Sommaire

Remerciement
Figures et tableau
Introduction général 1
Chapitre I
Présentation de la société LASMIF
Introduction 3
1.1. Cadre du travail 3
1.2. LASMIF 3
1.3. Installations 3
1.4. Fiche Signalétique 4
1.5. Activités de l'entreprise 4
1.6. Organigramme de la direction d'achats 5
1.7. Organigramme de la direction technique et production 5
Chapitre II
Processus de fabrication
Introduction 7
I. Matière Première Fil machine 8
1.1.Fournisseurs de matière première 8
1.2.Stockage Fil machine lisse 8
Le Tréfilage 9
2.1. Principe de fonctionnement 9
2.2. L'acier tréfilé 10
Etape de fabrication du fil tréfilé 10
3.1.Dévidoir 10
3.2.Redressement 11
3.3.Lubrification 11
3.4.Laminage et Crantage 11
3.5.Bobinage sur roquette : (spooler) 11
II. Fabrication des treillis soudés 15
4.1. Définition 15
4.2. Processus de fabrication 16
4.2.1. Les différentes parties du G55 16
4.2.2. Boucle d'accumulation 16
4.2.3. Alimentation des fils transversaux (trame) 17
4.2.4. Coupe à longueur 17
4.2.5. Stacker 17
III. Fabrication de Poutrelles nues 18
5.1.Définition 18
5.2.Processus de fabrication des poutrelles 19
Chapitre III
Amélioration du processus fabrication
I. Présentation de la démarche à suivre 21
II. Etape 1 : Définir : 21
2.1. Diagramme d'Ishikawa 21
2.2. Principe de fonctionnement du processus du tréfilé 22
2.3. Description des 5 M et identification des problèmes 22
2.3.1. (M1): Milieu 23

2.3.2. (M2) : Matériel …….…….. 23
2.3.3. (M3) : Méthode …….……..……. 23
2.3.4. (M4) : Main d'œuvre ……...……..…….. 24
2.3.5. (M5) : Matière …….……..…..... 24
III. Etape 2 : Mesurer …….……..... 26
3.1. Essai de traction ……..…….. 26
3.1.1. Déroulement de l'essai …….……..... 27
IV. Etape 3: Analyser ……..……. 30
4.1. PRESENTATION DE L'OUTIL AMDEC……..……..…… 30
4.2. Evaluation de la criticité ……. 31
4.3. Outil PARETO ……..…… 32
V. Etape 4: Améliorer ……..…….…….. 34
5.1. La génération des solutions……..……..... 34
Conclusion …….…..…… 36

Liste de figures & tableaux

Chapitre I
Figure 1.1: Gamme de produit de LASMIF …… 4
Figure 1.2: Organigramme de la direction des achats …… 5
Figure 1.3: Organigramme de la direction technique et production …… 5
Chapitre II
Figure 2.1: Zone de stockage de la matière première ……..…… 8
Tableau 2.1: Fournisseurs de la matière première …… 9
Figure 2.2 : Bobine du fil tréfilé …… 10
Tableau 2.2: les différents acteurs et composant de la ligne de tréfilé ……..……..... 10
Figure 2.3: Dérouleur par-dessus la tête …….…..... 11
Figure 2.4: Bloc redresseur …… 12
Figure 2.5: Bloc de lubrification ……..... 12
Figure 2.6: Cassette de tréfilage …… 13
Figure 2.7: galets réducteur …… 13
Figure 2.8: Spooler …… 13
Figure 2.9: Processus de fabrication des bobines …….. 14
Tableau 2.4: les diférents acteurs et composant de la ligne
de fabrication des treillis soudés ……...…… 14
Figure 2.10: ligne de production des treillis soudés ……..... 15
Figure 2.11: Alimentation des fils ……..... 16
Figure 2.12: Dressage des fils …… ….. 16
Figure 2.13: Electrodes de soudage ……... …… 16
Figure 2.14: Fils de trame et fils de chaîne d'un treillis soudé …….. …… 17
Figure 2.15: cisaille coupante de la langueur de la nappe ……. …… 17
Figure 2.16: Stacker ……...…… …… 17
Tableau 2.5: les diférents acteurs et composant de la ligne
de fabrication des poutrelles nues…….. 17
Figure 2.17: processus de fabrication des treillis soudés ……..…… … 18
Figure 2.18: Ligne de production des poutrelles nues …….. 18
Figure 2.19: processus de fabrication des poutrelles nues ……...…….. ….. 19
Chapitre III
Figure 3.1: Graphique d'Ishikawa pour les problèmes des 5M ...……..…… ….. 25
Figure 3.2: Essai de traction terminé……..…… 26
Figure 3.3: Eprouvette placé entre les mâchoires de Zwick/Roell …… 27
Figure 3.4: Capteur de force…….. 27
Figure 3.5: Extensomètre placé sur l'éprouvette…… 27
Figure 3.6: Comportements à la rupture en essai de traction……..…….. 28
Figure 3.7: Comportement de l'éprouvette à la fin de l'essai……..……..... 28
Figure 3.8: Courbe de traction conventionnelle typique d'un matériau ductile…… 28
Tableau 3.2: Evaluation de la criticité ……... .. 31
Figure 3.9: Graphe obtenu par la méthode PARETO …… …. 32
Figure 3.10: graphe PARETO de TSD…… 33

Liste des abréviations

Abréviation	***Signification***
SM11	Solution 1 de M1
SM21	Solution 1 de M2
SM22	Solution 2 de M2
SM23	Solution 3 de M2
SM24	Solution 4 de M2
SM25	Solution 5 de M2
SM31	Solution 1 de M3
SM32	Solution 2 de M3
SM33	Solution 3 de M3
SM34	Solution 4 de M3
SM41	Solution 1 de M4
SM51	Solution 1 de M5
SM52	Solution 2 de M5
PN	Poutrelle nue
TS	Treillis soudé
FM	Fil Machine

Introduction générale

Depuis plusieurs années, le contexte de la mondialisation et l'accroissement de la concurrence ont défini un nouvel ordre économique et industriel pour les entreprises de production de biens. En effet, ces entreprises sont quotidiennement confrontées à la maîtrise et à l'amélioration des performances de l'ensemble de leurs processus afin de garantir leur pérennité et leur compétitivité.

En raison de l'ouverture des marchés et de la concurrence accrue, il est notable de dire que toutes les entreprises fixe une seule cible qui est la satisfaction des clients, notons aussi que les attentes de ces derniers deviennent de plus en plus fortes, non seulement en ce qui concerne le prix et la qualité, mais également sur l'innovation des produits ainsi que sur leur disponibilité.

La Société Meknassi Industriel de Fer *LASMIF*, qui nous a accueilli pendant la période de stage avait un intérêt qui est l'amélioration de son processus de production afin de satisfaire les attentes de ses clients, puisqu'elle en perdait un nombre aussi important.

Ce rapport est une description complète, simple et directe des différentes tâches accomplies durant la période de notre stage de fin d'étude, où nous avons essayé d'exploiter nos connaissances en tant que binôme. En rédigent ce rapport nous avons voulu décrire les principaux partis de notre projet dont le sujet est l'amélioration du processus production.

Ce travail contient trois chapitres qui décrivent les différentes étapes de notre projet :

→ Nous avons consacré le premier à la présentation du site d'accueil LASMIF et ses activités

→ Le deuxième chapitre comportera une description détaillée des différentes lignes de production au sein de l'usine.

→ Le troisième chapitre traite l'étude effectuée pour atteindre l'objectif de ce projet, les interventions auxquelles on a assisté, et en fin les solutions que nous avons suggérées.

Chapitre I :
Présentation de la société LASMIF

Introduction

Malgré la diversité sectorielle de l'économie marocaine, le secteur des Bâtiments et des Travaux Publics se dote d'une importance capitale. Tout d'abord parce qu'il participe considérablement à la croissance économique. Ensuite, c'est un secteur qui génère des effets d'entraînement sur l'ensemble de l'économie nationale. Au cours de ces dernières années, ce secteur a connu un essor considérable au niveau national. De nombreux chantiers ont été lancés, avec un objectif majeur : résorber le déficit en logements dont souffre l'ensemble des régions du royaume. Les projets lancés ou réalisés visent également à améliorer les conditions de vie des habitants.

Cette dynamique, devrait se poursuivre au cours des prochaines années, à cet effet, l'une des priorités de LASMIF est d'optimiser ses performances tout en satisfaisant les exigences du marché.

L'objectif de ce chapitre est de définir le cadre général du projet. Il contient une présentation brève de l'entreprise ou se déroule le projet, son organigramme, et son secteur d'activité.

Cadre du travail :

1.1. LASMIF (La société Meknassi Industriel de fer)

Les travaux se déroulent dans une usine de production spécialisée dans la réalisation de poutrelles nues et treillis soudées destinées principalement au domaine de la construction et du béton armé. L'usine est implantée à Meknès dans la zone industrielle Mejjat et employant actuellement plus de 50 personnes.

C'est grâce aux qualités humains dont elle dispose qu'elle a pu réaliser des bons résultats tels que l'obtention en 2010 de la norme du système management qualité ISO 9001 version 2008 pour :

- La fabrication de poutrelles nues, de panneaux de treillis soudes et le laminage à froid du fil machine.
- La vente et la livraison.

Elle est aussi engagée dans la certification de ses produits selon les normes marocaines « NM ».

1.2. Installations

La société LASMIF dispose de :

- 3 tréfileuses RMV1 /RMV2/RMV3
- 2 machines de fabrication de poutrelles (GH300/ TSD)

Rapport-Gratuit.com

- 2 machines de fabrication de treillis soudés (GE12/ G55)
- 3 réservoirs de refroidissement

1.3. Fiche Signalétique

Raison Sociale	LASMIF Ste meknassi industrielle de fer
Forme Juridique	Société à responsabilité limité S.A.R.L.
Création	2006
Adresse	159, zone industrielle Mejjat-Bp 7117-50000 Meknès
Téléphone	0535 525 752 0535 525 770
Fax	0535 525 680
Registre de commerce	244333
Effectif du personnel	entre 50 et 100
Dirigeants	M .AHMED TAHIRI Gérant M .Zouhir
Capital	44000 000 DH
Activités	Fabrication de poutrelles nues et treillis soudés

