bobines en acier. Pour ces derniers, ils existent plusieurs types :

- Bobines laminées à chaud (LAC) ;
- Laminées à froid (LAF) ;
- Galvanisées (GAL) ;
- Pré-laqués(PPO).



Figure I.2 : Bobines PPO



Figure I.3 : Bobines LAF



Figure I.4 : Bobines LAC



Figure I.5: bobines GAL



### **Bobines galvanisées (GAL)**

La galvanisation est l'action de recouvrir une pièce d'une couche de zinc dans le but de la protéger contre la corrosion.

Cependant, dans l'industrie on utilise le terme de galvanisation pour parler du procédé de galvanisation à chaud, la galvanisation à chaud, est une technique de l'industrie de la métallurgie qui est utilisée pour renforcer une pièce d'acier à l'aide de zinc. Ce procédé donne au revêtement protecteur de l'adhérence, de l'imperméabilité, et de la résistance mécanique.

Une pièce traitée par la galvanisation est dite galvanisée.

### **Bobines laminées à chaud (LAC)**

Le laminage est un procédé de fabrication par déformation plastique. Cette déformation est obtenue par compression continue au passage entre deux cylindres contrarotatifs appelés laminoir.

Des produits laminés à chaud:

- Produits plats comme des plaques d'une épaisseur entre 5 à 25 mm, des bobines de tôle d'une épaisseur entre 1 à 5 mm, elles sont débitées des feuilles ou feuillards.
- Produits longs comme des barres, rails, poutrelles, profilés divers, Les Bobines laminées à chaud sont donc des bobines de tôle d'une épaisseur entre 1 à 5 mm .

### **Bobines laminées à froid (LAF)**

Les produits laminés à froid sont repris après un laminage à chaud pour obtenir des bobines de tôle d'une épaisseur entre 0,1 à 3 mm, elles sont débitées par la suite en feuilles ou feuillards.

### **Bobines pré-laqués (PRO)**

Un produit pré-laqué se compose généralement d'un substrat acier (laminé à froid ou avec un revêtement métallique à base de zinc), d'un traitement de surface, d'une couche de peinture dite primaire et d'une couche dite de finition .Pour certaines applications, il peut être recouvert d'un film de polymère calaminé et éventuellement d'un film de protection temporaire. L'acier pré-laqué est économique, écologique et dispose surtout d'une qualité constante et reproductible d'une production à l'autre.

## La Refendage

Le travail effectué par la refendeuse est la découpe de ces bobines qui peuvent être de matières différentes comme on a déjà cité (GAL, LAC, LAF, PPO) en feuillards selon les dimensions désirées, Celui –ci comporte trois opérations principales successives :

- ❖ Déroulement de la bobine à refendre ;
- ❖ Refendage de la bobine par coupe dans le sens de la longueur ;
- ❖ Enroulement des feuillards produits ;
- ❖ Stockage de feuillards et redistribution dans l'usine (changement des machines profileuses).



**Figure I.6** : Déroulement de la bobine à refendre



**Figure I.7** : Refendage de la bobine par coupe



**Figure I.8** : Enroulement des feuillards produit

Ensuite, ces feuillards sont transportés au stock à l'amont des machines de production des tubes à l'aide des ponts roulants, l'entreprise dispose de plusieurs ponts installés au-dessus de toute la surface de l'usine ce qui assure un bon flux de la matière première, ainsi qu'une logistique de production bien répartie.



**Figure I.9** : Transport des bobines et feuillards par pont roulant

## Machine tube

La machine tube est une des machines les plus complexes dans la société SOFAFER, elle nous permet d'obtenir plusieurs formes de tube comme les carrés et les rectangulaires et les rond. Selon la demande du client la société fournit 8 types de tube selon la nature du feuillard utilisé et selon la disponibilité des diamètres des galets voici le processus de fabrication des tubes et profilés.

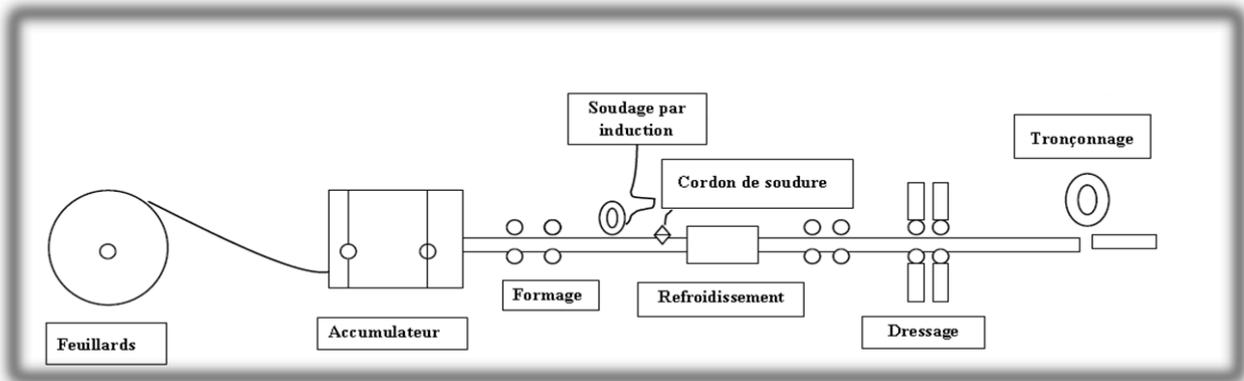


Figure I.10 : Schéma général du processus de fabrication des profilés sous forme de tube

- **Accumulateur**

Ces mêmes ponts alimentent le premier constituant de la machine : dépôt la petite bobine de feuillards sur l'axe du dérouleur.



Figure I.11 : Feuillard déposé sur l'axe du dérouleur-machine tube 1

Ensuite, le déroulage du feuillard alimente un réservoir horizontal qui emmagasine environ 2 à 3 bobines de feuillard. Ce réservoir permet un fonctionnement en continu de la machine sans avoir recours lors de chaque opération d'alimentation en matière première à mettre en pause la ligne de production.



Figure I.12 Alimentation du réservoir de feuillard

Figure I.13 : réservoir de feuillard machine tube1

- **Formage**

Le feuillard est dévidé du réservoir : ce dernier dispose d'un moteur qui fait tourner la table sur laquelle est déposé le feuillard (la table étant la plateforme du réservoir du feuillard d'acier), alors ce moteur tire le feuillard d'acier du dérouleur et le repousse vers le premier bloc des galets de formage.



Figure I.14 : Feuillard guidé vers le premier bloc de formage

Figure I.15 : Insertion du feuillard dans le  
Galets de formage

Le contact entre le feuillard et les blocs de galets successifs permet le formage d'un tube à ouverture longitudinale : bord rapprochés. La figure suivante illustre le travail que fait le premier bloc de galets.



**Figure I.16:** Rôle du premier bloc de galets dans la machine tube (01)

Ensuite, le tube à bords rapprochés est soudé à l'aide d'un poste de soudage par induction haute fréquence, une technologie qui permet un flux rapide du tube dans la ligne, ainsi qu'un cordon de soudure bien établi.

Un enroulement de cuivre induit un champ magnétique de haute fréquence causant l'échauffement du tube, le noyau de fer à l'intérieur du tube concentre ce champ vers les bords afin d'atteindre la température de fusion (aux alentours de 1400°C) et mène à la fermeture du tube de manière longitudinale.



**Figure I.17:** Soudage du tube par induction haute fréquence

- A l'aide d'un outil ARS on enlève la partie non esthétique du cordon de soudure



**Figure I.18:** Raclage cordant extérieur de soudure

- **Refroidissement**

Le tube étant chaud après le soudage, nécessite un refroidissement, pour se faire, il traverse un bac contenant un liquide, et qui constitue le même que celui utilisé comme lubrifiant lors du contact entre feuilards et galets de formage de la machine. Pour passer ensuite au calibrage des tubes formés, dans cette étape, le tube change la forme de rond standard (ressortissant du premier bloc des galets de formage), et pourra alors prendre d'autres formes : ovale, carrée, rectangulaire.



