

## **TABLES DES MATIERES**

### **Chapitre I : présentation de l'organisme d'accueil et du contexte général du projet**

|          |   |          |
|----------|---|----------|
| <b>1</b> | <b>PRÉSENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL.....</b> | <b>2</b> |
| 1.1      | INTRODUCTION .....                                | 2        |
| 1.2      | CHIFFRES CLES DU GROUPE MESKI HOLDING .....       | 2        |
| 1.3      | ORGANIGRAMME DE L'ENTREPRISE.....                 | 3        |
| 1.4      | MATIERE PREMIERE .....                            | 4        |
| 1.5      | PRODUIS FINIS.....                                | 4        |
| <b>2</b> | <b>PROCÉDURE DE FABRICATION .....</b>             | <b>5</b> |
| 2.1      | ZONE DE STOCKAGE DE MATIERE PREMIERE.....         | 5        |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 2.2 | FOUR DE RECHAUFFAGE DES BILLETES ..... | 5  |
| 2.3 | TRAINS DE LAMINAGE .....               | 7  |
| 2.4 | LA CISAILLE 1 ET 2 : .....             | 9  |
| 2.5 | THERMEX.....                           | 9  |
| 2.6 | LES CISAILLES 3 ET 4 : .....           | 10 |
| 2.7 | TWIN CHANNEL : .....                   | 11 |
| 2.8 | LA CISAILLE A FROID : .....            | 11 |
| 2.9 | LA ZONE DE FORMATION DE FARDEAUX ..... | 12 |
| 3   | PRÉSENTATION DU PROJET .....           | 12 |
| 3.1 | PROBLEMATIQUE GENERAL .....            | 12 |
| 3.2 | CAHIER DE CHARGES .....                | 13 |
| 3.3 | DEMARCHE DE RESOLUTION DU PROJET ..... | 13 |
| 3.4 | LES OUTILS UTILISES .....              | 15 |
| 4   | CONCLUSION.....                        | 16 |

## Chapitre II: Identification et analyse du problème

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | IDENTIFICATION DU PROBLÈME DE RENDEMENT MATIÈRE .....                   | 17 |
| 1.1   | APPLICATION DE LA METHODE QQQCCP AU PROBLEME DU RENDEMENT MATIERE. .... | 17 |
| 1.2   | EVALUATION DE L'HISTORIQUE DE RENDEMENT MATIERE .....                   | 18 |
| 1.3   | BILAN MATIERE .....   | 20 |
| 1.4   | TEST DU RENDEMENT MATIERE POUR LES DIAMETRES PRODUITS .....             | 21 |
| 1.4.1 | METHODOLOGIE DU TRAVAIL .....   | 21 |
| 1.4.2 | RESULTAT DU TEST DIAMETRE 10.....                                       | 22 |
| 1.4.3 | RESULTAT DU TEST DIAMETRE 14 .....                                      | 25 |
| 2     | CONCLUSION.....   | 27 |

## Chapitre III: Analyse, Recherche et classification des causes

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | INTRODUCTION .....   | 28 |
| 2     | CALAMINE .....   | 28 |
| 2.1   | DEFINITION ET ORIGINE .....  | 28 |
| 2.2   | ANALYSE DES CAUSES DE FORMATION DE CALAMINE SUR LES BILLETES DANS LE FOUR..... | 28 |
| 2.3   | EVOLUTION DU TAUX DE CALAMINE EN FONCTION DES PARAMETRES DU FOUR.....          | 32 |
| 2.3.1 | METHODOLOGIE DU TRAVAIL .....  | 32 |
| 2.3.2 | ESSAI 1 : LE TAUX DE LA CALAMINE EN FONCTION DU TEMPS DE SEJOUR .....          | 33 |
| 2.3.3 | ESSAI 2 : LE TAUX DE LA CALAMINE EN FONCTION DE LA TEMPERATURE.....            | 34 |
| 3     | LES CISAILLES 1 ET 2 .....   | 36 |
| 4     | CISAILLE À FROID ET BARRES COURTES .....                                       | 38 |
| 4.1   | TESTS SUR LA LONGUEUR NORMALE .....  | 39 |

|   |    |
|---|----|
| 4.2 PRINCIPE DE LA CAGE .....   | 44 |
| 4.3 DIAMETRE DE TRAVAIL .....   | 45 |
| 4.4 CALCUL THEORIQUE DE LA VITESSE LINEAIRE REELLE .....              | 46 |
| 4.5 L'IMPACT DU DIAMETRE DE TRAVAIL SUR LA COUPE DE LA CISAILLE ..... | 47 |
| 5 CONCLUSION.....   | 48 |

## **Chapitre IV: Proposition, Evaluation et mise en place des solutions**

|  |    |
|--|----|
| 1 SOLUTION APPORTÉE POUR LA FORMATION DE LA CALAMINE .....                                   | 49 |
| 1.1 INTRODUCTION .....   | 49 |
| 1.2 ETUDE ET ANALYSE DES TYPES D'ARRETS .....  | 49 |
| 1.2.1 SUIVI DES ARRETS.....  | 49 |
| 1.2.2 ANALYSE DES RESULTATS .....  | 50 |
| 1.2.3 PLAN D'ACTION : LES ARRETS DUS AUX CHANGEMENTS.....                                    | 51 |
| 2 SOLUTION APPORTÉE AUX PERTES DES BARRES COURTES ET LES CHUTES DE LA CISAILLE À FROID ..... | 55 |
| 2.1 L'INSTALLATION DES PHOTOCELLULES ET LEURS UTILITES .....                                 | 56 |
| 2.1.1 DEFINITION.....  | 56 |
| 2.1.2 MODE DE FONCTIONNEMENT.....  | 56 |
| 2.2 LA MISE EN PLACE DES PHOTOCELLULES SUR LE TERRAIN .....                                  | 57 |
| 2.3 PROGRAMMATION DE DEUX PHOTOCELLULES DANS UN LANGAGE LADDER.....                          | 57 |
| 3 TEST DE RENDEMENT MATIÈRE APRÈS L'AMÉLIORATION .....                                       | 60 |
| 4 ETUDE ÉCONOMIQUE DU PROJET .....   | 61 |
| 5 CONCLUSION.....  | 62 |

## LISTE DES FIGURES

|  |    |
|--|----|
| Figure 1 : Organigramme Riva Industries .....  | 3  |
| Figure 2: Dimension des billettes .....  | 4  |
| Figure 3: Produits finis .....   | 4  |
| Figure 4: matière première .....   | 5  |
| Figure 5: Four de réchauffage .....  | 5  |
| Figure 6: Schéma de four .....   | 6  |
| Figure 7: la barre pousseuse .....   | 7  |
| Figure 8: cage verticale .....   | 7  |
| Figure 9 : cage horizontale .....  | 7  |
| Figure 10: cobble .....  | 8  |
| Figure 11 : boucleur .....   | 8  |
| Figure 12: Train de laminage .....   | 8  |
| Figure 13: La cisaille 1 .....   | 9  |
| Figure 14: Thermex .....   | 9  |
| Figure 15: Schéma de cisaille .....  | 10 |
| Figure 16: Twin channel .....  | 11 |
| Figure 17 : Cisaille à froid .....   | 11 |
| Figure 18 : Fardeaux à ligatures .....   | 12 |
| Figure 19 : Objectif du projet .....   | 13 |
| Figure 20 : Evolution du rendement matière de l'année 2015 .....   | 18 |
| Figure 21 : Evolution du rendement matière de l'année 2016 .....   | 18 |
| Figure 22 : Pertes matières pour l'année 2015 .....  | 19 |
| Figure 23 : Pertes matières pour l'année 2016 .....  | 20 |
| Figure 24 : Pertes matières par processus .....  | 20 |
| Figure 25 : Pertes matières et production .....  | 24 |
| Figure 26 : Diagramme donnant les pourcentages de la production et chaque perte matière .....                                  | 24 |
| Figure 27 : Pertes matières et production .....  | 26 |
| Figure 28 : Diagramme donnant les pourcentages de la production et chaque perte matière. ....                                  | 27 |
| Figure 29 : Perte matière calamine .....   | 28 |
| Figure 30 : méthode Ishikawa pour la formation de la calamine .....  | 29 |
| Figure 31 : Diagramme Pareto de la répartition des causes de la formation calamine .....                                       | 31 |
| Figure 32 : Récupération des barres après Enfournement .....   | 33 |
| Figure 33 : Préparation des échantillons .....   | 33 |
| Figure 34 : Après Enfournement, Décalaminage et pesage des barres .....  | 33 |
| Figure 35 : Graphe illustrant l'évolution du taux de calamine en fonction du temps de séjour des morceaux au four .....        | 34 |
| Figure 36 : Graphe illustrant l'évolution du taux de calamine en fonction de la température dans les trois zones du four ..... | 35 |
| Figure 37 : Pertes cisaille 1 et 2 .....   | 36 |
| Figure 38 : Evaluation des coupes de la cisaille 1 .....   | 36 |
| Figure 39 : Evaluation des coupes de la cisaille 2 (bout arrière de la billette) .....   | 37 |
| Figure 40 : Evaluation des coupes de la cisaille 2 (bout avant de la billette) .....   | 37 |
| Figure 41 : Les pertes cisaille à froid et barres courtes .....  | 38 |

|   |    |
|---|----|
| Figure 42 : Diagramme de la longueur normale coupée pour 20 billettes du diamètre 10.....                               | 39 |
| Figure 43 : Diagramme de la longueur normale coupée pour 20 billettes du diamètre 16.....                               | 39 |
| Figure 44 : Diagramme de la longueur normale coupée pour 9 billettes du diamètre 32.....                                | 40 |
| Figure 45 : Méthode Ishikawa pour Les pertes de la cisaille à froid et barres courtes .....                             | 41 |
| Figure 46 : Diagramme Pareto de la répartition des causes de la différence entre la valeur paramétrée et cisailée ..... | 43 |
| Figure 47 : Principe du laminage .....  | 44 |
| Figure 48 : Les composants du cylindre de la cage.....  | 44 |
| Figure 49 : Les cylindres de la cage .....  | 46 |
| Figure 50 : Profondeur du passe (ronde) .....   | 46 |
| Figure 51 : Graphe de répartition d'arrêts .....  | 49 |
| Figure 52 : Graphe de Pareto des arrêts.....  | 50 |
| Figure 53 : Diagramme de pareto des arrêts opératoires .....  | 51 |
| Figure 54 : Capteur de détection .....  | 56 |
| Figure 55 : Les Photocellules à installer.....  | 57 |
| Figure 56 : Programmation En ladder .....   | 59 |
| Figure 57: La mise en place des deux photocellules .....  | 59 |
| Figure 58 : Pertes matières et production .....   | 60 |
| Figure 59 : Diagramme donnant le pourcentage de la production et chaque perte matière .....                             | 60 |

## LISTE DES TABLEAUX

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1 : Chiffres clés de Meski Holding.....   | 2  |
| Tableau 2 : Diamètre des produits finis.....  | 4  |
| Tableau 3 : Groupe de travail pilote.....   | 14 |
| Tableau 4 : pertes matières et la production des deux années 2015 et 2016.....  | 19 |
| Tableau 5 : Poids des 128 billettes étudiées.....   | 22 |
| Tableau 6 : Paramètres de laminage.....   | 23 |
| Tableau 7 : Poids des billettes étudiées et des 102 fardeaux produits.....  | 23 |
| Tableau 8 : Poids des chutes de la production.....  | 23 |
| Tableau 9 : poids des 128 billettes.....  | 25 |
| Tableau 10 : Paramètres de laminage.....  | 25 |
| Tableau 11 : Poids des billettes étudiées et des 102 fardeaux produits.....   | 25 |
| Tableau 12 : poids des chutes de la production.....   | 26 |
| Tableau 13 : Notation de la gravité des causes de la formation calamine.....  | 29 |
| Tableau 14 : Notations des opérateurs aux différentes causes de la formation du calamine.....                                       | 30 |
| Tableau 15 : classification des notations des opérateurs par ordre décroissante.....  | 31 |
| Tableau 16 : Evolution du taux de calamine en fonction du temps de séjour dans le Four.....   | 33 |
| Tableau 17 : Evolution du taux de calamine en fonction de la température dans le four.....  | 34 |
| Tableau 18 : Notations des opérateurs aux différentes causes de la différence entre la valeur paramétrée et la valeur cisailée..... | 42 |
| Tableau 19 : Classification des notations des opérateurs par ordre décroissante.....  | 43 |
| Tableau 20 : Calcule de la vitesse réelle pour chaque Diamètre.....   | 47 |
| Tableau 21 : Répartition des arrêts.....  | 49 |
| Tableau 22 : Répartition des arrêts opératoires.....  | 50 |
| Tableau 23 : Plan d'action des types de changements.....  | 53 |
| Tableau 24 : La mise en place des 3S.....   | 54 |
| Tableau 25 : Le taux de diminution des pertes matières.....   | 61 |
| Tableau 26 : le gain apporté.....   | 61 |
| Tableau 27 : Calcul de taux d'augmentation du rendement matière.....  | 62 |
| Tableau 28 : Gain du projet.....  | 62 |

## LISTE DES Equations

|   |    |
|---|----|
| Équation 1 : Bilan des pertes matières.....   | 21 |
| Équation 2 : Rendement matière.....           | 21 |
| Équation 3 : Vitesse linéaire du produit..... | 45 |

# Introduction Générale

Le grand challenge posé pour chaque entreprise industrielle est de savoir réduire ses coûts et surtout les coûts de production. L'amélioration du taux de rendement global est parmi les principales pistes permettant la réduction des coûts de production.

RIVA Industries exploite un laminoir de dernière génération basé au Parc industriel de Jorf Lasfar. Le procédé de laminage se fait par déformation plastique de l'acier, il consiste à réduire la section des billettes portées à une température donnée en les faisant passer par une série de cages. Le service de la production vise à une amélioration du rendement global du procédé de laminage et pour atteindre ce rendement, il est nécessaire d'augmenter et d'améliorer le rendement matière pour la production du rond à béton. Dans ce contexte le responsable de la production a proposé un sujet à travers lequel nous devons minimiser les pertes matières afin d'augmenter le taux du rendement matière. L'importance de ce projet de fin d'étude se réside dans la détermination des solutions adéquates pour remédier aux problèmes rencontrés.

Le présent travail se répartit selon le plan suivant :

Dans le premier chapitre nous présentons la société Riva Industries, le procédé de fabrication du rond à béton, et la problématique de notre stage, ce chapitre comprend également une synthèse bibliographique concernant la démarche déployée ainsi que les outils utilisés.

Dans le deuxième chapitre, nous identifions les pertes matières et nous présentons les résultats des tests effectués sur le rendement matière.

Dans ce troisième chapitre, nous mettons l'accent sur la recherche des causes qui génèrent les pertes matières.

Le quatrième chapitre, comporte la mise en place de l'ensemble des solutions validées, ainsi qu'une étude économique du projet.

## 1 Présentation de l'organisme d'accueil

### 1.1 Introduction

RIVA Industries est une société à responsabilité limitée qui opère dans le domaine sidérurgique et appartient au groupe MESKI Holding. Elle a coûté un milliard de DH à ses fondateurs, financée à 100% par les fonds propres de la famille Belmekki originaire de la région d'Errachidia.

L'équipement du laminoir est de pointe de la toute dernière génération de la technologie mécanique, électrique, automatisme télécom, La partie mécanique est de conception et de fabrication de NuevaCarpenteriaOdolese (NCO) Italie. La partie électrique est de conception Stelmatica et de marque ABB pour les drives et Siemens pour les automates.

Riva industries est connectée 24/24h avec le fournisseur NCO, il assure ainsi un accompagnement technique pour résoudre d'éventuels incidents techniques en vue de la montée en puissance d'usine.

RIVA et son partenaire italien NCO ont convenu un transfert de savoir-faire sur 5ans.

### 1.2 Chiffres clés du groupe Meski Holding

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| <b>Effectif moyen</b>                    | <b>1200 emplois directs</b> |
| <b>CA consolidé</b>                      | <b>4,3 milliards de DH</b>  |
| <b>Capital</b>                           | <b>500 000 000 dirhams</b>  |
| <b>Nombre de Pôles d'activité</b>        | <b>4</b>                    |
| <b>Superficie de la réserve foncière</b> | <b>140 Ha</b>               |

**Tableau 1 : Chiffres clés de Meski Holding**

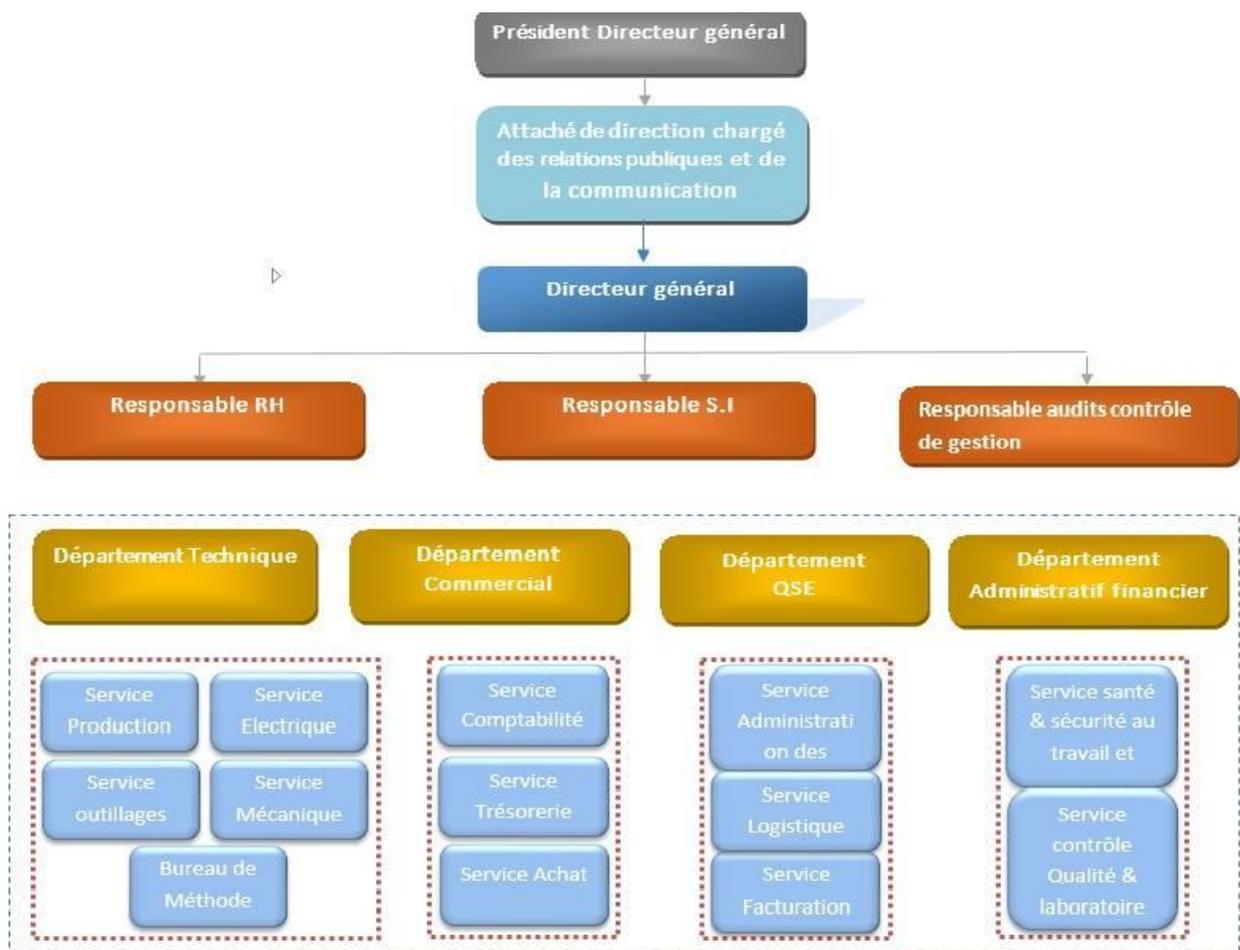
RIVA Industries exploite **un laminoir** de dernière génération basé au Parc industriel de Jorf Lasfar, avec des investissements de l'ordre d'un milliard de dirhams. Le procédé de fabrication se fait par déformation plastique de l'acier. Cette déformation est obtenue par compression continue au passage entre deux cylindres contrarotatifs appelés cage.

Cette installation industrielle a pour but la réduction d'épaisseur d'un matériau (généralement du métal) par une série des cages constituées de deux cylindres.

Cet ensemble d'unité industrielle appartient au groupe Belmekki (MESKI Holding), leader national dans l'industrie et dans la distribution de matériaux de construction, spécialisée dans la production d'aciers longs et spéciaux conformément aux exigences des normes nationales et internationales

Jusqu'à présent la première phase du projet a été actuellement concrétisée et ça fait bientôt deux années que le laminoir de dernière génération s'est lancé dans la production de ronds à béton avec « une démarche basée sur la protection de l'environnement et le développement durable ».

### 1.3 Organigramme de l'entreprise



## 1.4 Matière première

Pour produire le rond à béton, RIVA utilise comme matière première des billettes en acier de nuance diverses et d'origines différentes.

Les caractéristiques de la billette :

- Matière première : Billette en acier au carbone
- Forme : Parallélépipède
- Longueur : 12 m
- Section : 130 x 130 mm<sup>2</sup>
- Poids moyen : 1,5 t

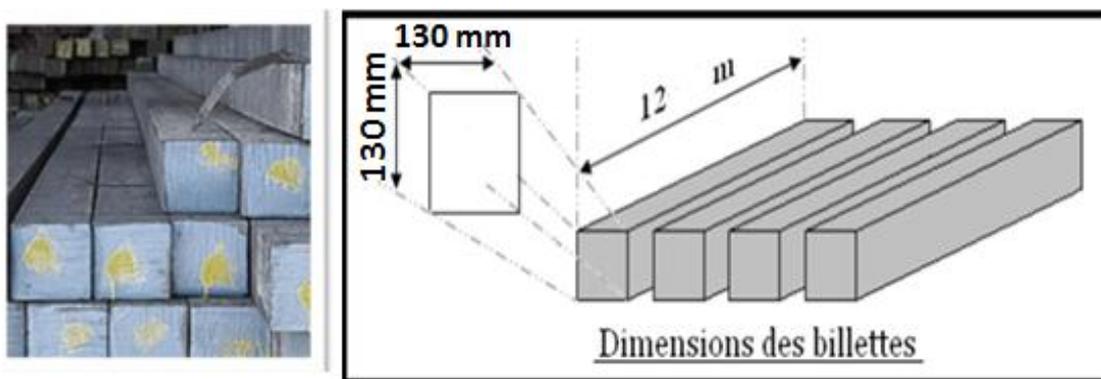


Figure 2: Dimension des billettes

## 1.5 Produits finis

Barre de ronds à béton haute limite élastique de longueur 12 m et de diamètres :

| Diamètre (mm) | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 25 | 32 | 40 |
|---------------|---|----|----|----|----|----|----|----|
|---------------|---|----|----|----|----|----|----|----|

Tableau 2 : Diamètre des produits finis



Figure 3: Produits finis

## 2 Procédure de fabrication

### 2.1 Zone de stockage de matière première

On stocke des billettes importées de dimension 130x130x1200 mm, avec un contrôle qualité de chaque arrivage pour juger les billettes et vérifier ses conformités à la spécification technique d'achat demandée par le service QSE.



Figure 4: matière première

### 2.2 Four de réchauffage des billettes



Figure 5: Four de réchauffage

# Chapitre 1 : Présentation de l'organisme d'accueil et du contexte général du projet

Le type de four est poussant composée de 5 zones :

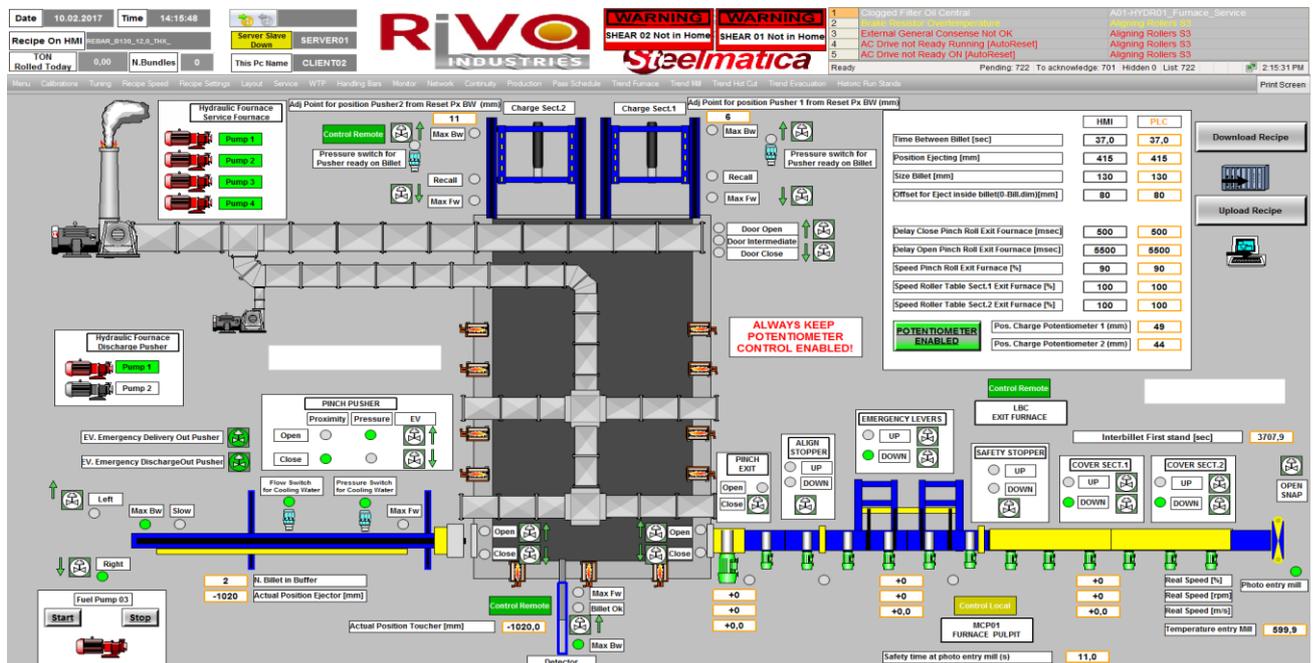


Figure 6: Schéma de four

- les zones 1 et 2 pour le **préchauffage**.
- La zone 3 pour le **chauffage**.
- Les zones 4 et 5 pour le **maintien** : la température de la billette à 1100 °C – 1200 ° (sortie du Four)

L'installation du four RIVA autorise l'utilisation de différents combustibles à savoir le **fuel** ou le **gaz**, actuellement elle utilise le fuel car le moins chère et moins dangereux contrairement au gaz. Alors le réchauffage du four est fait à base du fuel, pour un bon fonctionnement. Chaque bruleur est alimenté par :

- ✓ Le combustible c'est-à-dire fuel
- ✓ L'air d'atomisation pour la pulvérisation du combustible (air comprimé chauffé)
- ✓ L'air de combustion chauffée

La capacité nominale du four est 100T/h, la table de chargement pousse les billettes vers le four, à base d'un capteur de position nommé « le toucher » rentre dans le four jusqu'à ce qu'il touche la billette, et tant que la billette n'est pas positionnée en face de l'éjecteur billettes, le toucher commande les vérins de la table pour pousser de plus les billettes.

Au moment où la billette est bien positionnée les portes de four s'ouvrent et la barre pousseuse qui contient un capteur de présence appelé scanner HMD « Hot Métal Detector » pousse la billette hors du four vers les trains de laminage.



Figure 7: la barre pousseuse

### 2.3 Trains de laminage

Les trains de laminage composent de 18 cages horizontales et verticales et de 9 boucleurs.