1.4. Activités de l'entreprise

A partir du fil machine (matière 1ere) LASMIF fabrique trois types de produits

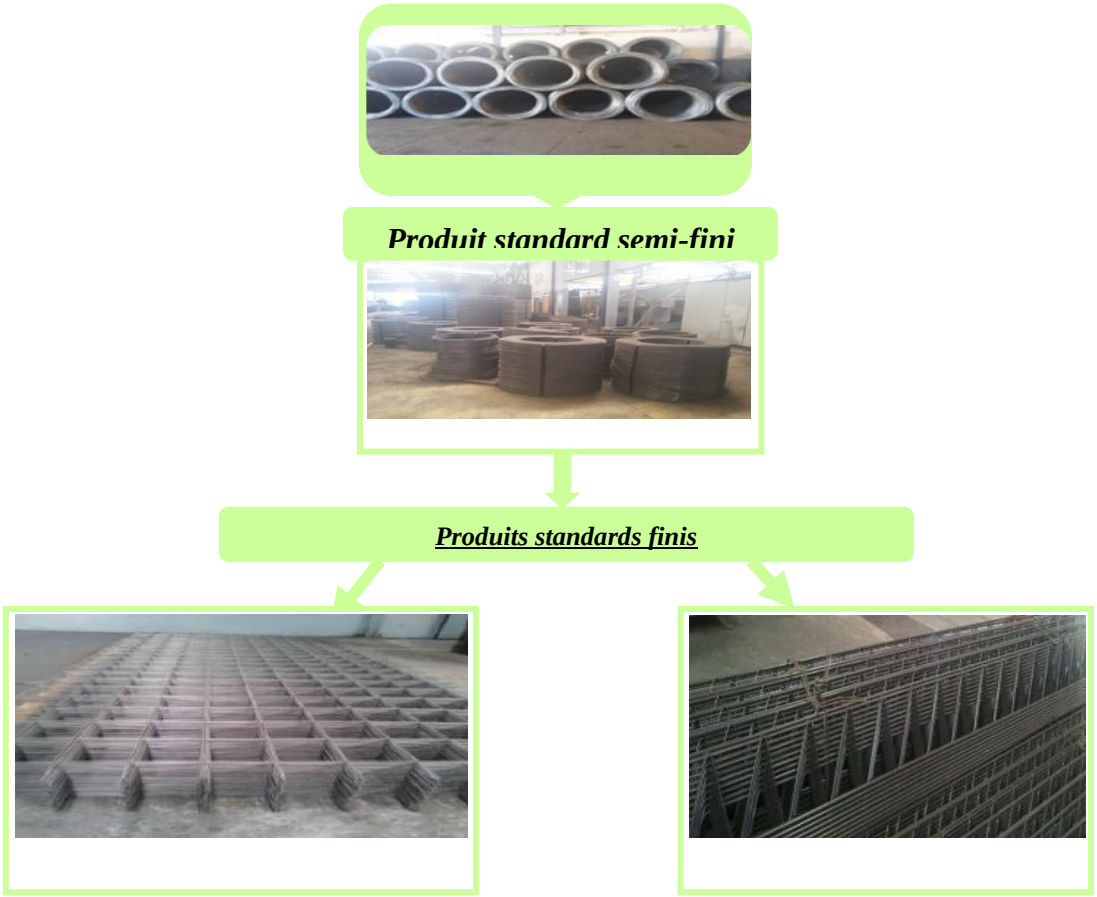


Figure 1.1 : *Gamme de produit de LASMIF*

Organigrammes de l'entreprise

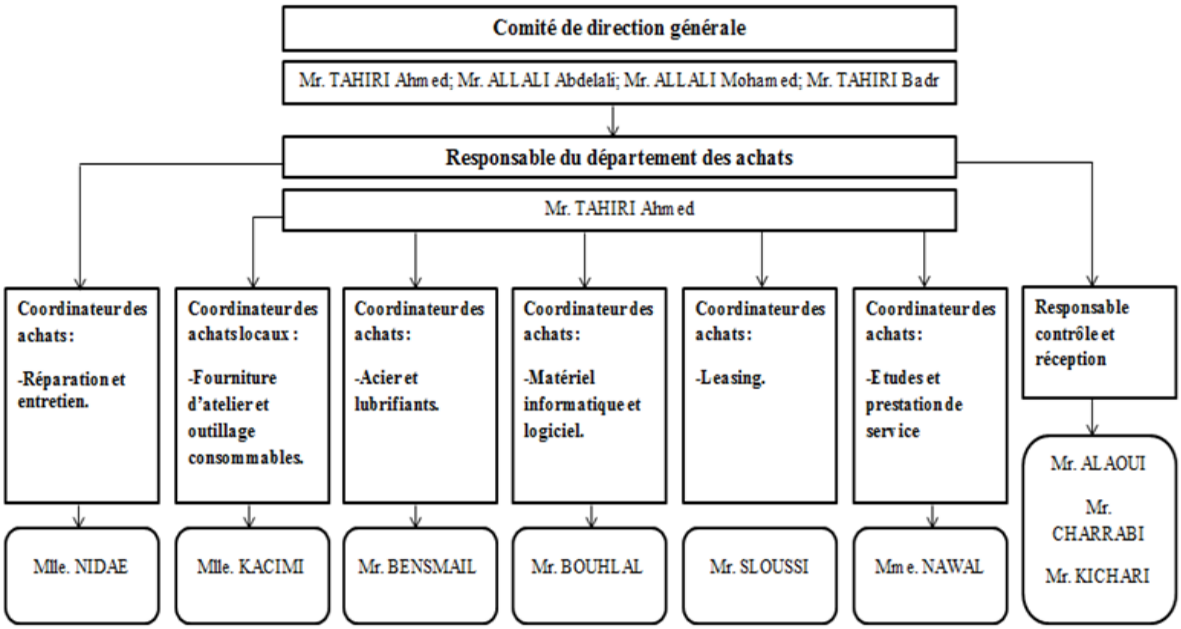


Figure 1.2 : Organigramme de la direction des achats

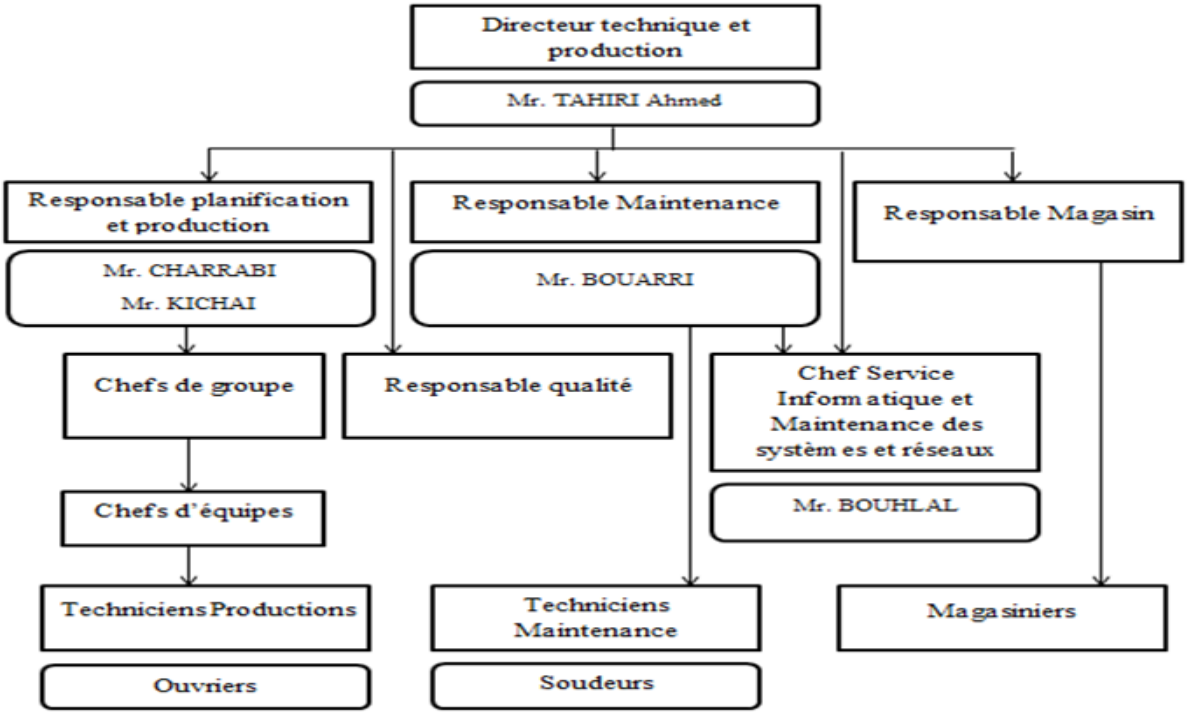


Figure 1.3 : Organigramme de la direction technique et production

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Chapitre II

Processus de fabrication

Introduction

La fonction de production est la plus importante en économie. En effet, elle assure la combinaison de facteurs de production (main-d'œuvre, machines, matières premières, capitaux et direction). Ce sont les entreprises qui participent le plus à la production. A tous les stades de la production, les entreprises ajoutent de la valeur aux produits qu'elles fabriquent et commercialisent. C'est ce que l'on appelle la valeur ajoutée (VA).

Ainsi, la fonction production est une fonction vitale et occupe une place primordiale au sein des entreprises. Son importance est évidente : sans produit, les autres fonctions n'ont pas de justification. La défaillance et la performance insuffisante de la production peuvent en très peu de temps anéantir les efforts des autres fonctions. En effet, cette fonction a pour principale mission d'assurer la mise à disposition sur le marché, en temps voulu, des produits que l'entreprise a décidé de développer, vendre, commercialiser dans le cadre des spécifications acceptées et pour un coût qui permette de dégager une marge suffisante pour couvrir l'ensemble des autres coûts de l'entreprise.

Le processus fabrication à pour objectif de réaliser deux produits finis différents :

→ ***Les poutrelles nues***

→ ***les nappes de treillis soudés.***

Et pour atteindre cet objectif on commence tout d'abord par l'étape du tréfilage qui consiste à réduire le diamètre du fil machine (matière 1ère) et augmenter sa résistivité. En sortie de cette étape on obtient un produit semi-fini sous forme de bobine qui est soit : fil lisse ou cranté.

1. Matière Première Fil machine

1.1. Fournisseurs de matière première

- ***Fournisseurs locaux :*** SONASIDE, LAMISS, LE MONDE PREFAT, ISMAILIA METAL, SOMASTIL.
- ***Fournisseurs internationaux :*** METALERGICA, SALZ GITTER, LOSAL STEEL, RECTOR.
- *Fournisseurs basiques :* METALERGICA, SALZ GITTER,

SALZGITTER MANNESMANN PRECISION	**Salzgitter AG** entreprise allemande, ses activités sont concentrées sur l'acier et de la technologie. Elle est considérer comme l'un des principaux groupes sidérurgiques et technologiques de l'Europe - avec des ventes externes de 9 milliards € en 2015 et un effectif de plus de 25.000 employés. Le groupe Salzgitter AG comprend environ 200 filiales et participations nationales et internationales.
SomaSteel	**SOMASTEEL** ***Présent en rubrique :*** Profiles et barres (Ronds a beton, Production) Toles et feuillards (Production)
SONASID	**SONASID** ou Société national de sidérurgie est une Entreprise dédiée principalement au secteur de construction. Elle est le leader de l'acier sur le marché marocain. Créer par l'Etat Marocain en 1974 avec un capital de 40 millions de dirhams pour répondre aux besoins en acier du marché national.

Tableau 2.1 *: Fournisseurs de la matière première*

1.2. ***Stockage Fil machine lisse :***

« la matière première » est stocké dans la zone de stockage à l'entrée de l'usine comme il est présenter dans les deux figures suivantes

Figure 2.1 : *Zone de stockage de la matière première*

Le Tréfilage

1.3. Principe de fonctionnement

Connu depuis la plus haute antiquité, le tréfilage permet d'obtenir des fils métalliques de section et de forme bien déterminée. Le principe du tréfilage est défini dans l'étymologie du mot, qui fait appel à deux notions : celle de ***« traction »*** et celle de ***« fil ».*** Il s'agit d'un procédé de transformation à froid consistant à faire passer le métal à travers un orifice calibré, appelé « filière » (qui peut être assimilée à un cône) sous l'action d'une traction continue.