**Figure I. 19:** Refroidissement et calibrage du tube

- **Tronçonnage**

Une dernière étape où agit la machine sur le tube est une coupe transversale du tube, de manière périodique et cadencée avec la vitesse de la ligne de production, afin de fournir des tubes de longueurs utiles, selon besoin (longueur par défaut=6m). La coupe est effectuée par une scie circulaire liée à l'automate de la machine.



**Figure I. 20:** Dispositif de coupe longitudinale du tube parvenant du bloc de calibrage.

- **Conditionnement et expédition**

Finalement, les tubes sont regroupés sous forme de fardeaux : des lots contenant de 100 à 200 tubes selon le diamètre et l'épaisseur, et qui seront transportés à l'aide des ponts roulants encore une fois vers la zone de stockage, jusqu'à expédition à travers les camions et semi-remorques dont dispose l'entreprise.



Figure I.21: Tubes dans le stock

### Produits

Les différents types de Tubes de cette machine sont présentés comme suit :



Figure I.22: Tubes rectangles, carrés, ronds

### Domaine d'application:

Construction des machines en général ;

La charpente ;

Le bâtiment : (canalisation, échafaudage, étais) ;

L'industrie automobile, la carrosserie, la fabrication de cycles et de motocycles, le mobilier de bureau.

## La profileuse

Le profilage est une technique qui a pour but la déformation continue par formage à froid à partir de métal en feuilles ou en bobines, généralement plus longues que larges. La section de ces pièces est constante, et la précision varie en fonction de la qualité recherchée.

La bande de métal est entraînée des pièces appelées (galets) inférieur et supérieur, réalisés en acier trempé ou prétraité. Elle va passer entre plusieurs têtes de profilage qui va former progressivement la tôle, jusqu'à la forme finale. Le profilage est une technique de pliage en continu.

La machine utilisée est une profileuse, possédant diverses têtes de profilage (galets supérieur- galets inférieur) de 6 à 30 têtes environ suivant les cas. Cette machine peut être équipée d'appareillages divers, dérouleurs, outils de coupe, outils de poinçonnage, d'armoires à commande numérique ...

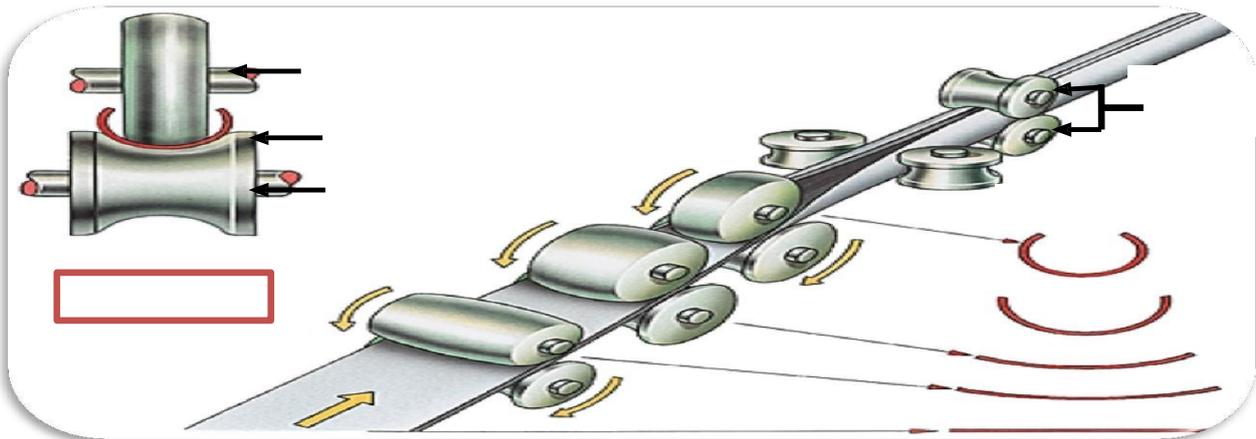


Figure I.23 : Procédure de profilage

## Produits

<p><b>Figure I.27 :</b> Tube agrafe hexagonale</p>	<p><b>Figure I.24:</b> Oméga 35 LAC</p>	<p><b>Figure I.25:</b> Cadre 80 LAF</p>	<p><b>Figure I.26:</b> Chemin de roulement 80</p>

## Machine tôle

Dans la plupart du temps ces machines travaillent que sur commande on distingue  
Cinq types de machines :

Machine pour tôle NERVESCO ;

Machine pour tôle ondulée ;

Machine pour tôle plane ;

Machine pour tôle ridelle.

Machine pour tôle TOLADALA

Les produits fabriqués par la machine tôle sont les suivants :

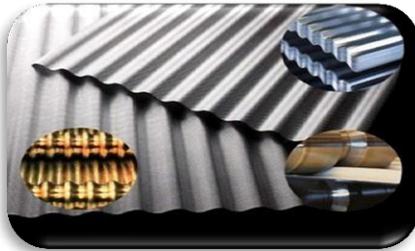


Figure I.28: Tôle ondulée

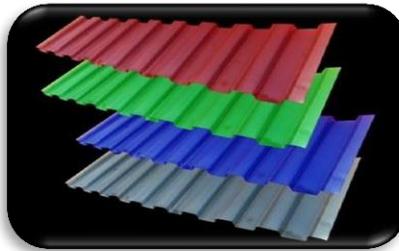


Figure I.29: Tôle NERVESCO

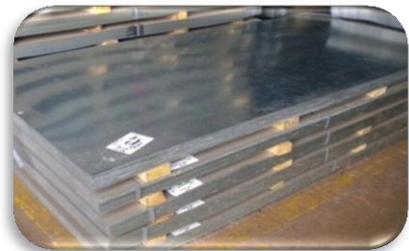


Figure I.30 : Tôle plane

## La Presse

La presse est une machine qui réalise les trous sur les feuillards pour les lames perforées



Figure I.31: Machine presse

- Les produits qui sont réalisé par la machine presse sont les suivants



Figure I.33: Feuillard perforé

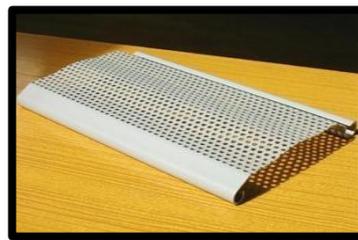


Figure I.32: Lame perforée



# *Chapitre 2*

## *Analyse des machines*



## I- Mesure et Analyse des machines:

### I-1 Introduction:

Ce chapitre présente l'étape : « Mesurer et Analyser » à travers laquelle nous allons procéder par une collecte des données et des mesures pour pouvoir évaluer le système actuel de la société.

### I-2 Etude statistique du temps de changement de série:

D'après les analyses élaborées sur les machines, on constate que parmi les contraintes majeures qui influencent sur le temps de production est le temps de changement de série, L'absence d'une méthodologie unifiée et standard, pour la préparation et le changement des séries, augmente d'une façon indésirable le temps de changement d'outils et pénalise la disponibilité des machines.