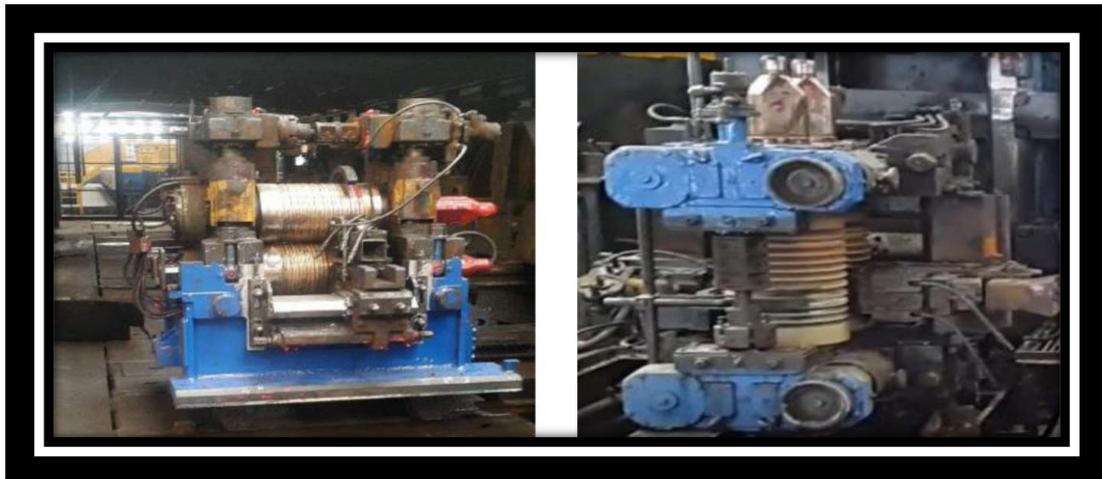


Figure 9 : cage horizontale

Figure 8: cage verticale

**Boucleur** dont le rôle de contrôler la vitesse, assurer la stabilité de la matière et éviter d'avoir un cobble.



Figure 11 : boucleur

Figure 10: cobble

Le train de laminage est reparti en 3 trains :



Figure 12: Train de laminage

- ✚ **Train dégrossisseur** : Laminage de la billette dans un train dégrossisseur composé de 6 cages (3 Horizontales et 3 verticales), chacune a pour mission la transformation des billettes en une forme bien précise afin de réduire la section.
- ✚ **Train intermédiaire** : Passage du fil par un train intermédiaire composé de 6 cages pour la même mission du train de dégrossissage.

- ✚ **Train finisseur** : Passage du fil par un train finisseur de 6 cages horizontales pour avoir un fil d'une section bien définie, la dernière cage de ce train qui grave sur le produit les formes des verrous et la désignation du produit

### 2.4 La cisaille 1 et 2 :

On a deux cisailles la première placée à la fin du train dégrossisseur et la deuxième à la fin du train intermédiaire.



Figure 13: La cisaille 1

- La première cisaille coupe le bout avant de la billette chaude pour éviter le cobble.
- La deuxième cisaille coupe de nouveau le bout avant en plus du bout arrière de la billette pour les mêmes raisons.

### 2.5 Thermex



Figure 14: Thermex

Ce système de refroidissement continu situé après la dernière cage du laminoir, ce qui permet un refroidissement contrôlé et continu de la barre de manière à obtenir les caractéristiques techniques exigées.

### 2.6 Les cisailles 3 et 4 :

Les cisailles 3 et 4 permettent de découper à froid, la longue barre de fer à béton en plusieurs barres de 60 m. En réalité, l'usine dispose de deux cisailles pour cette étape, elles sont utilisées en fonction de la section envisagée du fer à béton, une cisaille pour les petits diamètres 16 à 8mm (cisaille 4), et une deuxième pour les grands diamètres 20mm au plus. En amont de ces cisailles des rouleaux de pincement sont mis en place afin de guider et entrainer la barre.

En aval, on trouve quatre rouleaux freineurs permettant de réduire la vitesse des Barres avant d'intégrer au TWIN CHANNEL.

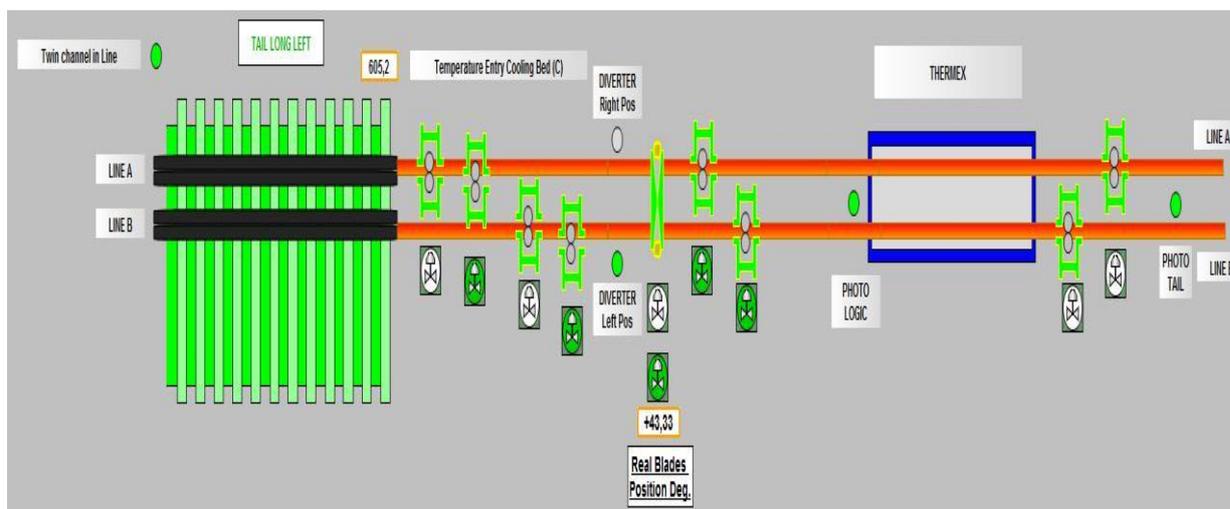


Figure 15:Schéma de cisaille

## 2.7 Twin channel :



Figure 16: Twin channel

Le Twin channel porte la barre dans un canal fermé jusqu'à ce qu'elle soit à une position d'arrêt, les volets s'ouvrent ensuite, alternativement, par l'intermédiaire d'un système hydraulique, décharge la barre dans la table de refroidissement.

## 2.8 La cisaille à froid :

Elle sert à couper les barres à 12m, c'est la longueur standard. La coupure se fait à froid, pour laquelle les barres sont mises en arrêt avant d'être coupées. La présence et la coupure des barres se fait à travers un capteur photocellule placé à l'extrémité du convoyeur à rouleaux.



Figure 17 : Cisaille à froid

### 2.9 La zone de formation de fardeaux

Cette zone compose une chaîne de rouleaux qui transfère les barres de 12 m vers les machines de ligature, les fardeaux ligaturés sont ensuite transférés vers la zone d'évacuation à travers un convoyeur.



Figure 18 : Fardeaux à ligatures

## 3 Présentation du projet

### 3.1 Problématique général

RIVA industries se trouve aujourd'hui, confronter aux enjeux de la concurrence interne et surtout externe. En effet, si une entreprise décide d'augmenter ses prix trop fortement, les clients achèteront les produits chez les concurrents. Du coup, ils auront une forme de garantie contre les hausses abusives des prix. C'est pour cela, afin que l'entreprise RIVA garde sa prestation et sa part du marché national et international, elle doit respecter et baisser leur prix de vente des produits. Pour ce faire, et en gardant la marge du gain prédéfini, il s'avère nécessaire de diminuer leurs coûts de production en augmentant le taux de rendement matière.

L'unité de la production des ronds à béton a connu dès son démarrage multitude de pertes matières, Ce qui engendre des pertes économiques importantes estimées à des milliards de centimes. C'est dans cette optique que s'inscrit notre étude, qui vise à augmenter le taux du rendement matière pour baisser le coût de production des ronds à béton.

## 3.2 Cahier de charges

Au regard des objectifs cités précédemment, notre mission à Riva était d'analyser et diagnostiquer pour chercher des solutions permettant l'amélioration et l'augmentation du taux de rendement matière d'un moyen de 0.5%.

Pour atteindre ce but, nous avons fait tout d'abord, une étude basée sur la détermination de l'ensemble des pertes qui causent la diminution de rendement matière. Ensuite, nous avons réalisé un bilan de ces pertes. Puis, nous avons analysé, étudié les causes des pertes. Enfin, nous avons proposé des solutions à la problématique pour enfin finir par une étude économique du projet.

- Grille SMART du projet :

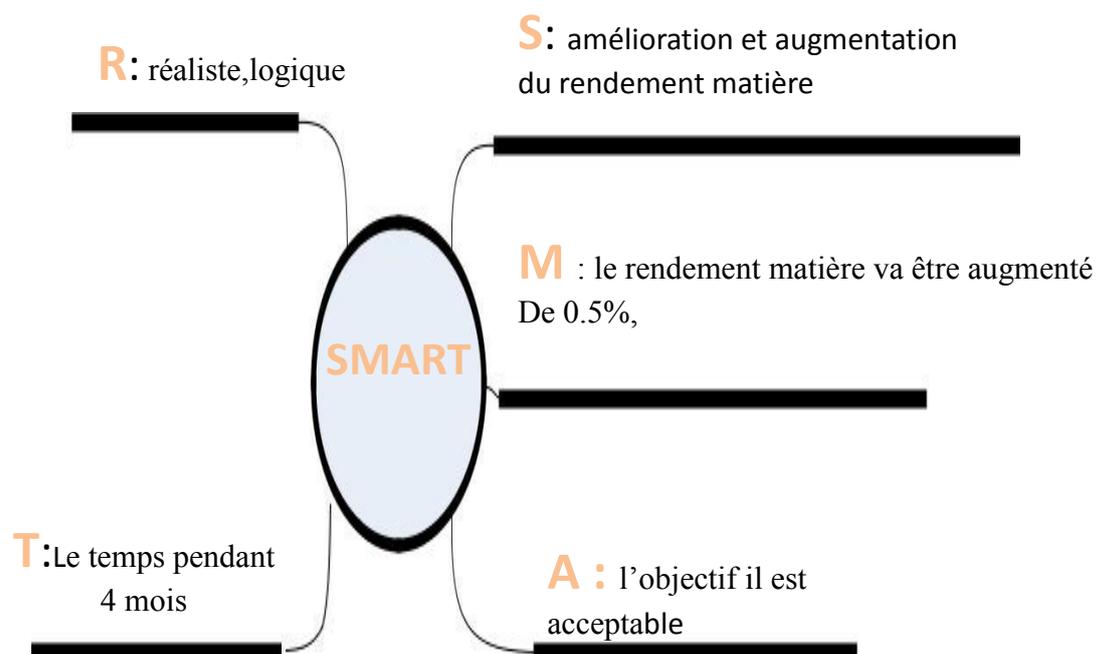


Figure 19 : Objectif du projet

## 3.3 Démarche de résolution du projet

La démarche de résolution du projet est constituée de plusieurs étapes [1]

- ✚ **Première étape : Formation de groupe de travail du projet**

Le tableau 4 présente le groupe pilote de projet :

| Fonction   | Nombre   |
|--|----------|
| <b>Chef Responsable de l'unité de production</b> | 1        |
| <b>Contre maitre</b>                             | 4        |
| <b>Stagiaire</b>                                 | 2        |
| <b>Chef d'équipe</b>                             | 3        |
| <b>Agent de production</b>                       | Indéfini |

**Tableau 3 : Groupe de travail pilote**

### **Deuxième étape : Définition du problème**

Cette étape se compose de deux sous étapes majeures : La première consiste à déterminer la problématique qu'on va traiter. Tandis que la seconde vise à réaliser un état des lieux en posant les questions suivantes :

- Quelle est l'entreprise concernée par notre étude, son activité et la manière dont elle produit ?
- Quelle est la problématique étudiée ?
- Quel est le périmètre du projet ?
- Qui doit travailler sur ce projet ?
- Quelles sont les démarches à suivre pour résoudre le problème ?

### **Troisième étape : Identification et définition des pertes matières**

Pour augmenter le rendement matière qui est en dessous de l'objectif, cette étape consiste à identifier l'ensemble des pertes matières qui influence sur le rendement matière dans la ligne de production dès l'entrée de la billette jusqu'au stockage des produits finis.

On peut utiliser pour cela des outils tels que :

- Le diagramme d'Ishikawa.
- Les « 5 Pourquoi ».

### **Quatrième étape : compréhension des causes**

Pour déterminer les causes diminuant le rendement matière, on pourra animer un groupe de travail au sein duquel on trouvera des personnes travaillant dans des secteurs différents : Production, exploitation, maintenance... etc.

Ce travail permet de déterminer :

- Les causes des pertes matières : Les causes les plus importantes.

### **Cinquième étape : définition des actions**

On définit les actions à déployer qui permettront d'atteindre l'objectif de rendement matière visé et d'éviter que les non-conformités ne se produisent pas. Il s'agit donc de rédiger un plan d'actions.

## 3.4 Les outils utilisés

Cette partie est consacrée à la présentation des outils utilisés pendant le traitement de notre projet

### **Présentation de la démarche de résolution du problème**

**Objectif :** La résolution d'un problème nécessite :

- Une analyse et identification.
- Une recherche des causes du problème.
- Une méthode de résolution pour mettre en œuvre un plan d'action.

Résoudre un problème, c'est passer d'une situation actuelle insatisfaisante à une situation future satisfaisante nécessitant de bien savoir poser le problème.

### **Méthode du QQQCCP [2]**

**Objectif :**

Lors du confortement à des problèmes aussi variés, certains ont des solutions évidentes et d'autres complexes. Pour ce faire, la méthode QQQCCP (QUOI ? QUI ? OU ? QUAND ?

COMMENT ? COMBIEN ? POURQUOI ?) Adopte une démarche d'analyse critique constructive basée sur le questionnement systématique.

L'objectif alors, est de poser toutes les questions relatives à un problème afin d'en fixer le périmètre en vue d'une future démarche de résolution de problème.

### **Diagramme de Causes / Effets (ISHIKAWA) [3]**

#### **Objectif :**

Le diagramme d'Ishikawa le diagramme de causes à effets, est une démarche qui permet d'identifier et visualiser l'ensemble des causes réelles qui peuvent provoquer un effet (un problème ou un défaut) pour ensuite agir sur ces causes afin de les corriger et remédier à la problématique en mettant en place des actions correctives ou préventives appropriées.

### **Présentation de la méthode PARETO [4]**

Le diagramme de Pareto est un histogramme qui permet de classer les causes selon les effets qu'elles génèrent et selon leur degré d'importance. Son efficacité réside dans le fait qu'il prend en priorité les 20% des causes qui produisent 80% des effets et qui influencent fortement le phénomène étudié.

## **4 Conclusion**

Dans ce premier chapitre, nous avons présenté l'organisme d'accueil, le processus de production de rond à béton. Ensuite, on a mis le point sur le contexte du projet, la problématique, la détermination des contraintes, la définition de l'objectif, les bienfaits de ce projet et la méthodologie de la résolution. Le chapitre suivant sera l'objet d'une étude de définition et d'analyse du problème de diminution de rendement matière.

### 1 Identification du problème de rendement matière

#### 1.1 Application de la méthode QQQCCP au problème du rendement matière.

La méthode QQQCCP permet d'avoir sur toutes les dimensions du problème du rendement matière, des informations élémentaires suffisantes pour identifier ses aspects essentiels. Elle adopte une démarche d'analyse critique constructive basée sur le questionnement systématique.

**Qui ?** Les concernés sont l'entreprise RIVA industries au premier lieu et l'unité de fabrication et de production du laminoir.

**Quoi s'agit-il ?** Diminution du rendement matière causé par les pertes matières.

**Où cela se produit-il et s'applique-t-il ?** Chez l'entreprise RIVA industries, au sein de l'unité de laminoir et plus précisément, au sein de la ligne de production.

**Quand cela apparaît-il et s'applique-t-il ?** Pendant la production des ronds à béton ou les marchands laminés ou dans un autre contexte durant l'opération du laminage de chaque billette.

**Comment cela arrive-t-il et comment procède-t-on ?** : Lors de la production des ronds à béton, le procédé de production souffre des pertes de la matière première tout au long de la ligne de production, dès l'entrée des billettes au four jusqu'au stockage du produit fini.

**Combien ?** : La diminution du rendement matière engendre des pertes économiques qui se lèvent à 27207210 Dh pendant l'année 2015 et à 59402750 Dh pendant 2016 (Tableau 5)

**Pourquoi ?**: Parce que le rendement matière influence sur le rendement global de l'entreprise ainsi que sur les performances de la production de l'unité laminoir.

### 1.2 Evaluation de l'historique de rendement matière

La Figure 20 présente l'évolution et la variation de rendement matière depuis mars 2015 jusqu'au Décembre.

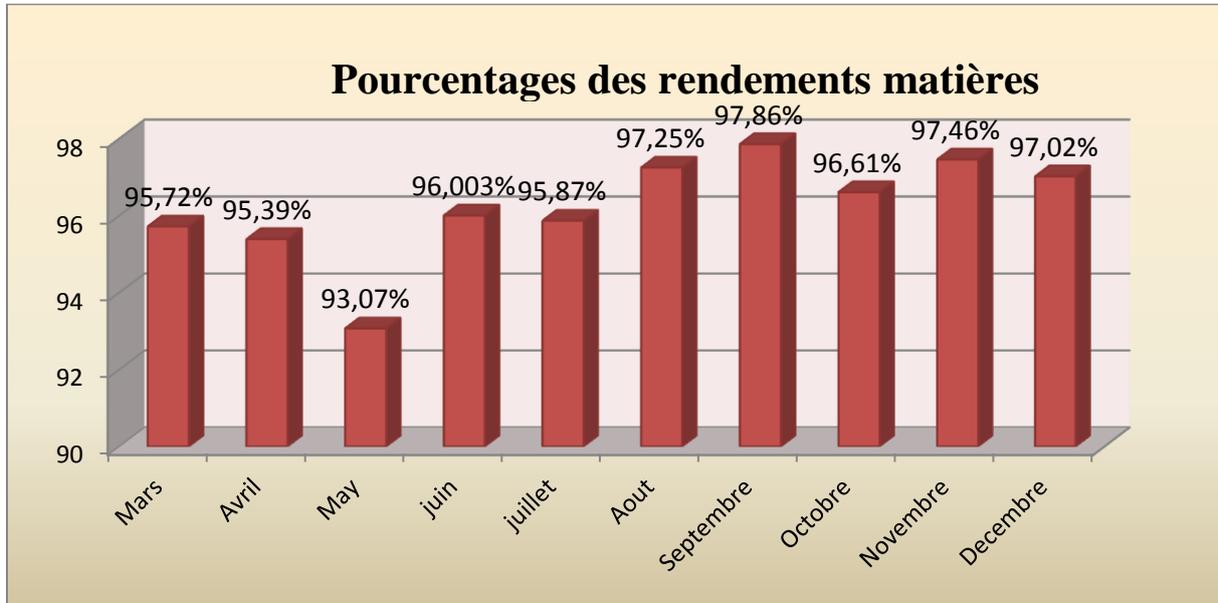


Figure 20 : Evolution du rendement matière de l'année 2015

La Figure 21 présente l'évolution et la variation de rendement de l'année 2016 (Voir Annexe1)

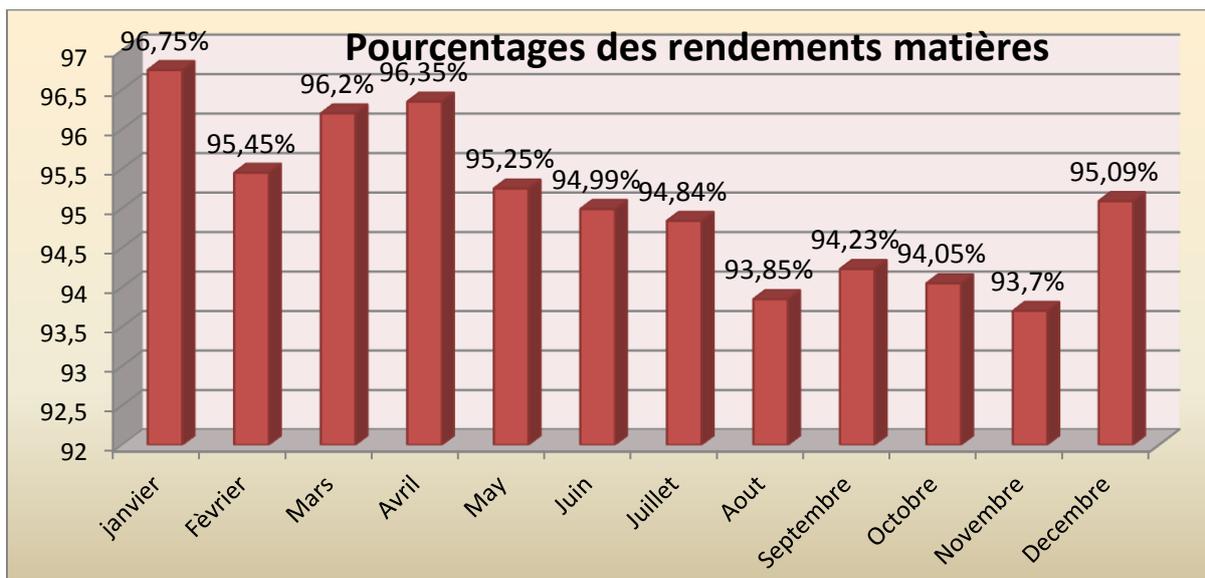


Figure 21 : Evolution du rendement matière de l'année 2016

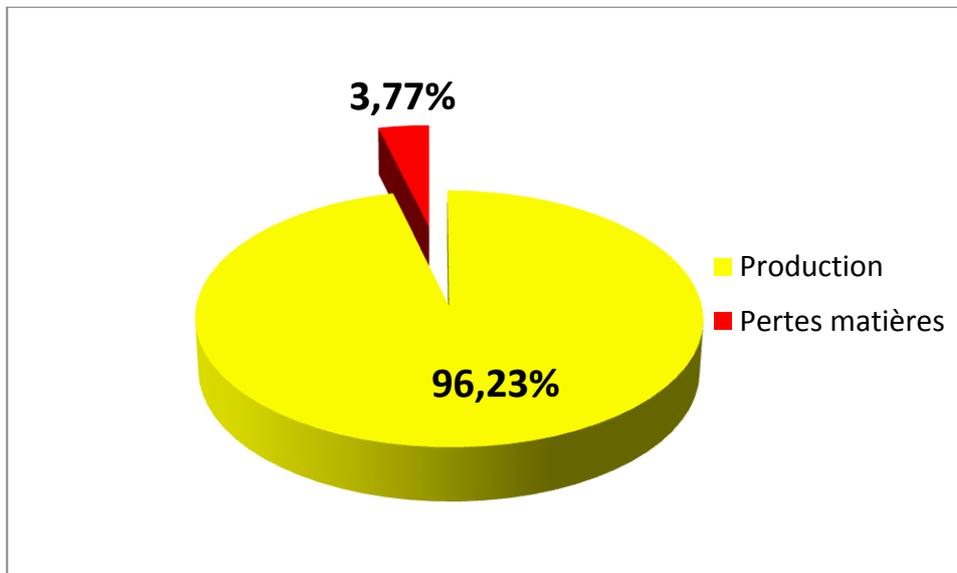
Après avoir évalué la variation du rendement, nous allons maintenant calculer le pourcentage et le coût de rendement matière ainsi que les pertes matières pendant les deux années 2015 et 2016.

Le tableau 4 présente les pourcentages des pertes matières ainsi que les productions pour les deux années 2015 et 2016.

|                             | Valeur en (Tonne) | Pourcentage % | Valeur en (Dh) |
|-----------------------------|-------------------|---------------|----------------|
| <b>Pertes matières 2015</b> | 5441.442          | 3.77          | 27207210       |
| <b>Production 2015</b>      | 138928.463        | 96.23         | 693142.315     |
| <b>Pertes matières 2016</b> | 11880.55          | 4.94          | 59402750       |
| <b>Production 2016</b>      | 229 632,28        | 95.06         | 114816.4       |

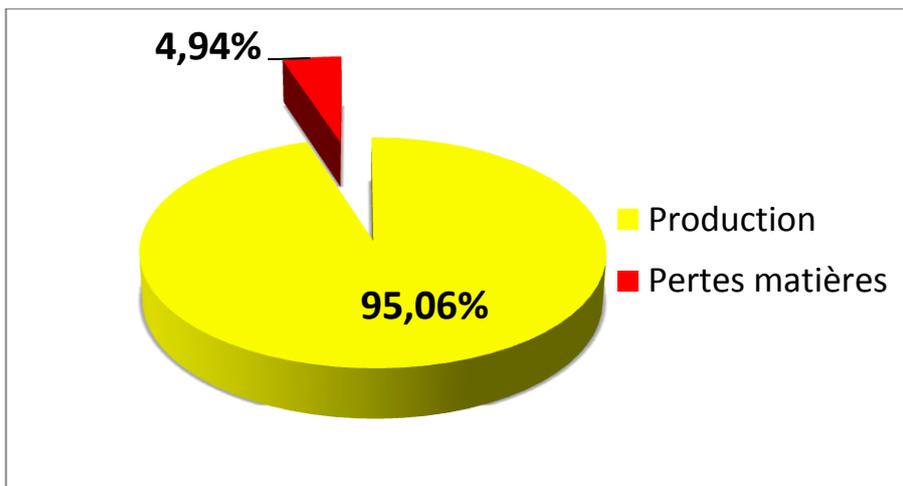
**Tableau 4 : pertes matières et la production des deux années 2015 et 2016**

A l'aide de l'Excel, on obtient les graphes représentant le pourcentage des pertes matières pour les deux années 2015 et 2016 suivants :



**Figure 22 : Pertes matières pour l'année 2015**

La figure 22 présente un taux des pertes matières de l'ordre de 3.77% calculé pendant l'année 2015.

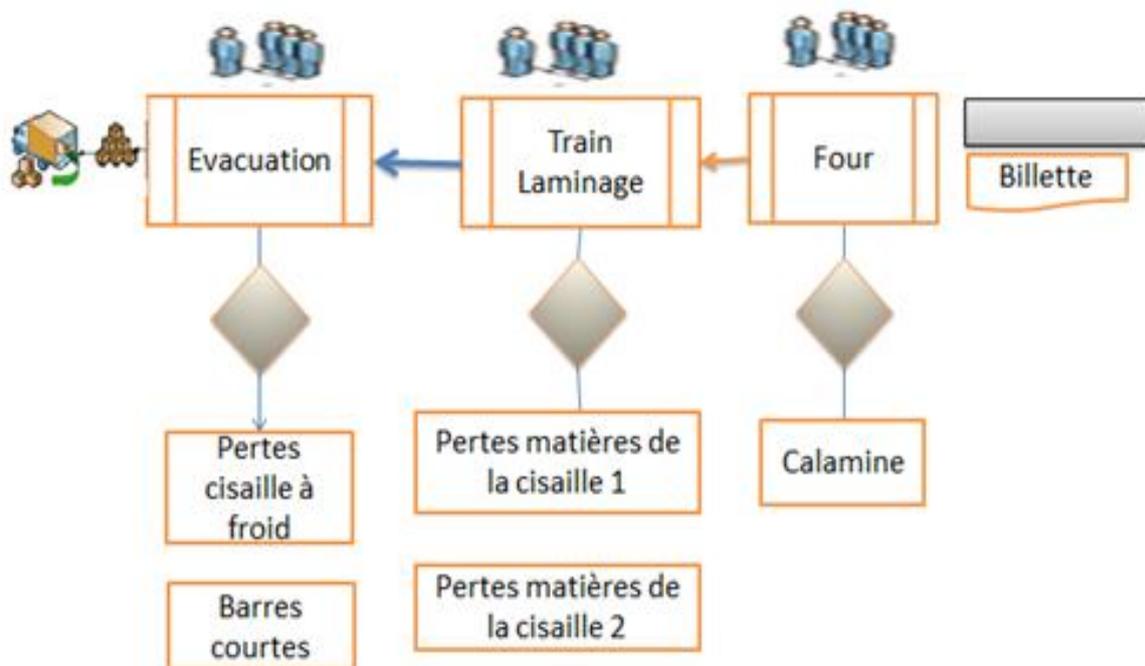


**Figure 23 : Pertes matières pour l'année 2016**

La figure 23 présente un taux des pertes matières de l'ordre de 4.94% calculé pendant l'année 2016. Le Taux a augmenté de 1.17% par rapport à l'année 2015.