Le matériau de départ utilisé pour le tréfilage est appelé fil machine, provenant du laminage à chaud d'une barre de coulée produite par coulée continue et se présente, généralement, sous forme de bobines (coils). Le fil provision, à l'entrée de la tréfileuse, passe par un outil (cassette). A la sortie de la cassette le fil est enroulé autour du cabestan (ou tambour) afin de le tracter dans une autre cassette (3 galets) à la sortie on obtient un fil cranté de diamètre réduit. Quand l'effort de traction nécessaire au passage dans l'outil est atteint, le fil se tend et se déplace à la même vitesse que celle du cabestan, en absence de glissement.

Opérations incluses dans cette activité	***Tréfiler le fil machine***
Ressources utilisés : ***Ressources humaines*** ***Equipements***	***3 Lignes de tréfilages RMV$_{1/2/3}$ (ϕ14mm,ϕ 10mm,ϕ8mm)*** • ***Bloc de redressement : redressement horizontal et vertical (6 galets entrainés par 2 moteurs hydrauliques)*** • ***Purification de fil (savonnage) par poudre purifiante*** • ***Tréfileuse:*** ***Cassette de réduction de diamètre (3 galets séparées de 120°)*** ***Tambour*** ***Cassette de crantage du fil (3 galets séparées de 120°)*** ***Bobinage*** • ***Elévateur***
Matière 1ere	***Fil machine***
Clients de cette activité	***Poutrelles nues*** ***Treillis soudés*** ***Clients externes***

Fournisseurs de cette activité	***Fournisseurs MP*** ***Stock MP***
Unité de mesure de l'activité	***La quantité produite de tréfiler par mètre***

Tableau 2.2 : Les différents acteurs et composants de la ligne de tréfilage

1.4. *L'acier tréfilé*

L'acier tréfilé *(figure 2.2)* est un produit qui résulte d'une opération de laminage d'acier à froid pour augmenter la résistance de fil machine suivant les normes en vigueur.

Figure 2.2 : *Bobine du fil tréfilé*

Les diamètres des aciers produits après laminage sont (en millimètre) : 3,5-4-4,5-5-6-7-8-9-10-12,le 14 est sur commande.

Lors de la transformation les aciers sont contrôlés par un laboratoire de contrôle interne et par un laboratoire agrée

2. *Etape de fabrication du fil tréfilé*

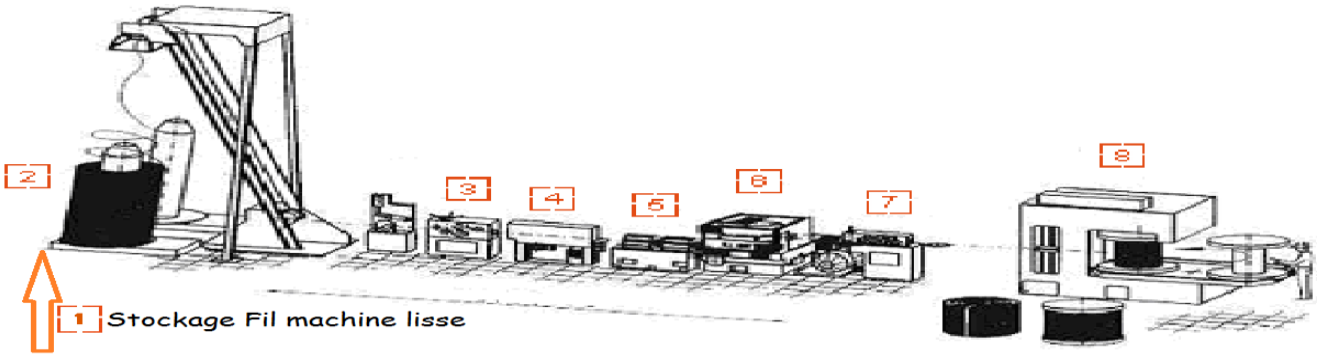


Figure 2.3 : *ligne de production du fil tréfilé cranté*

La figure 2.4 montre les differentes étapes dont passe le fil machine pour avoir un fil tréfilé cranté, en vidant les bobines du FM (1) à l'aide d'un dévidoir(2), le fil sera dresser en passant dans des galets de dressage horizotale et verticale (bloc 3), puis il sera enrober de poudre lubrifiante (3), les quassettes de tréfilage (4) diminueront le diamètre du fil, pour qu'il soit cranté par des galets (6).

2.1. *Dévidoir*

Dérouleur double vertical pour fil ébauche d'occasion - convient pour dérouleur colis de caractéristique suivante :

- poids maximal du colis 2000 kgs
- diamètre intérieur du colis environ 800 mm

Figure 2.4: *Dérouleur par-dessus la tête*

Figure 2.5 : *Bloc redresseur*

2.2. Redressement

Permet de redresser le fil machine horizontalement et verticalement par des galets et en même temps ça permet d' :

-enlever l'oxyde qui recouvre le fil

-obtenir une propreté de surface

-assurer la qualité des soudures

2.3. Lubrification

Figure 2.6 *: Bloc de*

L'utilisation d'un lubrifiant est capitale au cours du procédé pour limiter le frottement et l'usure et assurer un régime de lubrification stable. Son rôle est de diminuer les forces d'étirage, d'éviter les échauffements excessifs aux grandes vitesses, et d'améliorer ainsi la durée de vie des outils et du fil. En général, pour les gros et moyens diamètres, ce sont des savons qui sont utilisés (tréfilage à sec) : il s'agit de corps pulvérulents composés d'une matière grasse (sel métalliques d'acides gras) et de charges minérales. Le rôle de ces lubrifiants est de former un film suffisamment épais sur le fil de manière à éviter toute interaction entre le métal et la filière qui pourrait conduire à une dégradation de l'état de surface. Ils permettent ainsi des réductions successives, mais donnent un aspect terne au fil. Suivant les applications ultérieures du fil, un nettoyage s'impose pour ôter tous les résidus de lubrifiant[1].

2.4. Laminage et Crantage

[1] C… m
acie… a
cons…

Il a pour but de mise au diamètre du fil par l'opération du laminage a froid.

les cassettes sont caractérisées par :

- 6 galets
- le diamétre du fil d'entrée

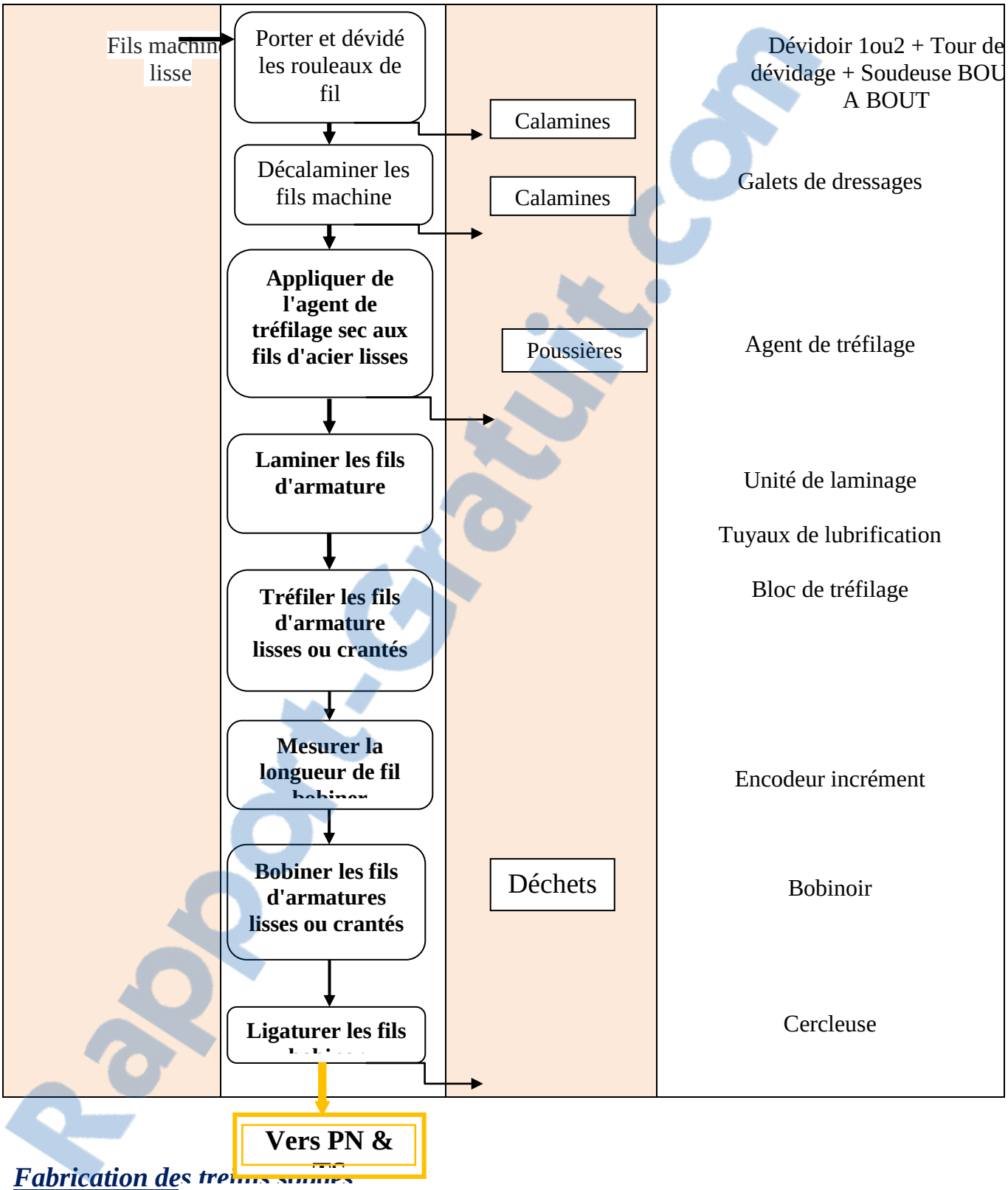
Figure 2.7 *: Cassette de tréfilage* ·e du fil c ***Figure 2.8:*** *galets réducteurs*

2.5. Bobinage sur roquette : (spooler)

Le fil tréfilé cranté est enroulé sous forme de bobine. C'est la dernière étape de la réalisation du produit semi-fini.