### I-3 Disponibilité des équipements:

Pour analyser le comportement de ces machines, On a fait un suivi des arrêts par machine en se basant sur les fiches de production (01/03/2017 jusqu'à 31/03/2017), et voici les résultats obtenus :

Machines	Tube2	Profileuse1	Tube 1	Presse	Profileuse3	Ridelle
Temps de travail (min)	10800	10800	10800	21600	10800	10800
Total des temps d'arrêt (min)	3197	1891	1693	1572	1443	1226
Taux d'arrêt (%)	29,60	17,51	15,68	7,28	13,36	11,35

Nervesco	Tube3	Profileuse5	Profileuse4	Refendeuse2	Profileuse6	Refendeuse1
10800	10800	10800	10800	10800	10800	10800
1210	832	789	502	389	150	86
11,20	7,70	7,31	4,65	3,60	1,39	0,80

Tableau II.1: L'étude des arrêts

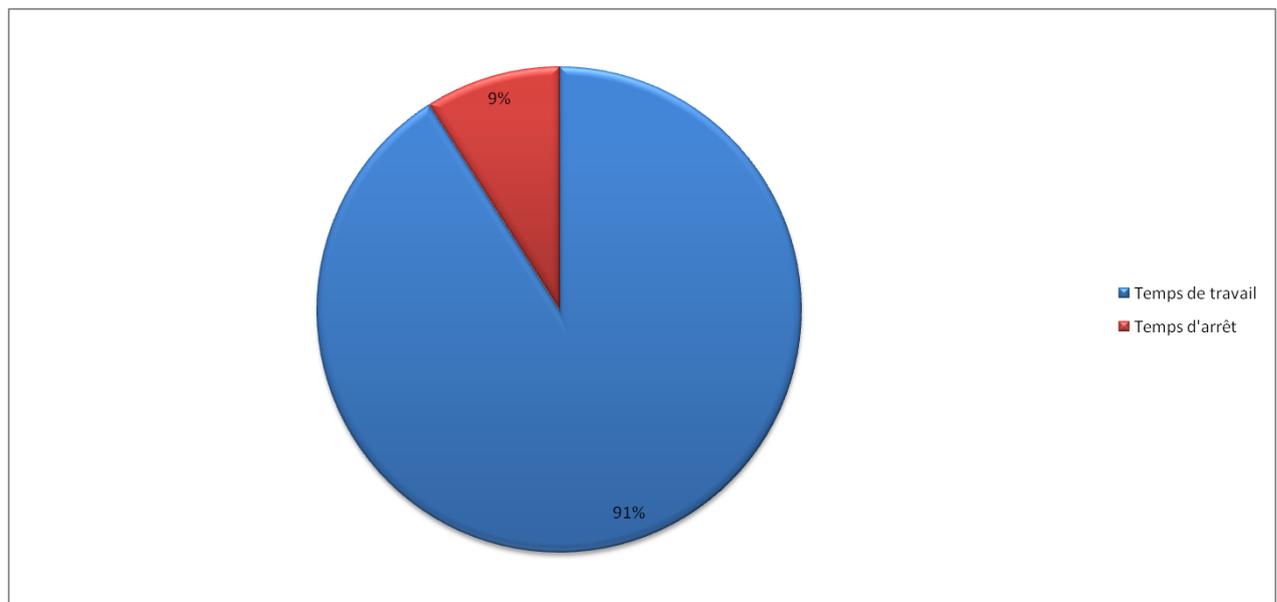
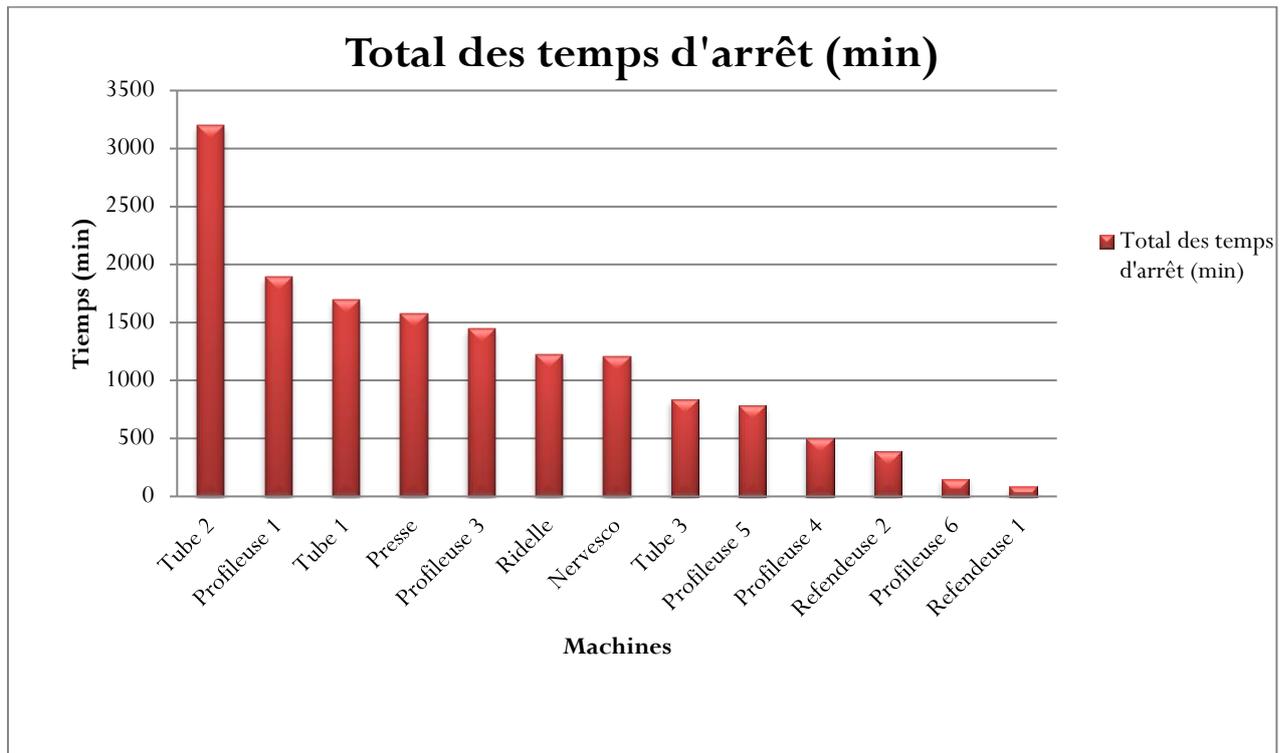


Figure II.1 : le diagramme des arrêts

On voit bien que les machines Tube 2, Profileuse 1 et Tube 1 en des temps d'arrêt plus élevé ce qui explique la diminution de la production pendant ce mois.



#### I-4 Etude des arrêts:

Afin de diminuer ou d'anéantir un problème, il faut connaître toutes les causes qui peuvent lui donner naissance, alors il était nécessaire de faire une analyse pour déterminer les motifs d'arrêt influençant sur le taux d'arrêt, après nous avons procédé à une classification de ces motifs d'arrêts par machine:

Machines Temps d'arrêt (Min)	Profileuse1	Profileuse3	Profileuse4	Profileuse5	Profileuse6	Refendeuse1
Attente du refendage du feuillard	70					
Changement des galets	865	823	290	649		
Changement du moule						
Défaut du soudage						
Déplacement de l'operateur	120					
Nettoyage	105	220	120	90		30
Panne électrique	572					
Panne mécanique	30					
Stock suffisant					150	
problème du feuillard						
Réglage	93	400	40	50		
déplacement du feuillard	36					
Retard du pont						56
Retard de la bobine						



Machines Temps d'arrêt (Min)	Refendeuse 2	Tube 1	Tube 2	Tube 3	Presse	Nervesco	Ridelle
Attente du refendage du feuillard							
Changement des galets		1312	2170	550			
Changement du moule					1354		
Défaut du soudage			35				
Déplacement de l'opérateur							
Nettoyage	112	140	170	180			174
Panne électrique			50				
Panne mécanique			435	30	170	86	
Stock suffisant						1124	905
problème du feuillard		36					
Réglage		205	367	72	48		
Déplacement du feuillard							
Retard du pont							97
Retard de la bobine							50

Tableau II.2 : l'étude des arrêts.