### 1.3 Bilan matière

La figure 24 illustre les pertes matières de l'unité de production regroupées par processus



**Figure 24 : Pertes matières par processus**

Le calcul du bilan matière se fait selon l'équation suivante :

$$P_B = P_{CIS\ 1} + P_{CIS\ 2} + P_{CALAMINE} + P_{CIS\ à\ froid} + P_{BC} + P_F$$

### Équation 1 : Bilan des pertes matières

Avec :

$P_B$ : Poids initial de la billette

$P_{CIS\ 1}$ : Poids des pertes de la cisaille 1

$P_{CIS\ 2}$ : Poids des pertes de la cisaille 2

$P_{CALAMINE}$ : Poids de la calamine

$P_{CIS\ à\ FROID}$ : Poids des pertes de la cisaille à froid

$P_{BC}$ : Poids des barres courtes.

$P_F$  : Poids du produit Fini à la sortie du processus.

Le calcul du rendement matière se fait selon l'équation suivante :

$$R_M = P_F / P_B$$

### Équation 2 : Rendement matière

Avec :  $R_M$  : Rendement matière

#### 1.4 Test du rendement matière pour les diamètres produits

L'objectif majeur du test est de déterminer le **rendement matière** afin d'avoir une idée détaillée sur les différents types de chutes perdus lors de la production à savoir :

- ✚ Pourcentage de la calamine
- ✚ Pourcentage des chutes de la cisaille 1
- ✚ Pourcentage des chutes de la cisaille 2
- ✚ Pourcentage des chutes de la cisaille à froid
- ✚ Pourcentage des barres courtes

##### 1.4.1 Méthodologie du travail

Afin d'effectuer ce test nous allons suivre le déroulement suivant :

###### ✚ Choix de la taille de l'échantillon

Vu la quantité importante des billettes on a besoin d'un échantillon de grande taille. Cependant On choisit Un lot de 128 billettes Chaque billette a une dimension de 130x130x12000 mm .

### **Méthode de pesage**

Le pesage des billettes à RIVA industries est effectué à chaque entrée de camion les données à collecter à chaque entrée sont les suivantes : Numéro de camion, Nombre de billette fournie, Tonnage fourni, fiche de pesage billettes (voir Annexe 2).

Cette collecte s'est fait jusqu'à l'atteinte de la taille de l'échantillon qui est de 128 billettes.

### **Méthode de repérage**

Les billettes concernées sont identifiées par une peinture de couleur différente.

### **Méthodologie d'enfournement**

Déplacer les billettes de notre lot vers la table de chargement par un pont roulant pour être prêtes au four de réchauffage.

### **Train de laminoir**

Vider les bennes avant la sortie de la première billette de notre lot.

### **Récupération des bennes**

Après la récupération des bennes, on a pu déterminer la mesure des bennes de chaque type des pertes matières de même pour l'ensemble des fardeaux produits. Fiche de pesage des fardeaux produits (Voir Annexe 3).

**Matériels utilisés** : 3 Bennes vides, Pont bascule.

### **1.4.2 Résultat du test diamètre 10**

Nous avons mesuré les poids des 128 billettes et les résultats dans le tableau 5

| N° camion    | Nombre des billettes | Fournisseur | Poids (Kg)       |
|--------------|----------------------|-------------|------------------|
| 1            | 16                   | MEGASA      | 25674.83         |
| 2            | 16                   | MEGASA      | 25634.83         |
| 3            | 16                   | MEGASA      | 25634.83         |
| 4            | 16                   | MEGASA      | 25554.83         |
| 5            | 16                   | MEGASA      | 25594.83         |
| 6            | 16                   | MEGASA      | 25574.83         |
| 7            | 16                   | MEGASA      | 25554.83         |
| 8            | 16                   | MEGASA      | 25554.83         |
| <b>Total</b> | <b>128</b>           |             | <b>204778.64</b> |

**Tableau 5 : Poids des 128 billettes étudiées**

### ✚ Paramètres de laminage :

| Fournisseur | Température de laminage (°C) | Temps de séjour (min) | Vitesse de laminage (m/s) | Cadence (T/h) |
|-------------|------------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------|
| MEGASA      | 1195                         | 135(2h)               | 24                        | 95            |

Tableau 6 : Paramètres de laminage

### ✚ Résultats du suivi :

Le tonnage du (produit fini +Ligatures) (voir annexe 4)

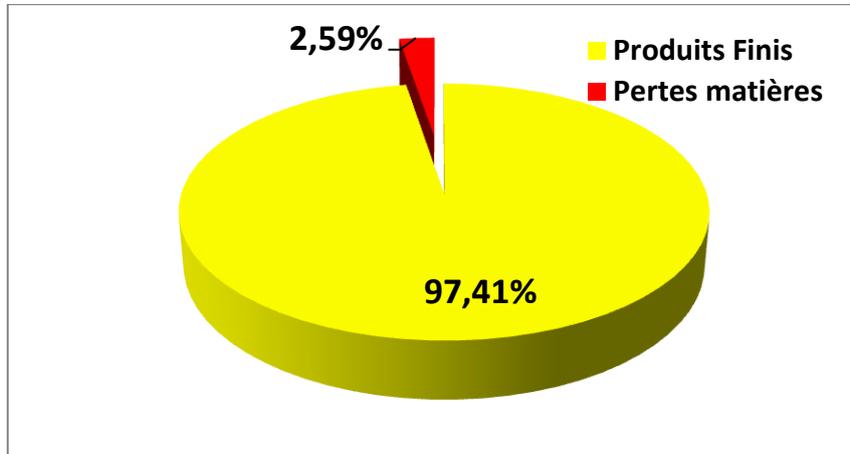
|                                 | Poids (en Kg) |
|---------------------------------|---------------|
| <b>Billettes</b>                | 204778.64     |
| <b>Produit fini + Ligatures</b> | 199680        |
| <b>Produit fini (net)</b>       | 199474.36     |
| <b>Ligatures</b>                | 205,632       |

Tableau 7 : Poids des billettes étudiées et des 102 fardeaux produits

Le tableau 8 récapitule le tonnage ainsi que le taux de chaque type des pertes matières :

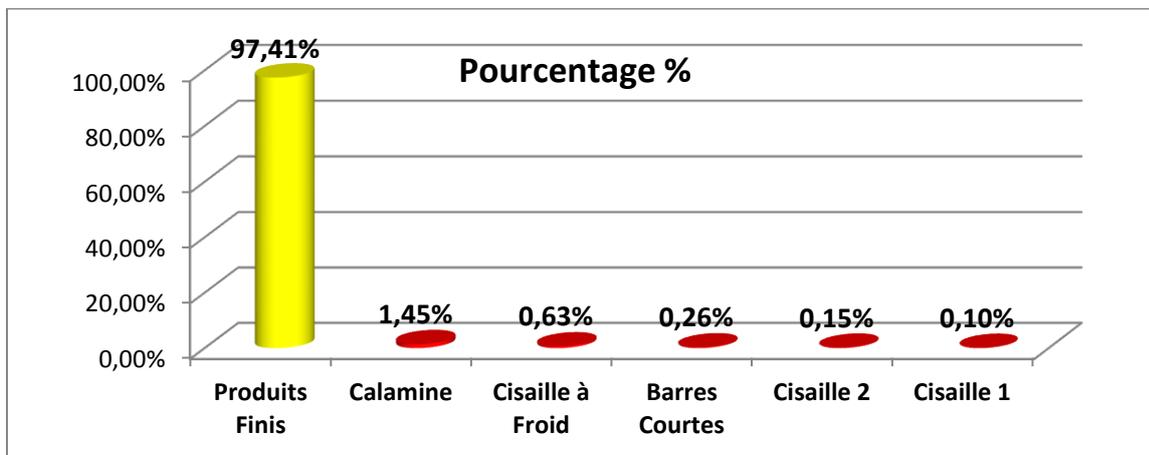
|                         | Tonnage (kg) | Taux% |
|-------------------------|--------------|-------|
| <b>Calamine</b>         | 2972.28      | 1.45  |
| <b>Cisaille 1</b>       | 200          | 0.10  |
| <b>Cisaille 2</b>       | 300          | 0.15  |
| <b>Cisaille à froid</b> | 1300         | 0.63  |
| <b>Barre courte</b>     | 532          | 0.26  |
| <b>Total de chutes</b>  |              | 2.59  |

Tableau 8 : Poids des chutes de la production



**Figure 25 : Pertes matières et production**

La figure 25 présente un taux des pertes matières de l'ordre de 2.59% avec une production de l'ordre de 97.41%.



**Figure 26 : Diagramme donnant les pourcentages de la production et chaque perte matière**

L'histogramme présenté à la Figure 26 récapitule le pourcentage de produit fini et chaque type des pertes matières causant la diminution de rendement matière lors de la production des ronds à béton du diamètre 10 mm .

### 1.4.3 Résultat du test Diamètre 14

Nous avons mesuré les poids des 128 billettes et les résultats dans le tableau 9

| N° camion    | Nombre des billettes | Fournisseur | Poids (Kg)    |
|--------------|----------------------|-------------|---------------|
| 1            | 16                   | SONASID     | 25507.75      |
| 2            | 16                   | SONASID     | 25357.75      |
| 3            | 16                   | SONASID     | 250557.75     |
| 4            | 16                   | SONASID     | 25157.75      |
| 5            | 16                   | SONASID     | 25257.75      |
| 6            | 16                   | SONASID     | 25357.75      |
| 7            | 16                   | SONASID     | 25657.75      |
| 8            | 16                   | SONASID     | 25507.75      |
| <b>Total</b> | <b>128</b>           |             | <b>202862</b> |

Tableau 9 : poids des 128 billettes

 Paramètres de laminage :

| Fournisseur | Température de laminage (°C) | Temps de séjour (min) | Vitesse de laminage (m/s) | Cadence (T/h) |
|-------------|------------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------|
| SONASID     | 1200                         | 120 (2h)              | 13.107                    | 96            |

Tableau 10 : Paramètres de laminage

 Résultats du suivi :

Le Tonnage du (produit Fini +Ligatures) (voir annexe 5)

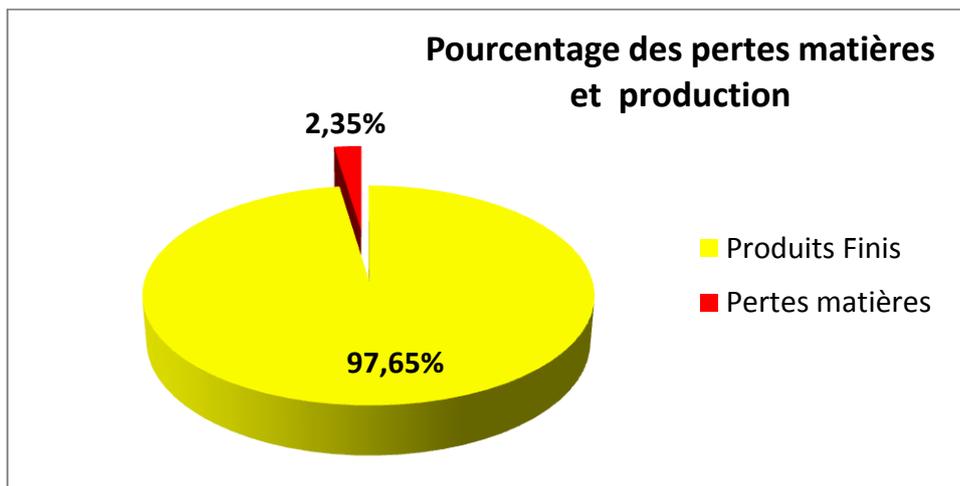
|                                 | Poids (en Kg)     |
|---------------------------------|-------------------|
| <b>Billettes</b>                | <b>202862</b>     |
| <b>Produit fini + Ligatures</b> | <b>198300</b>     |
| <b>Produit fini (net)</b>       | <b>198094.368</b> |
| <b>Ligatures</b>                | <b>205.632</b>    |

Tableau 11 : Poids des billettes étudiées et des 102 fardeaux produits

Le tableau 12 récapitule le tonnage ainsi que le taux de chaque type des pertes matières :

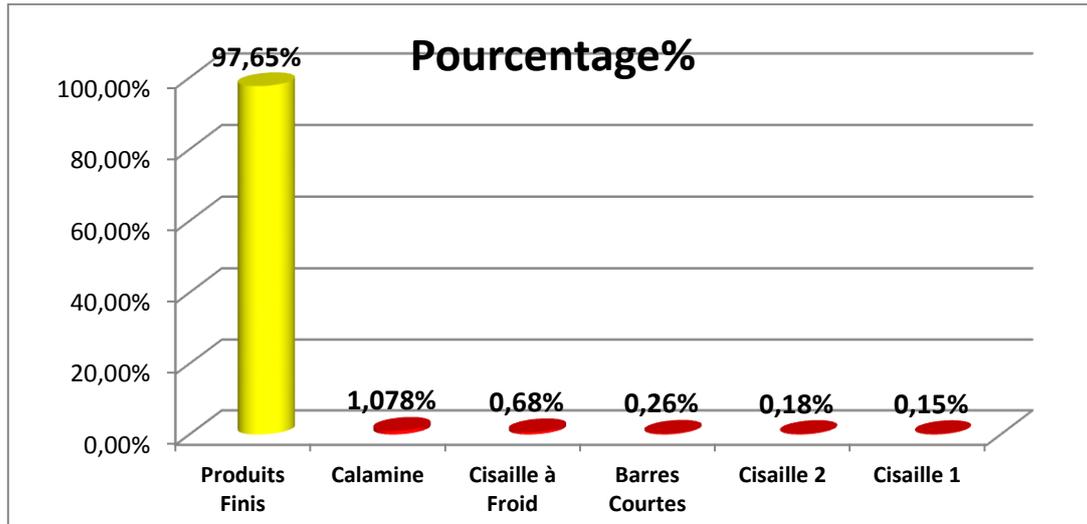
|                         | <b>Tonnage (kg)</b>    | <b>Taux%</b> |
|-------------------------|------------------------|--------------|
| <b>Calamine</b>         | 2187.63                | 1.078        |
| <b>Cisaille 1</b>       | 300                    | 0.15         |
| <b>Cisaille 2</b>       | 360                    | 0.18         |
| <b>Cisaille à froid</b> | 1380                   | 0.68         |
| <b>Barres courtes</b>   | 540                    | 0.26         |
|                         | <b>Total de chutes</b> | <b>2.35</b>  |

**Tableau 12 : poids des chutes de la production**



**Figure 27 : Pertes matières et production**

La figure 27 présente un taux des pertes matières de l'ordre de 2.35% avec une production de l'ordre de 97.65%.



**Figure 28 : Diagramme donnant les pourcentages de la production et chaque perte matière.**

L'historgramme présenté à la Figure 28 récapitule le pourcentage de produits finis et chaque type de perte matière causant la diminution de rendement matière lors de la production des ronds à béton du diamètre 14.

## 2 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons identifié le problème, et définir chaque perte matière, nous enchaînerons par une analyse des causes de ces pertes, nous analyserons ses origines afin de pouvoir nous inspirer pour générer des solutions

### 1 Introduction

Après avoir identifié le problème, et suite à l'analyse des différents éléments et model de notre projet défini précédemment, nous allons présenter dans ce chapitre, le traitement de chaque perte matière afin de prévoir et proposer des solutions pertinentes.

### 2 Calamine

Les résultats des tests de rendement matière montrent que le pourcentage de la calamine est élevé, et donc il est important de faire une étude sur cette perte afin de savoir les causes principales de cette augmentation.

#### 2.1 Définition et origine

En métallurgie, la calamine est un mélange d'oxydes de fer qui se dépose en croûte sur les pièces en fer, en acier ou en fonte lorsqu'elles sont chauffées à une température supérieure à 575 °c. On y distingue généralement trois couches : la première couche extérieure, la plus oxydée, est constituée d'hématite pure ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), la couche intermédiaire est formée de magnétite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), et la plus épaisse, en contact avec le fer, contient essentiellement de la wustite ( $\text{FeO}$ ).[5]



Figure 29 : Perte matière calamine

#### 2.2 Analyse des causes de formation de calamine sur les billettes dans le four

Nous avons fait une recherche sur tous les causes possibles qui sont en relation avec la Formation de la calamine dans le four. Le Diagramme de Causes à Effet Ou Diagramme d'Ishikawa nous permet d'identifier ces causes et donc de déterminer les moyens pour y remédier.

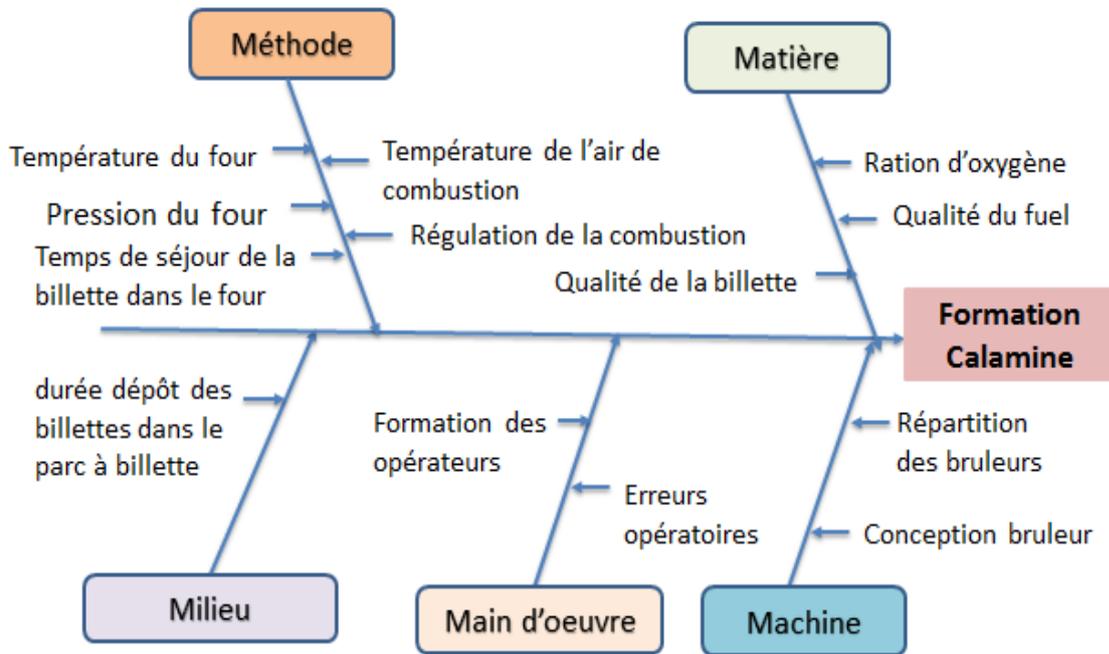


Figure 30 : méthode Ishikawa pour la formation de la calamine

Suite à la collecte des causes de la formation de calamine, on a préparé un formulaire contenant tous ces motifs qui seront attribué d'une note de la part des opérateurs selon la cause qui leur semble la responsable majeure de la formation de calamine

Le tableau suivant contient la notation de la gravité de causes identifiées par les 5 M.

| Notation | Gravité     |
|----------|-------------|
| 5        | Très élevé  |
| 4        | Elevé       |
| 3        | Modéré      |
| 2        | Faible      |
| 1        | Très faible |

Tableau 13 : Notation de la gravité des causes de la formation calamine

Les différentes notations des opérateurs ont été récapitulées dans le tableau suivant :

| Causes |   | Poste 1 |      | Poste 2 |      | Poste 3 |      | Poste 4 |      | Poste 5 |      | Poste 6 |      | Poste 7 |      | Poste 8 |      | Poste 9 |      | Total     |
|--------|---|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|-----------|
|        |   | Op 1    | Op 2 |           |
| C1     | Qualité de la billette                            | 1       | 3    | 2       | 1    | 3       | 3    | 1       | 1    | 4       | 4    | 5       | 3    | 2       | 1    | 4       | 4    | 3       | 2    | <b>47</b> |
| C2     | Temps de séjour de la billette dans le four       | 4       | 5    | 3       | 4    | 5       | 5    | 5       | 3    | 4       | 4    | 5       | 5    | 4       | 5    | 4       | 4    | 5       | 4    | <b>78</b> |
| C3     | Ration d'oxygène                                  | 3       | 3    | 4       | 4    | 3       | 4    | 4       | 5    | 3       | 4    | 3       | 4    | 4       | 5    | 4       | 4    | 3       | 3    | <b>67</b> |
| C4     | Température du four                               | 3       | 4    | 4       | 4    | 4       | 4    | 3       | 3    | 4       | 4    | 4       | 3    | 4       | 5    | 4       | 5    | 4       | 4    | <b>70</b> |
| C5     | Erreurs opératoires                               | 1       | 1    | 1       | 1    | 2       | 1    | 1       | 1    | 1       | 2    | 1       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | <b>20</b> |
| C6     | Formation des opérateurs                          | 2       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | 1       | 2    | 1       | 2    | <b>21</b> |
| C7     | Régulation de la combustion                       | 1       | 2    | 1       | 2    | 2       | 1    | 2       | 1    | 1       | 2    | 1       | 1    | 2       | 1    | 1       | 2    | 1       | 1    | <b>25</b> |
| C8     | Durée dépôt des billettes dans le parc à billette | 2       | 1    | 3       | 1    | 1       | 1    | 2       | 1    | 1       | 1    | 2       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | 2       | 1    | <b>24</b> |
| C9     | Répartition des bruleurs                          | 2       | 1    | 2       | 3    | 1       | 2    | 1       | 2    | 1       | 1    | 2       | 1    | 1       | 3    | 1       | 1    | 1       | 1    | <b>27</b> |
| C10    | Qualité du fuel                                   | 2       | 3    | 2       | 1    | 2       | 3    | 1       | 1    | 2       | 3    | 2       | 1    | 1       | 1    | 2       | 1    | 1       | 2    | <b>31</b> |
| C11    | Pression du four                                  | 2       | 2    | 3       | 2    | 1       | 1    | 2       | 3    | 2       | 1    | 3       | 2    | 2       | 1    | 1       | 2    | 1       | 2    | <b>32</b> |
| C12    | Conception bruleur                                | 2       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | 2       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | <b>20</b> |
| C13    | Température de l'air de combustion                | 2       | 2    | 1       | 2    | 1       | 2    | 2       | 1    | 2       | 1    | 1       | 2    | 1       | 2    | 1       | 2    | 1       | 2    | <b>28</b> |

Tableau 14 : Notations des opérateurs aux différentes causes de la formation du calamine

Dans le but d'identifier les causes prioritaires, on a calculé le cumul en pourcentage.

| Causes       | Notation de la gravité | Pourcentage % | Cumul % |
|--------------|------------------------|---------------|---------|
| C2           | 78                     | 16,25%        | 16,25%  |
| C4           | 70                     | 14,58%        | 30,83%  |
| C3           | 67                     | 13,95%        | 44,79%  |
| C1           | 37                     | 7,70%         | 52,50%  |
| C11          | 32                     | 6,66%         | 59,17%  |
| C10          | 31                     | 6,45%         | 65,63%  |
| C13          | 28                     | 5,83%         | 71,46%  |
| C9           | 27                     | 5,62%         | 77,08%  |
| C7           | 25                     | 5,20%         | 82,29%  |
| C8           | 24                     | 5%            | 87,29%  |
| C6           | 21                     | 4,37%         | 91,67%  |
| C12          | 20                     | 4,16%         | 95,83%  |
| C5           | 20                     | 4,16%         | 100,00% |
| <b>Total</b> | <b>480</b>             | <b>100%</b>   |         |

Tableau 15 : classification des notations des opérateurs par ordre décroissant

Ainsi ces données ont été interprétées sous forme de diagramme Pareto (figure 31) dans le but d'identifier les causes majeures.

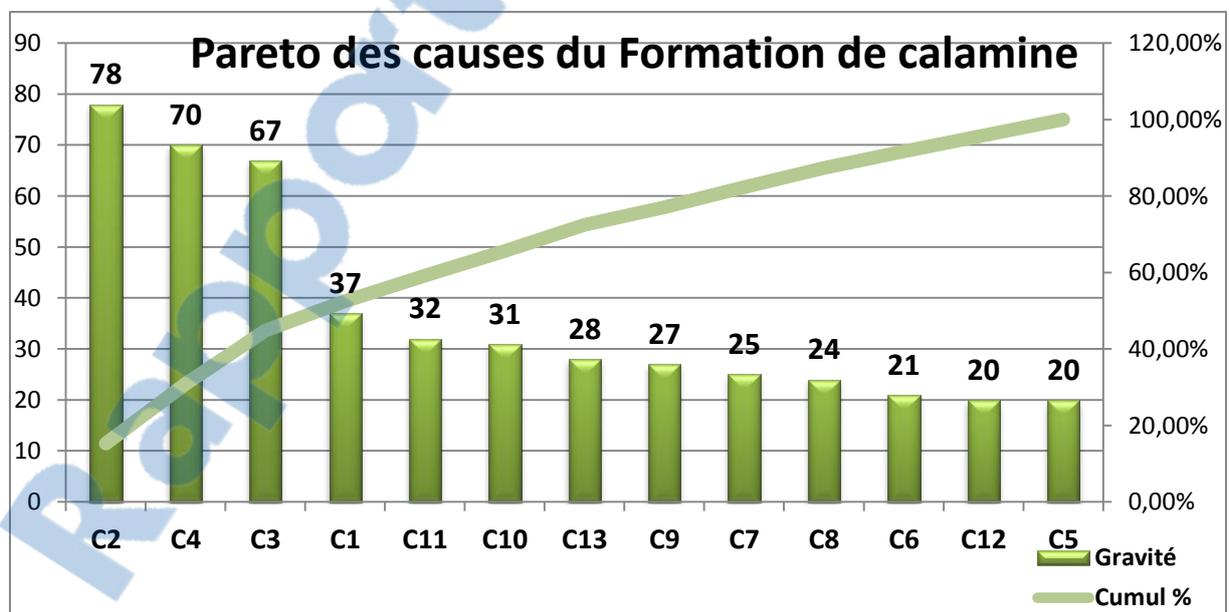


Figure 31 : Diagramme Pareto de la répartition des causes de la formation calamine

D'après ce diagramme on remarque que la loi Pareto n'est pas vraiment vérifiée, les trois premières causes C2, C4, et C3 présentent les gravités les plus élevées par rapport aux autres causes qui ont la même importance avec un écart faible entre eux.

On conclut que le temps de séjour de la billette, le taux d'oxygène et la température dans le four sont les causes les plus prioritaires pour la formation de la calamine.

### 2.3 Evolution du taux de calamine en fonction des paramètres du four

Afin d'étudier de près l'évolution du taux de la calamine, on va procéder par un test qui va mettre en évidence l'influence du temps de séjour ainsi que la température et le taux d'oxygène pour dévoiler par la suite le paramètre le plus concerné par le phénomène.

#### 2.3.1 Méthodologie du travail

Le but de ce test est de réaliser une synthèse limitée des connaissances acquises sur la formation de la calamine pendant le chauffage des billettes et d'étudier l'influence des paramètres à savoir :

- Le temps de séjour de la billette
- La température
- Le taux d'oxygène

#### Déroulement de suivi :

- 1) Préparation des échantillons
- 2) Pesage de chaque échantillon.
- 3) Enfournement des barres.
- 4) Récupération des barres après enfournement.
- 5) Après refroidissement, décalaminage et pesage des barres.

### 2.3.2 Essai 1 : Le taux de la calamine en fonction du temps de séjour

Selon la disponibilité ,3 échantillons feront l'objet du test, il s'agit des barres issus des morceaux sont légèrement différents, les trois barres seront injectées dans la zone de maintien du four, chacune va séjourner pendant une période bien définis.