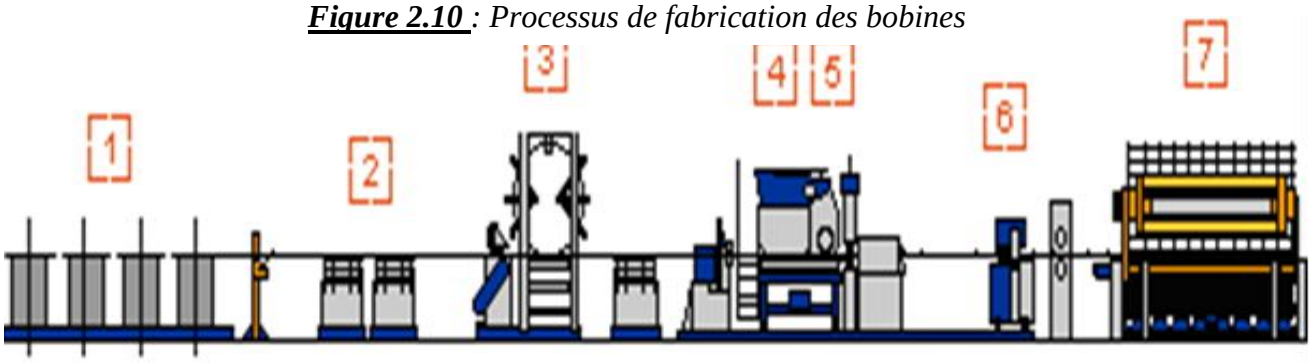
Figure 2.9 : *Spooler*

Donnée d'ent	Déroulement processus	Donnée de so	Eléments de l'installation



3. *Fabrication des treillis soudés*

Figure 2.10 *: Processus de fabrication des bobines*



Rapport-Gratuit.com

3.1. Définition

Un **treillis soudé** est une armature pour le béton armé, présentée en plaques ou en rouleaux, de barres d'armature croisées et assemblées par soudure. Ils sont utilisés comme alternative aux barres isolées qui doivent être assemblées (*ferraillage*) une à une.

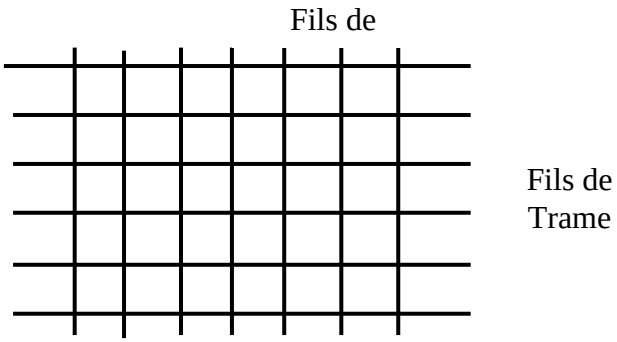
Les tailles des nappes, de la maille de soudure, des diamètres des barres, varient selon le besoin. Généraleme ***Figure 2.11:*** *ligne de production des treillis soudés* ndard d'aciers de petit diamètre à dérouler et à couper

Opérations incluses dans cette activité	Fabriquer le panneau treillis soudés
Ressources utilisées Ressources humaines Equipements	2 lignes de fabrication treillis soudé GE12 / G 55 Pont roulant 2x3.2tonnes MA01
Matières premières	Fil tréfilé (fil de chaîne) Fil redressé (fil de trame)
Client de cette activité	Client extérieur
Fournisseur de cette activité	Tréfilage
Unité de mesure de l'activité	Quantité de panneaux treillis soudés par heure (nombre et kg)

Tableau 2.4 : *les diférents acteurs et composant de la ligne de fabrication des treillis soudés*

3.2. Processus de fabrication

On introduit le tréfilé dans une machine spéciale (soit GE12 soit G55 car LASMIF dispose de deux ligne de treillis soudés) qui déroule le tréfilé de la bobine puis coupe les longueurs selon la demande programmée sur la machine et puis procède par la soudure des tiges en longueur et en largeur. (Taille standard 6000mmx2400mm ou 6mx2.4m).



Les panneaux treillis soudés sont fabriqués selon une dimension standard 2.4m en largeur et 6m en longueur avec une maille soit rectangulaire soit carrée.

3.2.1. *Les différentes parties du G55 :*

Figure 2.12 : *Alimentation des fils*

Figure 2.13 : Dressage des fils

3.2.2. *Boucle d'accumulation*

Les boucles d'accumulation ont pour but de :

- assurer le soudage en continu.
- réguler la vitesse de dévidage par rapport à la cadence de soudage.

« Il existe 24 boucles en maximum »

3.2.3. *Alimentation des fils transversaux (trame)*

Soudage par résistance

Le soudage est le plus important pour cette machine, il est utilisé à l'aide des électrodes

(Figure 2.14) e

Figure 2.14 : *Electrodes de soudage*

figure 2.15/2.16).

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Figure 2.15 : *Fils de trame et fils de chaîne d'u*

3.2.4. *Coupe à longueur*

Cette partie de la machine (G55 et aussi GE12)(figure à droite) nous montre une étape de la coupe à longueur des nappes du treillis soudées à l'aide d'une cisaille (figure 2.16).

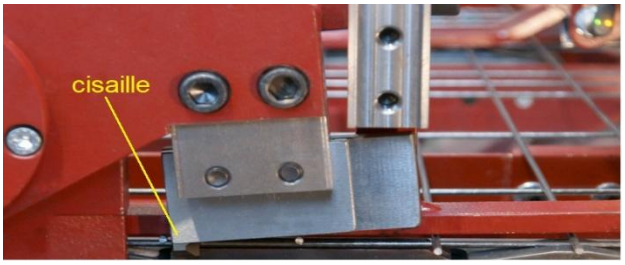


Figure 2.16 : *cisaille coupante de la langueur de la nappe*

3.2.5. *Stacker*

C'est la dérniere étape dans cette machine, elle sert a stoker les Treillis Soudés fini.

Figure 2.17 : Stacker

Donnée d'ent	Déroulement Processus	Donnée de so	Eléments d l'installatio

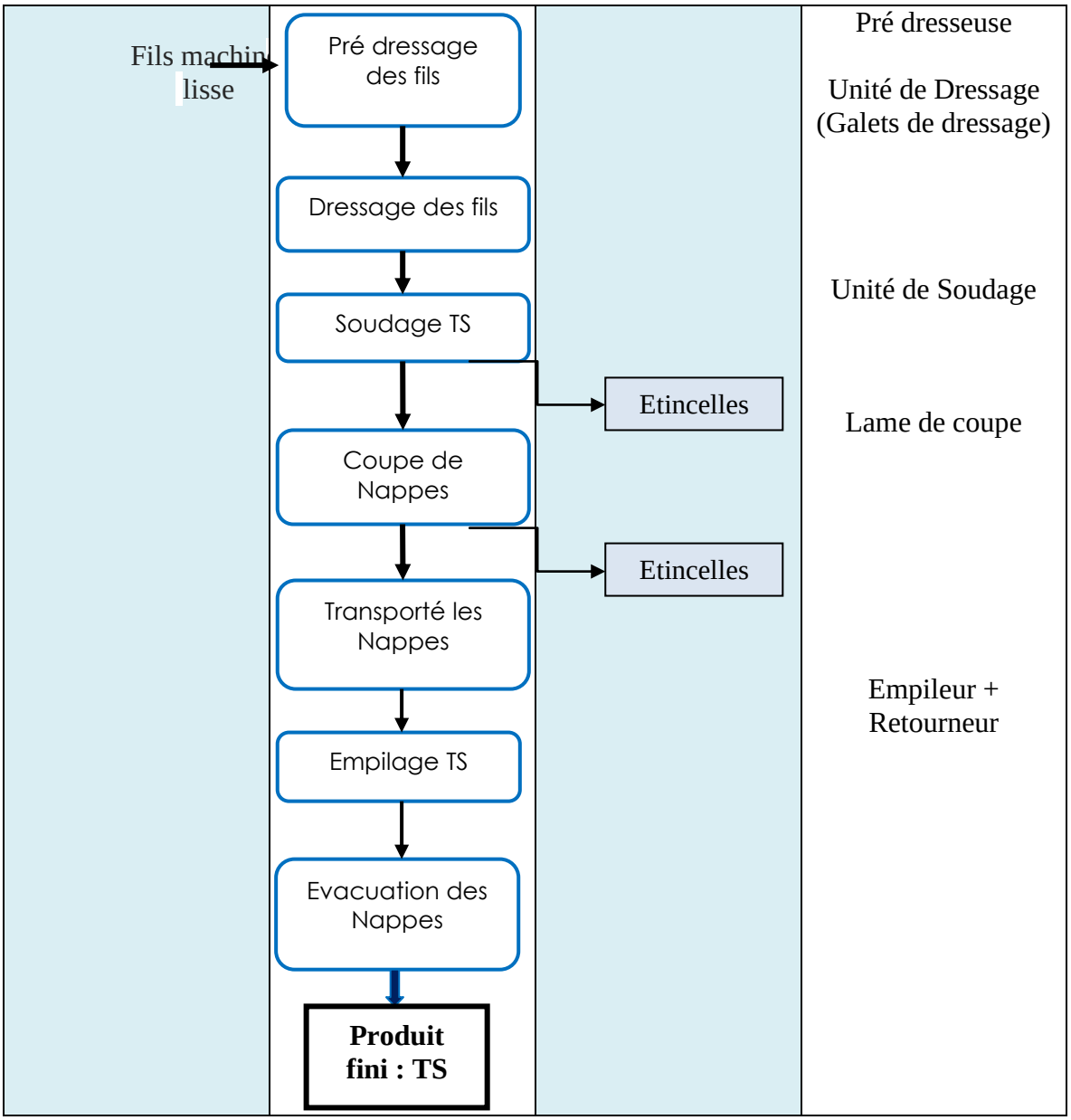


Figure 1-18 : *processus de fabrication des treillis soudés*

4. Fabrication de Poutrelles nue

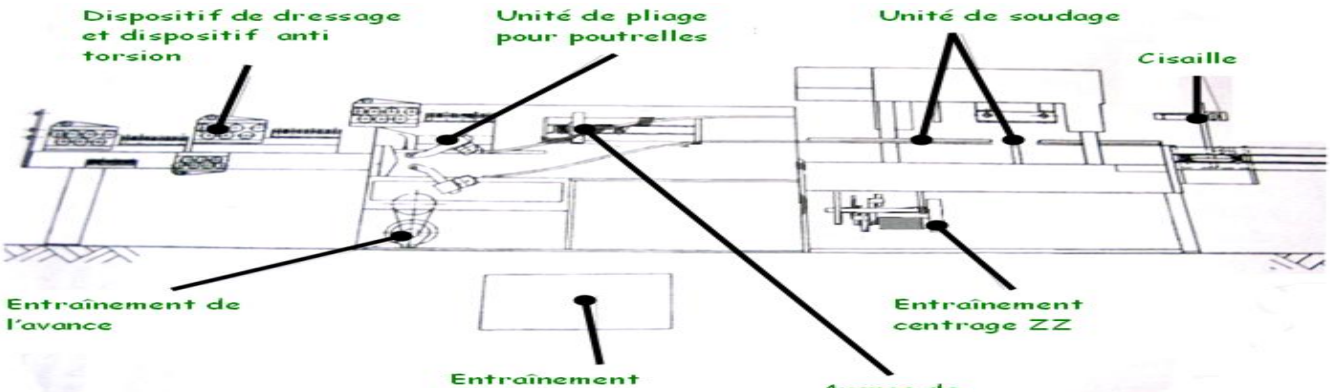


Figure 2.19 *: Ligne de production des poutrelles nues*

4.1. Définition

D'une manière générale, une poutrelle désigne une petite poutre, d'un matériau quelconque. Dans le domaine du bâtiment et de la construction une **poutrelle** désigne un élément porteur d'un plancher béton. Elle est constituée de béton enrobant une ou plusieurs armatures : torons pour les poutrelles précontraintes ou aciers passifs pour les autres poutrelles.