## I-5 Répartition des motifs d'arrêt

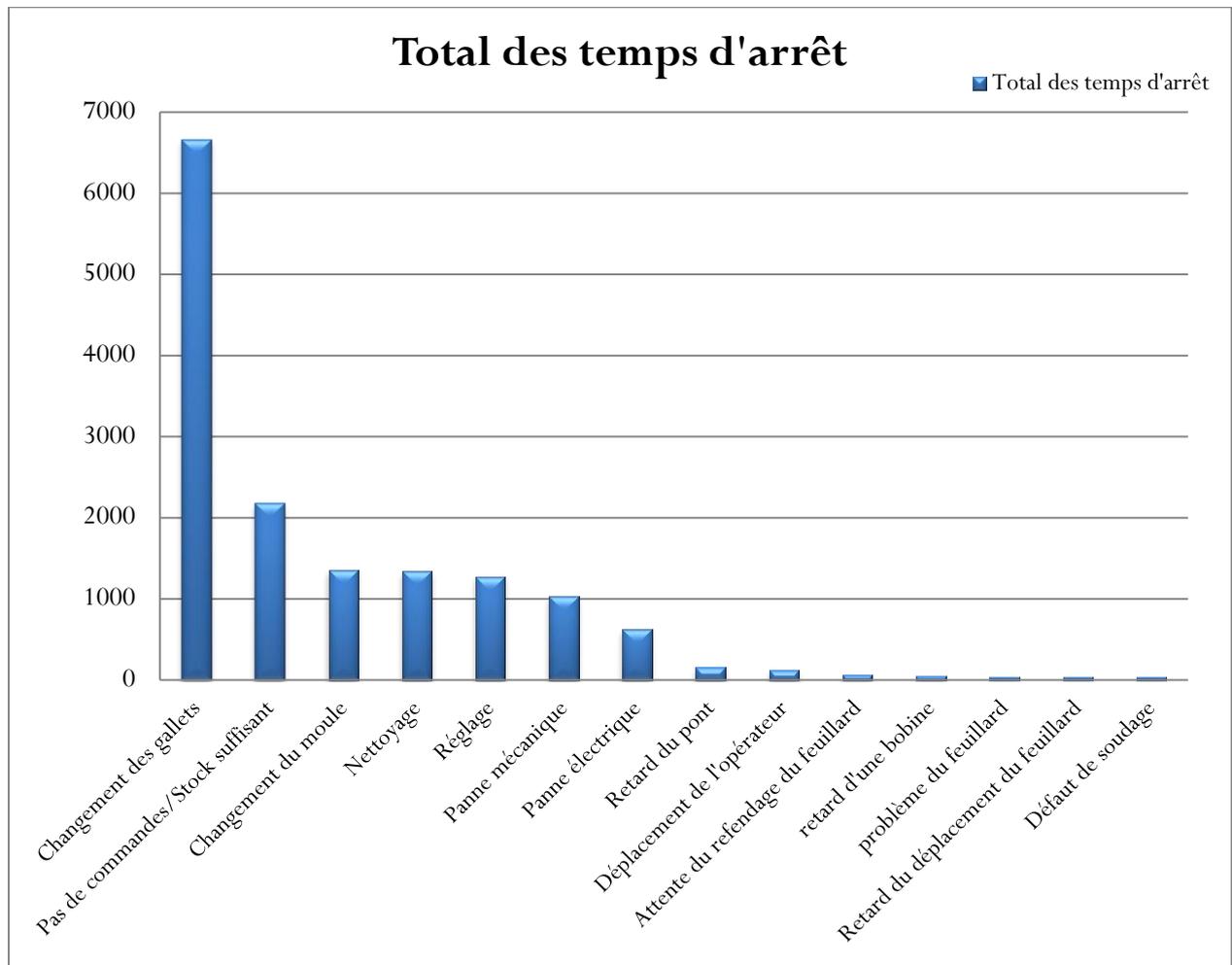


Figure II.2 : diagramme des motifs d'arrêt

### Interprétation

D'après ces résultats, on remarque que le changement des galets, stock suffisant et le changement des moules sont les plus dominants parmi tous les motifs d'arrêt (elles représentent plus que 80% des causes d'arrêt). Ce qui incite une grande attention dans :

- le montage des galets.
- la planification des commandes et de la production (changement d'article).
- la méthode de changement du moule.
- les réglages machines.

Au cours de ce diagnostic, on a pu identifier les points forts et les points faibles au niveau de l'atelier de production, ils se présentent comme suit :



**Points forts:**

- Volonté de l'amélioration de l'organisation et de maîtrise des opérations périodiques.
- Forte compétence liée à l'ancienneté dans la fonction.
- Outils d'intervention disponibles.

**Points faibles :**

- Absence d'outil ajustement pour roulements.
- Manque stock de pièce de rechange.
- La non disponibilité des roulements pour chaque galet latéral.
- Absence de collaboration entre la maintenance et les autres services (production, Achat,...).
- Non-respect des plannings de préparation des opérations d'entretien périodique.

**I-6 Application de la méthode PARETO:**

**I-6-1 Diagramme PARETO des machines:**

Machines	Temps d'arrêt	Temps d'arrêt cumule	Pourcentage cumule(%)
Tube 2	3197	3197	21,3
Profileuse 1	1891	5088	34
Tube 1	1693	6781	45,3
Presse	1572	8353	55,77
Profileuse	1443	9796	65,4
Ridelle	1226	11022	73,6
Nervesco	1210	12232	81,6
Tube 3	832	13064	87,2
Profileuse 5	789	13853	92,4
Profileuse 4	502	14355	95,9
Refendeuse 2	389	14744	98,4
Profileuse 6	150	14894	99,4
Refendeuse 1	86	14980	100

Tableau II.3 : les arrêts des machines .

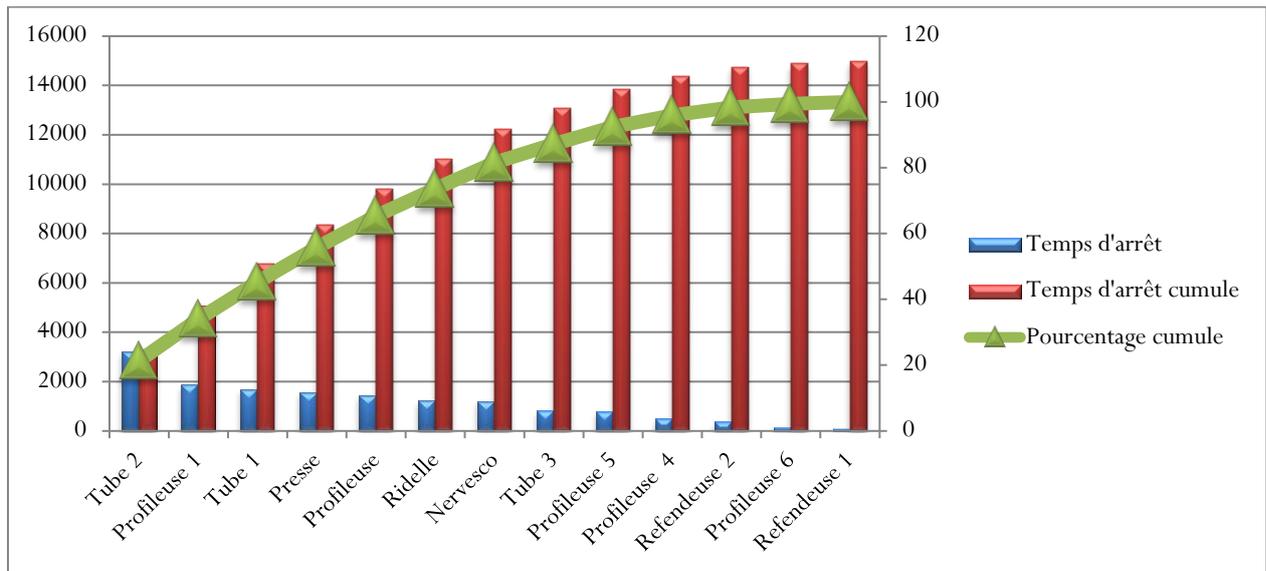


Figure II.3 : Le diagramme PARETO des machines.