Figure 33 : Préparation des échantillons



Figure 32 : Récupération des barres après Enfournement

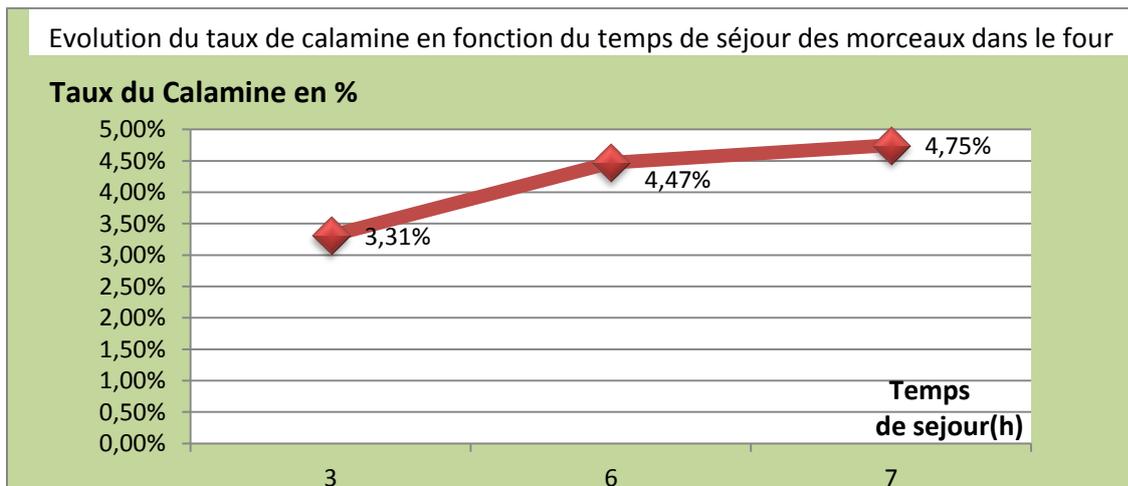


Figure 34 : Après Enfournement, Décalaminage et pesage des barres

#### ✚ Résultat de l'essai :

|                                 | Echantillon 1 | Echantillon 2 | Echantillon 3 |
|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Masse initiale (kg)             | 9.781         | 10.923        | 10.518        |
| Masse final (Kg)                | 9.457         | 10.434        | 10.018        |
| Longueur (m)                    | 5.0           | 5.6           | 5.4           |
| Temps de séjour (h)             | 3             | 6             | 7             |
| Température d'enfournement (°C) | 1165          | 1165          | 1165          |
| Taux d'oxygène (%)              | 2%            | 2%            | 2%            |
| Masse de calamine (Kg)          | 0.324         | 0.489         | 0.5           |
| Taux de calamine en %           | 3.31%         | 4.47%         | 4.75%         |

Tableau 16 : Evolution du taux de calamine en fonction du temps de séjour dans le Four



**Figure 35 : Graphe illustrant l'évolution du taux de calamine en fonction du temps de séjour des morceaux au four**

Dans la zone de maintien où la température est 1165 °c et le taux d'oxygène 2%. On constate, pour une durée de séjour (3h) le taux de calamine vaut 3.31%, ainsi pour une durée de séjour (6h) le taux de calamine vaut 4.47%, et un taux de calamine de l'ordre de 4.75% pour une durée (7h).

D'après cet essai on constate que le taux de calamine augmente en fonction de temps de séjour de la billette dans le four.

### 2.3.3 Essai 2 : Le taux de la calamine en fonction de la température.

Selon la disponibilité ,3 échantillons feront l'objet du test. Il s'agit des barres issues des morceaux qui sont légèrement différents, une barre sera injectée dans la zone de maintien du four, le deuxième sera injecté dans la zone de préchauffage et la troisième dans la zone de chauffage, les trois vont séjourner pendant la même période dans le four.

#### Résultat de l'essai :

|                                 | Echantillon 1<br>(Zone maintien) | Echantillon 2<br>(Zone Préchauffage) | Echantillon 3<br>(Zone chauffage) |
|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Masse initiale (kg)             | 10.448                           | 5.5372                               | 4.7498                            |
| Masse final (Kg)                | 10.08                            | 5.4                                  | 4.7                               |
| Longueur (m)                    | 5.5                              | 3                                    | 2.6                               |
| Temps de séjour (h)             | 3                                | 3                                    | 3                                 |
| Température d'enfournement (°C) | 1190                             | 1050                                 | 990                               |
| Taux d'oxygène (%)              | 2%                               | 2%                                   | 2%                                |
| Taux de calamine en masse (Kg)  | 0.368                            | 0.1372                               | 0.0498                            |
| Taux de calamine en %           | 3.52%                            | 2.47%                                | 1.048%                            |

**Tableau 17 : Evolution du taux de calamine en fonction de la température dans le four**

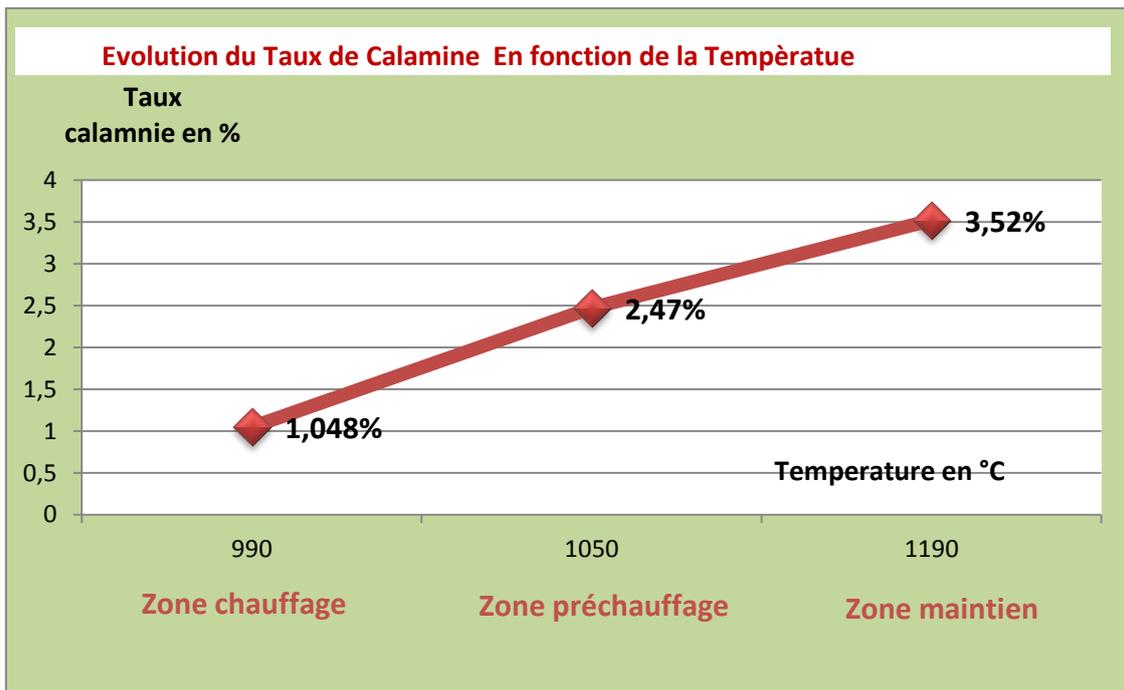


Figure 36 : Graphe illustrant l'évolution du taux de calamine en fonction de la température dans les trois zones du four

Durant un temps de séjour (3 heure), un taux d'oxygène (2%), On constate qu'au niveau de la zone de maintien, le taux de calamine vaut 3.52%, au niveau de la zone de préchauffage le taux de calamine vaut 2.47%, et un taux de calamine de l'ordre de 1.048% dans la zone de chauffage.

D'après cet essai on constate que le taux de calamine augmente proportionnellement avec la température.

#### Interprétation :

La formation de la calamine varie selon la température de chaque zone du four, ce qui est normale pour que le produit puisse atteindre la température de laminage. Le taux d'oxygène mesuré dans le four varie entre 1.4% et 2%, et la norme exige que le taux d'oxygène ne doit pas dépasser 4% donc on peut pas agir sur ce paramètre tant qu'il ne dépasse pas la norme. Donc on constate que le temps de séjour vient en premier lieu comme facteur favorisant l'augmentation du taux de calamine, il faut chercher par la suite les causes principales influençant sur ce facteur, afin de trouver des solutions pertinentes pour minimiser son taux.

### 3 Les cisailles 1 et 2

Nous avons déjà cité dans le processus de fabrication que les cisailles 1 et 2 permettant l'éboutage automatique des têtes et queues des billettes, la première cisaille coupe le bout avant tant que la deuxième coupe en plus de ce dernier le bout arrière ce qui provoque des pertes importantes de la matière première à la sortie de chaque cisaille.



Figure 37 : Pertes cisaille 1 et 2

Afin de dévoiler les facteurs qui provoquent les pertes matières de la cisaille 1 et 2 nous avons effectué des tests sur la longueur cisillée pour chaque cisaille.

Nous avons réalisé le test pour un échantillon de 25 billettes, la consigne donnée par l'opérateur est de 14 cm.

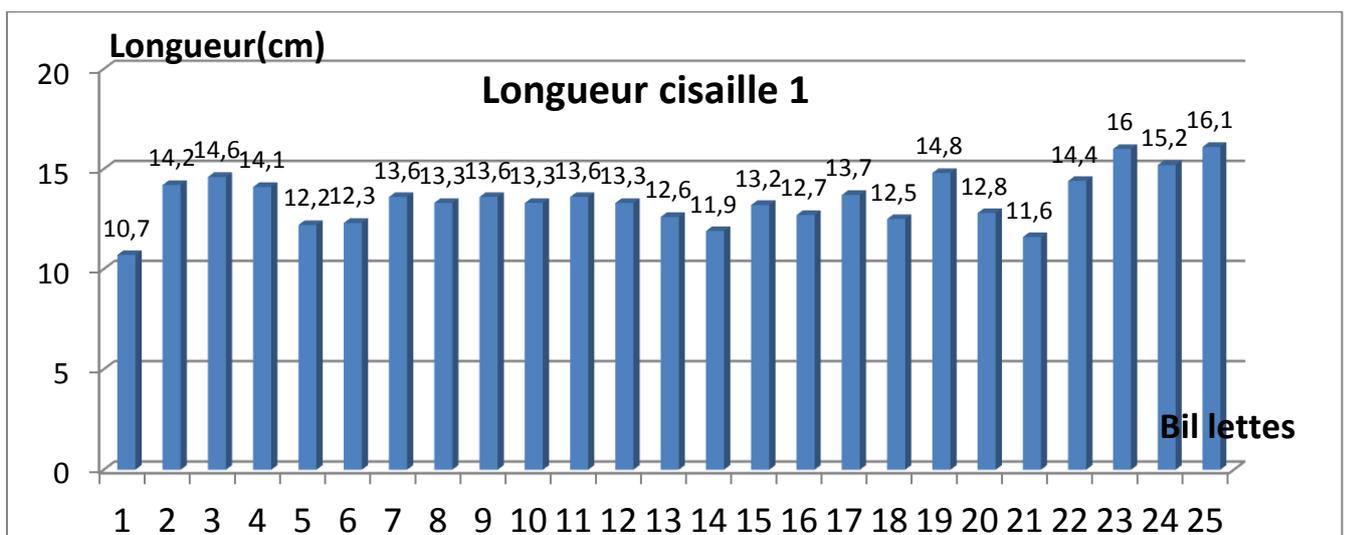


Figure 38 : Evaluation des coupes de la cisaille 1

La figure 38 illustre les coupes d'optimisation de la cisaille 1 (bout avant de la billette), donc d'après le graphe on peut remarquer qu'il y a une différence entre la consigne donnée par l'opérateur et la longueur cisailée en plus une différence entre les longueurs coupées.

Nous avons réalisé le test pour un échantillon de 19 billettes la consigne donnée par l'opérateur est de 24 cm le résultat est dans la figure 39.

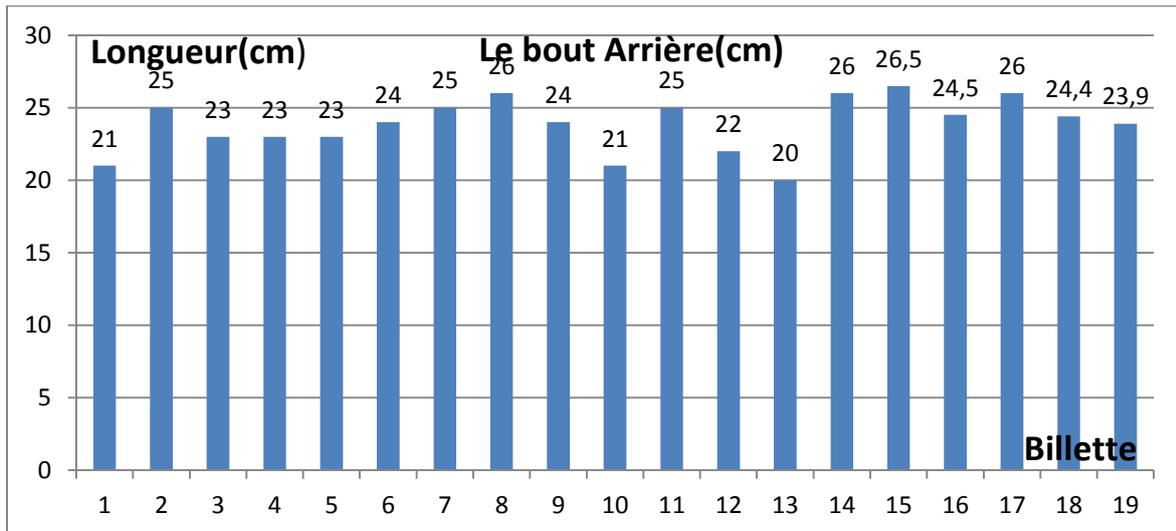


Figure 39 : Evaluation des coupes de la cisaille 2(bout arrière de la billette)

De même pour le bout avant, Nous avons réalisé le test pour un échantillon de 19 billettes, la consigne donnée par l'opérateur est 24 cm le résultat est dans la figure 40.

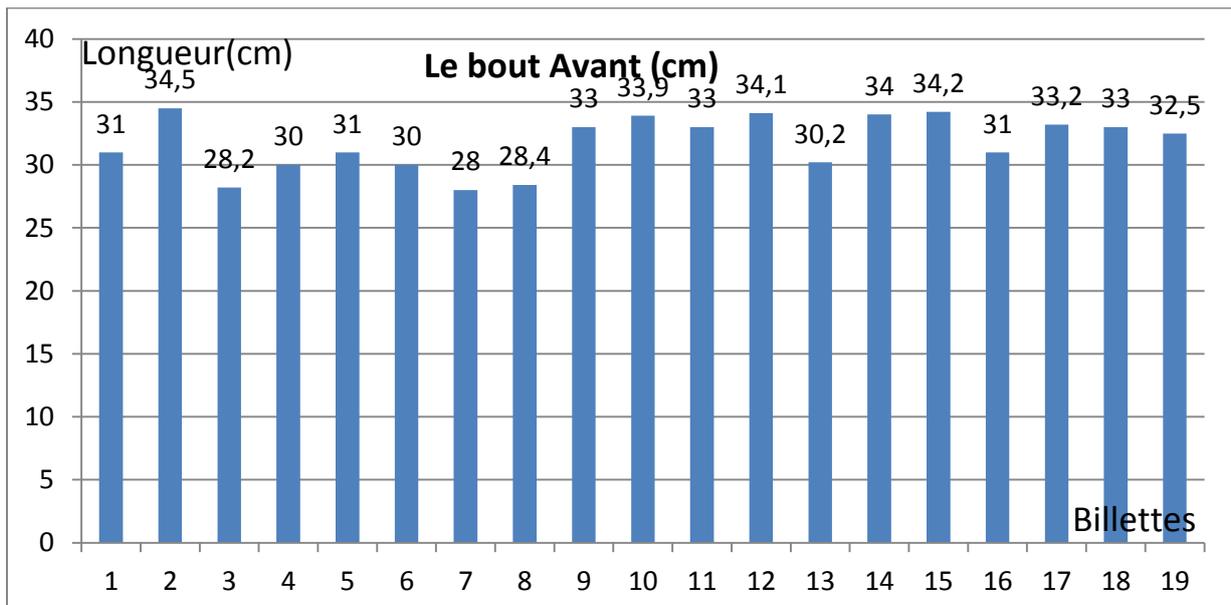


Figure 40 : Evaluation des coupes de la cisaille 2(bout avant de la billette)

Les deux figures 39 ,40 illustrent les coupes d'optimisation de la cisaille 2 (bout avant et arrière de la billette), donc d'après les graphes on peut remarquer qu'il y a une différence entre la consigne donnée par l'opérateur et la longueur cisailée en plus une différence entre les longueurs coupées.

D'après ces tests on peut constater que les pertes de la cisaille 1 et 2 sont dues à plusieurs Facteurs entre autres :

- ✚ **Les valeurs paramétrées par l'opérateur (la différence entre les valeurs paramétrées par chaque opérateur)**
- ✚ **La différence entre la valeur paramétrée et la valeur cisailée dû au :**
  - ✓ **Usure des cylindres**
  - ✓ **Variation des gaps.**
  - ✓ **Longueur initiale de la billette.**
- ✚ **Absence de standard pour la coupe cisaille 1 et 2 en fonction de chaque diamètre**

#### 4 Cisaille à froid et barres courtes

La figure 41 présente les pertes cisaille à froid et barres courtes.



**Figure 41 : Les pertes cisaille à froid et barres courtes**

Afin de connaître le facteur qui influence sur ces pertes matières, il s'avère nécessaire d'effectuer des tests sur la longueur de la coupe.

#### 4.1 Tests sur la longueur normale

Comme nous avons déjà cité dans le processus de fabrication les cisailles 3 et 4 permettant de découper à froid la longue barre produite par la billette en plusieurs barres de 60 m.

Nous avons réalisé des tests de longueur sur les diamètres (10,16,32) afin de comparer la consigne paramétrée dans le système et la longueur cisillée et voilà le résultat du suivi :

##### Diamètre 10 :

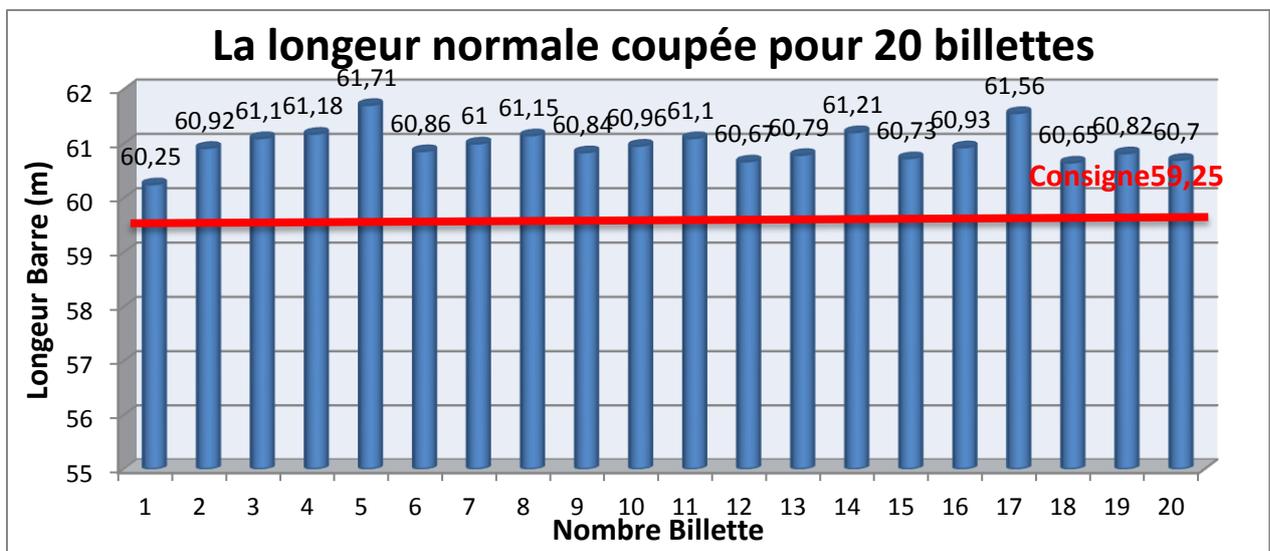


Figure 42 : Diagramme de la longueur normale coupée pour 20 billettes du diamètre 10

##### Diamètre 16 :

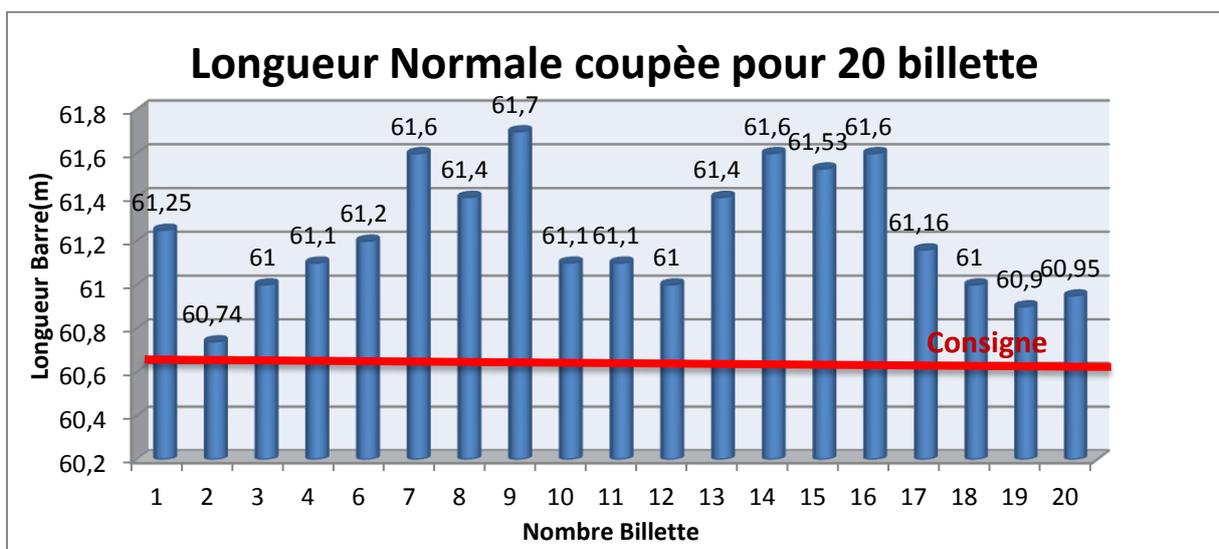
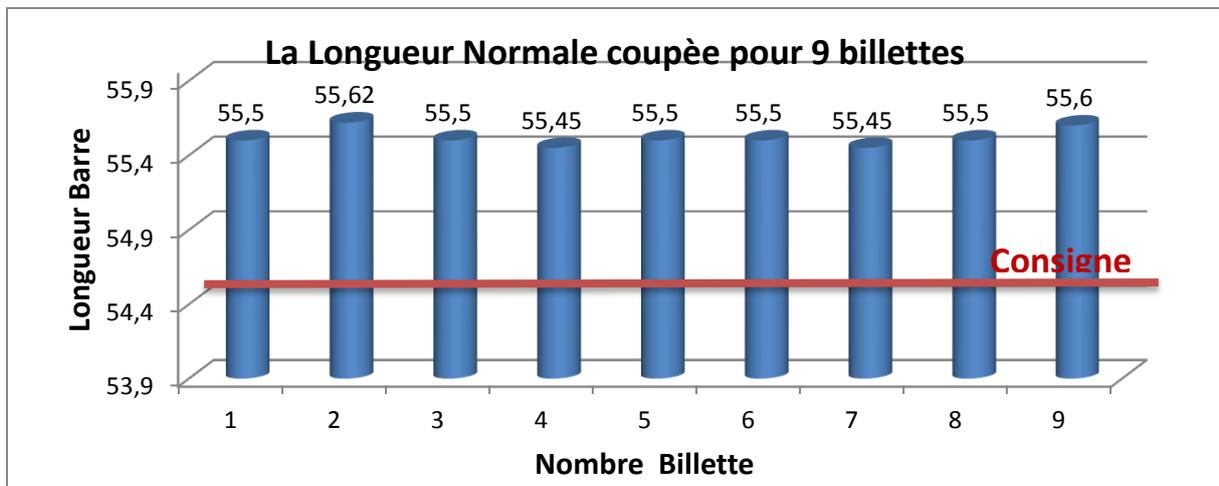


Figure 43 : Diagramme de la longueur normale coupée pour 20 billettes du diamètre 16

 Diamètre 32 :



**Figure 44 : Diagramme de la longueur normale coupée pour 9 billettes du diamètre 32**

D'après ces tests des figure (42, 43 ,44), nous constatons qu'il y a une grande différence entre la longueur paramétrée et la longueur cisailée.

On conclut que le facteur majeur qui influence sur l'augmentation de ces pertes est la différence entre la consigne donnée par l'opérateur du système et la longueur cisailée. Donc il faut chercher les causes de cette différence.

Voilà un diagramme Ishikawa qui permet d'identifier tous les causes qui peuvent provoquer cet effet :

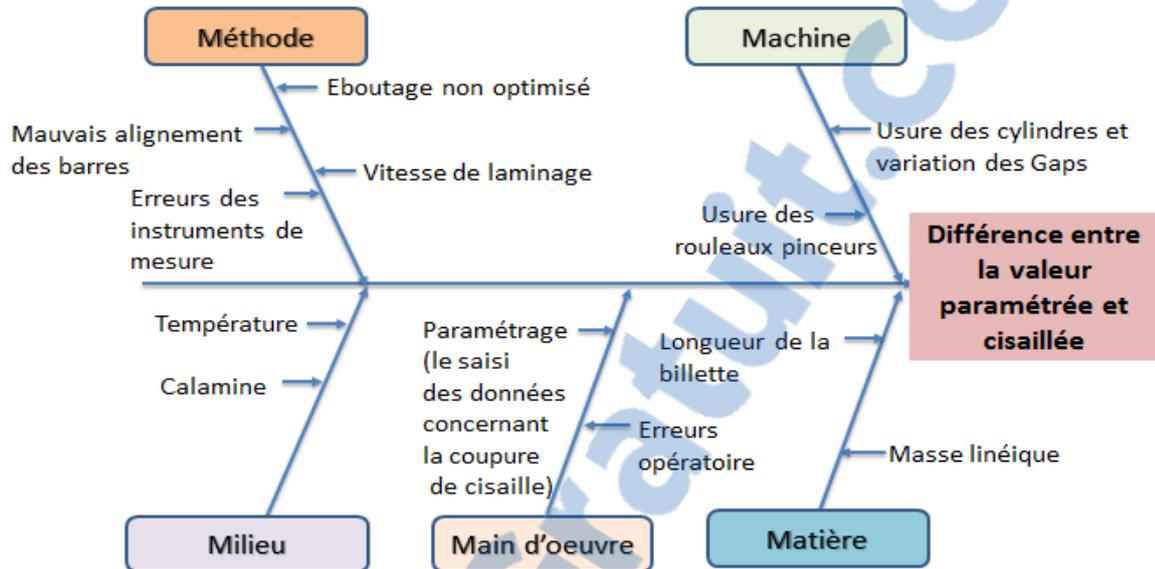


Figure 45 : Méthode Ishikawa pour Les pertes de la cisaille à froid et barres courtes

Et voilà le formulaire contenant tous ces motifs qui seront attribué d'une note de la part des opérateurs selon la cause qui leur semble responsable majeure de la différence entre valeur paramétré et cisailé

Les différentes notations des opérateurs ont été récapitulées dans le tableau suivant :

### Chapitre 3 : Analyse, Recherche et classification des causes

| Causes |   | Poste 1 |      | Poste 2 |      | Poste 3 |      | Poste 4 |      | Poste 5 |      | Poste 6 |      | Poste 7 |      | Poste 8 |      | Poste 9 |      | Total     |
|--------|---|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|-----------|
|        |   | Op 1    | Op 2 |           |
| C1     | Usure des cylindres et variation des Gaps | 1       | 3    | 2       | 1    | 3       | 2    | 1       | 1    | 3       | 4    | 1       | 3    | 2       | 1    | 1       | 2    | 3       | 2    | <b>36</b> |
| C2     | Usure des rouleaux pinceurs               | 3       | 1    | 2       | 1    | 1       | 4    | 3       | 3    | 3       | 2    | 1       | 1    | 2       | 3    | 1       | 2    | 2       | 3    | <b>38</b> |
| C3     | Masse linéique                            | 2       | 2    | 2       | 2    | 2       | 2    | 2       | 2    | 2       | 2    | 2       | 2    | 2       | 2    | 1       | 2    | 2       | 2    | <b>35</b> |
| C4     | Longueur de la billette                   | 3       | 2    | 1       | 3    | 1       | 3    | 1       | 2    | 1       | 1    | 1       | 1    | 2       | 1    | 3       | 1    | 2       | 1    | <b>30</b> |
| C5     | Erreurs des instruments de mesure         | 1       | 1    | 2       | 1    | 2       | 1    | 1       | 1    | 1       | 2    | 1       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | <b>21</b> |
| C6     | Erreurs opératoires                       | 3       | 2    | 1       | 1    | 1       | 4    | 3       | 3    | 3       | 2    | 3       | 2    | 1       | 3    | 1       | 2    | 2       | 3    | <b>18</b> |
| C7     | Paramétrage                               | 1       | 2    | 1       | 2    | 2       | 1    | 2       | 1    | 1       | 2    | 1       | 1    | 2       | 1    | 1       | 2    | 1       | 1    | <b>40</b> |
| C8     | Température                               | 1       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | 2       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | 2       | 1    | <b>20</b> |
| C9     | Calamine                                  | 1       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | 1       | 2    | 1       | 1    | 2       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | 2       | 1    | <b>21</b> |
| C10    | Vitesse de laminage                       | 5       | 5    | 4       | 5    | 5       | 5    | 5       | 4    | 5       | 5    | 5       | 5    | 5       | 5    | 4       | 5    | 5       | 4    | <b>86</b> |
| C11    | Eboutage non optimisé                     | 1       | 2    | 2       | 2    | 1       | 1    | 2       | 3    | 2       | 1    | 3       | 2    | 2       | 1    | 1       | 2    | 1       | 2    | <b>30</b> |
| C12    | Mauvais alignement des barres             | 2       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | 2       | 1    | 1       | 1    | 1       | 1    | <b>21</b> |

Tableau 18 : Notations des opérateurs aux différentes causes de la différence entre la valeur paramétrée et la valeur cisailée

Dans le but d'identifier les causes prioritaires, on a calculé le cumul en pourcentage.

| Causes       | Notation de la gravité | Pourcentage % | Cumul % |
|--------------|------------------------|---------------|---------|
| C10          | 86                     | 21.71%        | 21.71%  |
| C7           | 40                     | 10.10%        | 31.81%  |
| C2           | 38                     | 9.59%         | 41.41%  |
| C1           | 36                     | 9.09%         | 50.50%  |
| C3           | 35                     | 8.83%         | 56.34%  |
| C4           | 30                     | 7.57%         | 65.91%  |
| C11          | 30                     | 7.57%         | 74.49%  |
| C5           | 21                     | 5.30%         | 74.79%  |
| C9           | 21                     | 5,30%         | 85.10%  |
| C12          | 21                     | 5.30%         | 90.40%  |
| C8           | 20                     | 5.05%         | 95,45%  |
| C6           | 18                     | 4.54%         | 100%    |
| <b>Total</b> | <b>396</b>             | <b>100%</b>   |         |

Tableau 19 : Classification des notations des opérateurs par ordre décroissant

Ainsi ces données ont été interprétées sous forme de diagramme Pareto (figure 46) dans le but d'identifier les causes majeures.