La taille d'une poutrelle et de ses armatures est calibrée en fonction de sa longueur et des charges qu'elle doit reprendre.

opérations incluses dans cette activité	Fabriquer la poutrelle nue
Ressources utilisées Ressources humaines Equipements	2 Ligne de fabrication poutrelle nue Machines GH300 et TSD
Matières premières	Fil tréfilé Fil lisse et cranté
Clients de cette activité	Client extérieure Poutrelle enrobé
Fournisseur de cette activité	○ Tréfilage
Unité de mesure de l'activité-	○ Quantité produite en ML

Tableau 2.5 : ***les diférents acteurs et composant de la ligne de fabrication des poutrelles nues***

4.2. Processus de fabrication des poutrelles

Donnée d'entré	Déroulement d processus	Donnée de so	Eléments de l'installatio

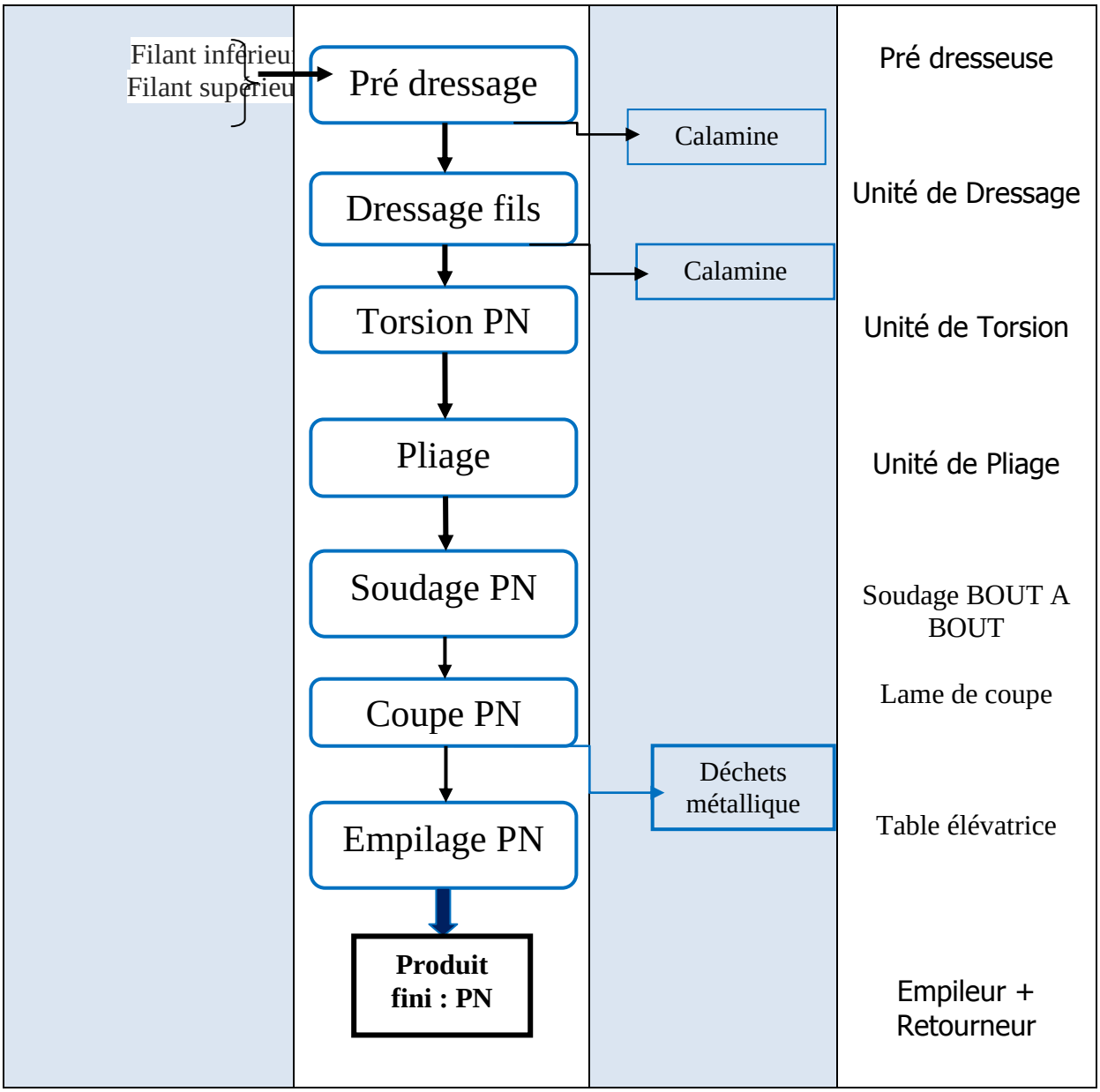
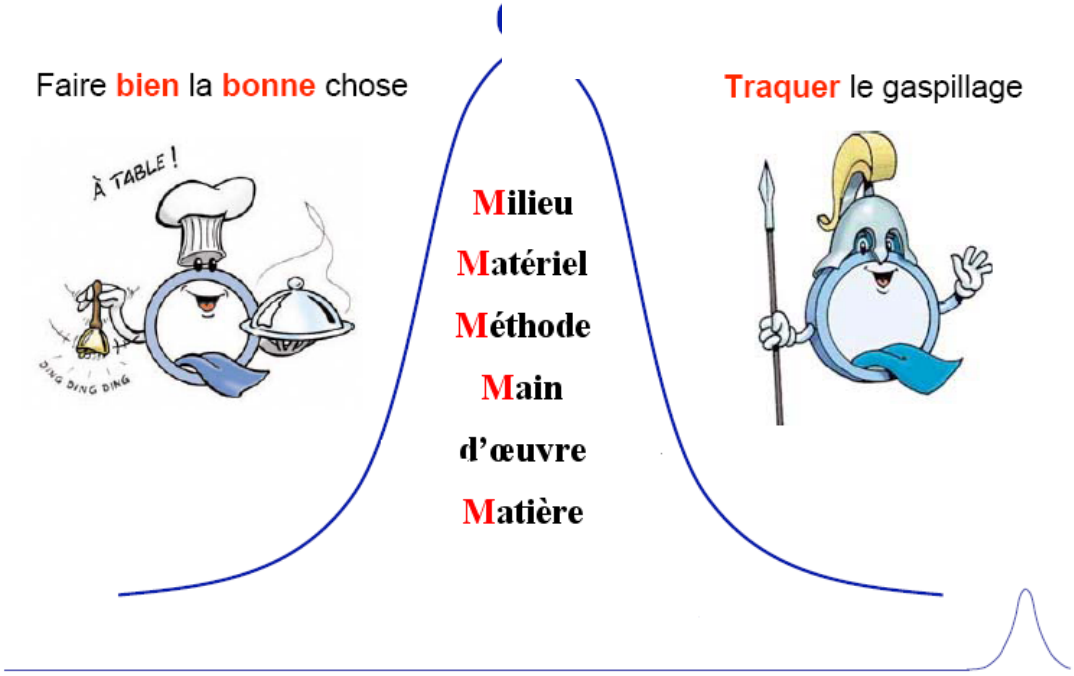


Figure 2.20: *processus de fabrication des poutrelles nues*

Chapitre III

AMELIORATION DU PROCESSUS DE FABRICATION



I. [illegible]ntation de la démarche à suivre

La ligne de tréfilage est la plus importante ligne dans l'usine puisqu'elle donne le produit semi-fini qui est la matière première pour les deux autres lignes, et en même temps

c'est la ligne qui cause plus de problème. Alors au lieu d'effectuer notre étude sur toutes les lignes, nous avons décidé de se concentré sur cette partie seulement.

Pour attendre notre objectif qui est de trouver des solutions pour améliorer le processus, on a essayé de suivre une certaine démarche, Inspirer du modèle Six Sigma, nous avons posé notre propre démarche à suivre pour atteindre notre objectif ; Décomposé en 4 grandes étapes définies comme suite :

- ***Etape 1 : Définir :*** Dans laquelle nous définirons la séquence de production dans la ligne de tréfilage. Puis nous passerons à l'identification des problèmes en appliquant la *méthode des 5M*.
- ***Etape 2 : Mesurer :*** Une fois les problèmes définis, nous pouvons commencer par décrire la situation actuelle par la mesure du résultat existant.
- ***Etape 3: Analyser :*** en appliquant la méthode AMDEC et PARETO nous obtiendrons plus d'information sur les parties qui cause plus de problèmes.
- ***Etape 4: Améliorer :*** quelques solutions pour améliorer le processus, et penser à innover.

I. Etape 1 : Définir :

1.1. Diagramme d'Ishikawa

Aussi appelé diagramme de causes/effets" ou "en arêtes de poisson" ou encore méthode des 5M, l'outil créé par Mr Ishikawa fait partie de ceux à posséder dans sa trousse à outils spéciale "résolution des problèmes".

Rappelant le squelette d'un poisson, cet outil visuel a pour finalité d**e lister les causes qui ont une influence sur un effet** (une situation), de les classer, de les hiérarchiser.

Très utilisé par les qualiticiens, **le diagramme d'Ishikawa est en fait applicable à l'ensemble des métiers** de l'entreprise[2].

A chaque fois on délimitera le problème dans le temps et dans l'espace grâce au **QQOQCC** afin de le formuler en termes de faiblesse et d'insatisfaction:

Qui est concerné ?

De **Q**uoi s'agit-il ?

Où cela se passe-t-il ?

Quand cela arrive-t-il ?

Comment cela se passe t-il ?

Combien de fois cela arrive t-il ?

[2] ESEN EDUCATION, *Le diagramme d'Ishikawa*, sur le site http://www.esen.education.fr/conseils/traitement-des-donnees Consulté le 04/05/2016

Le processus tréfilage «RMV1/2/3» décrit toutes les étapes à suivre pour la présentation automatique d'un produit semi-fini conforme et disponible à une phase de production ultérieure. Nous avons choisi ce processus car ce dernier est applicable pour tous les produits fabriqués par **LASMIF.**

1.2. *Principe de fonctionnement du processus du tréfilé*

En fonction de l'ordre de fabrication, le responsable de production donne l'ordre à l'opérateur pour démarrer le tréfilage du fils machine.

- le démarrage doit se faire selon l'instruction d'utilisation de la machine par l'opérateur qualifié.

→ L'opérateur fait les réglages nécessaires tel que alimentation du dévidoir par fil machine, réglage manuel de la vitesse de lancement du tréfilage (au début vitesse réduite de l'ordre de 2m/s avant d'atteindre la vitesse maximal) cette réduction de vitesse au début est faite afin de s'assurer que le fil ne soit pas découper dans le bloque de tréfilage.

→ L'opérateur lance la fabrication en série et assure l'opération d'autocontrôle visuel.

→ En cas de détection de problèmes tel que la découpe du fil machine dans le bloc du tréfilage l'opérateur arrête la ligne et ouvre le bloc pour souder le fil machine puis relance à nouveau la fabrication.