D'après ces résultats on voit que le temps d'arrêt de la machine Tube 2 et la Profileuse 1 est très élevé, donc on va présenter le diagramme de PARETO des deux machines.

#### I-6-2 Le diagramme PARETO de la Tube 2:

Type d'arrêt	Temps d'arrêt(Min)	Nombre d'arrêt	Temps d'arrêt cumule(Min)	Pourcentage cumule(%)
Changement des galets	2170	13	2170	67,5
Panne mécanique	435	1	2605	80,7
Réglage	367	8	2972	92
Nettoyage	170	2	3142	97,3
Panne électrique	50	1	3192	98,9
Défaut de soudage	35	1	3227	100

Tableau II.4 : les pannes de la machine Tube 2.

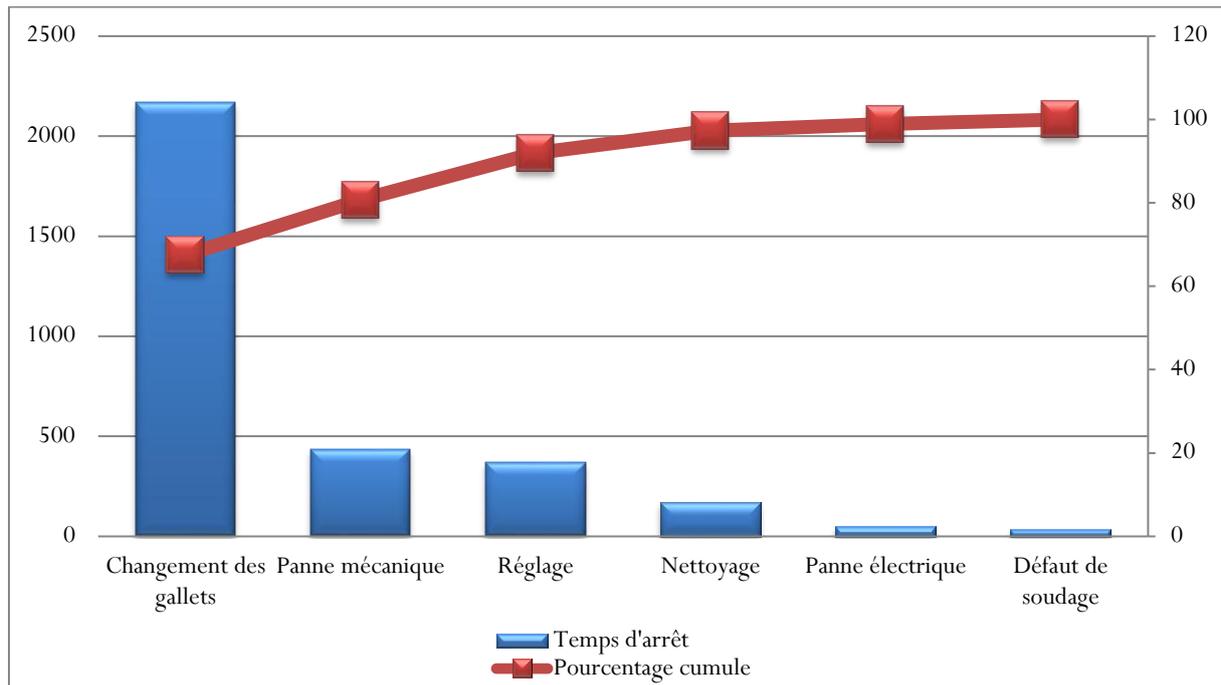


Figure II.4 : le diagramme PARETO de la machine Tube 2 .

### I-6-3 Le diagramme de PARETO de la Profileuse 1 :

Type d'arrêt	Temps d'arrêt	Nombre d'arrêt	Temps d'arrêt cumule	Pourcentage cumule
Changement des galets	865	7	865	45,7
Panne électrique	572	3	1437	77,8
Déplacement de l'opérateur	120	1	1557	82,3
Nettoyage	105	1	1662	87,9
Réglage	93	2	1755	92,8
Attente du refendage du feuillard	70	1	1825	96,5
Retard du déplacement du feuillard	36	1	1861	98,4
Panne mécanique	30	1	1891	100

Tableau II.5 : les pannes de la machine Profileuse 1.

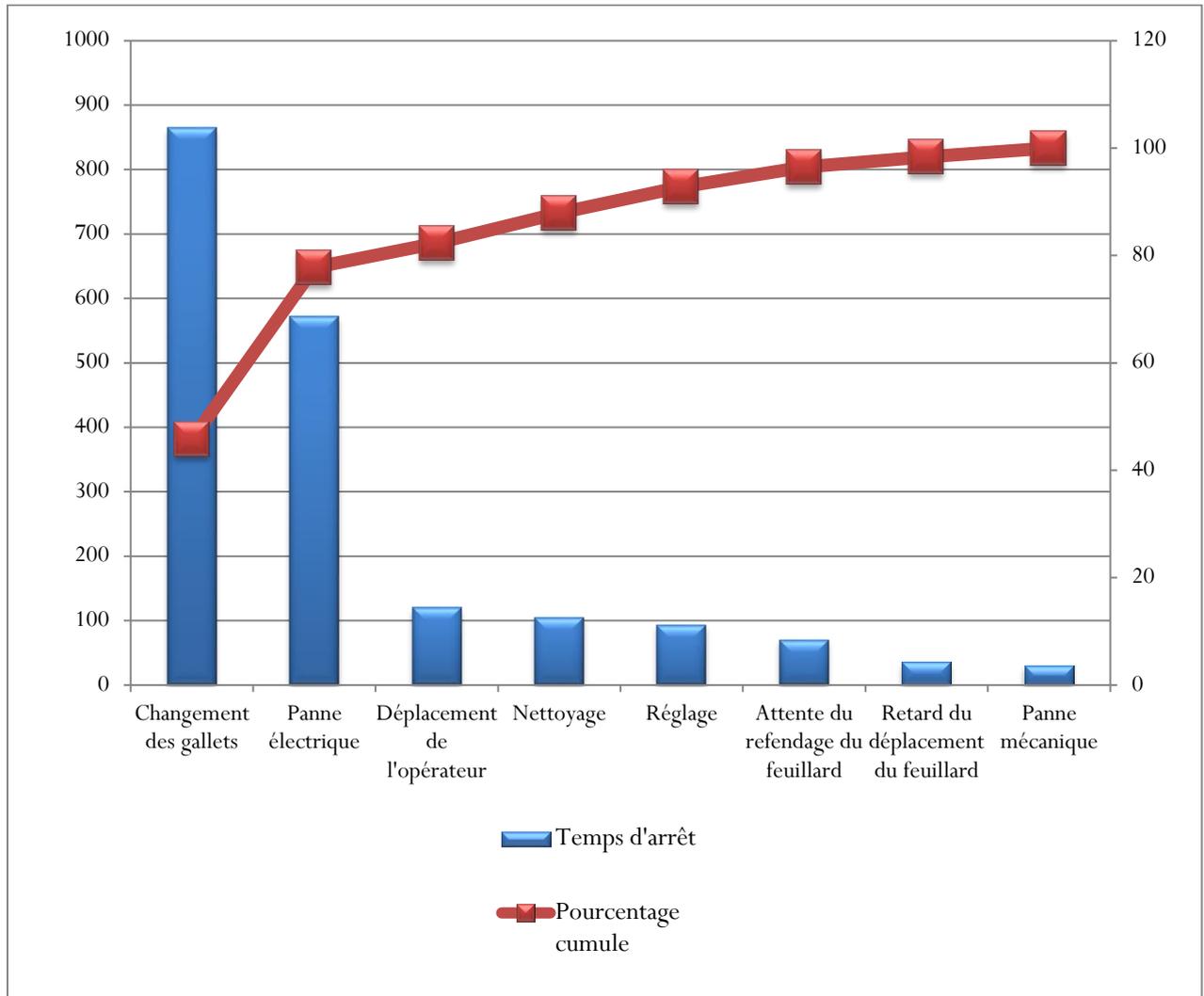


Figure II.5 : le diagramme PARETO de la machine Profileuse 1



# *Chapitre 3*

## *Application de la démarche SMED*



## **I-Etude SMED:**

Parmi les choses qui pénalisent le plus la performance productive des machines on trouve la durée et la fréquence des changements de séries. Celles-ci sont nécessaires pour garantir la flexibilité et la fluidité du système face aux fluctuations des demandes. Aborder les changements de séries sans méthode, c'est s'exposer à perdre un temps précieux.