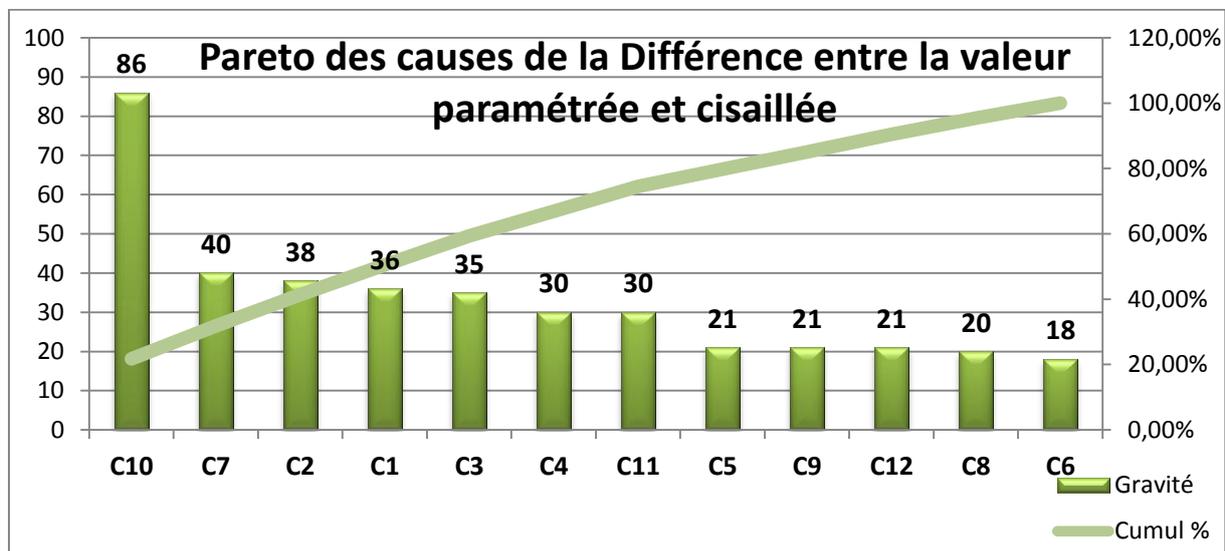


Figure 46 : Diagramme Pareto de la répartition des causes de la différence entre la valeur paramétrée et cisailée

D'après ce diagramme on remarque que la loi Pareto n'est pas vraiment vérifiée, la première cause C10 présente la gravité la plus élevée par rapport aux autres causes qui ont la même importance avec un écart faible entre eux.

On conclut que la vitesse de laminage est la cause la plus prioritaire pour les pertes cisaille à froid et barres courtes.

#### 4.2 Principe de la cage

L'opération de laminage à chaud consiste à réduire la section des billettes portées à une température donnée en les faisant passer à travers une série de cage, chaque cage est équipé de :

- ✓ Un moteur à courant continu.
- ✓ Un réducteur de vitesse.
- ✓ Deux cylindres munis de cannelures identique formant une section prédéterminée et tournant en sens inverse.

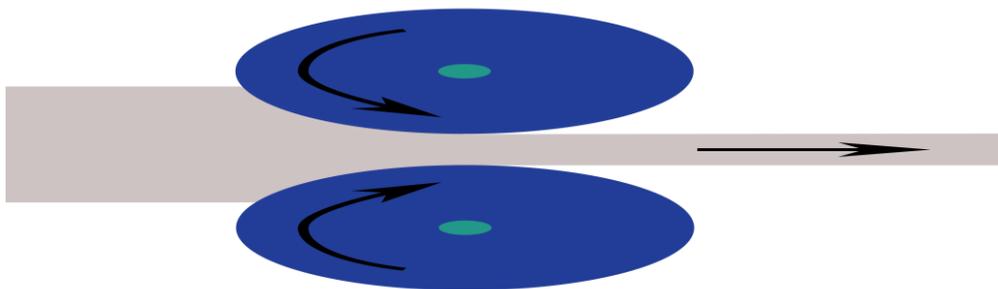


Figure 47 : Principe du laminage

Sur chacun de ces cylindres sont usinées des cannelures identiques. Une paire des cannelures des deux cylindres forme la section de la barre (ou produit) appelée passe de la cage. La passe est définie par sa section, sa hauteur, sa largeur, son profil (ovale, ronde, losange ....) et le parting ou gap (ou en français l'interstice : jeu entre les deux cylindres).

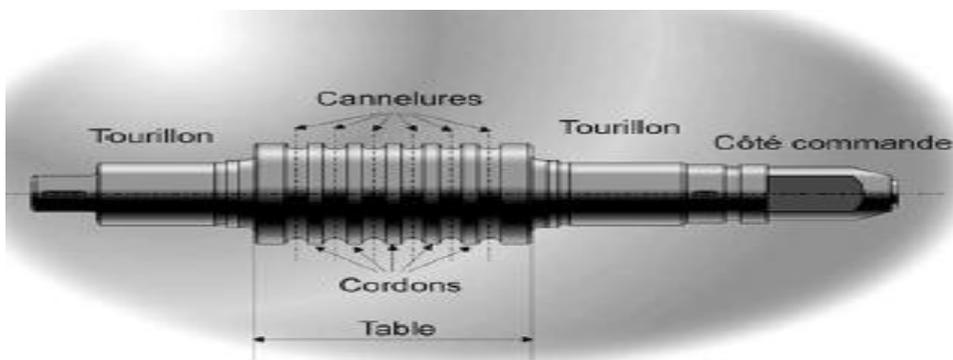


Figure 48 : Les composants du cylindre de la cage

Le tableau qui récapitule les différents types de passes utilisées dans notre procédure de fabrication [6] (voir annexe 6)

### 4.3 Diamètre de travail

Cette partie consacrée au diamètre de cylindre, ces cylindres sert à déterminer la vitesse linéaire du produit. Le diamètre de ces cylindres appeler diamètre de travail ou (effectif diameter)

La vitesse linéaire est donnée par l'équation suivante avec l'expression de chaque terme utilisé :

$$V_L = r * \omega$$

Avec

r : le rayon du cylindre

$\omega$  : la vitesse angulaire

On sait que  $\omega = \frac{2\pi * N_{cy}}{60}$  avec  $N_{cy} = \frac{N_m}{R}$

Avec

$N_{cy}$  : R.P.M du cylindre

$N_m$  : R.P.M du moteur

R : le rapport de réduction

Et donc :

$$V_L = \frac{r * 2\pi * N_m}{60 * R}$$

$$V_L = \frac{D_{eff} * \pi * N_m}{60 * R}$$

Équation 3 : Vitesse linéaire du produit

Avec :  $D_{eff} = k * D_{cy}$  avec  $D_{cy}$ : Diamètre du cylindre

K est le « Diameter ratio », ce dernier doit être supérieur à 1, ce coefficient est propre à l'entreprise. En utilisant ce coefficient pour que le diamètre effectif soit supérieur au diamètre réel du cylindre (si  $k > 1 \Rightarrow D_{eff} > D_{cy}$ ), pour garder une valeur fixe de la vitesse linéaire, il faut agir sur les deux paramètres (diamètre effectif et la R.P.M du moteur) donc pour ne pas avoir un déclenchement du moteur qui va conduire à un arrêt



Avec  $D_T$  : Le diamètre de travail **réel** (diamètre de passe).

$$\text{Et on sait que : } V_L = \frac{D_T * \pi * N_m}{60 * R}$$

• **Exemple de calcul : Ø8 cage 18**

La profondeur de la passe égale à 3 mm, et le diamètre du cylindre est de 339,5 mm

$$D_T = 339.5 - \frac{2*3}{3} = 337.5 \text{ mm}$$

Et on sait que :

$$V_L = \frac{D_T * \pi * N_m}{60 * R} \quad \text{Donc} \quad V_L = \frac{337.5 * \pi * 1251 * 10^{-3}}{60 * 1} = \mathbf{22.1 \text{ m/s}}$$

Ce qui est différent de la vitesse calculée par le système qui est de l'ordre de **23 m/s** .

Voilà un tableau récapitulatif des vitesses calculées (voir Annexe 7) :

| Diamètre (mm) | N° cage | Vitesse (système) m/s | Vitesse (réelle) m/s | Différence (m/s) |
|---------------|---------|-----------------------|----------------------|------------------|
| 8             | 18      | 23                    | 22.1                 | 0.9              |
| 10            | 18      | 24.001                | 23.06                | 0.944            |
| 12            | 16      | 17.502                | 17.104               | 0.398            |
| 14            | 16      | 13.107                | 12.457               | 0.65             |
| 16            | 16      | 17.501                | 16.80                | 0.701            |
| 20            | 14      | 12.004                | 11.34                | 0.664            |
| 25            | 12      | 7.558                 | 7.14                 | 0.418            |
| 32            | 10      | 5.001                 | 4.75                 | 0.251            |

**Tableau 20 : Calcul de la vitesse réelle pour chaque Diamètre.**

#### 4.5 L'impact du diamètre de travail sur la coupe de la cisaille

L'emplacement des rouleaux pinceurs après le système de refroidissement (Thermex) a pour objectif de guidage, de l'entraînement de la barre et de comptage de la longueur normale à découper par la cisaille à travers un coder fixé sur le moteur qui entraîne la rotation de ces rouleaux. La vitesse des rouleaux pinceurs est basé principalement sur la vitesse de la dernière cage et par conséquent la coupe de la cisaille sera influencée par ce problème.

## **5 Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons pu déterminer les causes racine des problèmes qui ont un impact sur le rendement matière, dans le chapitre suivant nous allons proposer des solutions pertinentes pour remédier au problème détecté dans les pertes matières.

### 1 Solution apportée pour la formation de la calamine

#### 1.1 Introduction

Après avoir inventorié les causes principales conduisant à la formation de la calamine et relativement à la grande influence du temps de séjour constaté au troisième chapitre. Il est nécessaire de minimiser le temps d'arrêts dans la ligne de production, parce que ceci entraîne un long séjournement des billettes dans le four et donc une perte au feu assez importante.

#### 1.2 Etude et analyse des types d'arrêts

##### 1.2.1 Suivi des arrêts

Afin d'améliorer la disponibilité de la ligne de production, il est impératif de déceler d'abord les causes de sa faiblesse pour cela une analyse du suivi d'arrêt fût effectuée. Le suivi d'arrêt réalisé s'étend sur 4 mois commençant par le mois de Novembre 2016 au mois de Février 2017. (Voir Annexe 8)

| Types Arrêts                    | Arrêt opératoire | Arrêt mécanique | Arrêt électrique | Arrêt outillage | Arrêt qualité | Autres arrêts |
|---------------------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|---------------|---------------|
| La durée (min)                  | 19090            | 4485            | 2330             | 210             | 65            | 2720          |
| Pourcentage du total des arrêts | 66,06%           | 15,52%          | 8,06%            | 0,73%           | 0,22%         | 9,41%         |

Tableau 21 : Répartition des arrêts

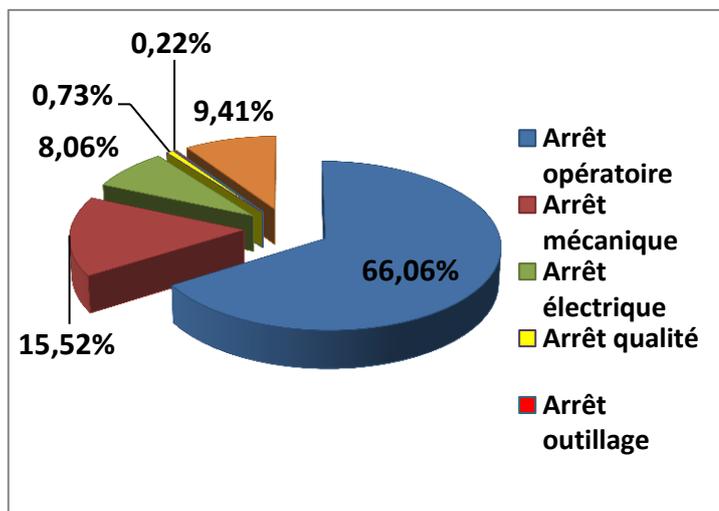


Figure 51 : Graphe de répartition d'arrêts

D'après le graphe de répartition d'arrêt, il apparaît que 66% des arrêts (qui représente un pourcentage trop élevé,) sont dus aux **arrêts opératoires**, suivi des arrêts de type mécanique.

Afin de détecter les types d'arrêts qui impactent le plus la faiblesse de la disponibilité de la ligne, l'établissement d'un diagramme de Pareto s'impose.

### ✚ Etablissement du diagramme de pareto :

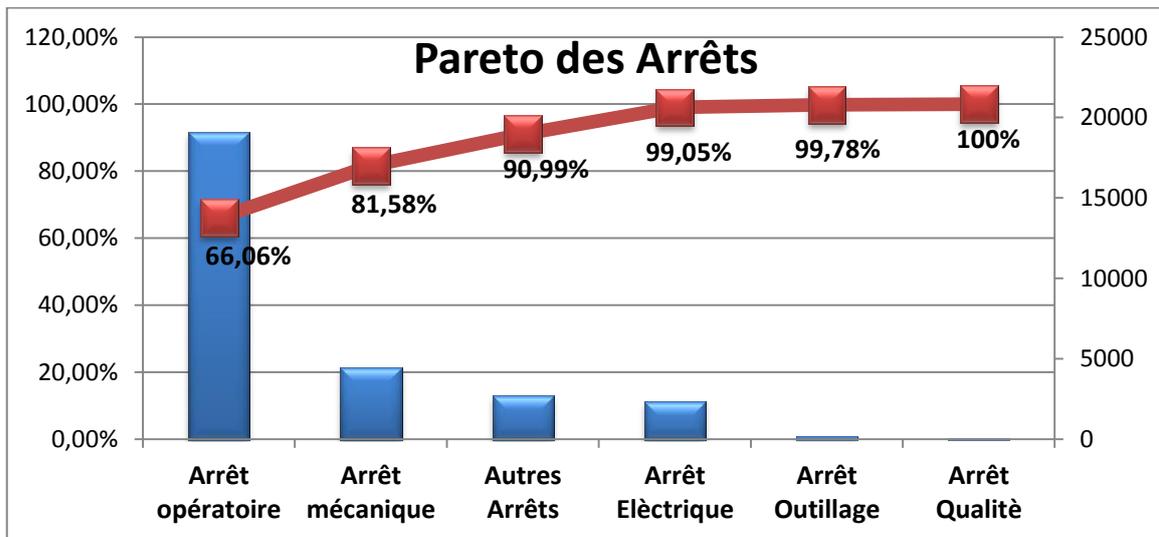


Figure 52 : Graphe de Pareto des arrêts

D'après le diagramme de la figure 52 il apparaît que les arrêts opératoires prennent la plus grande part de responsabilité dans la faiblesse de la disponibilité de la ligne et par conséquent de temps de séjour de la billette dans le four.

### 1.2.2 Analyse des résultats

- **Définition des arrêts opératoires :**

Les arrêts opératoires de la ligne de production de RIVA Industries sont considérés comme tout arrêt nécessitant l'intervention du lamineur, changement de série ou d'équipement usé de la ligne (cage, passe, guide...), dégagement de cobble (raté de laminage), inspection et contrôle. Il est donc impératif, pour déceler les causes de la fréquence des arrêts opératoires de déterminer le type d'arrêt opératoire le plus fréquent. (Voir Annexe 9).

- **Résultat du suivi des arrêts opératoires :**

| Répartition d'arrêt opératoire |   |   |                                      |
|--------------------------------|---|---|--------------------------------------|
| Types d'arrêts                 | Arrêt opératoire destinés à l'inspection ou autre opération | Arrêt opératoire de dégagement de cobbles | Arrêt opératoire dus aux changements |
| Pourcentage                    | 12.65%  | 12.96%                                    | 74.38%                               |

Tableau 22 : Répartition des arrêts opératoires

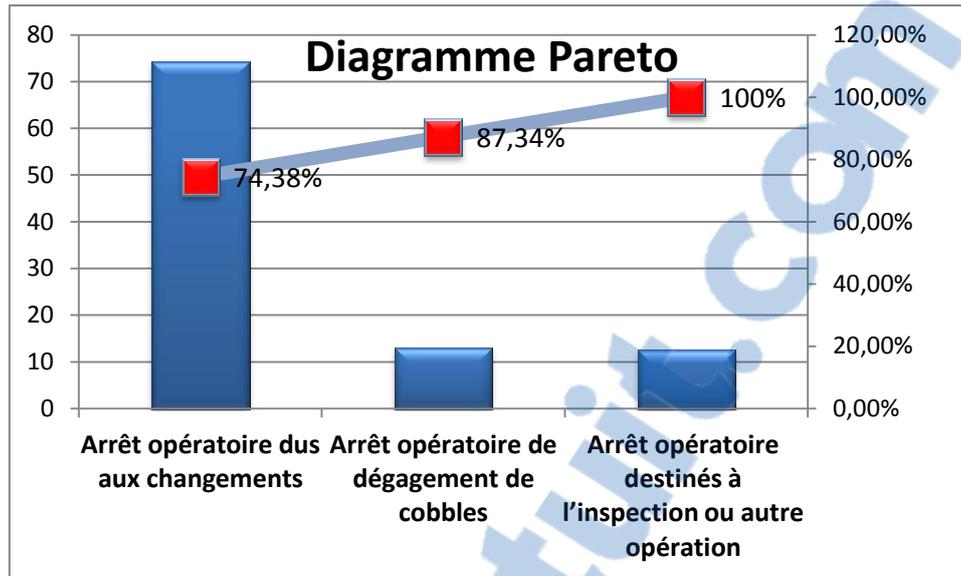
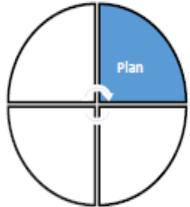
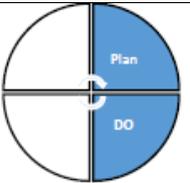


Figure 53 : Diagramme de Pareto des arrêts opératoires

D'après le diagramme ci-dessus, il apparaît que **les arrêts dus aux changements** sont les plus **fréquents**, il est donc maintenant nécessaire de réaliser un plan d'action pour ce type des arrêts opératoires

### 1.2.3 Plan d'action : Les arrêts dus aux changements

| <br>Riva industries |                    | <div style="border: 1px solid black; padding: 20px; display: inline-block;"> <h1 style="margin: 0;">Plan d'action</h1> </div> |   |   |   | Emetteur :<br>ISMAILI Siham<br>LAHMADI Oumaima<br>15/05/2017  |
|--|--------------------|---|---|---|---|---|
| N°   | Type de changement | Cause de changement   | Cause retard de changement  | Action Proposé  | Responsable   | Degrés de Réalisation   |
| 1  | <b>Cage</b>        | - Consommation de la passe que contient la cage.<br><br>-Endommagement des roulements des empoises                            | -Attente de l'électricien ou du mécanicien pour régler un problème retardant la procédure de changement | <b>Renforcer l'équipe de changement par la présence d'un électricien et un mécanicien</b>   | <b>Chef de poste</b>                                    | <br><b>Action Planifiée</b>  |
|  |                    |   | -Absence de standard de travail   | <b>Répartition et attribution des taches aux lamineurs</b>  | <b>Chef de poste</b>                                    | <br><b>Action Réalisée</b> |
|  |                    |   | -Absence de standard de travail   | <b>Etablir un chantier 5S visant une meilleure ergonomie de l'espace+réalisation d'un mode opératoire effectuant le changement de cage (voir annexe 10)</b> | <b>Chef de poste + Responsable du bureau de méthode</b> |   |

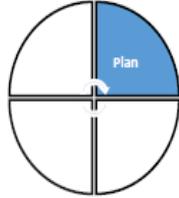
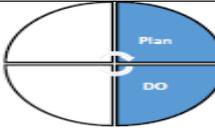
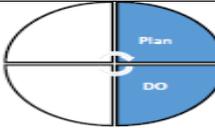
|   |              |   |   |   |                                  |  |
|---|--------------|---|---|---|----------------------------------|--|
| 2 | <b>Guide</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Détection d'un défaut au niveau du produit</li> <li>-Endommagement des galets</li> <li>- contrôle irrégulière du système de graissage</li> <li>-fuite au niveau du flexible du système refroidissement</li> <li>-usure des insères</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Absence de pièce de rechange (galet, flexible, buses de refroidissement)</li> <li>-Outillage, éparpillé, égaré et désorganisé.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Apporter les guides de la zone de l'outillage A la ligne de production</li> </ul>   | Lamineur                         |   |
|   |              |   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Préparation des chariots et organisation des outils et du matériel dont on a besoin pour le changement de guide</li> </ul>                | Chef de poste                    |   |
| 3 | <b>Passe</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Usure du matériel</li> <li>-atteinte du tonnage maximal supporté par la passe</li> <li>-Détection du défaut de passe</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Absence de standard de travail</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Rédaction d'un mode opératoire effectuant les étapes de changement de cage (voir annexe10)</li> </ul>                                      | Responsable du bureau de méthode |   |
|   |              |   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Rédaction d'un mode opératoire présente les différentes étapes à réaliser pour effectuer le changement de passe (voir annexe10)</li> </ul> | Responsable du bureau de méthode |  |

Tableau 23 : Plan d'action des types de changements

### **Mise en place de 5S :**

La mise en œuvre des 5S est nécessaire. Il s'agit de la première des techniques de management à mettre en œuvre sur le chemin de la Qualité Totale : un préliminaire incontournable pour tout projet d'amélioration. En effet un travail efficace et de qualité nécessite un environnement propre, de la sécurité, et de la rigueur. La méthode 5S permet de construire un environnement de travail fonctionnel, régi par des règles simples.

La méthode des 5S est constituée de 5 règles de base à réaliser dans un ordre logique et avec progressivité : **Ordonner, ranger, dépoussiérer, rendre évident et être rigoureux**. Ces cinq règles de base proviennent de son appellation. Les 3 premiers S sont des actions de terrain, les 2 derniers sont des actions de maintien et de progrès.

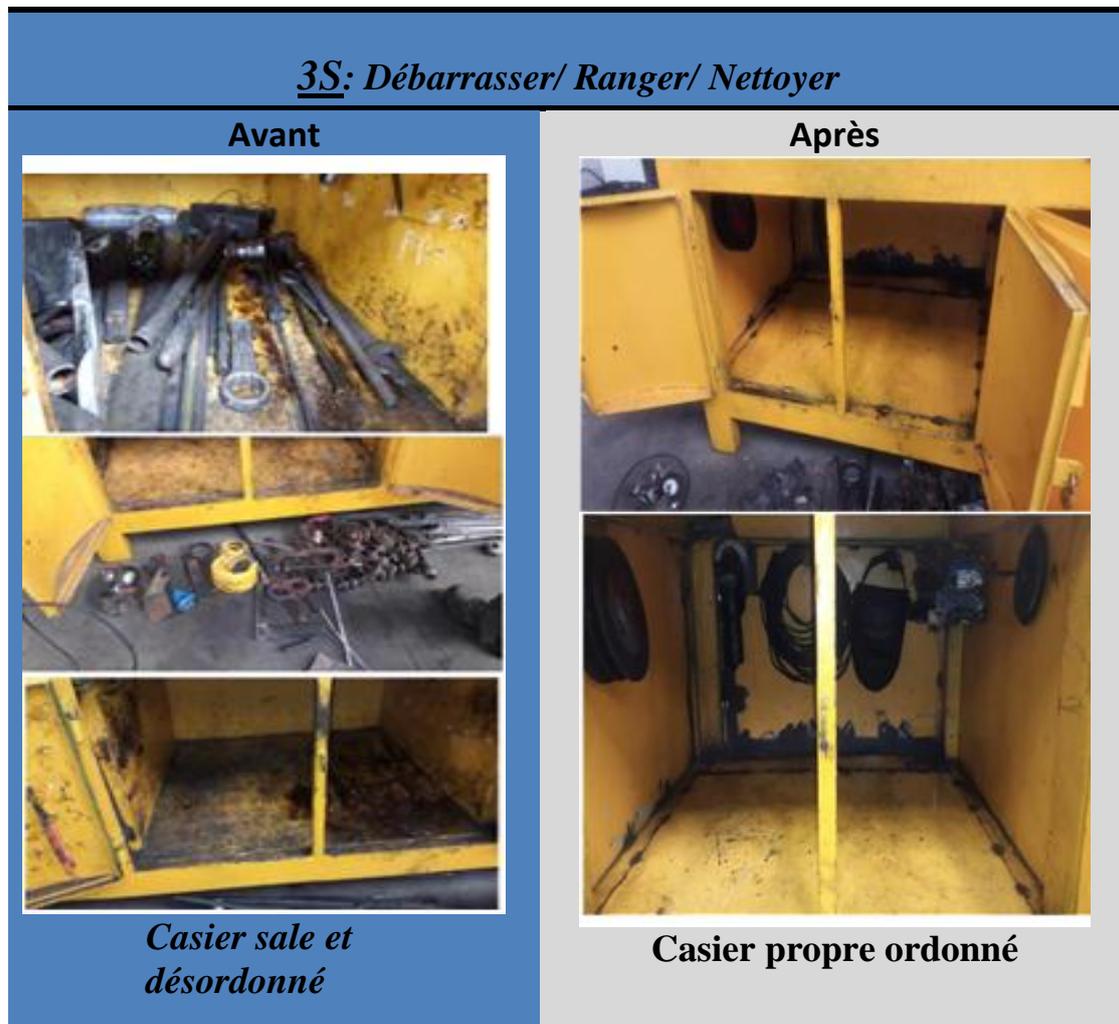


Tableau 24 : La mise en place des 3S

Une Observation des aires de travail a montré qu'il y avait du désordre dans l'environnement de travail, cela dénote à son tour des problèmes de productivité. Pour faire un travail efficace et de qualité, les employés ont besoin d'un environnement propre et sécuritaire, où les outils sont Immédiats sans voir leur travail entravé par des problèmes d'organisation.

Un premier essai d'organisation du milieu de travail a été réalisé facilement accessibles. Cela leur permettra de se concentrer sur leur tâche.

On a appliqué facilement les 3 premiers S de manière ponctuelle, le challenge sera donc de maintenir cette situation .

Le 4<sup>ème</sup> S et 5<sup>ème</sup> S, nous rappelle que l'ordre et la propreté sont à maintenir chaque jour

On devra alors envisager le contrôle rigoureux de ce système d'organisation pour le long terme. Pour qu'il soit efficace et ce grâce aux efforts conjoints de chacun dans l'entreprise.

### 2 Solution apportée aux pertes des barres courtes et les chutes de la cisaille à froid

D'après notre analyse effectuée à savoir le problème majeur qui agit sur la coupe de la longueur normale faite par la cisaille 3 ou 4 (la cisaille 3 pour les grands diamètres plus que 16mm et la cisaille 4 pour les petits diamètres), on a constaté que la différence entre la longueur normale cisailée (réelle) et la consigne donnée par l'opérateur de commande vient de la différence entre la vitesse calculée par le système et la vitesse réelle de laminage.

### 2.1 L'installation des photocellules et leurs utilités

#### 2.1.1 Définition



**Figure 54 : Capteur de détection  
(Photocellule)**

La série BX10 a été parmi les premières de ce type à être lancées par M.D. Micro Detectors sur le marché de l'automatisation industrielle. Ce capteur est extrêmement compact et assure une excellente détection au moyen de faisceaux croisés. Avec seulement 4 éléments optiques, les modèles BX10 peuvent détecter des objets jusqu'à 15 mm de diamètre et jusqu'à 6 m de distance opérationnelle. Ces produits ont été spécialement conçus pour les clients qui nécessitent de solutions compactes garantissant des performances de premier ordre à un prix extrêmement concurrentiel. Concernant les modèles BX10, avec 10 éléments optiques on arrive à détecter aisément des objets jusqu'à 5 mm de diamètre. Ce capteur, en même temps précis et faciles à utiliser, peut couvrir une distance jusqu'à 32 m entre l'émetteur et le récepteur.

#### 2.1.2 Mode de fonctionnement

Pour avoir une longueur normale proche ou égale à la longueur donnée par l'opérateur, nous avons proposé l'installation des deux photocellules. Cette installation devrait être avant la cisaille. Nous avons fixé la distance entre les deux photocellules à 30 m.

La première photocellule détecte le produit, un temporisateur calcule alors le temps mis par la barre jusqu'à l'atteinte de la deuxième photocellule. Quand cette dernière détecte la présence de la matière, le temporisateur cesse de compter et envoie automatiquement au cisaille le temps de passage du produit entre les deux détecteurs. Le calcul de la vitesse réelle par le système sera plus précis en ne se basant pas sur la vitesse de laminage de la dernière cage. Par conséquent la longueur normale découpée sera égale à la consigne commandée par l'opérateur du pupitre ceci permettra donc de minimiser le taux de pertes de la cisaille à froid ainsi que le taux des barres courtes qui ont un impact négatif sur le taux de rendement matière.

### 2.2 La mise en place des photocellules sur le terrain

Pour qu'on puisse évoluer l'effet de cette installation sur la coupe de cisaille, nous avons demandé au service d'achat de les acquérir (voir Annexe11) pour lui installer avant de terminer notre période de stage.



Figure 55 : Les Photocellules à installer

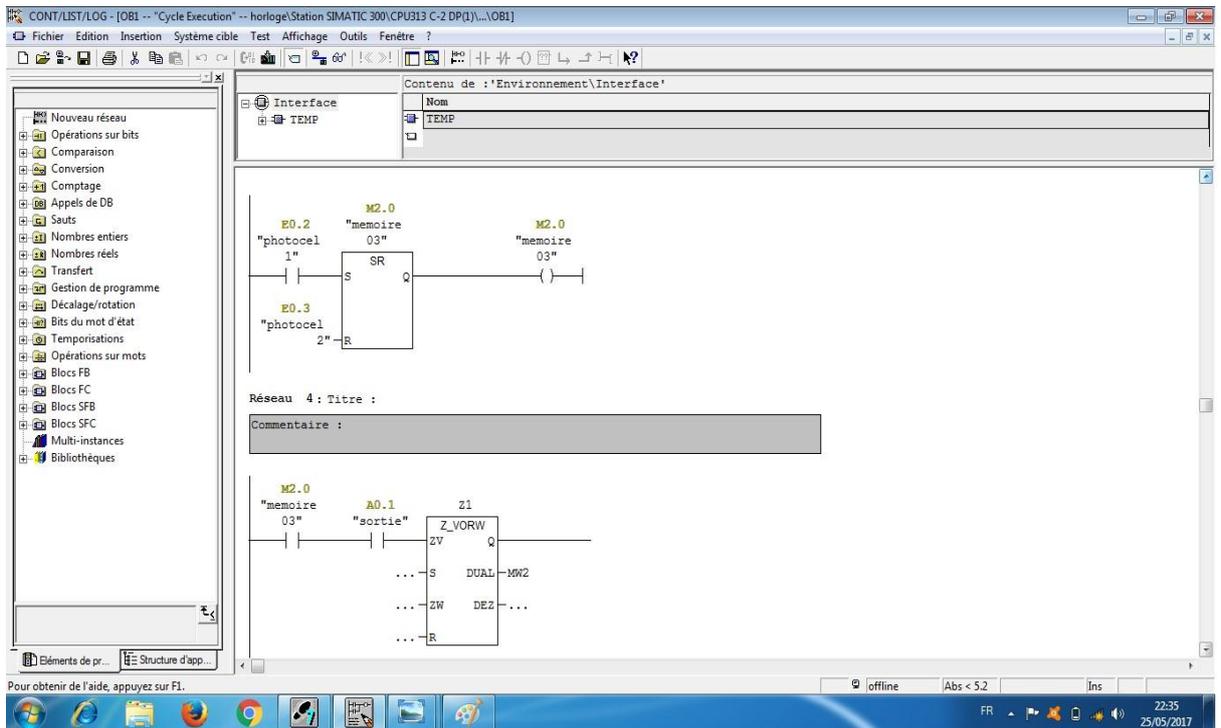
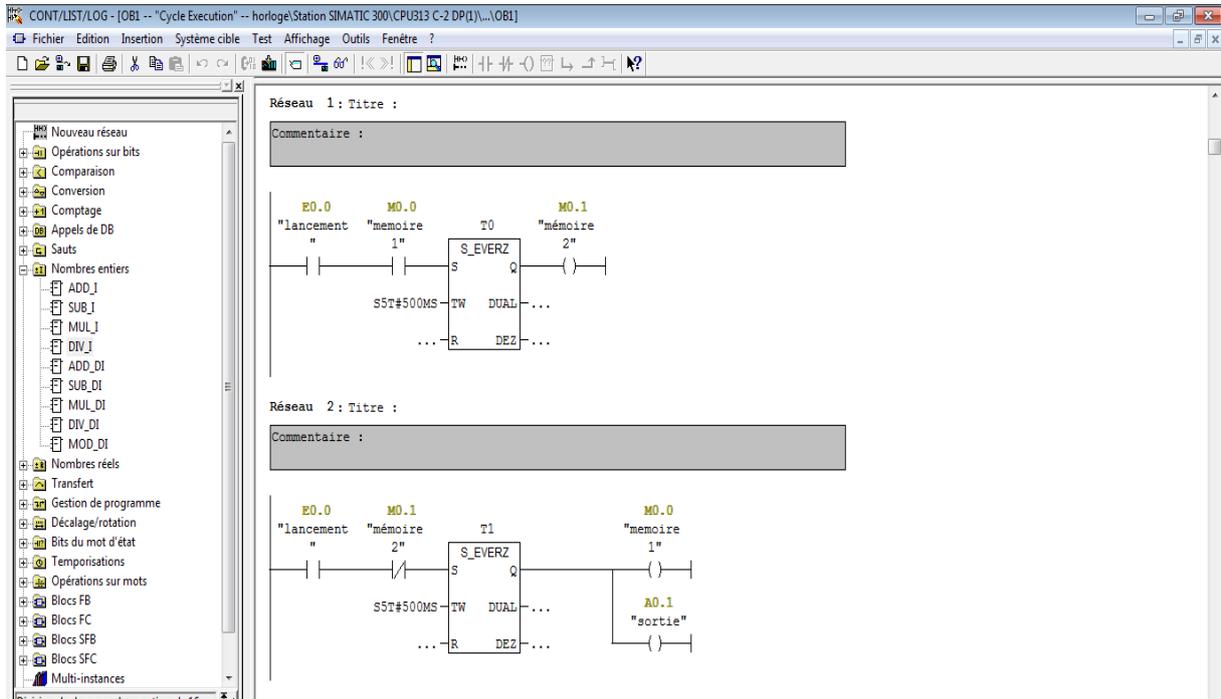
### 2.3 Programmation de deux photocellules dans un langage ladder

Ladder Diagram (LD) ou Langage Ladder ou schéma à contacts est un langage graphique très populaire auprès des automaticiens pour programmer les automates programmables industriels, il ressemble un peu aux schémas électriques, et est facilement compréhensible

Nous avons réalisé ce programme à l'aide du logiciel STEP 7, il permet l'accès de base aux automates Siemens, il permet de programmer individuellement un automate (en différents langages). Il prend également en compte le réseau, ce qui permet d'accéder à toute automate du réseau (pour le programmer).

Le programme est présenté ci-dessous .

# Chapitre 4 : Proposition, Evaluation et Mise en place des Solutions



## Chapitre 4 : Proposition, Evaluation et Mise en place des Solutions

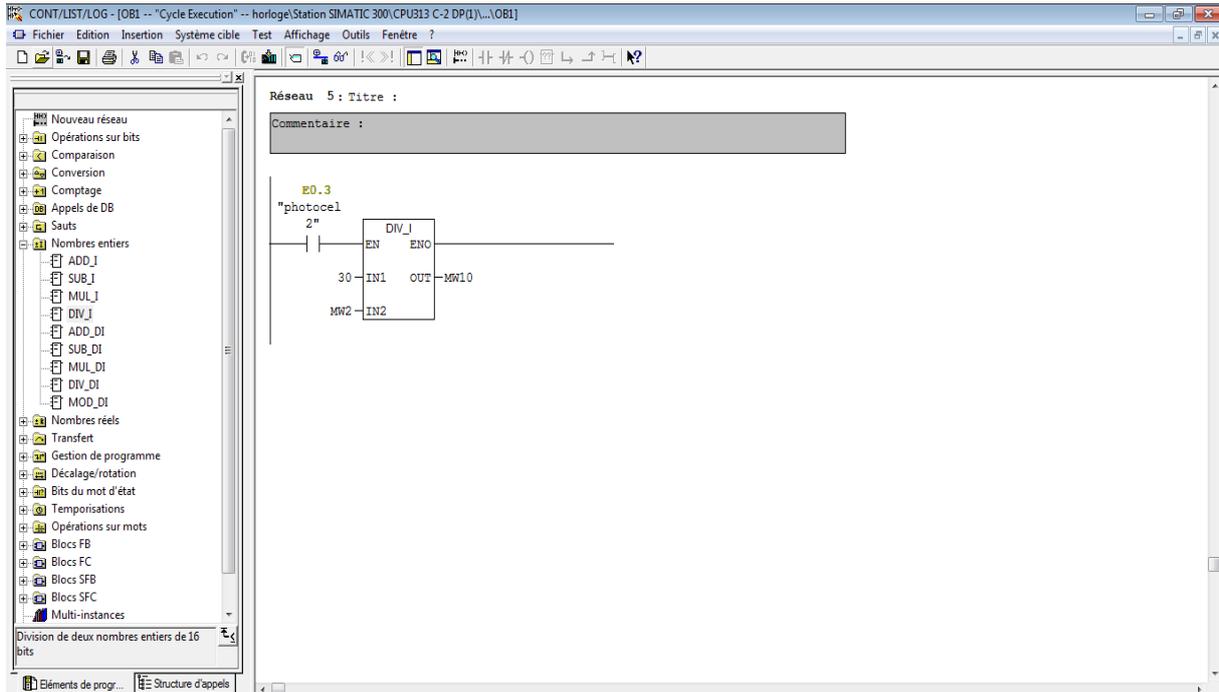


Figure 56 : Programmation en ladder

Après qu'on a pu installer les deux photocellules (Emetteur, Récepteur) avant la cisaille qui effectue la coupe désirée. On a effectué un test de rendement matière avec lequel on peut savoir le gain escompté.



Figure 57: La mise en place des deux photocellules

### 3 Test de rendement matière Après L'amélioration

Après la mise en place des solutions proposées pour la calamine, cisaille à froid et barres courtes nous avons effectué un nouveau test sur le diamètre 10 pour le même lot des billettes 128 et les mêmes paramètres de Laminage.

#### + Résultat du test

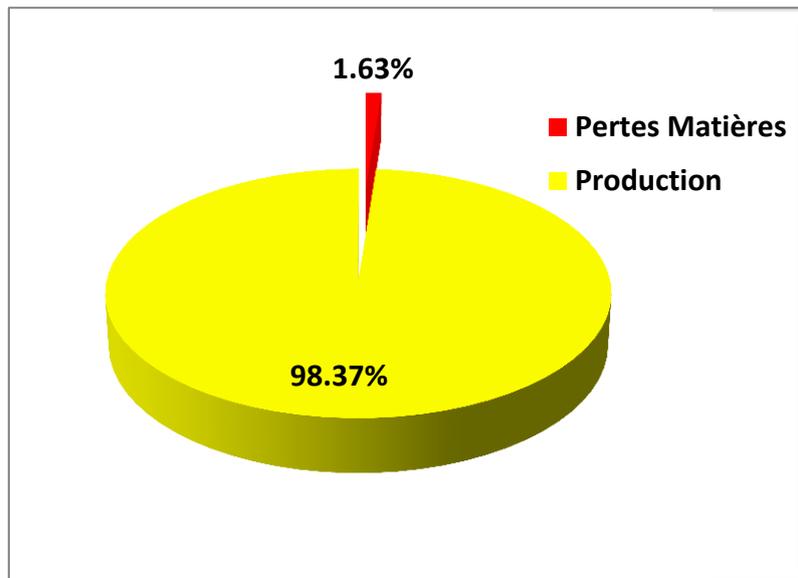


Figure 58 : Pertes matières et production

La Figure 58 présente un taux de pertes matières de l'ordre de 1.63% avec une production de l'ordre de 98.37%.

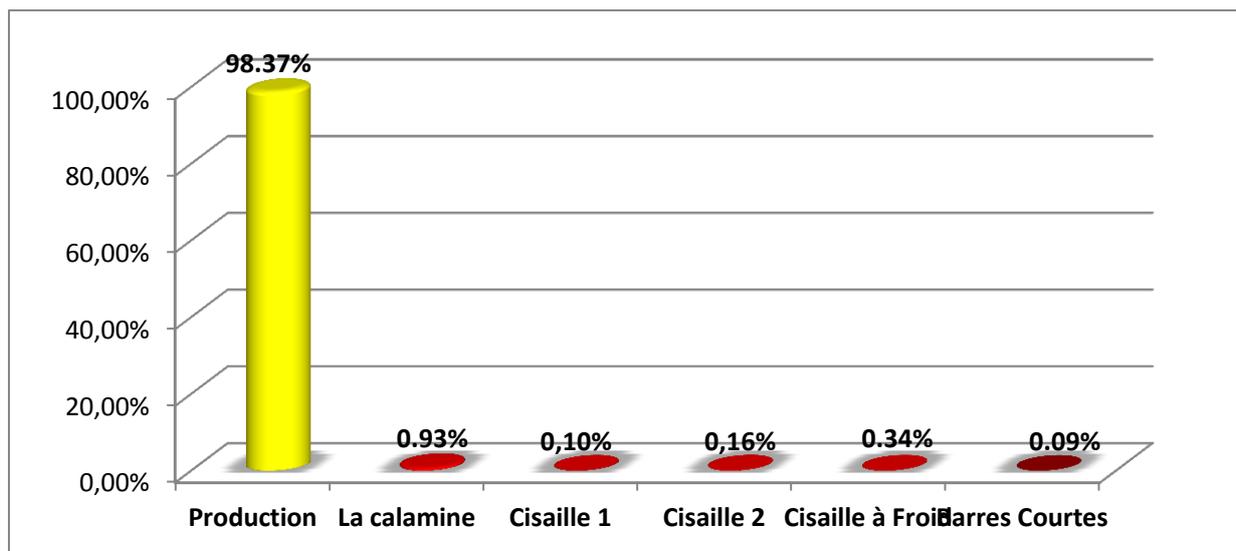


Figure 59 : Diagramme donnant le pourcentage de la production et chaque perte matière

L'histogramme présent à la figure 59 récapitule le pourcentage de produit fini et chaque type de perte matière .

Le poids des billettes, les fardeaux produits, les paramètres de laminage et le tonnage de chaque perte matière est dans Annexe 12

#### 4 Etude économique du projet

| Types                   | Avant         |               | Après         |               |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                         | Taux %<br>(1) | Taux %<br>(2) | Taux %<br>(1) | Taux %<br>(2) |
| <b>Calamine</b>         | 1.45          | 0.93          | 0.52          |               |
| <b>Cisaille à froid</b> | 0.63          | 0.34          | 0.29          |               |
| <b>Barres courtes</b>   | 0.26          | 0.09          | 0.17          |               |

**Tableau 25 : Le taux de diminution des pertes matières**

D'après le tableau 25 notre projet a permis les réductions suivant pour 128 billettes :

- ✚ **Calamine** : une réduction de 0.52%.
- ✚ **Cisaille à Froid** : une réduction de 0.29%.
- ✚ **Barres Courtes** : une réduction de 0.17%.

Le tableau 26 présente Les gains de la mise en place des solutions apportés par la calamine, cisaille à froid et barres courtes pour 128 billettes.

| Types                   | Avant                  |                              | Après                  |                           | Prix de vente<br>(Dh)<br>(6) | Gain<br>Apporté(Dh)<br>(2)-(4) |
|-------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------------|
|                         | Tonnage<br>(kg)<br>(1) | Valeur<br>(en Dh)<br>(1)*(6) | Tonnage<br>(kg)<br>(3) | Valeur<br>(Dh)<br>(3)*(6) |                              |                                |
| <b>Calamine</b>         | 2972.28                | 14861.4                      | 1900                   | 9500                      | 5                            | 5361.4                         |
| <b>Cisaille à froid</b> | 1300                   | 6500                         | 700                    | 3500                      |                              | 3000                           |
| <b>Barres courtes</b>   | 532                    | 2660                         | 200                    | 1000                      |                              | 1660                           |

**Tableau 26 : le gain apporté**

## Chapitre 4 : Proposition, Evaluation et Mise en place des Solutions

D'après le tableau 26 notre projet a permis les réductions suivant :

- + Calamine : Un Gain de 5361.4 Dh
- + Cisaille à Froid : Un Gain de 3000 Dh.
- + Barres Courtes : Un Gain de 1660 Dh.

|                                     | Taux pertes matières (%) | Tonnage des pertes | Rendement Matière (%) | Taux D'augmentation |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|
| Rendement matière (Avant Réduction) | 2.59                     | 5304.28            | 97.41                 | 2.59-1.63=0.96%     |
| Rendement matière (Après Réduction) | 1.63                     | 3330               | 98.37                 |                     |

**Tableau 27 : Calcul de taux d'augmentation du rendement matière**

D'après le tableau 27 nous avons augmenté le rendement matière de 0.96%

En se basant sur la production annuelle de l'année 2016 nous avons calculé le gain annuel apportée par ces solutions les résultats est dans le tableau 28.

| Gain Annuel                                  |                               |                        | Gain<br>(1)*(2)*(3)<br><br><b>13226819.328</b><br><b>Dh/an</b> |
|--|-------------------------------|------------------------|--|
| Taux d'augmentation du rendement matière (1) | Production Annuel (Tonne) (2) | Prix de vente (Dh) (3) |  |
| 0.96%  | 229632.28 tonne/an            | 6000 Dh / t            |  |

**Tableau 28 : Gain du projet**

Ainsi qu'indique le tableau 28 la valeur du gain annuelle est estimé de **13226819.328Dh /an.**

## 5 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons résumé les actions d'améliorations réalisé pour la formation de la calamine ainsi pour les pertes du cisaille et barres courtes et nous avons également chiffré les gains obtenus.

Améliorer le rendement matière de l'unité de production laminoir permet la réduction des coûts de la production et par conséquent améliorer la performance globale de Riva Industries.

Notre projet de fin d'étude au sein de riva industries, avait pour objectif l'amélioration du rendement matière de 0.5% en minimisant les pertes matières. En effet, nous avons pu dans un premier temps définir la problématique à l'aide de l'outil QQQCCP, et identifier l'ensemble des pertes matières et leur impact sur le rendement matière. A l'aide des outils d'analyse performants (diagramme Ichikawa, diagramme Pareto) nous avons pu déterminer par la suite les causes racines responsables des pertes matières, la formation de la calamine au niveau du four, perte cisaille 1 et 2 dans les trains de laminage, les pertes cisaille à froid et barres courtes dans l'évacuation. Après on a proposé un plan d'action pour la formation de la calamine, l'installation des deux photocellules pour la cisaille à froid et barres courtes, nous avons utilisé comme outil le langage LADDER, afin de programmer ces deux photocellule., Ensuite. La mise en place des solutions nous a permis d'améliorer le rendement matière de 0.96% .

Nous avons ensuite réalisé un gain économique du projet après l'application des actions amélioratrices qui a pu atteindre une valeur très importante estimé annuellement à 13226819.328Dh.

Au terme de ce travail, les objectifs fixés dans notre cahier de charges et tracés au début de cette étude ont été atteints et même dépassés.



# Bibliographie

# RÉFÉRENCES

## BIBLIOGRAPHIQUES

[1] : Cour de la méthodologie de résolution du problème, Pr. El Hassan IRHIRANE.

[2]: cours sur le QQQQCCP en licence libre, École centrale de Lille

[3] : Ariane de Saeger, “Le diagramme d'Ishikawa et les liens de cause à effet: Comment remonter à la source d'un problème “, Paris, 50 minutes,, 2015

[4]: Vilfredo Pareto , "La courbe de la répartition de la richesse",1896

[5] : M.J.MANENC Structure et propriétés des calamines, ,1968

[6] : Document de l'entreprise : Les fondements de laminage à chaud au calibre

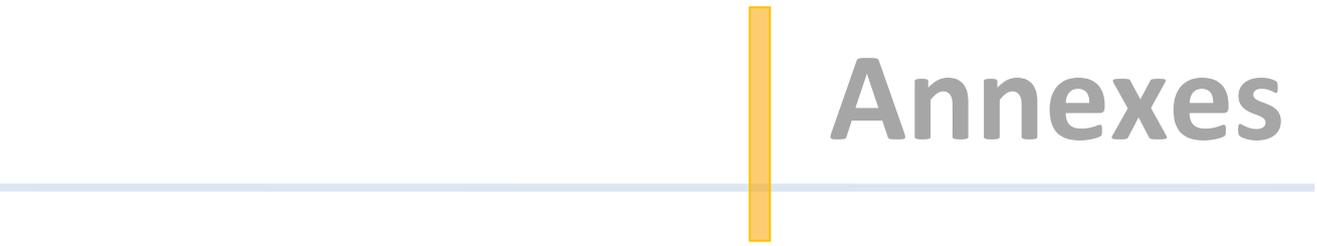
# RÉFÉRENCES

## WEBOGRAPHIQUES

<http://fr.wikipedia.org/wiki>

<http://RivalIndustries-el-jadida.ma/index.html>

<http://www.strategiemarketingpme.com/strategies/creer-objectifs-s-m-r-t-formule-magique-en-marketing/>



# Annexes

# ANNEXE

Annexe [1] : Historique du rendement matière 2016 (voir CD).

Annexe [2] : Fiche de pesage des billettes.

Annexe [3] : Fiche de pesage des Fardeaux produits.

Annexe [4] : Tonnage des Fardeaux Produits+ Ligatures pour le diamètre 10.

Annexe [5] : Tonnage des Fardeaux Produits+ Ligatures pour le diamètre 14.

Annexe [6] : Les types de passes utilisées dans la procédure de fabrication.

Annexe [7] : la vitesse du système et le calcul de la vitesse réelle.

Annexe [8] : Historique des types d'arrêts de l'année 2016 (voir CD).

Annexe [9] : Historique des arrêts opératoires de l'année 2016(voir CD).

Annexe [10] : Mode opératoire des différents types de changements opératoires.

Annexe [11] : bon de commande des photocellules.

Annexe [12] : Test du rendement matière après l'amélioration du diamètre 10.

## Annexe [2]

### Matière première :

**Riva Industries**  
EIJADIDA  
TEL:  
FAX:

**DUPLICATA**

**Ticket N°: 38069**

PONT N°: 1001                      Source:STEMCOR  
Matricule : 25762 A 34            Chauffeur:EL HAFIDI A-GHANI  
Produit : BILLETTE                BL : 17031127

|          | Date et heure       | Mode               | Poids brut       |
|----------|---------------------|--------------------|------------------|
| Pesée 1: | 30/03/2017 11:58:54 | A                  | 40 040 Kg        |
| Pesée 2: | 30/03/2017 14:38:00 | A                  | 14 380 Kg        |
|          |                     |                    | <hr/>            |
|          |                     | <b>POIDS NET :</b> | <b>25 660 Kg</b> |

Visa responsable Bascule:

## Annexe [3]

### Produits Finis :

**Riva Industries**  
EIJADIDA  
TEL:  
FAX:

**DUPLICATA**

**Ticket N°: 38254**

PONT N°: 1001                      Destination:VITAL CASA  
Matricule : 66826 A 7            Chauffeur :  
Produit : FER A BETON 10       BL : 2895

|          | Date et heure       | Mode               | Poids brut       |
|----------|---------------------|--------------------|------------------|
| Pesée 1: | 31/03/2017 14:58:19 | A                  | 15 440 Kg        |
| Pesée 2: | 31/03/2017 15:34:00 | A                  | 44 860 Kg        |
|          |                     |                    | <hr/>            |
|          |                     | <b>POIDS NET :</b> | <b>29 420 Kg</b> |

Visa responsable Bascule:

Active  
Accède  
activer

## Annexe [4]

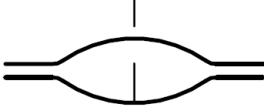
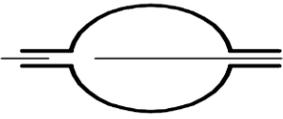
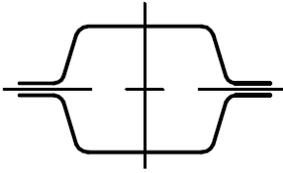
- Produit Fini +ligatures : **Diamètre 10**

| N° camion             | N° Matricule | Nombre des Fardeaux | Poids (Kg)+ligatures |
|-----------------------|--------------|---------------------|----------------------|
| 1                     | 66826        | 15                  | 29155                |
| 2                     | 9553         | 15                  | 29175                |
| 3                     | 66041        | 15                  | 29295                |
| 4                     | 10287        | 14                  | 27520                |
| 5                     | 64121        | 15                  | 29175                |
| 6                     | 9851         | 16                  | 31720                |
| 7                     | 9851         | 12                  | 23640                |
| <b>Total Fardeaux</b> | <b>102</b>   |                     | 199680               |

## Annexe [5]

| N° camion             | N° Matricule | Nombre des Fardeaux | Poids (Kg)+ligature |
|-----------------------|--------------|---------------------|---------------------|
| 1                     | 66826        | 15                  | 29440               |
| 2                     | 9553         | 15                  | 29450               |
| 3                     | 66041        | 15                  | 29570               |
| 4                     | 10287        | 14                  | 29210               |
| 5                     | 64121        | 15                  | 29450               |
| 6                     | 9851         | 12                  | 27530               |
| 7                     | 9851         | 8                   | 23650               |
| <b>Total Fardeaux</b> | <b>94</b>    |                     | 198300              |

# Annexe [6]

| Type passe | Forme   | Définition  |
|------------|---|---|
| Ovale      |  | Concilie entre une bonne réduction et une faible usure, utilisée dans les trois trains du laminoir en alternance avec d'autre passe |
| Ronde      |  | Utilisée surtout pour les cages finisseuses   |
| Losange    |  | Permet d'obtenir une importance réduction mais sujette à l'usure. utilisée principalement pour les cages du train dégrossisseur     |

# Annexe [7]

## La vitesse du système:

Diamètre 8,10



The screenshot displays the RIVA Steelmatic software interface. At the top, there are navigation menus and a status bar. The main area shows a 'Choice Calculation from Rpm' window with a table of parameters for different roller passes. The table includes columns for roller passes (STD18, STD17, STD16, STD15, STD14, STD13, SHE02, STD12, STD11, STD10, STD09, STD08, STD07, SHE01, STD06, STD05, STD04, STD03, STD02, STD01) and rows for various speed and diameter metrics.

| Parameter                      | STD18    | STD17    | STD16    | STD15    | STD14    | STD13    | SHE02  | STD12    | STD11    | STD10    | STD09    | STD08    | STD07    | SHE01  | STD06    | STD05    | STD04    | STD03    | STD02    | STD01    |
|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Recipe Theoretical Speed Rpm   | 1303     | 1252     | 1289     | 1262     | 1232     | 1388     | 677    | 1115     | 1324     | 1046     | 1122     | 1075     | 1082     | 301    | 822      | 869      | 876      | 820      | 600      | 555      |
| Recipe Theoretical Speed m/s   | 24,000   | 19,578   | 16,544   | 14,216   | 12,072   | 10,743   | 9,058  | 8,773    | 6,706    | 4,479    | 3,273    | 2,214    | 1,515    | 1,159  | 1,040    | 0,772    | 0,552    | 0,409    | 0,275    | 0,198    |
| OverSpeed %                    |          |          |          |          |          |          | 4      |          |          |          |          |          |          |        |          |          |          |          |          |          |
| Roll Nominal Diameter mm       | 340,00   | 340,00   | 329,60   | 340,00   | 340,00   | 340,00   |        | 410,00   | 361,00   | 370,90   | 342,00   | 375,00   | 354,50   |        | 495,80   | 482,00   | 563,30   | 545,00   | 557,30   | 556,45   |
| Roll Effective Diameter mm     | 351,82   | 351,32   | 337,50   | 353,60   | 345,33   | 349,70   | 800,00 | 433,10   | 391,88   | 391,09   | 372,24   | 394,13   | 381,17   | 350,00 | 506,77   | 504,62   | 574,40   | 578,77   | 554,17   | 561,97   |
| Diameter Ratio                 | 1,034765 | 1,033284 | 1,023353 | 1,040000 | 1,015676 | 1,028529 |        | 1,056341 | 1,085537 | 1,054429 | 1,088419 | 1,051024 | 1,078244 |        | 1,022118 | 1,046922 | 1,019707 | 1,061966 | 0,994379 | 1,009914 |
| Roll Factor                    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |        | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |        | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |
| Actual Stand Used              | HORIZ    | HORIZ    | HORIZ    | HORIZ    | HORIZ    | HORIZ    |        | VERT     | HORIZ    | VERT     | HORIZ    | VERT     | HORIZ    |        | VERT     | HORIZ    | VERT     | HORIZ    | VERT     | HORIZ    |
| Actual Roll Factor             | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |        | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |        | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |
| Percentage Speed Used          | 72,4     | 62,6     | 72,1     | 70,1     | 68,5     | 77,0     |        | 61,9     | 73,5     | 58,1     | 62,3     | 53,8     | 54,1     |        | 41,1     | 43,5     | 43,8     | 41,0     | 60,0     | 46,2     |
| Monitor Actual Speed Rpm       | 1303     | 1252     | 1289     | 1262     | 1232     | 1388     | 677    | 1115     | 1324     | 1046     | 1122     | 1075     | 1082     | 301    | 822      | 869      | 876      | 820      | 600      | 555      |
| Monitor Actual Speed m/s       | 24,000   | 19,578   | 16,544   | 14,216   | 12,072   | 10,743   | 9,058  | 8,773    | 6,706    | 4,479    | 3,273    | 2,214    | 1,515    | 1,159  | 1,040    | 0,772    | 0,552    | 0,409    | 0,275    | 0,198    |
| Actual Over Speed %            |          |          |          |          |          |          | 4      |          |          |          |          |          |          |        |          |          |          |          |          |          |
| Difference Speed All(Thou) Rpm | +0       | +0       | +0       | +0       | +0       | +0       | +0     | +0       | +0       | +0       | +0       | +0       | +0       | +0     | +0       | +0       | +0       | +0       | +0       | +0       |
| Effective Diameter Active mm   | 351,82   | 351,32   | 337,50   | 353,60   | 345,33   | 349,70   | 800,00 | 433,10   | 391,88   | 391,09   | 372,24   | 394,13   | 381,17   | 350,00 | 506,77   | 504,62   | 574,40   | 578,77   | 554,17   | 561,97   |
| Enable Lead Speed              | STD18    | STD17    | STD16    | STD15    | STD14    | STD13    |        | STD12    | STD11    | STD10    | STD09    | STD08    | STD07    |        | STD06    | STD05    | STD04    | STD03    | STD02    | STD01    |
| Set Percentage Lead Speed %    | 4        | 3        | 4        | 4        | 4        | 3        |        | 4        | 3        | 4        | 3        | 3        | 4        |        | 4        |          |          |          |          |          |
| Monitor Actual Lead Speed Rpm  | 52       | 38       | 52       | 50       | 49       | 42       |        | 45       | 40       | 42       | 34       | 32       | 43       |        | 33       |          |          |          |          |          |
| Set Delay ON sec               | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     |        | 0,15     | 0,05     | 0,10     | 0,10     | 0,15     | 0,30     |        | 0,05     |          |          |          |          |          |
| Set Delay OFF sec              | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     |        | 0,15     | 0,05     | 0,10     | 0,10     | 0,15     | 0,30     |        | 0,05     |          |          |          |          |          |
| Set Delay OFF sec              | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     |        | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     |        | 0,00     |          |          |          |          |          |

# Diamètre12, 14,16:

Date: 12.01.2017 Time: 09:24:48 administrator  
 Recipe On HMI: RIBAR\_#120\_14\_16\_... SERVER01  
 TON Rolled Today: 237,82 N.Bundles: 120 This Pc Name: CLIENT03

**RiVO INDUSTRIÉS** **NOVA CAPPETERIA BOC ESP** **Steelmatica**

1 Change NOT in Recipe Position  
 2 Minimum Level Grease MII Box Infeed/ingress  
 3 Change Start Inposition from PLC Service  
 4 Change Change Inposition Inposition  
 5 Minimum Level Grease MII Box Infeed/ingress

Pending: 360 To acknowledge: 354 Hidden: 0 List: 360 9:22:48 AM

Choice Calculation from Rpm

|                               | STD18    | STD17    | STD16    | STD15    | STD14  | STD13    | SHE02    | STD12    | STD11    | STD10    | STD09    | STD08  | STD07    | SHE01    | STD06    | STD05    | STD04    | STD03    | STD02 | STD01 |
|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|-------|
| Recipe Theoretical Speed Rpm  | 1006     | 967      | 979      | 1125     | 545    | 1155     | 1118     | 1286     | 1495     | 1830     | 497      | 1373   | 1418     | 1474     | 1353     | 972      | 948      |          |       |       |
| Recipe Theoretical Speed m/s  | 13,107   | 10,648   | 8,892    | 8,208    | 7,285  | 7,036    | 6,167    | 6,290    | 4,149    | 3,210    | 2,401    | 1,912  | 1,736    | 1,259    | 0,928    | 0,674    | 0,445    | 0,338    |       |       |
| OverSpeed %                   |          |          |          |          | 4      |          |          |          |          |          |          |        |          | 10       |          |          |          |          |       |       |
| Roll Nominal Diameter mm      | 335,50   | 335,45   | 317,65   | 323,20   |        | 346,15   | 409,00   | 395,50   | 342,00   | 375,00   | 341,70   |        | 495,80   | 482,00   | 563,30   | 545,00   | 557,30   | 556,45   |       |       |
| Roll Effective Diameter mm    | 345,29   | 345,71   | 320,10   | 329,15   | 800,00 | 335,21   | 426,67   | 375,69   | 354,28   | 382,15   | 387,33   | 350,00 | 506,67   | 504,60   | 574,27   | 578,16   | 553,19   | 561,42   |       |       |
| Diameters Ratio               | 1,029176 | 1,030588 | 1,007706 | 1,018412 |        | 0,968390 | 1,046756 | 1,025073 | 1,035902 | 1,019073 | 1,045732 |        | 1,021922 | 1,046882 | 1,019483 | 1,060845 | 0,992621 | 1,008931 |       |       |
| Red Factor                    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |        | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |        | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |       |       |
| Actual Stand Used             | HORIZ    | HORIZ    | HORIZ    | HORIZ    | HORIZ  | VERT     | HORIZ    | VERT     | HORIZ    | VERT     | HORIZ    |        | VERT     | HORIZ    | VERT     | HORIZ    | VERT     | HORIZ    |       |       |
| Actual Red Factor             | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |        | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |        | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |       |       |
| Percentage Speed Used %       | 65,9     | 63,7     | 54,4     | 62,5     |        | 64,2     | 62,1     | 71,5     | 63,0     | 80,4     | 91,5     |        | 68,6     | 70,9     | 73,7     | 67,6     | 81,0     | 79,0     |       |       |
| Monitor Actual Speed Rpm      | 1006     | 967      | 979      | 1125     | 545    | 1155     | 1118     | 1286     | 1495     | 1830     | 497      | 1373   | 1418     | 1474     | 1353     | 972      | 948      |          |       |       |
| Monitor Actual Speed m/s      | 13,107   | 10,648   | 8,892    | 8,208    | 7,285  | 7,036    | 6,167    | 6,290    | 4,149    | 3,210    | 2,401    | 1,912  | 1,736    | 1,259    | 0,928    | 0,674    | 0,445    | 0,338    |       |       |
| Actual Over Speed %           |          |          |          |          | 4      |          |          |          |          |          |          |        |          | 10       |          |          |          |          |       |       |
| Difference Speed Act/Theo Rpm | +0       | +0       | +0       | +0       | +0     | +0       | +0       | +0       | +0       | +0       | +0       | +0     | +0       | +0       | +0       | +0       | +0       | +0       |       |       |
| Effective Diameter Active mm  | 345,29   | 345,71   | 320,10   | 329,15   | 800,00 | 335,21   | 426,67   | 375,69   | 354,28   | 382,15   | 387,33   | 350,00 | 506,67   | 504,60   | 574,27   | 578,16   | 553,19   | 561,42   |       |       |
| Enable Lead Speed             | STD18    | STD16    | STD14    | STD13    |        | STD12    | STD11    | STD10    | STD09    | STD08    | STD07    |        | STD06    | STD05    | STD04    | STD03    | STD02    | STD01    |       |       |
| Set Percentage Lead Speed %   | 4        | 4        | 4        | 3        |        | 3        | 3        | 4        | 3        | 4        | 4        |        | 3        | 3        | 3        | 3        | 4        | 4        |       |       |
| Monitor Actual Lead Speed Rpm | 40       | 39       | 39       | 34       |        | 35       | 34       | 51       | 45       | 64       | 73       |        | 41       | 43       | 44       | 41       | 39       |          |       |       |
| Set Delay On sec              | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     |        | 0,10     | 0,05     | 0,05     | 0,05     | 0,05     | 0,05     |        | 0,05     | 0,05     | 0,05     | 0,05     | 0,05     |          |       |       |
| Set Delay Off sec             | 0,15     | 0,00     | 0,00     | 0,00     |        | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     |        | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     |          |       |       |

Download Recipe  
 Upload Recipe  
 Disable Calculation Effective Diametre  
 Go to Loop/Pull Deviation Page  
 Enable OverSpeed  
 Download Lead Speed  
 Upload Lead Speed

# Diamètre 20:

Date: 01.07.2016 Time: 07:17:15 administrator  
 Recipe On HMI: RIBAR\_#120\_20\_... SERVER01  
 TON Rolled Today: 115,78 N.Bundles: 69 This Pc Name: CLIENT03

**RiVO INDUSTRIÉS** **NOVA CAPPETERIA BOC ESP** **Steelmatica**

1 Missing Consent (MCC)Levels for Running Motor in Auto Pump\_3\_Direct\_Dirty\_Water  
 2 Missing Consent (MCC)Levels for Running Motor in Auto Pump\_3\_Direct\_Dirty\_Water  
 3 Missing Consent (MCC)Levels for Running Motor in Auto Pump\_2\_Direct\_Dirty\_Water  
 4 Missing Consent (MCC)Levels for Running Motor in Auto Pump\_2\_Direct\_Dirty\_Water  
 5 Missing Consent (MCC)Levels for Running Motor in Auto Pump\_1\_Direct\_Dirty\_Water

Pending: 1229 To acknowledge: 1211 Hidden: 0 List: 1229 7:16:19 AM

Choice Calculation from Rpm

|                               | STD18    | STD17    | STD16  | STD15  | STD14    | STD13    | SHE02    | STD12    | STD11    | STD10    | STD09  | STD08    | STD07    | SHE01    | STD06    | STD05    | STD04    | STD03 | STD02 | STD01 |
|-------------------------------|----------|----------|--------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|-------|-------|
| Recipe Theoretical Speed Rpm  | 12004    | 11158    | 568    | 978    | 1158     | 1097     | 1259     | 1381     | 1512     | 461      | 1278   | 1350     | 1392     | 1272     | 895      | 687      |          |       |       |       |
| Recipe Theoretical Speed m/s  | 12,004   | 9,025    | 7,036  | 7,303  | 5,900    | 4,650    | 3,709    | 2,815    | 2,098    | 1,738    | 1,680  | 1,214    | 0,900    | 0,653    | 0,410    | 0,314    |          |       |       |       |
| OverSpeed %                   |          |          |        |        | 4        |          |          |          |          |          |        |          |          | 10       |          |          |          |       |       |       |
| Roll Nominal Diameter mm      | 337,50   | 341,80   |        |        | 405,50   | 373,00   | 381,90   | 385,90   | 387,80   | 370,10   |        | 497,80   | 495,20   | 580,00   | 561,60   | 551,10   | 559,00   |       |       |       |
| Roll Effective Diameter mm    | 351,37   | 351,70   | 800,00 | 410,84 | 385,33   | 390,70   | 378,99   | 395,02   | 386,14   | 350,00   | 506,71 | 518,42   | 591,30   | 595,77   | 556,96   | 563,99   |          |       |       |       |
| Diameters Ratio               | 1,041088 | 1,028972 |        |        | 1,015171 | 1,033058 | 1,023048 | 1,035780 | 1,018610 | 1,043341 |        | 1,021922 | 1,046882 | 1,019483 | 1,060845 | 0,992621 | 1,008931 |       |       |       |
| Red Factor                    | 0,000    | 0,000    |        |        | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |        | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |       |       |       |
| Actual Stand Used             | HORIZ    | HORIZ    | HORIZ  | HORIZ  | HORIZ    | VERT     | HORIZ    | VERT     | HORIZ    | VERT     | HORIZ  |          | VERT     | HORIZ    | VERT     | HORIZ    | VERT     | HORIZ |       |       |
| Actual Red Factor             | 0,000    | 0,000    |        |        | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |        | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |       |       |       |
| Percentage Speed Used %       | 65,9     | 64,3     |        |        | 54,4     | 66,0     | 61,0     | 69,9     | 65,1     | 75,6     |        | 62,9     | 67,5     | 69,6     | 63,6     | 74,6     | 73,9     |       |       |       |
| Monitor Actual Speed Rpm      | 12004    | 11158    | 568    | 978    | 1158     | 1097     | 1259     | 1381     | 1512     | 461      | 1278   | 1350     | 1392     | 1272     | 895      | 687      |          |       |       |       |
| Monitor Actual Speed m/s      | 12,004   | 9,025    | 7,036  | 7,314  | 5,917    | 4,694    | 3,738    | 2,849    | 2,145    | 1,777    | 1,622  | 1,232    | 0,902    | 0,654    | 0,412    | 0,318    |          |       |       |       |
| Actual Over Speed %           |          |          |        |        | 4        |          |          |          |          |          |        |          |          | 10       |          |          |          |       |       |       |
| Difference Speed Act/Theo Rpm | +0       | +0       | +0     | +1     | +3       | +10      | +10      | +17      | +33      | +10      | +33    | +20      | +3       | +1       | +5       | +10      |          |       |       |       |
| Effective Diameter Active mm  | 351,37   | 351,70   | 800,00 | 410,84 | 385,33   | 390,70   | 378,99   | 395,02   | 386,14   | 350,00   | 506,71 | 518,42   | 591,30   | 595,77   | 556,96   | 563,99   |          |       |       |       |
| Enable Lead Speed             | STD14    | STD13    |        |        | STD12    | STD11    | STD10    | STD09    | STD08    | STD07    |        | STD06    | STD05    | STD04    | STD03    | STD02    | STD01    |       |       |       |
| Set Percentage Lead Speed %   | 4        | 3        |        |        | 3        | 3        | 4        | 3        | 4        | 4        |        | 3        | 3        | 3        | 3        | 4        | 4        |       |       |       |
| Monitor Actual Lead Speed Rpm | 48       | 35       |        |        | 29       | 36       | 44       | 38       | 55       | 60       |        | 38       | 41       | 42       | 38       | 36       |          |       |       |       |
| Set Delay On sec              | 0,00     | 0,00     |        |        | 0,05     | 0,05     | 0,05     | 0,05     | 0,15     | 0,15     |        | 0,05     | 0,05     | 0,05     | 0,05     | 0,05     |          |       |       |       |
| Set Delay Off sec             | 0,00     | 0,00     |        |        | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     |        | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     |          |       |       |       |

Download Recipe  
 Upload Recipe  
 Disable Calculation Effective Diametre  
 Go to Loop/Pull Deviation Page  
 Enable OverSpeed  
 Download Lead Speed  
 Upload Lead Speed

## Diamètre 25:

**Date:** 10.03.2017 **Time:** 23:38:50 **administrator**

**Recipe On HMI:** REBAR\_#130\_25\_000 **SERVER01**

**TON Rolled Today:** 1281,60 **N.Bundles:** 675 **This Pc Name:** CLIENT003

**Menu:** Calculations Tuning Recipe Speed Recipe Settings Layout Service WTP Handling Bar Monitor Network Continuity Production Pass Schedule Trend Forecast Trend Mfg Trend Hot Cut Trend Evaluation HMI/PLC Status

**Choice Calculation from m/s:** **Choice Calculation from Rpm:**

|                               | STD18    | STD17    | STD16    | STD15    | STD14    | STD13    | SHE02  | STD12    | STD11    | STD10    | STD09    | STD08    | STD07    | SHE01    | STD06    | STD05    | STD04    | STD03    | STD02    | STD01 |
|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|
| Recipe Theoretical Speed Rpm  | 986      | 1179     | 1109     | 1254     | 1410     | 1650     | 471    | 1289     | 1314     | 1367     | 1257     | 901      | 920      | 1289     | 1314     | 1367     | 1257     | 901      | 920      |       |
| Recipe Theoretical Speed m/s  | 7,558    | 5,565    | 4,521    | 3,583    | 2,846    | 2,194    | 1,813  | 1,630    | 1,167    | 0,859    | 0,621    | 0,412    | 0,308    | 1,630    | 1,167    | 0,859    | 0,621    | 0,412    | 0,308    |       |
| Overspeed %                   | 12       |          |          |          |          |          |        |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |       |
| Roll Nominal Diameter mm      | 405,50   | 355,50   | 384,00   | 362,00   | 379,50   | 347,00   |        | 495,80   | 482,00   | 561,80   | 540,30   | 557,30   | 523,00   | 495,80   | 482,00   | 561,80   | 540,30   | 557,30   | 523,00   |       |
| Roll Effective Diameter mm    | 421,89   | 365,19   | 372,39   | 364,69   | 386,56   | 362,04   | 350,00 | 506,67   | 504,60   | 572,75   | 573,17   | 553,19   | 527,67   | 506,67   | 504,60   | 572,75   | 573,17   | 553,19   | 527,67   |       |
| Diameter Ratio                | 1,040419 | 1,027244 | 1,023049 | 1,035790 | 1,018610 | 1,043341 |        | 1,021922 | 1,046882 | 1,019483 | 1,060845 | 0,992621 | 1,008931 | 1,021922 | 1,046882 | 1,019483 | 1,060845 | 0,992621 | 1,008931 |       |
| Red Factor                    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |        | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |       |
| Actual Stand Used             | HORIZ    | HORIZ    | HORIZ    | HORIZ    | HORIZ    | HORIZ    |        | VERT     | HORIZ    |       |
| Actual Red Factor             | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |        | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |       |
| Percentage Speed Used %       | 54,8     | 65,5     | 61,8     | 69,7     | 70,5     | 82,5     |        | 64,5     | 65,7     | 68,4     | 62,8     | 75,1     | 76,7     | 64,5     | 65,7     | 68,4     | 62,8     | 75,1     | 76,7     |       |
| Monitor Actual Speed Rpm      | 986      | 1179     | 1109     | 1254     | 1410     | 1650     | 471    | 1289     | 1314     | 1367     | 1257     | 901      | 920      | 1289     | 1314     | 1367     | 1257     | 901      | 920      |       |
| Monitor Actual Speed m/s      | 7,558    | 5,565    | 4,521    | 3,583    | 2,846    | 2,194    | 1,813  | 1,630    | 1,167    | 0,859    | 0,621    | 0,412    | 0,308    | 1,630    | 1,167    | 0,859    | 0,621    | 0,412    | 0,308    |       |
| Actual Over Speed %           | 12       |          |          |          |          |          |        |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |       |
| Difference Speed Act/Theo Rpm | +0       | +0       | +0       | +0       | +0       | +0       | +0     | +0       | +0       | +0       | +0       | +0       | +0       | +0       | +0       | +0       | +0       | +0       | +0       |       |
| Effective Diameter Active mm  | 421,89   | 365,19   | 372,39   | 364,69   | 386,56   | 362,04   | 350,00 | 506,67   | 504,60   | 572,75   | 573,17   | 553,19   | 527,67   | 506,67   | 504,60   | 572,75   | 573,17   | 553,19   | 527,67   |       |
| Enable Lead Speed             | STD12    | STD11    | STD10    | STD09    | STD08    | STD07    |        | STD06    | STD05    | STD04    | STD03    | STD02    | STD01    |          |          |          |          |          |          |       |
| Set Percentage Lead Speed %   | 3        | 3        | 4        | 3        | 4        | 4        |        | 3        | 3        | 3        | 3        | 4        | 4        |          |          |          |          |          |          |       |
| Monitor Actual Lead Speed Rpm | 30       | 35       | 44       | 38       | 56       | 66       |        | 39       | 39       | 41       | 38       | 36       |          |          |          |          |          |          |          |       |
| Set Delay ON sec              | 0,05     | 0,05     | 0,05     | 0,05     | 0,05     | 0,05     |        | 0,05     | 0,05     | 0,05     | 0,05     | 0,05     |          |          |          |          |          |          |          |       |
| Set Delay OFF sec             | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     |        | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     | 0,00     |          |          |          |          |          |          |          |       |

## Diamètre 32 :

**Date:** 09.03.2017 **Time:** 22:16:24 **administrator**

**Recipe On HMI:** REBAR\_#130\_32\_000 **SERVER01**

**TON Rolled Today:** 911,75 **N.Bundles:** 471 **This Pc Name:** CLIENT003

**Menu:** Calculations Tuning Recipe Speed Recipe Settings Layout Service WTP Handling Bar Monitor Network Continuity Production Pass Schedule Trend Forecast Trend Mfg Trend Hot Cut Trend Evaluation HMI/PLC Status

**Choice Calculation from m/s:** **Choice Calculation from Rpm:**

|                               | STD18    | STD17    | STD16    | STD15    | STD14  | STD13  | SHE02  | STD12    | STD11    | STD10    | STD09    | STD08    | STD07    | SHE01    | STD06    | STD05    | STD04    | STD03    | STD02    | STD01 |
|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|--------|--------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|
| Recipe Theoretical Speed Rpm  | 1212     | 1299     | 1445     | 1677     | 1880   | 1698   | 483    | 1337     | 1365     | 1420     | 1314     | 948      | 967      | 1337     | 1365     | 1420     | 1314     | 948      | 967      |       |
| Recipe Theoretical Speed m/s  | 6,001    | 3,710    | 2,938    | 2,218    | 2,218  | 1,867  | 1,867  | 1,697    | 1,185    | 0,883    | 0,643    | 0,430    | 0,322    | 1,697    | 1,185    | 0,883    | 0,643    | 0,430    | 0,322    |       |
| Overspeed %                   | 10       |          |          |          |        |        |        |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |       |
| Roll Nominal Diameter mm      | 384,00   | 352,00   | 379,50   | 347,00   |        |        |        | 495,80   | 482,00   | 561,80   | 540,30   | 557,30   | 523,00   | 495,80   | 482,00   | 561,80   | 540,30   | 557,30   | 523,00   |       |
| Roll Effective Diameter mm    | 376,82   | 363,71   | 387,90   | 358,41   | 350,00 | 350,00 | 350,00 | 506,65   | 500,46   | 572,75   | 573,17   | 553,19   | 527,67   | 506,65   | 500,46   | 572,75   | 573,17   | 553,19   | 527,67   |       |
| Diameter Ratio                | 1,035220 | 1,033268 | 1,022122 | 1,032878 |        |        |        | 1,025922 | 1,038294 | 1,019483 | 1,060845 | 0,992621 | 1,008931 | 1,025922 | 1,038294 | 1,019483 | 1,060845 | 0,992621 | 1,008931 |       |
| Red Factor                    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |        |        |        | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |       |
| Actual Stand Used             | HORIZ    | HORIZ    | HORIZ    | HORIZ    | HORIZ  | HORIZ  |        | VERT     | HORIZ    |       |
| Actual Red Factor             | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |        |        |        | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    | 0,000    |       |
| Percentage Speed Used %       | 67,3     | 72,2     | 72,3     | 83,9     |        |        |        | 66,9     | 68,2     | 71,0     | 65,7     | 79,0     | 80,8     | 66,9     | 68,2     | 71,0     | 65,7     | 79,0     | 80,8     |       |
| Monitor Actual Speed Rpm      | 1212     | 1299     | 1445     | 1677     | 1880   | 1698   | 483    | 1337     | 1365     | 1420     | 1314     | 948      | 967      | 1337     | 1365     | 1420     | 1314     | 948      | 967      |       |
| Monitor Actual Speed m/s      | 6,001    | 3,703    | 2,928    | 2,208    | 1,860  | 1,698  | 1,203  | 0,892    | 0,649    | 0,434    | 0,324    |          |          | 1,698    | 1,203    | 0,892    | 0,649    | 0,434    | 0,324    |       |
| Actual Over Speed %           | 10       |          |          |          |        |        |        |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |       |
| Difference Speed Act/Theo Rpm | +0       | -2       | -6       | -7       | -2     | -2     | +0     | +20      | +15      | +13      | +9       | +5       |          | +20      | +15      | +13      | +9       | +5       |          |       |
| Effective Diameter Active mm  | 376,82   | 363,71   | 387,90   | 358,41   | 350,00 | 350,00 | 350,00 | 506,65   | 500,46   | 572,75   | 573,17   | 553,19   | 527,67   | 506,65   | 500,46   | 572,75   | 573,17   | 553,19   | 527,67   |       |
| Enable Lead Speed             | STD10    | STD09    | STD08    | STD07    |        |        |        | STD06    | STD05    | STD04    | STD03    | STD02    | STD01    |          |          |          |          |          |          |       |
| Set Percentage Lead Speed %   | 4        | 3        | 4        | 4        |        |        |        | 3        | 3        | 3        | 3        | 3        | 3        |          |          |          |          |          |          |       |
| Monitor Actual Lead Speed Rpm | 48       | 39       | 58       | 67       |        |        |        | 40       | 41       | 43       | 39       | 28       |          |          |          |          |          |          |          |       |
| Set Delay ON sec              | 0,05     | 0,05     | 0,05     | 0,05     |        |        |        | 0,05     | 0,05     | 0,05     | 0,05     | 0,05     |          |          |          |          |          |          |          |       |
| Set Delay OFF sec             | 0,07     | 0,07     | 0,07     | 0,07     |        |        |        | 0,07     | 0,07     | 0,07     | 0,07     | 0,07     |          |          |          |          |          |          |          |       |

## Calcul de la vitesse réelle

Pour le Diamètre 8, la dernière cage du laminage est la cage 18 et donc la vitesse linéaire réelle s'écrit sous forme :

- Ø8 cage 18

La profondeur de la passe égale à 3 mm, et le diamètre du cylindre est de 339,5 mm

$$D_T = 339.5 - \frac{2 \cdot 3}{3} = 337.5 \text{ mm}$$

Et on sait que

$$V_L = \frac{D_T \cdot \pi \cdot N_m}{60 \cdot R}$$

$$\text{Donc } V_L = \frac{337.5 \cdot \pi \cdot 1251 \cdot 10^{-3}}{60 \cdot 1} = \mathbf{22.1 \text{ m/s}}$$

Donc La vitesse calculée par le système est de **23 m/s** et la vitesse réelle de laminage est de 22.1 m/s

- Ø10 cage 18

La profondeur de la passe égale à 3.8 mm, et le diamètre du cylindre est de 340 mm

$$\text{On a } D_T = D_{Cy} - \frac{2 \cdot \text{profondeur}}{3}$$

$$D_T = 340 - \frac{2 \cdot 3.8}{3} = 337.47 \text{ mm}$$

Et on sait que

$$V_L = \frac{D_T \cdot \pi \cdot N_m}{60 \cdot R}$$

$$\text{Donc } V_L = \frac{337.47 \cdot \pi \cdot 1305 \cdot 10^{-3}}{60 \cdot 1} = \mathbf{23.06 \text{ m/s}}$$

Donc La vitesse calculée par le système est de **24.001 m/s** et la vitesse réelle de laminage est de 23.06 m/s

- Ø12 cage 16

la profondeur de la passe égale à 4.7 mm ,et le diamètre du cylindre est de 339.50 mm

$$\text{on a } D_T = D_{Cy} - \frac{2 \cdot \text{profondeur}}{3}$$

$$D_T = 339.5 - \frac{2 \cdot 4.7}{3} = 336.37 \text{ mm}$$

Et on sait que

$$V_L = \frac{D_T \cdot \pi \cdot N_m}{60 \cdot R}$$

Donc 
$$V_L = \frac{336.37 * \pi * 1347 * 10^{-3}}{60 * 1.387} = 17.104 \text{ m/s}$$

Donc La vitesse calculée par le système est de 17.502 m/s et la vitesse réelle de laminage est de 17.104 m/s

- Ø14 cage 16

La profondeur de la passe égale à 5.63 mm, et le diamètre du cylindre est de 335.50 mm

on a 
$$D_T = D_{Cy} - \frac{2 * profondeur}{3}$$

$$D_T = 335.5 - \frac{2 * 5.63}{3} = 328.04 \text{ mm}$$

Et on sait que

$$V_L = \frac{D_T * \pi * N_m}{60 * R}$$

Donc 
$$V_L = \frac{328.04 * \pi * 1006 * 10^{-3}}{60 * 1.387} = 12.457 \text{ m/s}$$

Donc La vitesse calculée par le système est de 13.107 m/s et la vitesse réelle de laminage est de 12.457 m/s

- Ø16 cage 16

la profondeur de la passe égale à 6.55 mm ,et le diamètre du cylindre est de 329.60 mm

on a 
$$D_T = D_{Cy} - \frac{2 * profondeur}{3}$$

$$D_T = 329.60 - \frac{2 * 6.55}{3} = 325.23 \text{ mm}$$

Et on sait que

$$V_L = \frac{D_T * \pi * N_m}{60 * R}$$

Donc 
$$V_L = \frac{325.23 * \pi * 1369 * 10^{-3}}{60 * 1.387} = 16.80 \text{ m/s}$$

Donc La vitesse calculée par le système est de 17.501 m/s et la vitesse réelle de laminage est de 16.80 m/s

- Ø20 cage 14

la profondeur de la passe égale à 8.15 mm ,et le diamètre du cylindre est de 337.5 mm

$$\text{On a } D_T = D_{Cy} \frac{2 \cdot \text{profondeur}}{3}$$

$$D_T = 337.5 \frac{2 \cdot 8.15}{3} = 332.06 \text{ mm}$$

Et on sait que

$$V_L = \frac{D_T \cdot \pi \cdot N_m}{60 \cdot R}$$

$$\text{Donc } V_L = \frac{332.06 \cdot \pi \cdot 1204 \cdot 10^{-3}}{60 \cdot 1.846} = 11.34 \text{ m/s}$$

Donc La vitesse calculée par le système est de 12.004 m/s et la vitesse réelle de laminage est de 11.34 m/s

### • Ø25 cage 12

la profondeur de la passe égale à 10.40 mm ,et le diamètre du cylindre est de 405.5 mm

$$\text{on a } D_T = D_{Cy} \frac{2 \cdot \text{profondeur}}{3}$$

$$D_T = 405.5 \frac{2 \cdot 10.40}{3} = 398.5 \text{ mm}$$

Et on sait que

$$V_L = \frac{D_T \cdot \pi \cdot N_m}{60 \cdot R}$$

$$\text{Donc } V_L = \frac{398.5 \cdot \pi \cdot 986 \cdot 10^{-3}}{60 \cdot 2.882} = 7.14 \text{ m/s}$$

Donc La vitesse calculée par le système est de 7.558 m/s et la vitesse réelle de laminage est de

7.14 m/s

### • Ø32 cage 10

la profondeur de la passe égale à 13.75 mm ,et le diamètre du cylindre est de 364.00 mm

$$\text{on a } D_T = D_{Cy} \frac{2 \cdot \text{profondeur}}{3}$$

$$D_T = 364.00 \frac{2 \cdot 13.75}{3} = 354.83 \text{ mm}$$

Et on sait que

$$V_L = \frac{D_T \cdot \pi \cdot N_m}{60 \cdot R}$$

Donc  $V_L = \frac{354.83 * \pi * 1212 * 10^{-3}}{60 * 4.738} = 4.75 \text{ m/s}$

Donc La vitesse calculée par le système est de **5.001m/s** et la vitesse réelle de laminage est de 4.75 m/s

# Annexe [10]

|   |   |   |
|---|---|---|
|  | <p>Mode Opérateur</p> <hr/> <p><b>Changement de passe</b></p> | <p>MO-XX-YYY</p> <p>Version :</p> <p>Date :</p> |
|---|---|---|

**OBJET :** *Cette procédure a pour objet de clarifier et définir les différentes étapes de changement de la passe d'un cylindre de la ligne de production de RIVA industries.*

|   |   |
|---|---|
| <b>Intitulé</b>                                 | L'exécution d'un changement de passe.   |
| <b>Description</b>                              | - Assurer le changement d'une passe de la manière la plus efficace possible.  |
| <b>Objectifs</b>                                | - Définir une procédure standard de changement.<br>- L'opération doit être réalisée en préservant impérativement la sécurité du personnel.  |
| <b>Ressources humaines nécessaires</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un électricien pour la consignation déconsignation et inspection électrique.</li> <li>• Un mécanicien pour l'inspection mécanique.</li> <li>• Un opérateur pupitre pour la commande.</li> <li>• Deux Lamineurs pour le démontage, montage et ajustements.</li> <li>• Un manutentionnaire pour assurer tous les travaux de manutention pour l'insertion de la nouvelle cage et extraction de l'ancienne cage.</li> <li>• Le chef de poste pour contrôler le travail, ajuster le gap et la section.</li> </ul> |
| <b>Ressources matérielles et outillage</b>      | <p><b>Pour le train dégrossisseur et train intermédiaire :</b></p> <p>Clés polygonales à frapper 46 et 36 Clés mixtes (créné) 19 ou clé pipe 19 Masette 2kg<br/>Clé pipe 30 Torche à haute luminosité Clés à molette</p> <p>Pied à coulisses<br/>Jeu de cales 0,05-10 mm<br/>Chiffons propres.<br/>Boulonneuse</p>  |
| <b>Précautions de sécurité et environnement</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consignation obligatoire</li> <li>• Portez les EPI</li> <li>• Se conformer aux consignes de sécurité</li> <li>• Nettoyer après la fin des travaux</li> </ul>   |

|                           |                      |
|---------------------------|----------------------|
| <b>Rédacteur :</b>        | <b>Approbateur :</b> |
|                           |                      |
| <b>REVISIONS</b>          |                      |
| Date                      | Version              |
| Nature de la modification | Version              |
|                           |                      |



Mode Opérateur

## Changement de passe

MO-XX-YYY

Version :

Date :

### Mode opératoire de changement de passe

| Numéro de l'opération | Description de l'opération   | A Faire par                                       | Moyen utilisé  |
|-----------------------|--|---|--|
| 001                   | Arrêter le système de refroidissement des cylindres.                 | Opérateur pupitre                                 | Manipulation pupitre principale  |
| 002                   | Arrêter le train de laminage.  | Opérateur pupitre                                 | Manipulation pupitre principale  |
| 003                   | Changer le mode de fonctionnement de la cage en mode manuel.         | Opérateur pupitre                                 | Manipulation pupitre principale  |
| 004                   | Appuyer sur le bouton qui permet d'augmenter le gap = Cylindres Gap. | Opérateur pupitre                                 | Bouton <small>manoir</small>  |
| 005                   | Déplacer le guide d'entrée.  | Lamineur 1  | Boulonneuse  |
| 006                   | Déplacer le guide de sortie.   | Lamineur 1  | Boulonneuse  |
| 007                   | Ajuster le GAP.  | Opérateur pupitre<br>+Lamineur +<br>Chef de poste |                               |
| 008                   | Ajuster l'arrosage sur la nouvelle passe.                            | Lamineur 1  | Massette 2 Kg  |

Rédacteur :

Approbateur :

#### REVISIONS

| Date | Nature de la modification | Version |
|------|---------------------------|---------|
|      |                           |         |



Mode Opérateur

## Changement de passe

MO-XX-YYY

Version :

Date :

|     |  |                   |   |
|-----|--|-------------------|---|
| 009 | Appuyer sur le bouton qui met en marche la centrale hydraulique qui alimente le pupitre de commande. | Opérateur pupitre | Bouton poussoir   |
| 010 | Tourner la clé pour passer du mode de control à distance au mode local.                              | Opérateur pupitre | Clé                |
| 011 | Appuyer sur <b>Débloquer la cage</b> (jusqu'à ce que le bouton poussoir soit allumé).                | Opérateur pupitre | Bouton poussoir   |
| 012 | Déplacer la cage pour l'alignement en appuyant sur Extraction et Insertion Cage.                     | Opérateur pupitre |                  |
| 013 | Bloquer la cage (jusqu'à ce que le bouton poussoir soit allumé).                                     | Opérateur pupitre | Bouton poussoir  |

|             |                           |               |         |
|-------------|---------------------------|---------------|---------|
| Rédacteur : |                           | Approbateur : |         |
|             |                           |               |         |
| REVISIONS   |                           |               |         |
| Date        | Nature de la modification |               | Version |
|             |                           |               |         |



Mode Opérateur

## Changement de passe

MO-XX-YYY

Version :

Date :

|     |   |   |   |
|-----|---|---|---|
| 014 | Brûler la passe.  | Lamineur +<br>Chef de poste                             | Barre réchauffée au four  |
| 015 | Réglage gap et ajustements.   | Opérateur<br>pupitre + Chef<br>de poste +<br>Lamineur 1 | Barre réchauffée au four+ Jeu de cales+<br>pied à coulisses                                 |
| 016 | Tourner la clé pour passer du mode de control local au mode à distance. | Opérateur<br>pupitre                                    | <br>Clé |
| 017 | Arrêter la centrale hydraulique qui alimente le pupitre de commande.    | Opérateur<br>pupitre                                    | Bouton poussoir   |

|             |                           |               |         |
|-------------|---------------------------|---------------|---------|
| Rédacteur : |                           | Approbateur : |         |
|             |                           |               |         |
| REVISIONS   |                           |               |         |
| Date        | Nature de la modification |               | Version |
|             |                           |               |         |

|   |   |                     |
|---|---|---------------------|
|  | Mode Opérateur  | MO-XX-YYY           |
|   | <b>Changements des guides du train<br/>dégrossisseur et intermédiaire</b> | Version :<br>Date : |

**OBJET :** *Cette procédure a pour objet de clarifier et définir les différentes étapes de changement d'un guide du train dégrossisseur et intermédiaire de la ligne de production de RIVA industries.*

|  |   |
|--|---|
| Intitulé                                 | L'exécution d'un changement de guide du train dégrossisseur et intermédiaire  |
| Description                              | - Assurer le changement d'un guide de la manière la plus efficace possible.   |
| Objectifs                                | - Définir une procédure standard de changement.<br>- L'opération doit être réalisée en préservant impérativement la sécurité du personnel.  |
| Ressources humaines nécessaires          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deux Lamineurs pour le démontage, montage et ajustements.</li> <li>• Un manutentionnaire pour assurer tous les travaux de manutention.</li> <li>• Le chef de poste pour contrôler le travail.</li> </ul>   |
| Ressources matérielles et outillage      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Documents techniques (Sections et disposition des guides...)</li> <li>• Clés polygonales à frapper 36,42.</li> <li>• Clés mixtes (créné) 24,19 et 27</li> <li>• Clé plate 30</li> <li>• Massette 2kg</li> <li>• Torche à haute luminosité</li> <li>• Clés à molette</li> <li>• Chiffons propres</li> </ul> |
| Précautions de sécurité et environnement | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consignation obligatoire</li> <li>• Portez les EPI</li> <li>• Se conformer aux consignes de sécurité</li> <li>• Nettoyer après la fin des travaux</li> </ul>   |

|             |                           |               |  |
|-------------|---------------------------|---------------|--|
| Rédacteur : |                           | Approbateur : |  |
|             |                           |               |  |
| REVISIONS   |                           |               |  |
| Date        | Nature de la modification | Version       |  |
|             |                           |               |  |



Mode Opérateur

**Changements des guides du train  
dégrossisseur et intermédiaire**

MO-XX-YYY

Version :

Date :

**Mode opératoire des changements des guides entrées des cages du train intermédiaire**

| <b>Numéro de l'opération</b>                                      | <b>Description de l'opération</b>                                | <b>A Faire par</b>            | <b>Moyen utilisé</b>                           |
|---|--|-------------------------------|--|
| 001   | Arrêter le système de refroidissement                            | Opérateur pupitre             | Manipulation pupitre principale                |
| 002   | Arrêter le train de laminage                                     | Opérateur pupitre             | Manipulation pupitre principale                |
| 003   | Changer le mode de fonctionnement en mode manuel                 | Opérateur pupitre             | Manipulation pupitre principale                |
| 004 ( <i>Opération destinée uniquement aux cages verticales</i> ) | Démonter les flexibles d'arrosage, d'eau et de graissage         | Lamineur                      | Clés :24,19                                    |
| 005   | Dégagement de goulotte d'entrée                                  | Lamineur                      | --   |
| 006   | Desserrage du guide  | Lamineur                      | Clé frappe 36+<br>Massette 2kg<br>/Boulonneuse |
| 005   | Extraction guide   | Lamineur+<br>Manutentionnaire | Pont roulant                                   |
| 006   | Poser le guide sur la zone appropriée de la table des guides.    | Manutentionnaire              | Pont roulant                                   |
| 007   | Manutention du nouveau guide à la position correcte d'insertion. | Lamineur+<br>Manutentionnaire | Pont roulant                                   |
| 009   | Serrage du nouveau guide   | Lamineur                      | Clé frappe 36+<br>Massette 2kg<br>/Boulonneuse |

Rédacteur :

Approbateur :

**REVISIONS**

Date

Nature de la modification

Version

|   |   |                     |
|---|---|---------------------|
|  | Mode Opérateur  | MO-XX-YYY           |
|   | <b>Changements des guides du train dégrossisseur et intermédiaire</b> | Version :<br>Date : |

**Mode opératoire des changements des guides des sorties des cages du train intermédiaire et dégrossisseur**

| Numéro de l'opération | Description de l'opération                                       | A Faire par                   | Moyen utilisé                                  |
|-----------------------|--|-------------------------------|--|
| 001                   | Arrêter le système de refroidissement                            | Opérateur pupitre             | Manipulation pupitre principale                |
| 002                   | Arrêter le train de laminage                                     | Opérateur pupitre             | Manipulation pupitre principale                |
| 003                   | Changer le mode de fonctionnement en mode manuel                 | Opérateur pupitre             | Manipulation pupitre principale                |
| 004                   | Desserrage du guide  | Lamineur                      | Clé frappe 36+<br>Massette 2kg<br>/Boulonneuse |
| 005                   | Extraction guide   | Lamineur+<br>Manutentionnaire | Pont roulant                                   |
| 006                   | Poser le guide sur la zone appropriée de la table des guides.    | Manutentionnaire              | Pont roulant                                   |
| 007                   | Manutention du nouveau guide à la position correcte d'insertion. | Lamineur+<br>Manutentionnaire | Pont roulant                                   |
| 009                   | Serrage du nouveau guide   | Lamineur                      | Clé frappe 36+<br>Massette 2kg<br>/Boulonneuse |

|             |                           |               |  |
|-------------|---------------------------|---------------|--|
| Rédacteur : |                           | Approbateur : |  |
|             |                           |               |  |
| REVISIONS   |                           |               |  |
| Date        | Nature de la modification | Version       |  |
|             |                           |               |  |

|   |   |                     |
|---|---|---------------------|
|  | Mode Opérateur  | MO-XX-YYY           |
|   | <b>Mode opératoire des changements des cages horizontales du train dégrossisseur et intermédiaire</b> | Version :<br>Date : |

**OBJET :** *Cette procédure a pour objet de clarifier et définir les différentes étapes de changement d'une cage horizontale du train dégrossisseur et intermédiaire de la ligne de production de RIVA industries.*

|  |   |
|--|---|
| Intitulé                                 | L'exécution d'un changement de cage horizontale du train dégrossisseur et intermédiaire   |
| Description                              | - Assurer le changement d'une cage horizontale de la manière la plus efficace possible.   |
| Objectifs                                | - Définir une procédure standard de changement.<br>- L'opération doit être réalisée en préservant impérativement la sécurité du personnel.  |
| Ressources humaines nécessaires          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un électricien pour la consignation déconsignation et inspection électrique.</li> <li>• Un mécanicien pour l'inspection mécanique.</li> <li>• Un opérateur pupitre pour la commande.</li> <li>• Deux Lamineurs pour le démontage, montage et ajustements.</li> <li>• Un manutentionnaire pour assurer tous les travaux de manutention pour l'insertion de la nouvelle cage et extraction de l'ancienne cage.</li> <li>• Le chef de poste pour contrôler le travail, ajuster le gap et la section.</li> </ul> |
| Ressources matérielles et outillage      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Documents techniques (Schéma de laminage, sections et disposition des guides...)</li> <li>• Clé polygonale à frapper 50</li> <li>• Clés mixtes (créné) 30, 24, 19 et 17, clés pipes 30, 24 19 et 17</li> <li>• Clés plates 41,46, 30, 36, 24, 19.</li> <li>• Massette 2kg</li> <li>• Torche à haute luminosité</li> <li>• Clés à molette</li> <li>• Pied à coulisses</li> <li>• Jeu de cales 0,05-10mm</li> <li>• Pince à gaz</li> <li>• Chiffons propres</li> </ul>   |
| Précautions de sécurité et environnement | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consignation obligatoire</li> <li>• Portez les EPI</li> <li>• Se conformer aux consignes de sécurité</li> </ul>  |

|             |               |
|-------------|---------------|
| Rédacteur : | Approbateur : |
|             |               |
| REVISIONS   |               |
| Date        | Version       |
|             |               |



Mode Opérateur

**Mode opératoire des changements des cages horizontales du train dégrossisseur et intermédiaire**

MO-XX-YYY

Version :

Date :

**Mode opératoire des changements des guides des sorties des cages du train intermédiaire et dégrossisseur**

| <b>Numéro de l'opération</b> | <b>Description de l'opération</b>                                | <b>A Faire par</b>            | <b>Moyen utilisé</b>                           |
|------------------------------|--|-------------------------------|--|
| 001                          | Arrêter le système de refroidissement                            | Opérateur pupitre             | Manipulation pupitre principale                |
| 002                          | Arrêter le train de laminage                                     | Opérateur pupitre             | Manipulation pupitre principale                |
| 003                          | Changer le mode de fonctionnement en mode manuel                 | Opérateur pupitre             | Manipulation pupitre principale                |
| 004                          | Desserrage du guide  | Lamineur                      | Clé frappe 36+<br>Massette 2kg<br>/Boulonneuse |
| 005                          | Extraction guide   | Lamineur+<br>Manutentionnaire | Pont roulant                                   |
| 006                          | Poser le guide sur la zone appropriée de la table des guides.    | Manutentionnaire              | Pont roulant                                   |
| 007                          | Manutention du nouveau guide à la position correcte d'insertion. | Lamineur+<br>Manutentionnaire | Pont roulant                                   |
| 009                          | Serrage du nouveau guide   | Lamineur                      | Clé frappe 36+<br>Massette 2kg<br>/Boulonneuse |

|                    |                           |                      |         |
|--------------------|---------------------------|----------------------|---------|
| <b>Rédacteur :</b> |                           | <b>Approbateur :</b> |         |
|                    |                           |                      |         |
| <i>REVISIONS</i>   |                           |                      |         |
| Date               | Nature de la modification |                      | Version |
|                    |                           |                      |         |



Mode Opérateur

**Mode opératoire des changements des cages horizontales du train dégrossisseur et intermédiaire**

MO-XX-YYY

Version :

Date :

|     |   |                         |                               |   |
|-----|---|-------------------------|-------------------------------|---|
| 009 | Appuyer sur bouton <b>Extraction cage.</b> (jusqu'à ce que le bouton poussoir soit allumé)  | Opérateur pupitre       | Bouton poussoir               |    |
| 010 | Appuyer sur bouton <b>Bloquer cage.</b> (jusqu'à ce que le bouton poussoir soit allumé)     | Opérateur pupitre       | Bouton poussoir               |    |
| 011 | Appuyer sur bouton <b>Débloquer loquet.</b> (jusqu'à ce que le bouton poussoir soit allumé) | Opérateur pupitre       | Bouton poussoir               |  |
| 012 | Appuyer sur bouton <b>Débloquer cage.</b> (jusqu'à ce que le bouton poussoir soit allumé)   | Opérateur pupitre       | Bouton poussoir               |  |
| 013 | Appuyer sur bouton <b>Insertion cage.</b>   | Opérateur pupitre       | Bouton poussoir               |  |
| 014 | Manutention de la cage vers l'extérieur de la ligne.  | Manutentionnaire        | Pont roulant                  |   |
| 015 | Nettoyage de la zone d'insertion de la cage.  | Lamineur 1 + Lamineur 2 | Tuyau d'eau+ chiffons propres |   |

|             |                           |               |         |
|-------------|---------------------------|---------------|---------|
| Rédacteur : |                           | Approbateur : |         |
|             |                           |               |         |
| REVISIONS   |                           |               |         |
| Date        | Nature de la modification |               | Version |
|             |                           |               |         |

# Annexe 11

Société : RIVA INDUSTRIE



## BON DE COMMANDE

| N° pièce     | Date       | Fournisseur |
|--------------|------------|-------------|
| BC1600001165 | 16/05/2017 | FL00392     |

Page 1 sur 1

SIDTEC

LOTISSEMENT JAWHARA RUE  
1 N°28 SIDI MOUMEN  
CASABLANCA

Maroc

| Article   | Désignation  | Qté commandée | Date récept. | Prix net | Montant HT |
|-----------|--|---------------|--------------|----------|------------|
| ELE006513 | PHOTOCELLULE:MICRO DETECTORS(MD)<br>REF:BX10R/AD-HB (VOIR PHOTO JOINTE)                            | 6,00UN        | 16/05/2017   | 2112,00  | 12 672,00  |
| ELE006514 | CONNECTEUR AVEC CABLE:MICRO DETECTORS<br>REF:CEI20-22II CE O..R..CD12M/OB-050A1-37317              | 12,00UN       | 16/05/2017   | 90,00    | 1 080,00   |
| ELE006540 | PHOTOCELLULE:MICRO DETECTORS(MD) REF DE<br>RECEPT:BX10R/AD-HB;REF EMITTEUR:BX10S/00-HB<br>12-24VDC | 6,00UN        | 16/05/2017   | 1712,00  | 10 272,00  |

| Base TVA  | Taux             | Montant Taxe | Frais/Rem         | Montant   |
|-----------|------------------|--------------|-------------------|-----------|
| 22 582,56 | 20,00<br>TVA 20% | 4 516,51     | Remise %<br>6,00% | -1 441,44 |

Signature

Etabli par : Mobarak LINABOUI

|                  |                      |
|------------------|----------------------|
| Total lignes HT  | 24 024,00 MAD        |
| Frais/Rem        | (1 441,44)           |
| <b>TOTAL HT</b>  | <b>22 582,56 MAD</b> |
| TOTAL TAXE       | 4 516,51             |
| <b>TOTAL TTC</b> | <b>27 099,07 MAD</b> |

Riad Arrida N° 65 Marina Center Angle BD Zerktouni & Med Ben Abdelah 5ème Etage Appt 31 - Casablanca  
Fixe : 05 22 47 07 53 - Fax : 05 22 20 84 78  
RC : 241413 - IF : 40423013 - CNSS : 8828834 - Patente : 36393681

## Annexe 12

| N° camion    | Nombre des billettes | Fournisseur | Poids (Kg)       |
|--------------|----------------------|-------------|------------------|
| 1            | 16                   | MEGASA      | 25584.25         |
| 2            | 16                   | MEGASA      | 25554.23         |
| 3            | 16                   | MEGASA      | 25624.84         |
| 4            | 16                   | MEGASA      | 25564.73         |
| 5            | 16                   | MEGASA      | 25500.86         |
| 6            | 16                   | MEGASA      | 25532.74         |
| 7            | 16                   | MEGASA      | 25454.89         |
| 8            | 16                   | MEGASA      | 25553.45         |
| <b>Total</b> | <b>128</b>           |             | <b>204369.99</b> |

- Paramètres de laminage :

| Fournisseur | Température de laminage (°C) | Temps de séjour (min) | Vitesse de laminage (m/s) | Cadence (T/h) |
|-------------|------------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------|
| MEGASA      | 1195                         | 135(2h)               | 24                        | 93            |

|                             | Poids (en Kg) |
|-----------------------------|---------------|
| Billettes                   | 204369.99     |
| Produit Fini + Ligatures    | 202245.622    |
| Produit Fini ( <b>net</b> ) | 201039.99     |
| Ligatures                   | 205,632       |

|                         | <b>Tonnage (kg)</b>       | <b>Taux%</b> |
|-------------------------|---------------------------|--------------|
| <b>Calamine</b>         | 1900                      | 0.93         |
| <b>Cisaille 1</b>       | 210                       | 0.10         |
| <b>Cisaille 2</b>       | 320                       | 0.16         |
| <b>Cisaille à froid</b> | 700                       | 0.34         |
| <b>Barre courte</b>     | 200                       | 0.09         |
|                         | <b>Total de chutes</b>    | <b>1.63</b>  |
|                         | <b>Total produit fini</b> | <b>98.37</b> |