→ L'operateur contrôle aussi la bobine du fil machine à l'entrer du processus, une fois l'une des bobine est fini il assure le soudage avec l'autre bobine pour attendre le nombre de mètres voulu en sortie (2000m).

→ Le produit semi-fini, bobine de fil tréfilé /cranté, est détacher du spooler à l'aide d'un chariot attacher à un panneau et poser dans une zone de stockage tout prêt des deux autres lignes de fabrication des produits finis (poutrelles nues et treillis soudés).

1.3. *Description des 5 M et identification des problèmes*

2.3.1. (M1): Milieu

Description du Milieu

Le Milieu correspond à l'environnement physique de l'entreprise **LASMIF** et plus précisément l'usine de production.

Dans cette première étape, nous allons essayer de dégager tous les problèmes dans tout le milieu du processus fabrication.

Identification des problèmes

Nous allons déterminer tous les problèmes qui se passent dans le processus fabrication et plus particulièrement dans le Milieu de **LASMIF.**

Les problèmes rencontrés dans cette zone sont :

- Des problèmes de poussière ;
- Des problèmes de nature de sol ;
- Des problèmes de bruit ;
- Des problèmes de non sécurité ;

2.3.2. (M2) : Matériel

Description du Matériel

(Présentation des Machines du processus tréfilage « RMV » de **LASMIF** : Principe de fonctionnement).

Le Matériel représente le moyen de production. Cette M permet d'identifier les causes relatives aux Machines, aux équipements et moyens concernés.

La RMV une machine pour tréfilage automatique flexible pour un usinage de fil machine. Elle permet de réduire le diamètre du fil, augmenter sa résistivité et le cranté.

Identification des problèmes

Nous allons déterminer tous les problèmes qui se passent dans le processus tréfilage et plus particulièrement dans « M » machine de **LASMIF.**

Les problèmes rencontrés dans cette zone sont :

- ⚠ Au niveau du redressement du fil machine, l'assurance du fonctionnement du bloc redresseur se fait par observation (par un operateur) veillant sur le graissage et refroidissement des roulements des galets afin d'éviter tout problème de sèchement et donc cisaillement des galets par le fil par la suite.
- ⚠ En ce qui concerne la poudre lubrifiante l'opérateur doit garantir la propreté de la poudre en observant sa couleur, et comme ce lubrifiant à pour intérêt d'assurer la dilatation du fil dans le bloc du tréfilage, cette opération éloignera le risque de rupture de fil machine.
- ⚠ Et pour le bloc de tréfilage il faut de même assurer le graissage et le refroidissement (par de l'eau traité) afin d'éviter le coincement des roulements ou encore pire ; cassure du galet qui impliquera par la suite l'achat de trois nouveaux galets.

En résumé, les pannes les plus fréquentées sont :

- Cassure de galets
- Cisaillement de galets
- Coincement roulement
- Rupture de fil

Rapport-Gratuit.com

2.3.3. (M3) : Méthode

Description des Méthodes appliquées dans le processus tréfilage

C'est la façon de faire, les modes opératoires, les instructions, les programmes, les procédés, écrits ou non, imposés ou non, personnels ou collectifs. En résumé ce sont les procédures ou modes opératoires utilisés.

Identification des problèmes

Nous allons déterminer tous les problèmes qui se passent dans les méthodes de processus production**.**

Les problèmes sont :

- Absence de suivi du programme de maintenance,
- Pas d'analyse des causes de panne. Les actions d'intervention sont plutôt curatives,
- Les interventions et améliorations ne sont pas systématiquement enregistrées,
- Il n'y a pas un moyen de suivre la consommation des machines en pièces de rechanges,
- Absence de suivi des performances (calcul du TRS) des machines ce qui peut engendrer des non conformités.

2.3.4. (M4) : Main d'œuvre

Description des Main d'œuvre

C'est le personnel, les membres, la hiérarchie... toute personne qui contribue à la marche de l'entreprise n'est plus précisément au processus de coupe qui est :

Le responsable de production,

- Les opérateurs,
- Le responsable de maintenance,
- Le responsable production
- Contrôleur qualité,
- Le personnel administratif

Identification des problèmes

Les problèmes des Main d'œuvre, sont :

- Manque de personnel au niveau de l'administration,
- Problème d'organisation,
- Problème de management,
- Problème de formation.
- La non motivation du personnel

2.3.5. (M5) : Matière

Description des Matières

C'est tout ce qui est consommable, les fluides, les matières premières, le papier...Dans notre cas d'étude il s'agit des bobines des fils machine …

Identification des problèmes

- Il n'y a pas un guichet auquel s'adressent les cheftaines pour prendre leurs besoins en matière première, donc il y a un risque de prendre de la matière première sans enregistrer la sortie de ces composants.
- Les demandes de sortie matière sont verbales, il y a un risque que le magasinier oubli d'enregistrer ces sorties.
- Il n'y a pas un logiciel fiable qui aide à faire l'approvisionnement et il y a un risque d'erreurs humaines lorsqu'on travaille sans logiciel à cause du grand nombre des références des pièces de rechange.

II. Etape 2 : Mesurer

Après avoir déterminé les problèmes dont souffre l'usine de LASMIF par rapport à chaque M, nous pouvons commencer par mesurer l'aptitude du processus en question en mesurant si le processus de tréfilage est capable de produire des fils tréfilés crantés dans les normes (des bobine de fil cranté conforme à la norme marocaine) pour cela on prélève un échantillon (Une éprouvette de 200mm du fil tréfilé cranté) pour contrôler son degré de résistance à la rupture et déterminer son comportement élastique.

La société LASMIF dispose d'un laboratoire permettant d'effectuer des essais mécaniques tel que : la traction, la compression, et le teste de soudure ; ces trois essais sont assurer par la machine Zwick/Roell.

Nous voulons vérifier que la ligne de production du produit semi-fini est capable de produire des Bobine dans les tolérances fixées par la norme.

Pendant notre période de stage nous avons eu l'occasion de faire un essai de traction sur un échantillon de fil tréfilé cranté d'un diamètre de 8mm, et de 200mm de longueur, cet essai est assuré par Zwick/Roell.

A la fin de cet essai nous avons constaté que la qualité du fil est dans la norme puisqu'il a atteint un allongement de 3,5 %, et nous avons obtenu une résistance à la rupture de 613 MPa alors que la norme marocaine exige 500MPa seulement.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Dans ce qui suit nous définirons c'est quoi un essai de traction et son intérêt, puis nous expliquerons le déroulement de l'essai.

2.1. Essai de traction

Cet essai de traction nous permettra de déterminer

- Le comportement élastique du fil tréfilé cranté
- Mesurer le degré de résistance à la rupture d'un matériau ;

Cet essai consiste à placer une petite barre du matériau à étudier entre les mâchoires de la machine de traction (Zwick / Roell 250KN) qui tire sur la barre jusqu'à sa rupture.

Figure 3.2 : Essai de traction

2.1.1. Déroulement de l'essai

L'essai est pratiqué sur la machine de traction (Zwick/Roell). Une fois l'éprouvette en place, nous appliquons un léger pré charge afin d'être sûr que nous n'avons pas de jeu. Puis, on effectue un déplacement de la travée qui a pour effet d'étirer l'éprouvette, et on mesure l'effort généré par ce déplacement ; le mouvement se faire par un système de vis sans fin, l'effort se mesure par un capteur de force inséré dans la ligne de charge.

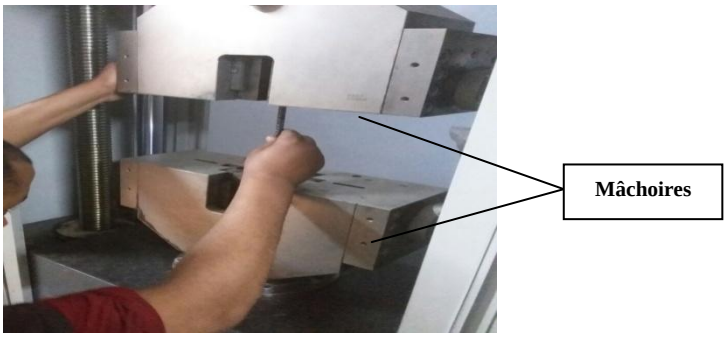


Figure 3.3: Eprouvette placé entre les mâchoires de Zwick/Roell

Figure 3.4 : Capteur de force

On ajout un extensomètre à contacte qu'on place sur l'éprouvette, Ce type de capteur est utilisé pour la mesure directe de la déformation en essais de traction, essais de compression, ou essais de flexion. Ils disposent tous d'une grande de mesure qui peut être réglée en continu conformément à l'éprouvette à

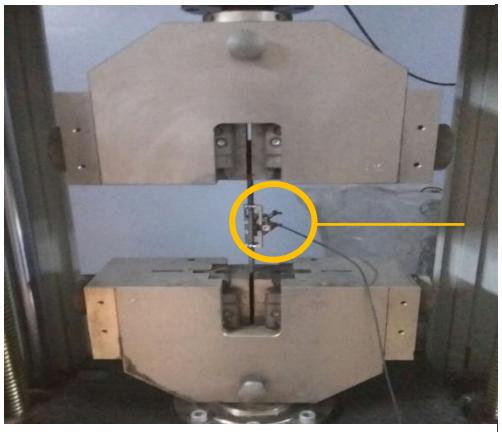
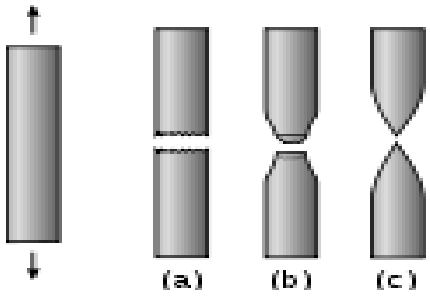


Figure 3.5: Extensomètre placé sur l'éprouvette

tester. Les capteurs "Clip On" et extensomètres avec palpeurs de mesure sont en contact mécanique direct avec l'éprouvette via des couteaux alignés perpendiculairement à l'axe de mesure[3].

L'essai s'arrête à la rupture de l'éprouvette.



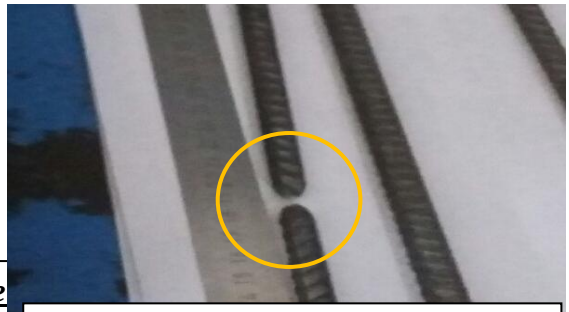


Figure *ruptu* *(a) fr*

Figure 3.7 : *Comportement de l'éprouvette à la fin de l'essai*

On constate d'après la *figure 3.6* que le comportement de cette éprouvette est un comportement ductile. *En résistance des matériaux, la* ***ductilité*** *désigne la capacité d'un matériau à se déformer plastiquement sans se rompre. La rupture se fait lorsqu'un défaut (fissure ou cavité), induit par la déformation plastique, devient critique et se propage.*

La ductilité est donc l'aptitude d'un matériau à résister à cette propagation. S'il y résiste bien, il est dit ductile, sinon il est dit fragile[4].