Dans ce cadre vient la démarche SMED pour réduire d'une façon systématique le temps de changement de série, avec un objectif quantifié.

### **I-1 Définition de la méthode SMED:**

Le SMED est une méthode d'organisation qui cherche à réduire de façon systématique le temps de changement de série, avec un objectif quantifié

**Single Minute Exchange of Die = Changement de Fabrication en moins de 10 minutes.**

Single Minute signifie que le temps en minutes nécessaire à l'échange doit se compter avec un seul chiffre.

Le SMED est né en 1970 dans l'univers industriel compétitif de TOYOTA, sous l'impulsion de S. SHINGO qui découvre le rôle pivot des temps de changement de série dans l'obtention de la flexibilité industrielle globale et entame un combat systématique contre les idées reçues en la matière.

#### **I-1-1 Notions des taches internes et externes:**

Quel que soit le changement ou le réglage d'outillage on distingue deux types d'opérations :

- **Des opérations internes (IED : Input Exchange of Die)**, qui ne peuvent être effectuées que lorsque la machine est à l'arrêt.
- **Des opérations externes (OED : Output Exchange of Die)**, qui peuvent et doivent être effectuées pendant le fonctionnement de la machine.

#### **I-1-2 Les étapes de la méthode SMED:**

Pour mettre en œuvre la méthode SMED il faut suivre les quatre points suivants :

1. Etablir la distinction entre IED et OED.
2. Transformation des IED en OED.
3. Rationalisation de tous les aspects de l'opération de changement.
  - Suppression des réglages.
  - Réduire les temps de réglage.
4. Adoption de la synchronisation et l'organisation des tâches.



## I-2 Applications de la méthode SMED:

Dans notre période de stage au sein de l'entreprise nous avons assisté pas mal de fois au changement d'outillage, nous avons constaté que les changements de série prennent beaucoup de temps jusqu'à 5h parfois ou même plus par changement, et cela est dû à plusieurs facteurs (mauvaise organisation, absence de répartition des tâches, mauvaise préparation, manque d'opérateur ....), ainsi nous voulions chronométrer les différentes étapes de changement pour voir le temps perdu dans chaque étape mais cela n'était pas possible vu que le changement se fait d'une façon aléatoire. Afin de réduire ce temps de changement on devra mettre en place les quatre points du SMED pour atteindre notre but. On prend le cas de « **changement des galets** ».

### I-2-1 Identification des réglages IED et OED:

Après une analyse et un développement profond du mode opératoire de changement des galets, on doit classer les opérations en deux types, les IED et OED.

#### I-2-1-1 Les tâches externes OED:

- Le nettoyage externe de la machine.
- Préparer le matériel nécessaire pour effectuer le changement.
- La préparation des nouveaux galets à monter et leurs pièces correspondantes.
- Sélectionner les nouveaux tubes cuivre et carbone à mettre (selon le nouvel article à fabriquer).
- Organiser et sélectionner les mesures des nouvelles pièces à monter.
- Le nettoyage des pièces et des galets enlevés.
- Le nettoyage des pièces et des galets à monter.
- Préparation et mise en place de la nouvelle matière première (bobine et feuillard) à travailler après le changement des galets.
- Mise en place des feuillards dans le réservoir (Pour la machine **Tube 2**).

#### I-2-1-2 Les tâches internes IED:

- Placer le feuillard dans le dérouleur.
- Blocage du mandrin.
- Nettoyage interne qui force l'arrêt de la machine.
- Desserrer les boulons et les pièces.
- Montage /Démontage des galets de la machine.
- Montage /Démontage des roulements.
- Changement des pièces (les tubes de cuivre et carbone).
- Vérification et réglages sur d'autres parties et pièces de la machine.
- Contrôle de la machine.



Cette simple distinction entre les opérations externes et les opérations internes permet par une rationalisation des opérations de changement de série, une réduction de l'ordre de 30% sans rapport au procédé de modifications importantes comme il est indiqué au tableau ci-dessous :

Machines	Durée d'arrêt/ (un mois) avant la mise en place du SMED	Durée d'arrêt prévu après la mise en place seulement du premier point du SMED
Machine Tube 2	3197	2497
Machine Profileuse 1	1891	1141

Tableau III .1 : Résultat de l'application de la première étape de la démarche SMED

D'après les résultats du tableau on remarque bien que le temps de changement est réduit d'une manière efficace si on met en place le premier point du SMED, alors que cette nouvelle durée même peut connaître une réduction importante si on met en place aussi les autres points restants.

### I-2-1-3: Externalisation des opérations internes et maximisation du travail en temps masqué:

Après cette dissociation, il devient indispensable, pour continuer à progresser, de convertir le maximum d'opérations internes en opérations externes.

C'est une phase qui nécessite généralement l'apport de technologie, alors l'objectif est de réduire au maximum le nombre d'opérations internes, qui pour mémoire, entraînent l'arrêt de la Production.

Des investissements, que l'on peut qualifier de faibles, sont à prévoir car ils ne concernent que le poste de travail au sens large du terme, sans remettre en cause le processus complet de fabrication.

Puisqu'on a pu convertir que quelques **opérations internes**, on a pu transformer la majorité des opérations restantes en temps masqué (en parallèle avec d'autres opérations) comme le montre le tableau suivant :



Taches	Nature d'Actions		Externalisation	Temps masquée
	Externe	Interne		
Placer le feillard dans le dérouleur		√		√
Le nettoyage externe de la machine.	√			√
Blocage du mandrin		√		
Préparer le matériel nécessaire pour effectuer le changement	√			√
Nettoyage interne		√	√	
Desserrer les boulons et les pièces		√		
La préparation des nouveaux galets à monter et leurs pièces	√			√
Sélectionner les nouveaux tubes	√			√
Montage /Démontage des galets		√		
Le nettoyage des pièces et des galets enlevés et monter	√			√
Montage /Démontage des roulements		√		
mise en place de la nouvelle matière première	√			
Changement des pièces		√		
Mise en place des feillards	√			√
Vérification et réglages		√		√
Contrôle de la machine		√		√

Tableau III.2: Externalisation des opérations internes



### **I-2-1-4 Rationalisation de tous les aspects de l'opération de changement:**

#### ***Suppression des réglages:***

Le réglage d'une machine ne doit subsister que s'il est réellement indispensable. Souvent, celui-ci est un moyen de contourner un problème qui peut être résolu autrement. Alors pour supprimer ces réglages il faut :

- Eviter des allers-retours pilotés par un opérateur autour d'une valeur cible.
- Placer les éléments au même endroit au moment du serrage.
- Préparer et spécifier au moment du changement un endroit proche des machines comportant tout ce qui est nécessaire dans chaque opération.
- Figurer tous ce qui est utile.
- Utiliser des palans pour faciliter le déplacement des galets lourds.
- Former deux équipes une pour le nettoyage et la préparation des outils de changement, et l'autre pour le changement des galets.

#### ***Réduire les temps de réglage:***

Cette phase est très importante pour réduire le temps de réglage à travers des méthodes simples et pratiques.

Simplification des bridages et fixation : quel que soit la longueur de la vis et le nombre de filets, ce n'est toujours que le dernier tour de vis qui serre et le premier qui dessert.

Autrement dit, un serrage possible en un seul tour de vis est aussi efficace qu'un serrage à 10 tours, mais nettement plus rapide.

Il existe ensuite toute une variété des solutions qui évitent le recours aux vis et écrous. Car si même ou n'en récrit le nombre de tours nécessaires. Ils n'en gardent pas moins d'agaçantes dispositions à reprendre, à se ressembler mais d'être d'un diamètre différent.

Quelques exemples de serrages et bridages :

- rondelles en U.
- trous en boutonnière.
- vis à filet entaillé (serrage quart de tour, trois de tour).
- serrage par cane.

Le recours aux outils peut être réduit ou même éliminé :

- écrou papillon
- clé en T sur la vis même

- Minimisation ou élimination des essais et contrôles : plus on introduit de la rigueur et du formalisme, mais il y aura de dérives à contrôler



### I-2-1-5 Adoption de la synchronisation et l'organisation des tâches

Une mauvaise synchronisation des tâches entraîne souvent des déplacements inutiles, d'où une perte de temps. Cette synchronisation peut amener l'opérateur à se faire aider. Ainsi il faut respecter la répartition des opérations déjà cités, de plus les chefs d'équipes sont obligés de dispatcher les tâches et les opérations entre les différents opérateurs tout en se basant sur leurs expérience, et aussi faire un programme ou les tâches son bien affecter aux opérateurs concerner et assurer une bonne organisation lors du changements de galets ce qui aide alors à diminuer le temps de changement de cette série.

### I-3 Un échantillon de la durée et le mode opératoire proposé du changement de série pour la machine Tube 2 :

D'après l'observation et la mesure d'un changement de série, on élabore le tableau suivant :

#### La Première étape: Préparation:

Les opérations	Les Etapes	La durée avant (Min)	La durée prévues (Min)
Préparation d'outillages	-Préparer la boîte à outils. -Préparer les pièces de rechanges .	20	15
Préparation des galets/roulement à l'avance	Montage des galets et des roulements associés .	40	30
Préparation des bagues d'ajustements à l'avance	L'ordonnancement de chaque bague d'ajustement selon leur dimensionnements	20	10
Total		80	55

Tableau III.3 : étape de préparation



**La deuxième étape: *changement:***

Les opérations	Les Etapes	La durée avant (Min)	La durée prévue (Min)
Démontage	-Des visses. - Des galets de formage /roulements/bagues . -Des galets de soudages/roulements. -Des galets de finitions/roulements/bagues.	60	30
Nettoyage	-Nettoyage interne et externe de la machine.	60	30
Entretien	-Fin de course . -Lame de coupe . -Lubrifiant .	30	30
Montages	Montage des galets / roulements/bagues d'ajustements <u>Déjà préparer dans la première phase</u>	80	40
Programmer la machine	Vitesse/ dimensions (longueur, diamètre, épaisseur ... ) ;	15	15
Total		245	145

Tableau III.4 étape de changement

**Remarque:**

Cette réduction prévue de temps est due à :

- L'utilisation des outillages plus efficaces au lieu des outillages traditionnels.
- L'augmentation de l'effectif des opérateurs.

**La troisième étape: *Organisation et Contrôle :***

Les opérations	Les Etapes	La durée avant (Min)	La durée prévue (Min)
Contrôle	- Des galets /des roulements/bagues d'ajustement/lames de coupe.	30	15
Organisation	- Nettoyage des galets démontés. Classification des galets dans leur place appropriée - Classification des outillages.	30	15
Total		60	30

Tableau III.5: étape de contrôle



**Remarque:**

Avec l'augmentation de l'effectif des opérateurs on peut gagner la moitié de temps alloué à cette phase.

**I-4 Résultats acquises:**

Après avoir appliqué la démarche SMED nous avons pu obtenir une réduction de 55% de temps de changement d'outil. Les tableaux si dessous montrent les résultats qu'on a pu obtenir :

Type d'arrêt	Temps d'arrêt (Min)
Changement des galets	2170
Panne mécanique	435
Réglage	367
Nettoyage	170
Panne électrique	50
Défaut de soudage	35

Tableau III.6: Temps d'arrêts avant l'application de SMED pour la machine Tube 2

Type d'arrêt	Temps d'arrêt (Min)
Changement des galets	1193
Panne mécanique	435
Réglage	280
Nettoyage	110
Panne électrique	50
Défaut de soudage	25

Tableau III.7: Temps d'arrêts après l'application de SMED pour la machine Tube 2



# *Chapitre 4*

## *Mise en place des 5 S*



### I- Introduction:

En premier lieu on donne un aperçu général sur l'objectif et le principe des 5S après on passe à identifier les anomalies et les actions correctives qu'on peut suivre

### II-Rôle des 5 S :

Construire un environnement de travail fonctionnel, régi par des règles précises de manière à travailler dans des conditions efficaces. Afin de faciliter la tâche aux opérateurs lors du changement d'outils.

### III- Qu'est-ce que c'est les 5 S:

5S	Traduction littérale	Les 5S détaillés
<b>Seiri</b>	Supprimer	Supprimer l'inutile
<b>Seiton</b>	Situer	Situer les choses utiles à la bonne place.
<b>Seiso</b>	Scintiller	Scintiller en maintenant les choses propres et en corrigeant les sources de saleté et les endroits difficiles d'accès.
<b>Seiketsu</b>	Standardiser	Standardiser en rendant visuelle toute dérogation aux trois premiers principes.
<b>Shitsuke</b>	Suivre	Suivre le maintien des activités en formalisant les règles de fonctionnement et en effectuant des audits réguliers.

Tableau IV.1: Traduction littérale des 5 S

#### IV- Application de la démarche:

Cette partie représente la méthodologie suivie pour une remise en valeur des 5S au niveau des zones de travail et le magasin de pièces de rechange. Ainsi on procédera selon les étapes suivantes :

##### IV-1 Etude critique:

Afin de réaliser une étude critique de la mise en place des 5 S au niveau des zones de travail et le magasin des pièces de rechange. On a réalisé un audit 5 S à travers lequel on pourra palper la valeur sur terrain de la première mise en place des 5 S. Cet audit 5 S initial est réalisé à l'aide de feuilles d'audit 5S en se basant sur un ensemble des questions pour chacune des S.

##### IV-2 Le principe de l'audit:

- L'audit sera sous forme de questionnaire qui est posé aux 10 des techniciens de la chaîne de production et le magasinier.
- Une notation sera donnée à chaque point d'audit afin de quantifier sa valeur.
- Une note final sera attribuée à chaque S, la valeur cible est 10.

##### IV-3 Analyse des résultats:

Le résultat global de l'ensemble des 5 S de l'audit est 12/50 ce qui montre certaines divergences vu le désordre et la mauvaise organisation des zones de travail et le magasin de pièces de rechange.

Le résultat pour chaque S :

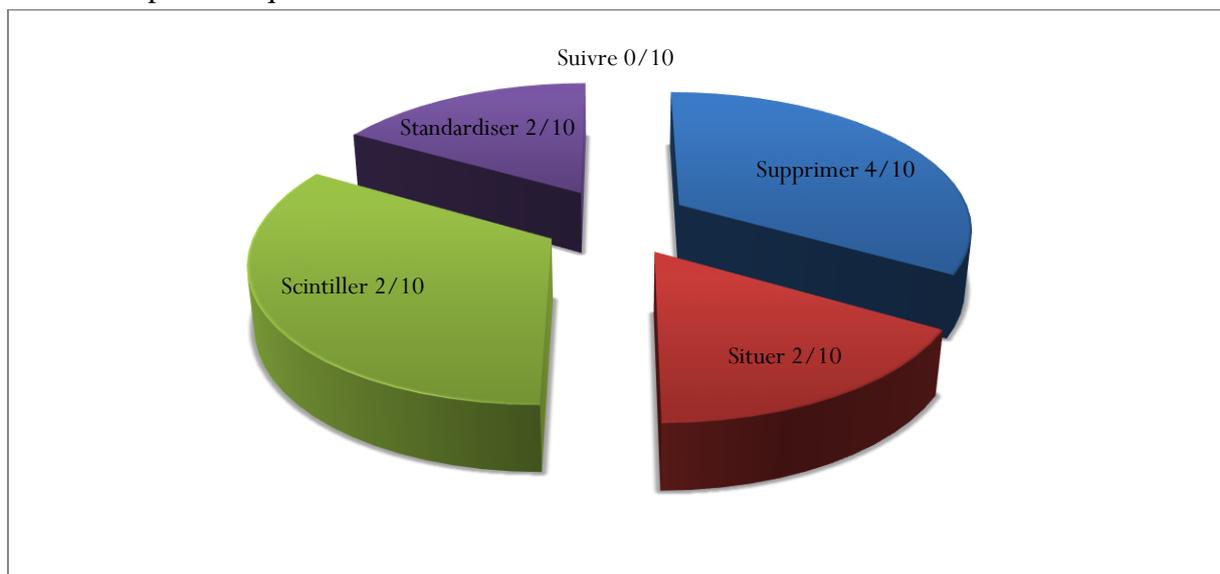


Figure IV.1: Résultat de l'audit des 5S



#### IV-4 Inspection des zones de travail:

En effets, avant qu'on ait commencé à appliquer la méthode des 5 S on a fait l'inspection des ateliers de travail, on a pu relever les observations suivantes :

##### 1S : Supprimer:

- L'environnement de travail est encombré par des choses inutiles.
- Les abords de la zone sont sales ou non dégagés.
- La zone de travail contient des restes ou des rebuts.
- Des outils non utilisés qui traînent dans les environs.

##### 2S : Situer:

- Les accès, lieux de stockage, postes de travail et emplacements d'équipements ne sont pas clairement définis.
- L'absence d'une indication de localisation sur les étagères et lieux de stockage.
- L'emplacement de chaque objet n'est pas identifié par un signe.
- Les voies de circulation ne sont pas matérialisées au sol.
- Un désordre remarquable pour les armoires ainsi les boite à outils.

##### 3S : Nettoyer:

- Les accès sont huileux, poussiéreux ou encombrés de déchets.
- Les machines ne sont pas nettoyées et débarrassées de leurs déchets d'une manière quotidienne.
- L'absence d'un responsable pour superviser les opérations de nettoyage.

##### 4S : Standardiser:

- Les règles de nettoyage ne sont pas clairement définies.
- Les règles de sécurité sur le lieu de travail ne sont pas bien identifiées.
- L'absence d'une check-list des tâches 5 S (jour, semaine, mois, ..) .
- Les procédures ne sont pas clairement écrites et utilisées.
- Manque d'une maintenance des 3 premiers S.

##### 5S : Suivre:

- La communication sur les 5 S n'est pas suivie.
- Les 5 S ne sont pas appliqués spontanément.
- Manque de formation sur certaines procédures.
- Les outils et les pièces ne sont pas systématiquement rangés.
- Les outils et pièces ne sont pas mis à jour de manière régulière.
- Manque de tableaux de bord pour le suivi des 5 S.

❖ Au niveau du stock:



Figure IV.2 : Rangement aléatoire des produits fini.



Figure IV.3: Manque d'un marquage au sol pour la visualisation des zones.



Figure IV.4: L'absence d'une zone propre pour le stockage des bobines.

❖ Au niveau du magasin:



Figure IV.5: Espace insuffisant pour le stockage des articles

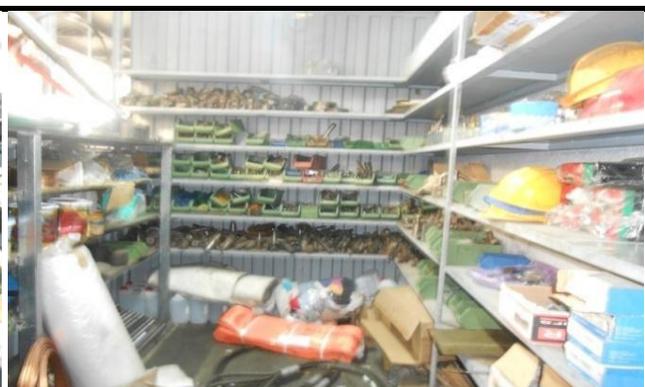


Figure IV.6: Désordre des articles



Figure IV.7: Manque des casiers pour le rangement des outillages, et l'absence des étiquettes pour l'identification des articles.

❖ Au niveau d'outillage:



Figure IV.8: Manque de tri.



Figure IV.9: Manque de nettoyage.



Figure IV.10: Manque d'organisation et de rangement d'outillages.



#### IV-5 Actions correctives:

Après avoir fait les inspections dans les ateliers on a passé pour l'action et on a suivi les étapes de la démarche selon les 5S. Dans le but de consolider les 3 premiers S, supprimer, situer et nettoyer, on a procédé à l'élaboration de procédures d'élimination des inutilités, de rangement et de nettoyage.

- **Première étape : *Supprimer***

- Débarrasser des éléments jugés inutiles à l'intérieur de la zone de travail.

- **Deuxième étape: *Situer***

- Élaborer un plan de localisation pour chaque élément utile. Pour ce faire, placer l'élément à l'endroit le plus approprié (Chaque chose à sa place et chaque place à sa chose).

- Respect de l'emplacement de chaque outil.
- Des étiquettes délimitant les zones pour le rangement des armoires.
- Des étiquettes pour les bacs contenant les outils de changement.

- **Troisième étape: *Scintiller***

- Identifier ce qui doit être nettoyé.
- Réaliser le nettoyage.
- Réduire les sources de contamination ;
- Former le personnel aux méthodes de nettoyage prescrites.
- Réaliser le calendrier de nettoyage.

- **Quatrième étape: *Standardiser***

- Réviser l'ensemble des activités réalisées en mettant en place un système de contrôle visuel (Identification des départements-machines, code couleur, etc.).
- Elaboration d'une check-list de vérification de respect des 5S.

- **Cinquième étape: *Suivre***

- Maintenir à jour la formation du personnel.
- Évaluer régulièrement le respect des méthodes (fiche d'observation ou audit par zone).
- Réaliser des activités de reconnaissance (certificat pour ceux qui respectent constamment les méthodes) .
- Solliciter continuellement les idées des employés et passer souvent en revue les cinq principes.
- Mesurer et afficher les résultats obtenus.

#### IV-6 Résultats escomptées après la mise en place de la démarche 5 S:

##### ❖ Au niveau de magasin:



Figure IV.11: L'instauration d'un nouveau magasin.



Figure IV.12: Rangement des articles par casiers.



Figure IV.13: Mettre des étiquettes pour chaque casier.



Figure IV.14: Rangement et nettoyage des galets.

##### ❖ Au niveau de stock:



Figure IV.15 Visualisation des zones des produits finis.



Figure IV.16: Délimitation des zones de stockage des bobines par des barrières.

Figure IV: Visualisation des emplacements au sol, et le marquage de passage piétons.



# *Conclusion*



La méthode SMED est donc un concept qui présente de nombreux avantages pour la gestion de la production de l'entreprise tels qu'une augmentation de la productivité, de la flexibilité de la production, une amélioration de la qualité.

À l'issue de ce projet de fin d'études, nous avons proposé un certain nombre de solutions en parallèle avec le SMED, la méthode des 5 S Permettant aussi l'amélioration de temps de changement de série et la réorganisation de plusieurs tâches au sein de la société.

Au cours de cette étape nous avons proposé des plans d'actions relatifs à chaque facteur étudié, en implantant la démarche SMED dans la machine Tube 2 qui nous a permis de réduire le temps de changement de série de 55%.

Enfin on peut juger que les résultats obtenus ont satisfait la société. Aussi pouvons-nous dire avec certitude que ce projet a été bénéfique et très enrichissant, au point de vue acquisition des connaissances, qu'au niveau pratique et relationnel.