A la fin de l'essai on a obtenu la courbe suivante ; décrivant le comportement de l'éprouvette ;

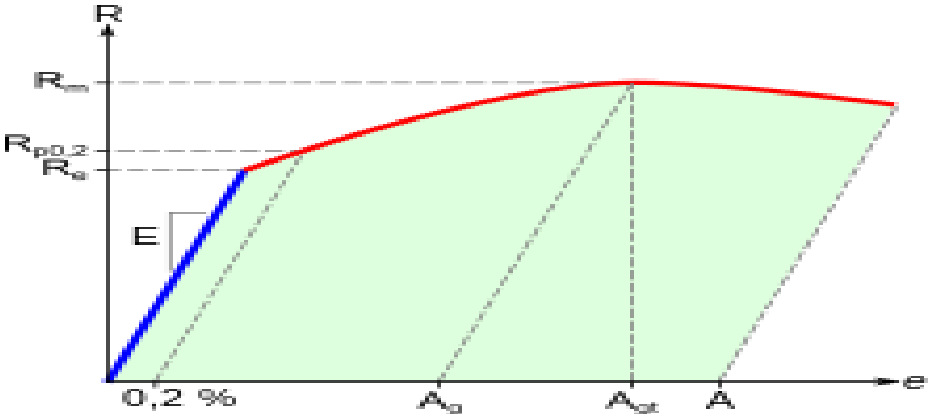


Figure 3.8 : *Courbe de traction conventionnelle typique d'un matériau ductile.*

[3] ZWICK, *Extensomètr* onsulté le 10/05/2016

[4] WIKIPEDIA, *Ductilité, sur la page https://fr.wikipedia.org/wiki/Ductilit%C3%A9 consulté le 10/05/2016*

Dans un premier temps, la déformation est élastique. La courbe de traction est donc une droite, la pente de cette droite donne le module d'Young E.

À partir d'un certain allongement, la courbe s'infléchit : c'est le début de la déformation plastique. La transition peut être franche (rupture de pente), ce qui permet de déterminer facilement la limite d'élasticité R_e.

Lorsque la rupture n'est pas franche -c'est notamment le cas des matériaux très ductiles -, on définit la limite d'élasticité conventionnelle comme étant la contrainte donnant 0,2 % de déformation résiduelle, $R_{e\ 0,2}$; on peut aussi la définir pour d'autres valeurs de déformation résiduelle (par exemple $R_{p\ 0,1}$ pour 0,1 % de déformation).
La courbe de traction présente ensuite un maximum qui détermine la résistance à la traction conventionnelle R_m. On définit également l'allongement total sous charge maximale, A_{gt}, qui inclut la déformation élastique. À partir de ce point, la déformation est concentrée dans une zone, c'est la striction (« étranglement »). La force enregistrée diminue, puisque la section diminue dans la zone de striction.

La rupture a ensuite lieu dans la zone de striction. La charge unitaire R n'a pas de sens particulier à l'endroit de la rupture.

La courbe de traction rationnelle est, quant à elle, toujours croissante. La striction marque un point d'inflexion, puisque la section diminue plus vite que la force. On note que la contrainte vraie σ atteinte au moment de la rupture est très supérieure à la charge unitaire R.

Suite à la phase de mesure, on arrive à mieux comprendre le fonctionnement des différents sous système et à analyser la situation courante de l'entreprise. Donc il devient plus aisé de dégager les différents dysfonctionnements du système.

Comme on l'a constaté, l'entreprise n'a pas de problème au niveau de la qualité de ses produits, puisqu'elle garanti à ses clients des produits conforme et respectant la NM.

Alors L'intérêt de ce projet n'est pas la recherche d'*améliorer la qualité du processus production du fil tréfilé.* **Donc S'il est un secteur dans lequel l'usine le LASMIF peut progresser c'est dans la productivité.**

L'Etape suivante *Analyser* nous permettra donc de définir les pannes les plus critiques qui causent de longues durées d'arrêt et engendrent un non respect de délais de livraison par la suite.

III. Etape 3: Analyser

Si toutes ces phases qui précèdent sont importantes, la phase d'Analyse est souvent considérée comme majeure car elle oriente sur les solutions à mettre en œuvre à partir des données préalablement recueillies. L'analyse va consister à rechercher les causes qui ont un effet négatif sur le dysfonctionnement du processus tréfilage. Pour cela nous allons déterminer toutes les causes. Nous allons appliquer AMDEC pour avoir une idée sur les pannes les plus critiques en calculant le coefficient de criticité. Puis on appliquera PARETO, en prenant l'historique de défaillance du mois 5 on déterminera quelles sont les pannes qui causent 80% de l'arrêt de production.

3.1. PRESENTATION DE L'OUTIL AMDEC

QU'EST CE QUE L'AMDEC ?

QUOI ?

C'est une technique d'analyse qualitative de la sûreté de fonctionnement des systèmes industriels par l'analyse des risques de défaillances.

QUI ?

Méthode faisant appel aux compétences pluridisciplinaires d'un groupe de travail.

QUAND ?

-Cette méthode pouvant être mise en œuvre tout au long le cycle de vie du système :
-Conception d'un nouveau produit.
-Evolution d'un produit existant.
-Industrialisation, fabrication.
-Exploitation et maintenance.

COMMENT?

C'est une méthode d'analyse inductive, systématique et prévisionnelle :
-Des défaillances d'un système.
- De leurs origines et de leurs conséquences.
ET permettant:
-La mise en évidence des points critiques.
-La définition d'action corrective adaptée.

L'AMDEC se caractérise par une quantification portée par la notion de criticité ***C***

La criticité d'un mode de défaillance se détermine généralement par le produit (*indice de fréquence) × (indice de gravité) × (indice de détection).* Ces indices sont définis par le client, l'entreprise qui fixe également un seuil d'acceptabilité, au-dessus duquel toute criticité doit

être réduite, par un moyen à définir (reprise de conception, plan de maintenance, action de surveillance, …)[5].

3.2. Evaluation de la criticité

Apres quelques séances de brainstorming avec les membres du service maintenance, nous avons adapté les grilles d'évaluations suivantes pour étudier notre problème. Les différents éléments seront notés de 1 à 10.

En prenant en considération les coûts que ces pannes peuvent engendrer, le temps d'arrêt de production qu'ils peuvent causer, et l'utilité des capteurs mis en place voici les trois grilles de cotation graduées de 1 à 10 ; seuls trois niveaux sont présentés (1, 5 et 10),

Note F	Fréquence ou probabilité d'apparition	Note G	Gravité	Note D	Probabilité de non-détection
10	Permanent	10	Grave : qui peut causer un arrêt de production aussi long Ou Conséquences financières et/ou matérielles importantes	10	Aucune probabilité de détection
5	Fréquent	5	Gravité moyenne : Arrêt de production pour quelques heurs	5	Un système de détection est en place mais n'est pas infaillible Ou après control
1	Invraisemblable	1	Pas grave	1	Le système de détection est infaillible Ou détection visuel

Tableau 3.1 : Evaluation de la criticité

On évalue la criticité par le produit :

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

[5] WIKIPEDIA, *Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité, sur le site https://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse_des_modes_de_d%C3%A9faillance,_de_leurs_effets_et_de_leur_criticit%C3%A9 , consulté le 20/05/2016*

4.3. Outil PARETO

En utilisant l'indicateur de gravité posé dans le tableau AMDEC on a obtenu le graphe suivant :

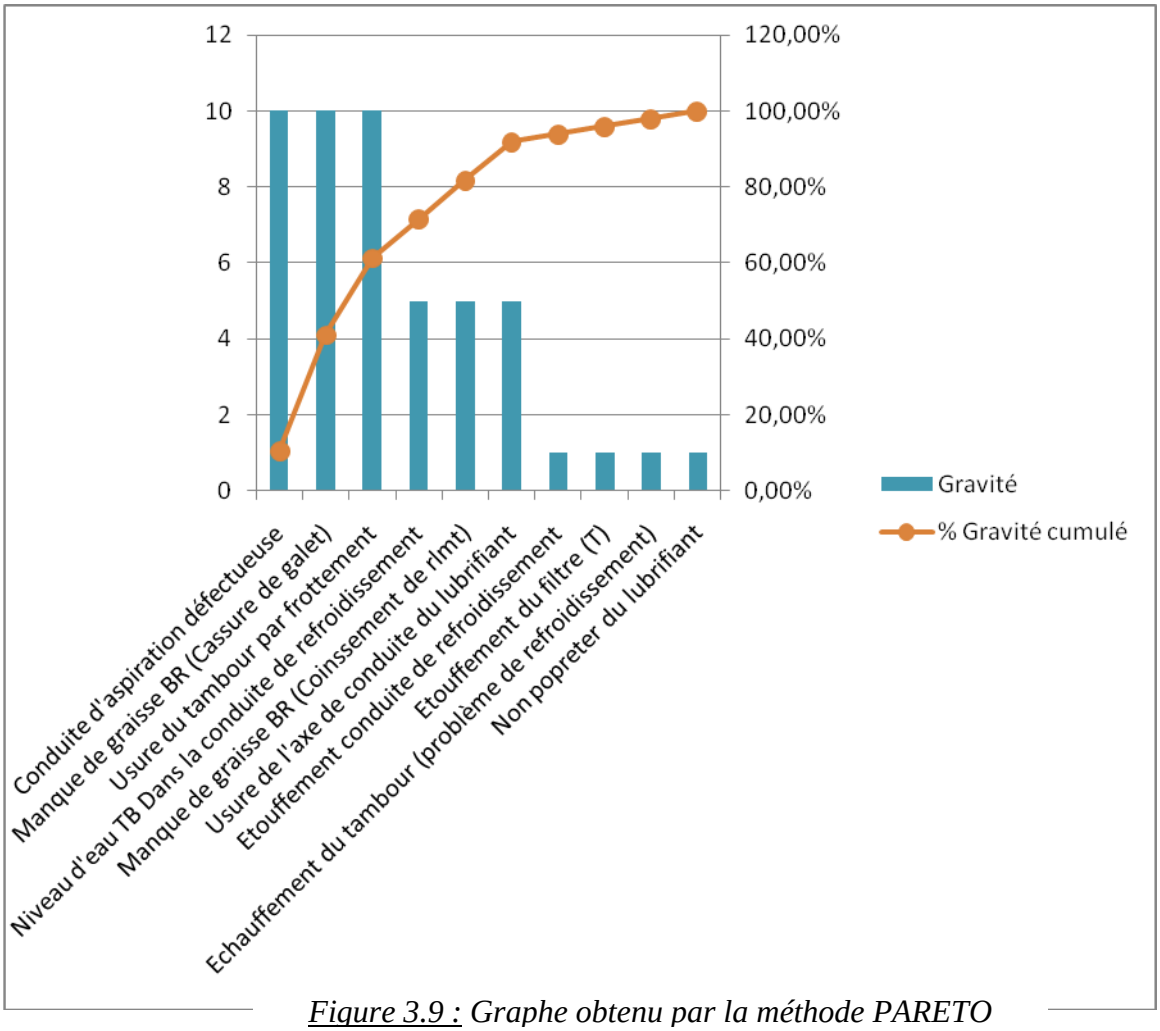


Figure 3.9 : Graphe obtenu par la méthode PARETO

D'après les tableaux d'AMDEC et le graphe de PARETO, nous pouvons conclure que la panne la plus grave que LASMIF peut rencontrer sur la ligne de tréfilage est la cassure des galets, qui peut provenir de différentes causes tel que ;les problèmes au niveau des conduites de refroidissement ou de graissage, et comme le prix de ces galets est élever (à peu près 40000DH), il faut poser un plan de maintenance sur lequel la planification de toutes les interventions est possible, en se concentrant le plus sur la maintenance préventif, afin d'assurer le refroidissement et le graissage des roulements des galets, et donc augmenter leurs durée de vie.

L'usine de LASMIF est comme nous l'avons montré dans l'étape Mesurer n'a pas de problème au niveau de la qualité de ses produits livrer à ces clients, mais son grand problème est de pouvoir livrer ces produits dans les délais, donc il faut se concentrer sur la minimisation

des temps d'arrêt, et augmenter la cadence de production (travailler 24/24 comme elle le faisait avant)

Nous pouvons aussi noter qu'il faut faire des formations pour les operateurs de l'usine et aussi le personnel administratif sur la TQM (Total Quality management) pour s'intégrer dans la démarche qualité.

Application de la méthode PARETO en se basant sur l'historique de défaillance de la TSD

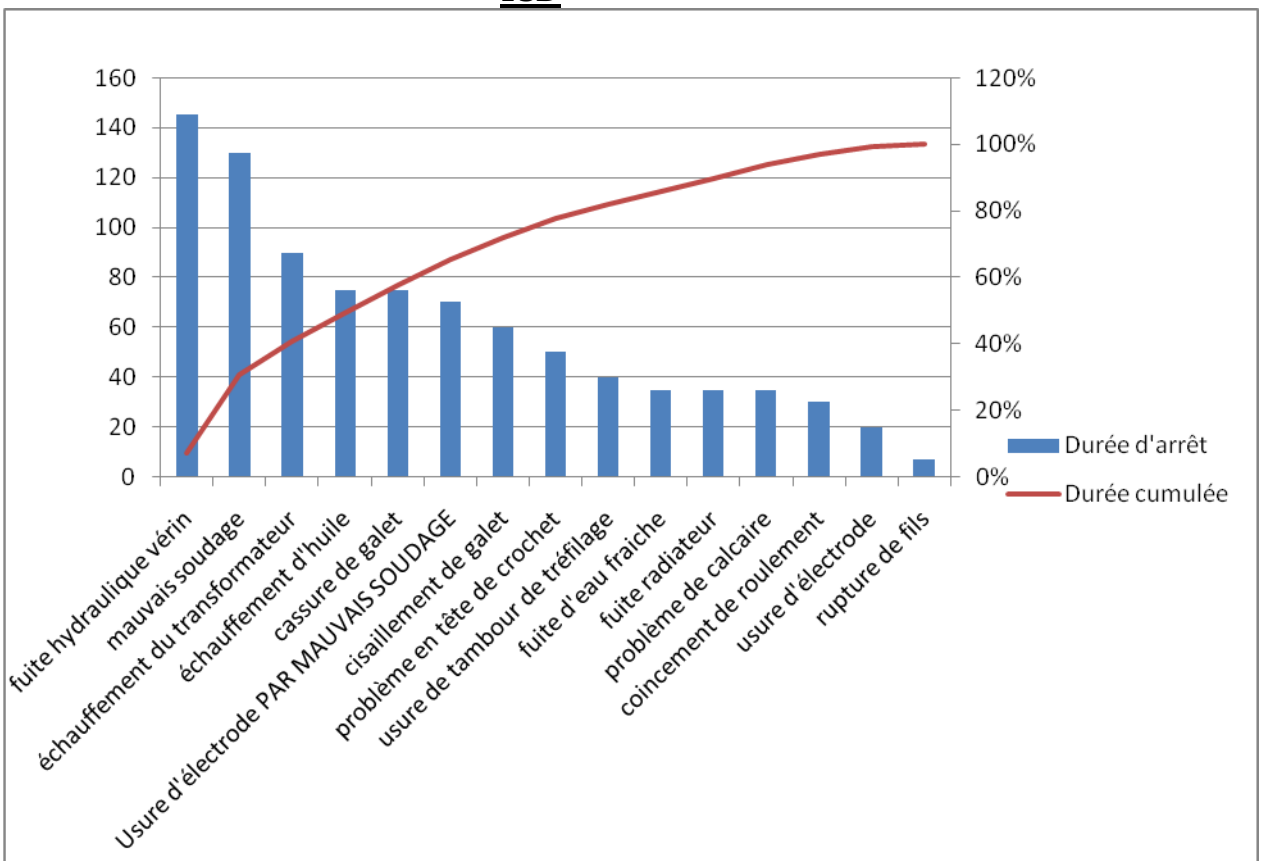


Figure 3.10 : graphe PARETO de TSD

D'après le graphe de PARETO nous constatons que les pannes qui cause plus de problèmes en terme de durée d'arrêt sur la ligne de fabrication des treillis soudés sont les pannes hydrauliques ; les fuites au niveau des vérins, les mauvais soudages et les échauffements du transformateur.

IV. Etape 4: Améliorer

Après avoir analysé touts les causes qui sont responsables de tous les problèmes dans le processus de fabrication du fil tréfilé, nous allons déterminer les solutions possibles afin d'améliorer ce dernier.

4.1. La génération des solutions

Après des séances de brainstorming avec le chef du service maintenance Mr. Hamid BOUARI Et chef du service production Mr. Mustapha CHARABI nous avons généré les solutions suivantes :

Solutions
Création d'un milieu de travail sain par la mise en œuvre d'un programme de sécurité S'intéresser à l'application de la maintenance préventive régulière **(SM21)**, Améliorer la performance des machines, réduire les temps d'arrêt machine et par la suite garantir la qualité et les délais **(SM22)**, Les fiches de suivi des pannes machines doivent être remplit avec rigueur **(SM23)**, Consigner les dépenses et bien estimer les coûts des travaux d'entretien et de maintenance afin de tenter de les réduire, car il s'agit d'une charge indirecte relative à un service non productif au sein de l'entreprise **(SM24),** Utiliser des indicateurs de performance au niveau maintenance qui indiquent la disponibilité des machines, et qui donnent une idée sur leurs états de fonctionnement, ainsi que sur la consommation des pièces de rechanges **(SM25),** Développer des outils adéquats de maîtrise et gestion du temps **(SM31),** Mettre en place un logiciel de gestion automatique de la maintenance GMAO *(gestion de maintenance assister par ordinateur)* pour planifier les interventions **(SM32)** Consolider les indicateurs de performances clients **(SM33),** Appliquer la méthode AMDEC afin d'agir directement sur la cause, éviter la réapparition des défauts **(SM34),** Former les ouvriers sur les modes de sécurité et mettre à leur disponibilité les moyens nécessaires pour leur sécurité et en particulier pour le bruit et la poussière **(SM41),** Optimiser l'analyse des flux de stocks et des encours **(SM51),** Appliquer des méthodes pour l'approvisionnement de stock **(SM52)**

Rapport-Gratuit.com

Conclusion

Ce travail avait pour but d'appliquer ses connaissances pour atteindre l'objectif qui est l'amélioration du processus production, et précisément la ligne de tréfilage du fil machine.
Dans un premier temps nous avons appliqué la méthode Ishikawa pour avoir une idée général sur les problèmes dont souffre l'usine de LASMIF par rapport à chaque M, puis l'Etape Mesurer nous a permit de conclure que LASMIF garanti à ses clients des produits conformes, respectant la NM, donc l'intérêt n'était pas la recherche d'amélioration de la qualité du processus.

Dans un deuxième temps nous constatons pour l'étape Analyser que les méthodes suivi AMDEC et PARETO nous ont aidé à trouver les causes racines du dysfonctionnement de la ligne de tréfilage, et en choisissant tous ces coefficients (de gravité, fréquence et détection) nous avons pu déterminer la criticité pour chacune des pannes, et donc définir celles qui causent des durées d'arrêt aussi longue.

En prenant en compte ces critères ou les contraintes critiques de chacune des pannes, nous avons pu générer des solutions dans l'étape Améliorer. Ce que nous pouvons retirer de ces solutions c'est que la maintenance préventive sera d'un grand aide pour diminuer le temps d'arrêt de production, et le choix d'une méthode de planification des interventions de maintenance en utilisant un support informatique et l'application de la méthode AMDEC afin d'agir directement sur les cause, évitera la réapparition des défauts, alors que l'estimation des coûts de maintenance et des travaux d'entretien permettra de les réduire, car il s'agit d'une charge indirecte relative à un service non productif au sein de l'entreprise.

Après l'étude qu'on a menée pour contribuer à l'amélioration du processus production, on peut conclure que l'atteinte de cet objectif ne peut être réalisée sans la collaboration des différents membres de l'entreprise, en fixant des objectifs a court et a long terme, et penser à innover et ajouter d'autres lignes de production, et peut être, suivre une démarche de production par projet pour ajouter plus de clients au portefeuille de LASMIF et donc pouvoir résister à la concurrence.

Annexes

1. Tableau des pannes (PARETO) ligne de tréfilage

N°	Cause de défaillance	Gravité	% de gravité	% Gravité cumulé
1	Conduite d'aspiration défectueuse	10	10,20%	10,20%
2	Manque de graisse BR (Cassure de galet)	10	20,41%	40,82%
3	Usure du tambour par frottement	10	2,00%	61,22%
4	Niveau d'eau TB Dans la conduite de refroidissement	5	10,20%	71,43%
5	Manque de graisse BR (Coincement de roulement)	5	10,00%	81,63%
6	Etouffement de la conduite de refroidissement	5	20,00%	91,84%
7	Usure de l'axe de conduite du lubrifiant	1	20,00%	93,88%
8	Etouffement du filtre (T)	1	2,00%	95,92%
9	Echauffement du tambour (problème de refroidissement)	1	2,00%	97,96%
10	Non propreté du lubrifiant	1	2,00%	100,00%
		49	98,82%	

2. Tableau des panne ; ligne de treillis soudés

N°DI	Causes d'arrêt	Durée d'arrêt	Durée cumulée
1	fuite hydraulique vérin	145	7%
2	mauvais soudage	130	31%
3	échauffement du transformateur	90	41%
4	échauffement d'huile	75	49%
5	cassure de galet	75	57%
6	Usure d'électrode PAR MAUVAIS SOUDAGE	70	65%
7	cisaillement de galet	60	72%
8	problème en tête de crochet	50	77%
9	usure de tambour de tréfilage	40	82%
10	fuite d'eau fraiche	35	86%
11	fuite radiateur	35	90%
12	problème de calcaire	35	94%
13	coincement de roulement	30	97%
14	usure d'électrode	20	99%
15	rupture de fils	7	100%
	Total	897	

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES