



Université Sidi Mohamed Ben Abdellah
Faculté des Sciences et Techniques de Fès
Département de Génie Industriel



Mémoire de Projet de fin d'étude

Préparé par

Mazouara Meryem

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat

Spécialité : Ingénierie en Mécatronique

Intitulé

Amélioration de la productivité dans la zone de
coupe et sertissage C&C

Lieu : Société Yura corporation Morocco
Réf : IMT15 /IMT18



Soutenu le 18 Juin 2018 devant le jury :

- Pr Belmajdoub Fouad (Encadrant FST)
- Mlle Arabi Hanae (Encadrante Société)
- Pr Cherkani Mohamed Hassani (Examineur)
- Pr Ennadi Abdelali (Examineur)

Résumé

Dans un marché mondial ouvert, l'entreprise industrielle aujourd'hui se met face à une compétitivité intense, qui exige de nouvelles mesures pour survivre et générer des bénéfices.

À cet égard, les lois de la concurrence ont changé. Être concurrentiel ce n'est plus être productif, mais c'est savoir fidéliser ses clients par un produit de qualité, livré à temps et moindre le coût.

C'est dans ce cadre que s'inscrit mon projet de fin d'études intitulé : « Amélioration de la productivité dans la zone de coupe et sertissage », afin de déceler différents problèmes et proposer des solutions pour les éliminer ses problèmes qui sont: le temps de changement de série très élevé, le temps d'attente pour avoir de la matière première, la mauvaise implantation des machines KOMAX, et l'indicateur UPH qui est loin de la valeur souhaitée.

Dans cette optique, on a entamé le projet la démarche DMAIC. La méthodologie utilisée s'appuie sur la fixation des objectifs chiffrables. Elle vise la maîtrise des processus à travers une analyse basée sur une mesure statistique de la performance et une recherche des causes profondes des problèmes

Mots clés : DMAIC,UPH,six sigma,muda , setup time

Abstract

In today's global open market, today's industrial enterprise is facing intense competition, which requires new measures to survive and generate profits.

In this respect, the laws of competition have changed. To be competitive is not to be productive anymore, but it is to know how to build customer loyalty with a quality product delivered on time and at a lower cost.

It is within this framework that my end-of-studies project entitled "Improving Productivity in the Cutting and Crimping Area" is inscribed, in order to identify various problems and propose solutions to eliminate its problems which are: the time of change of very high series, the waiting time to have raw material, the bad implantation of the machines KOMAX, and the indicator UPH which is far from the desired value.

With this in mind, we started the project DMAIC. The methodology used is based on the setting of quantifiable objectives. It aims at mastering the processes through an analysis based on a statistical measure of the performance and a search of the root causes of the problems

Keywords: DMAIC,UPH,six sigma,muda , setup time

Dédicaces

*AUX ETRES LES PLUS CHERS AU MONDE, À MES PARENTS,
Au Dieu Tout Puissant, qui m'a accordé la santé, la force et le courage pendant ces
années d'études. A ma mère Benzoubeir Sanae , A mon père Mazouara Abderrahim
en reconnaissance, rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon
éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de vos sacrifices que vous avez
consentis pour mon éducation et ma formation je vous aime très fort, et Que Dieu
me permette de vous rendre une partie, aussi infime soit - elle, de tout ce que je
vous dois.*

A MON FRERE ET MA SOEUR,

*Merci Yassine et Karima d'avoir été toujours là pour moi, votre joie de vivre et
votre humour remplissent mon quotidien de bonheur et de joie. Votre présence
dans ma vie m'aide à surmonter les moments difficiles et me redonne le sourire.*

A MES TRES CHERS AMIS

*Bbleble Reda mein leben , loubna, soufia, hynhyn Pour tous les moments magnifiques
et inoubliables que j'ai passés avec vous. Pour tout l'amour, le soutien que vous
m'avez offert, de votre affection je ne peux me surpasser, je vous remercie très
fort, je ne vous oublierai jamais.*

A TOUS CEUX QUI M'AIMENT, A TOUS CEUX QUE J'AIME,

Je dédie ce travail...

Mazouara Merjem

Remerciements :

Avant tout louange à Dieu.

Que le professeur Fouad Belmajdoub qui a dirigé et guidé ce travail avec toute
compétence et patience trouvent ici l'expression de ma gratitude et mes sentiments de respect les

plus distingués. Ses critiques constructives et son aide morale étaient indispensables à la réalisation de ce travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Monsieur Abdoullah benzakour manager du département Réseau, pour m'avoir intégré rapidement au sein de l'entreprise et m'avoir accordé toute sa confiance et son aide afin d'évoluer rapidement dans mon stage.

Mes vifs remerciements vont à mon encadrante Mlle Hanae Arabi ingénieur production pour ces pertinentes directives et conseils, le temps et le soutien qu'il m'a consacré tout au long de cette période. Ainsi à tous les Coordinateurs système du département coupe et sertissage, et à l'ensemble du personnel Yura corporation Morocco : cadres, employés et opérateurs pour leur accueil, leur aide et leur sympathie.

Mon dévouement et ma reconnaissance s'adressent aussi à tout le corps professoral de la FST de Fès pour les efforts qu'ils fournissent pour nous procurer une formation solide digne d'un ingénieur de l'avenir.

Que messieurs les membres du jury trouvent ici l'expression de ma reconnaissance pour avoir accepté de juger notre travail.

Que tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail trouvent l'expression de mes remerciements les plus chaleureux.

Liste des figures :

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Siège de Yura à la Corée du Sud | 4 |
| Figure 2 : Implantation mondiale de Yura corporation..... | 5 |
| Figure 3 : Fiche signalétique de Yura corporation Morocco | 6 |
| Figure 4 : Organigramme chez Yura corporation Morocco | 6 |
| Figure 5: L'alimentation des câbles en voitures | 7 |
| Figure 6: Flux de production | 7 |
| Figure 7: Processus d'expédition | 9 |
| Figure 8: Le niveau d'UPH pour le mois Janvier et Février de l'année 2018..... | 13 |
| Figure 9: Diagramme de bête à corne | 13 |
| Figure 9: diagramme de pieuvre..... | 14 |

| | |
|--|----|
| Figure 10: Diagramme de de pieuvre | 14 |
| Figure 11: Le sous-système de la machine komax 355..... | 15 |
| Figure 12 : Sertissage des deux côtés..... | 16 |
| Figure 13 : Sertissage des deux côtés et seal d'un seul côté | 16 |
| Figure 14 : Seal des deux côtés | 16 |
| Figure 15 : Dubling | 16 |
| Figure 16: Sertissage des deux côtés avec Dénudage au milieu | 16 |
| Figure 17 : Processus de fabrication des différents produits dans la zone C&C | 16 |
| Figure 18: Environnement de travail..... | 17 |
| Figure 19 : Diagramme QQQQQCP | 20 |
| Figure 20 : Charte du projet | 24 |
| Figure 21: Diagramme Pareto des différents arrêts dans la zone C&C | 25 |
| Figure 22: Diagramme des machines qui représente un temps de changement de série très élevés | 27 |
| Figure 23: Diagramme de spaghetti | 32 |
| Figure 24 : Diagramme d'Ishikawa..... | 36 |
| Figure 25 : Elaboration de la méthode SMED | 37 |
| Figure 26 : Conversion des opérations interne en externe | 40 |
| Figure 27 : Esquisse et coupe sur Catia du support terminal | 41 |
| Figure 28 : Esquisse et coupe sur Catia du support applicateur..... | 41 |
| Figure 29: conception et coupe sur Catia d'un chariot..... | 42 |
| Figure 30 : Standard de changement de série poste A08 | 43 |
| Figure 31: Identification des positions sur le poste de travail..... | 45 |
| Figure 32 : Tableau de bord des indicateurs de performance dans la zone C&C | 46 |
| Figure 34: Support terminal après l'application du SMED | 48 |
| Figure 33: Support terminal avant l'application du SMED | 48 |
| Figure 35 : Le poste de travail après l'identification des positions | 49 |
| Figure 36 : Les mesures de temps de changement de série après amélioration | 49 |

Liste des tableaux :

| | |
|---|----|
| <u>Tableau 1 : La moyenne d 'UPH pour le mois Janvier et Février</u> | 13 |
| <u>Tableau 2 : Les fonctions principales et de les fonctions de contraintes</u> | 14 |
| <u>Tableau 3 : Les Opérations effectuées dans la zone de coupe et sertissage</u> | 15 |
| <u>Tableau 4 : Le processus de production pour chaque machines</u> | 16 |
| <u>Tableau 5 : Diagramme CTQ</u> | 19 |
| <u>Tableau 6 : Diagramme de Sipoc</u> | 23 |
| <u>Tableau 7 : Définitions des temps mesures</u> | 27 |
| <u>Tableau 8 : Chronométrage des opérations nécessitant deux outils de sertissages pour la machine A09</u> | 28 |
| <u>Tableau 9 : Calcule du pourcentage lors d'un changement de deux outils de sertissages pour la machine A09</u> | 28 |
| <u>Tableau 10 : Chronométrage des opérations nécessitant deux outils de sertissages et deux outils de seals pour la machine A08</u> | 29 |
| <u>Tableau 11 : Calcul des pourcentages pour la machine A08</u> | 29 |
| <u>Tableau 12: Chronométrage des opérations nécessitant Trois outils de sertissages pour la machine A02</u> | 30 |
| <u>Tableau 13: Calcul des pourcentages</u> | 30 |
| <u>Tableau 14: Distribution de pourcentage pour les trois processus</u> | 31 |
| <u>Tableau 15: Les distances parcourues pendant les changements d'outils</u> | 33 |
| <u>Tableau 16 : Table des 5M</u> | 35 |
| <u>Tableau 17 : Conversion des opérations interne en externe</u> | 39 |

| | |
|--|----|
| Tableau 18 : Application des 5S | 47 |
| Tableau 19 : contrôle de changement de série pour la machine A08 | 49 |
| Tableau 20 : gain en temps | 49 |

Liste des acronymes:

5S: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke.

CAO: Cutting area organization.

CTQ: Critical to quality.

CxC : Crimp to Crimp .

CxS: Crimp to Seal .

DMAIC: Define, Measure, Analyse, Improve, Control.

QQOQCP: Qui, Quoi, Où, Quand, Comment, Pourquoi.

SIPOC: Supplier, Input, Process, Output, Customer.

SMED: Single Minute Exchange of Die.

SxS: Seal to Seal

2CxS: doubling

MSxS : middle strip & both seals

MES : manufacturing execution system

VBA : visual basic

UPH: unité par heure (pcs/h)

NC : Number of Criticality

Sommaire:

| | |
|---|---|
| Introduction général..... | 1 |
| Chapitre 1 : présentation du groupe multinational & contexte du projet..... | 3 |

| | | |
|------|--|-----------|
| I. | Présentation générale..... | 4 |
| 1. | Yura corporation monde..... | 4 |
| 2. | Répartition géographique | 5 |
| 3. | Les clients de YURA..... | 5 |
| II. | Yura corporation Morocco | 5 |
| 1. | Présentation | 5 |
| 1.1. | Fiche signalétique de Yura corporation Morocco..... | 5 |
| 1.2. | Organigramme de Yura..... | 6 |
| 1.3. | Produits de Yura corporation | 6 |
| III. | Processus de production | 7 |
| 1. | Flux de production | 7 |
| 1.1. | Le magasin de la matière première | 7 |
| 1.2. | La zone de coupe & sertissage..... | 7 |
| 1.3. | Le contrôle qualité C&C..... | 8 |
| 1.4. | La zone de préparation..... | 8 |
| 1.5. | Zone de set complet | 8 |
| 1.6. | La zone d'assemblage | 8 |
| 1.7. | Zone circuit test..... | 9 |
| 1.8. | Emballage | 9 |
| IV. | Contexte du projet..... | 9 |
| 1. | Introduction | 12 |
| 2. | Les acteurs du projet | 12 |
| 3. | Justification du choix de projet | 12 |
| 4. | Objectifs du projet..... | 13 |
| | <u>5.diagramme de pieuvre.....</u> | <u>13</u> |
| 6. | Décomposition de la machine KOMAX 355 | 14 |
| V. | Etat des lieux | 15 |
| 1. | Description de la zone de coupe..... | 15 |
| 2. | Présentation des machines de coupe et de sertissage | 15 |
| 3. | processus de fabrication des différents produits dans la zone de coupe | 16 |
| 4. | Environnement du travail (lay-out)..... | 17 |
| VI. | Conclusion..... | 17 |
| | <u>Chapitre 2:Implantation de la demarche DMAIC.....</u> | <u>18</u> |
| | <u>Premiere Etape:Definir.....</u> | <u>19</u> |
| I. | Le diagramme CTQ (Critical to Quality)..... | 19 |

| | |
|---|-----------|
| II. QQQQCP | 19 |
| III. Le SIPOC | 21 |
| IV. Charte du PFE : | 23 |
| <u>Deuxieme Etape:Mesurer/Analyser.....</u> | <u>23</u> |
| I. Introduction | 24 |
| II. Etude des différents types arrêts dans la zone de coupe et sertissage | 24 |
| 1. Définition du temps de changement de série | 25 |
| III. Etudes du temps de changement de série | 25 |
| 1. Analyse les machines de coupe et de sertissage..... | 25 |
| 1.1. Chronométrage des opérations d'un changement de série (deux outils de sertissages pour la machine A09) : | 27 |
| 1.2. Chronométrage du temps de réglage (deux outils de seals et deux outils de sertissages pour la machine A08) : | 28 |
| 1.3. Chronométrage du temps de réglage (trois outils de sertissages mis en place) : | 29 |
| IV. Interprétation | 31 |
| 1. Le Processus le plus critique | 31 |
| 2. Les déplacements de l'opérateur | 31 |
| 3. Etude des 5M : | 33 |
| 1.1. Tableau des 5M : | 34 |
| 4. Ishikawa : | 36 |
| TROISIEME ETAPE : INNOVER | 37 |
| I. Introduction | 37 |
| II. Elaboration du plan d'action | 37 |
| 1. Mise en œuvre de la méthode SMED..... | 37 |
| 1.1. Préparation du chantier pilote | 37 |
| 1.2. Déploiement des étapes de la méthode SMED : | 37 |
| 2. Solution proposée : | 40 |
| 3. Elaboration d'un standard de changement de série : | 42 |
| 4. Management visuel : | 45 |
| 4.1. Identification des positions de changement de fabrication : | 45 |
| 4.2. Elaboration d'un Tableau de bord : | 45 |
| 4.1. Elaboration des 5S : | 47 |
| I. Introduction | 48 |
| II. Contrôler l'implémentation des solutions | 48 |
| 1. Double support terminal : | 48 |
| 2. Identification des positions de | 48 |

| | |
|--|----|
| 2. Identification des positions de changement de série : | 48 |
| 3. Contrôle de temps de changement de série : | 49 |
| III. Estimation des différents gains : | 49 |
| 1. Gain en termes de temps | 49 |
| 2. Gain en UPH : | 49 |
| 3. Gain en production | 50 |
| 4. Gain non mesurable..... | 50 |
| II. Conclusion..... | 50 |
| Conclusions et perspectives : | 52 |

INTRODUCTION GENERALE :

L'industrie automobile se développe de plus en plus rapidement, avec notamment l'arrivée sur le marché, de nouveaux concurrents, munis de technologies sophistiquées. L'un des secteurs compétitive et qui connaît une concurrence exacerbée est la fourniture des câbles automobiles. Le client est très exigeant en matière de qualité, de coût et de délai. Pour cela, les facteurs compétence et qualification de la ressource humaine, ainsi que les données fiables sont importants. Par ailleurs, la fabrication des câbles automobiles est considérée comme une production de grande série, ce qui nécessite une organisation rigoureuse, une bonne gestion de production, ainsi qu'une meilleure utilisation des équipements.

A cet égard, l'entreprise YURA CORPORATION MOROCCO est convaincue que l'amélioration continue des procédés de fabrication et de la qualité de ses produits, constitue la démarche adéquate à suivre afin d'atteindre l'excellence industrielle.

C'est dans ce cadre que s'inscrit mon projet de fin d'études intitulé : « Amélioration de la productivité dans la zone de coupe et sertissages », afin de déceler les différents problèmes et proposer des solutions pour les éliminer. Ainsi, à l'issue de cette étude, nous avons déterminé certaines problèmes majeurs auxquelles nous avons proposé des solutions originales afin d'éliminer toute sources de gaspillage. Ces problèmes sont: le temps de changement de série très élevé, le temps d'attente pour avoir la matière première, la mauvaise implantation des machines KOMAX.

Le présent travail s'articule principalement autour des phases suivantes :

- Une phase préliminaire: une période primordiale pour se familiariser avec les techniques du secteur de production du câblage automobile et ainsi qu'une bonne connaissance des différents services avec lesquels nous allons collaborer pour réaliser le projet.
- Une phase de présentation générale du projet: Au long de cette période qualifiée fondamentale, nous allons définir le contexte général de notre projet, et par la suite nous allons exposer le thème du projet tout en déterminant les facteurs primordiaux sur lesquels il faut agir afin d'arriver à l'objectif souhaité.
- Une phase de réalisation : Dans cette partie, nous allons traiter ce projet à la lumière de l'approche DMAIC, tout en suivant ces cinq phases:

✚ Définir.

✚ Mesurer.

- ✚ Analyser.
- ✚ Améliorer.
- ✚ Contrôler.

Le présent rapport explicite la démarche adoptée afin de répondre à l'objectif de ce sujet. Il est structuré en trois parties :

- ❖ Le premier chapitre partie: Présentation de Yura Corporation Morocco, ses activités et de son flux de production et ainsi à présenter le contexte général du projet en détaillant la position du problème et son état des lieux
- ❖ Le deuxième chapitre : Application de la démarche DMAIC vise à implanter et appliquer l'approche Six Sigma pour le projet d'amélioration de la productivité des machines komax dans la zone de coupe et sertissage.

Enfin je vais terminer ce travail par une conclusion résumant les résultats obtenus à la suite de notre démarche d'amélioration continue.

CHAPITRE 1

PRESENTATION DU GROUPE MULTINATIONAL & CONTEXTE DU PROJET

YURA CORPORATION

I. Présentation générale

1. Yura corporation monde

YURA a commencé en 1971 en tant que fournisseur des composants pour le camion Titan E-2000, Elle s'est entièrement engagée dans la fabrication des meilleurs produits et atteint le niveau de zéro-défauts grâce à un contrôle qualité rigoureux.

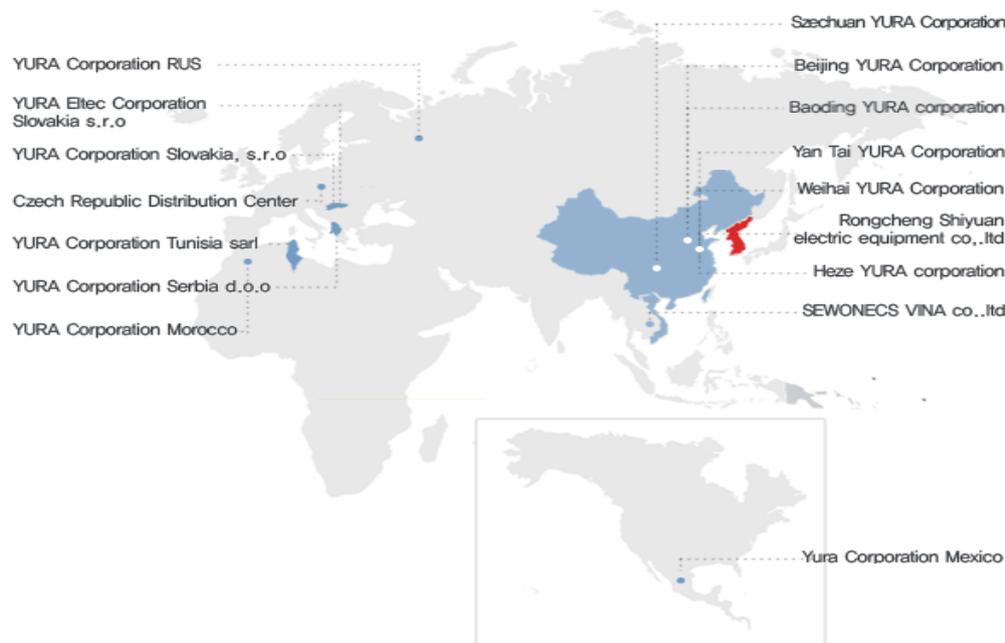
Yura est un groupe multinational coréen leader dans l'industrie automobile, spécialisé dans la conception et la fabrication d'équipements pour l'automobile .Son siège se situe à la Corée du sud dans la ville de Seoul.



Figure 1 : Siège de Yura à la Corée du Sud

2. Répartition géographique

YURA comptait sur quatre continents, ce qui est représenté dans la figure 2 :



3. Les clients d

Figure 2 : Implantation mondiale de Yura corporation

En tant que fondateur, Yura Corporation vise à dominer le marché en présentant des produits dotés d'une excellente fiabilité et des performances qui ne cessent de satisfaire les plus grands constructeurs de l'industrie automobile tel que :

- Hyundai/Kia Motors
- BHMC (Beijing Hyundai Motor Company)
- KMS (Kia Motor Slovakia)
- HMMC (Hyundai Motor Manufacturing Czech)

II. Yura corporation Morocco

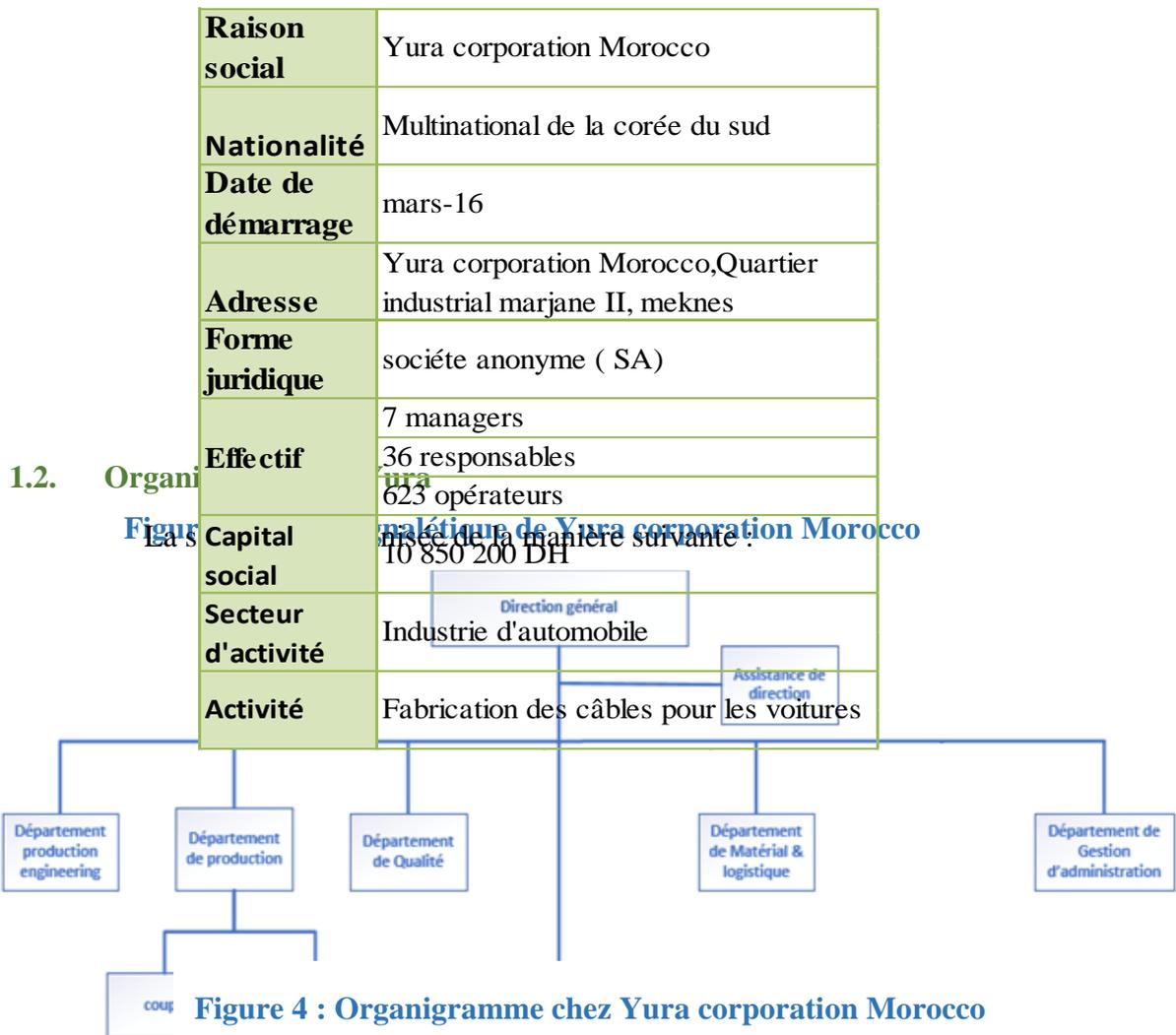
1. Présentation

Yura corporation Morocco est implantée au Maroc depuis 2016. Présidé par Byung-Yoon Ohm, le groupe de la Corée du sud a décidé d'implanter une autre usine au Maroc après l'usine de la Tunisie.

La convention concernant cet investissement a été signé en Mars 2016 par le ministre de l'industrie et Kwon Soon Kook, directeur général de YURA Corporation Morocco.

1.1. Fiche signalétique de Yura corporation Morocco

La fiche signalétique est la carte d'identité de l'entreprise.

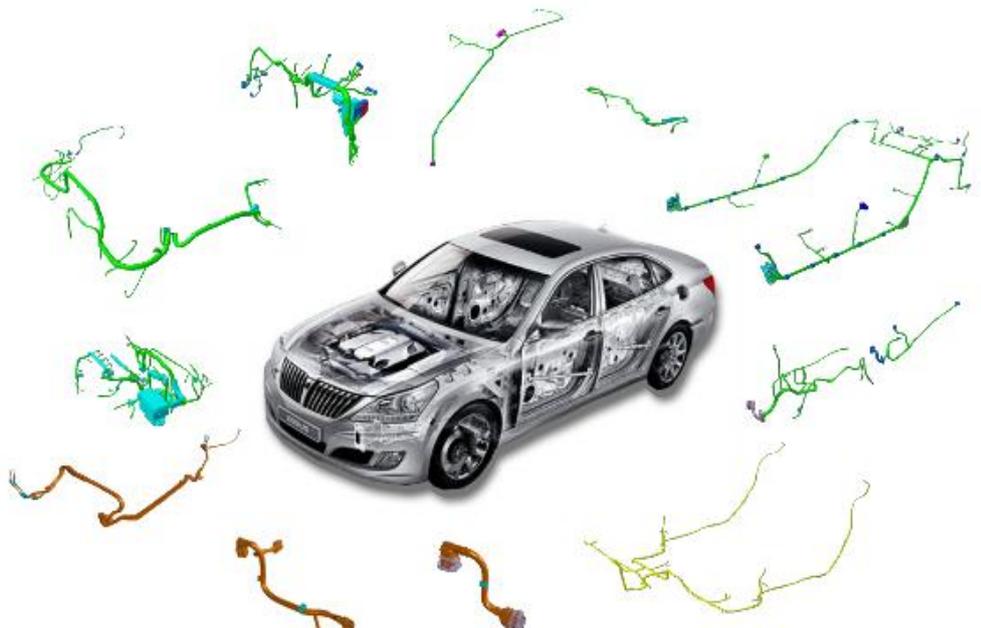


1.3. Produits de Yura corporation

Yura corporation produit les faisceaux électriques pour voitures. Ces faisceaux électriques sont les premiers composants qui se fixent sur la carrosserie et dont le rôle est d'alimenter électriquement tous les composants et les options de la voiture.

Les types de câblages produits par Yura corporation :

- Câblage principale (Main).
- Câblage moteur (Engine).
- Câblage sol (Body).
- Câblage porte (Doors).
- Câblage toit (Roof).



III. Processus de Figure 5: L'alimentation des câbles en voitures

1. Flux de production

La production des câbles électriques passe par plusieurs étapes, donc par plusieurs zones de production : magasin des matières premières, la zone de coupe, la zone de préparation, Set complet, l'assemblage, circuit test, Emballage et finalement l'expédition.

Le schéma suivant (figure 6) englobe le processus entier ainsi que le type de système de flux utilisé entre les zones de production au sein de Yura corporation :

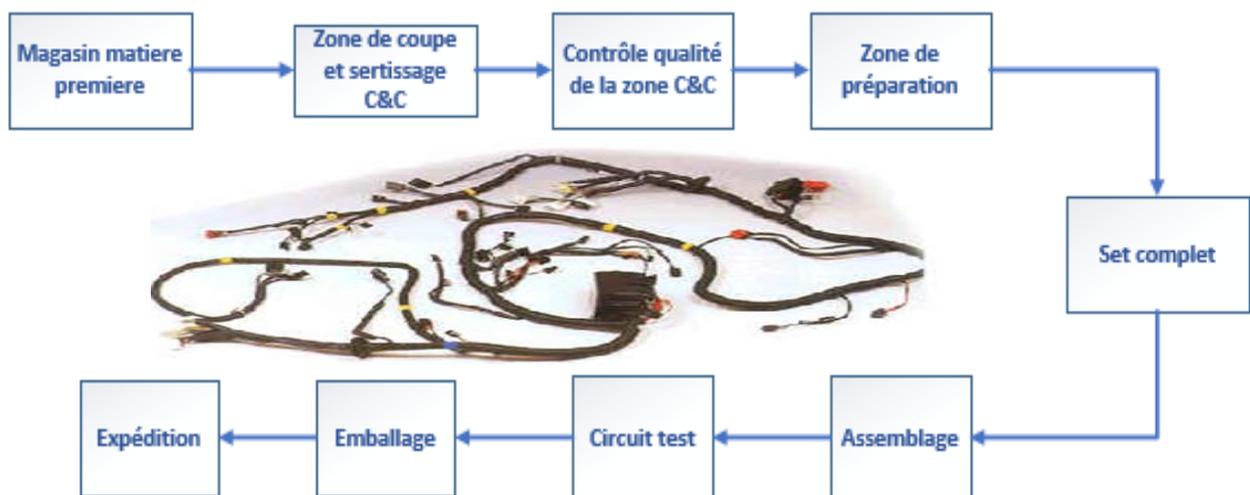


Figure 6: Flux de production

1.1. Le magasin de la matière première

La matière première passe par le laboratoire de contrôle de qualité pour subir un contrôle de réception et pour la validation avant d'être stockée dans le magasin des matières premières. Les matières premières sont stockées au niveau du magasin selon le principe FIFO dans des rayonnages ou, Chaque rayonnage contient le numéro, la position et le niveau.

1.2. La zone de coupe & sertissage

C'est le fournisseur de matière première pour les chaînes d'assemblage. Elle leur fournit les fils en quantité et qualité demandées et au moment opportun. La coupe est équipée par des machines

automatiques qui servent à la coupe des fils selon les longueurs demandées en des fils dénudés et sertis avec leurs terminaux. Ce processus est assuré grâce à la machine de coupe KOMAX.

1.3. Le contrôle qualité C&C

C'est un test qui se fait visuellement par le département qualité de la zone de coupe et qui vérifie le dimensionnement ainsi que toute anomalie non détectable.

1.4. La zone de préparation

Cette zone sert à effectuer les opérations qui n'ont pas été faites par les machines de coupe comme :

- **Le sertissage manuel** : Dans certains cas les machines de coupe n'arrivent pas à faire le sertissage. On est censé de le faire manuellement par des presses manuelles.
- **Dubling** : Assembler les deux extrémités de deux fils à un seul terminal
- **Postes d'accessoires** : afin d'insérer des accessoires comme les tapes ou les tubes.
- **Insertion des seals** : Lorsque des cas spécifiques ne sont pas traités au niveau de la coupe, on est censé d'insérer les seals manuellement.
- **HMT**: Pour joindre les fils par chaleur et insérer le Tube.

1.5. Zone de set complet

Cette étape permet le positionnement du faisceau dans un contenant normalisé (carton, bac plastique) afin de le protéger et faciliter sa manutention.

1.6. La zone d'assemblage

Le montage des faisceaux de câbles est fait sur un tableau selon les dessins techniques et les instructions du Band Plan (plan indiquant les tâches qui doivent être exécuter).

Les tableaux sont divisés en zones et en positions.

➤ **L'insertion** : Cette étape consiste à insérer manuellement les terminaux des circuits dans les connecteurs qui leurs correspondent. Des supports sous forme de fiches comprenant le processus d'assemblage sont mis à la disposition des opérateurs, cette opération se fait dans les postes sub.

➤ **l'enrubannage** : C'est l'opération qui permet de recouvrir les fils une fois insérés par des rubans et des protecteurs. Cette opération se fait dans des convoyeurs linéaires.

Chacune de ces étapes comporte des opérations qui varient en fonction de la nature du câble.

1.7. Zone circuit test

O **Le contrôle électrique** : ce type de vérification consiste à contrôler la conductivité et la continuité du courant à travers tout le câble.

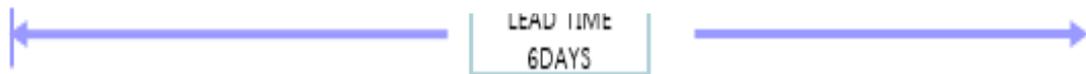
- **Le contrôle final** : c'est un contrôle visuel à 100% qui consiste à contrôler la qualité, la forme et les dimensions du câble avant son conditionnement.

1.8. Emballage

L'emballage est spécifique selon chaque client, les faisceaux de câbles sont emballés selon des instructions différentes. Une fois les câbles sont emballés. On peut les expédier à notre client et cela prendra 6 jours.



Figure 7: Processus d'expédition



IV. Contexte du projet

1. Introduction

Face aux exigences des marchés, la société Yura corporation Morocco a décidé d'améliorer sa productivité et sa réactivité afin d'optimiser les coûts, les délais et les temps d'utilisation des machines. Pour atteindre ses objectifs, la société nous a confié la mission de préparer une démarche structurée afin d'augmenter sa productivité. Tout d'abord, analyser la situation actuelle et fixer les objectifs puis coordonner les actions ensuite, maîtriser les moyens ainsi suivre les actions en cours et rendre compte de l'avancement du projet.

Ce projet sera mené dans le cadre du projet de fin d'études, programmé dans le cursus du Cycle d'ingénierie, filière mécatroniques de la faculté des sciences et techniques de Fès. L'objectif principal derrière ce travail est d'intégrer le monde professionnel par la réalisation d'un projet réel dans une société, afin de développer les atouts acquis lors de la formation pédagogique.

2. Les acteurs du projet

- Maitre d'ouvrage : Le maître d'ouvrage est la société Yura corporation Morocco
Représenter par : Mr Park Sangini.
- Maitre d'œuvre : Le département du cycle mécatronique de la faculté des sciences
Et techniques de Fès, représenté par l'étudiante : Mazouara Meryem.
- Tuteur pédagogique : Pr. Fouad Belmajdoub.

3. Justification du choix de projet

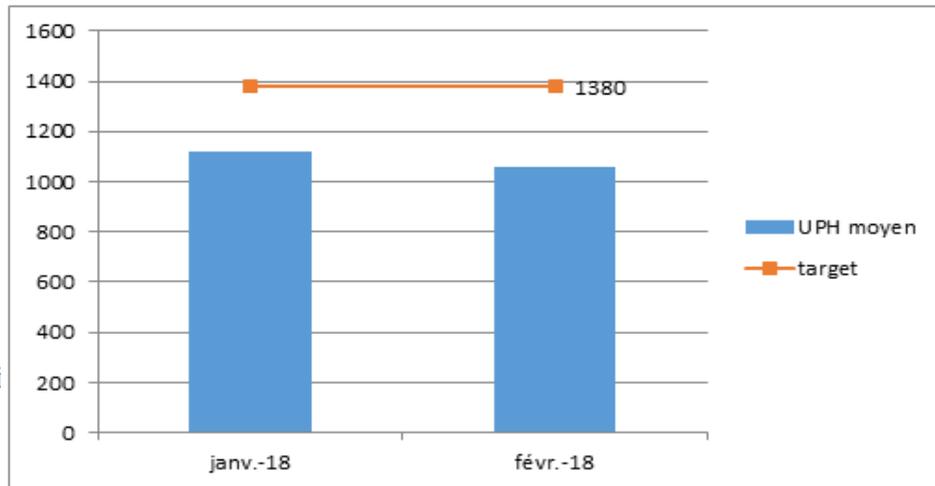
Le service d'ingénierie de la société Yura corporation Morocco élabore antérieurement la liste des sujets. Cette liste est conçue en fonction de l'ordre d'importance des sujets. Pour le service de Production, le sujet cible d'amener une certaine amélioration de la productivité dans la zone de coupe et sertissage. En égard à ce qui précède, ce service, nous a prescrit l'étude de ce sujet en vue d'établir un profond diagnostic de l'état actuel pour déceler les problèmes qui entraînent. C'est pour cette raison, la première des choses est de prouver avec des chiffres et des statistiques l'importance du traitement des sources de gaspillage au niveau de cette zone, l'idée c'était d'identifier l'UPH (unité par heure) pour le mois de Janvier et de février 2018. Sachant que,
$$\text{UPH} = \frac{\text{Quantité travaillée}}{\text{Temps travaillée} - (\text{les arrêts})}$$
 est l'indicateur sur lequel se base Yura corporation afin de mesurer le taux de rendement de sa production.

Le détail des données se trouve dans l'annexe 1 :

| Mois | UPH moyen | Target |
|------|-----------|--------|
|------|-----------|--------|

| | | |
|---------|---------|------|
| janv-18 | 1116,69 | 1380 |
| févr-18 | 1056,39 | 1380 |

Tableau 1 : La moyenne d 'UPH pour le mois Janvier et Février



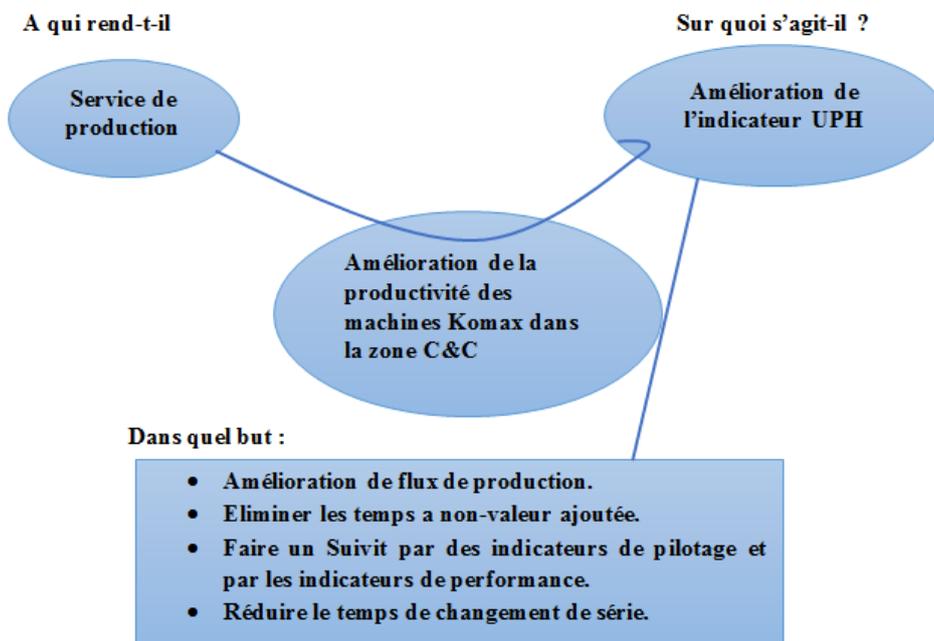
Le graphe
Janvier et

2018
es deux mois
y a un écart

important dû à plusieurs facteurs.

4. Objectifs du projet

Le diagramme Bête à Cornes ci-dessous exprime le besoin de l'unité autonome de production C&C:



5. Diagramme de pieuvre

L'outil appelé diagramme pieuvre, ou diagramme d'interactions, est utilisé pour définir les interrelations entre un produit et son environnement.

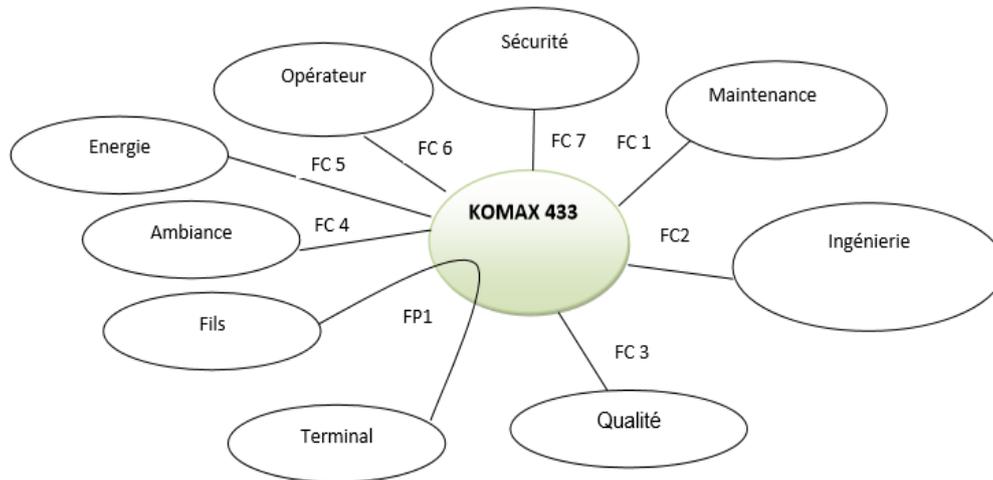


Figure 10: Diagramme de de pieuvre

La fonction principale et les fonctions de contraintes du diagramme de pieuvre sont les suivants :

| | |
|------------|---|
| FP1 | Sertir, Couper et dénuder les fils |
| FC1 | Assurer la maintenabilité de la machine |
| FC2 | Assurer la validation de la machine selon les normes |
| FC3 | Assurer la qualité du produit |
| FC4 | Résister au milieu ambiant : bruit ; humidité ; saleté |
| FC5 | Alimenter la machine |
| FC6 | Exécuter les taches de début de travail |
| FC7 | Assurer la sécurité des opérateurs |

6. Décomposition de la machine KOMAX 355

C'est une étape indispensable car il est nécessaire de bien connaître les fonctions de la machine pour en analyser. On peut décomposer La machine selon les sous-systèmes suivants :



Figure 11: Le sous-système de la machine komax 355

V. Etat des lieux

1. Description de la zone de coupe

Pour fabriquer des faisceaux ou des câbles, il faut : couper, dénuder, dégainer, marquer, sertir. Ce sont les premières opérations du processus de production. Elles peuvent être réalisées manuellement, ou automatiquement à l'aide des machines de coupe pour assurer une production dans les délais prévus. La zone de coupe est une zone composée d'un ensemble de machines réalisant divers opérations à savoir le découpage des fils électriques, Dénudage, sertissage.

| Opération | Description |
|-----------------|--|
| Découpage | Découpage des fils selon la longueur et la section souhaitée. |
| Dénudage | C'est l'opération permettant d'enlever l'isolant à l'extrémité du fil afin de dégager les filaments conducteurs. |
| Sertissage | Qui permet la Jonction d'un terminal à un ou plusieurs fils conducteurs. |
| Insertion seals | Afin d'assurer l'étanchéité lors de l'insertion du terminal dans le connecteur. |

Tableau 3 : Les Opérations effectuées dans la zone de coupe et sertissage

2. Présentation des machines de coupe et de sertissage

Pour mieux connaître la zone de coupe, on m'a demandé à effectuer un inventaire des machines de coupe en les classifiant selon les types de processus :

- CxC (sertissage des deux côté) :



Figure 12 : Sertissage des deux côtés

- CxS (sertissage deux côtés et seal du deuxième côté) :



Figure 13 : Sertissage des deux côtés et seal d'un seul côté

- SxS (seals des deux côtés) :



Figure 14 : Seal des deux côtés

- 2CxC (Dubling):

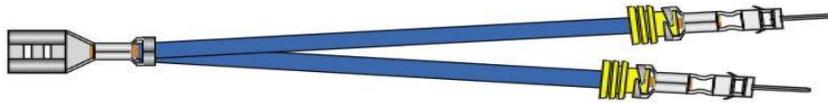


Figure 15 : Dubling

- MSxS (middle strip & both seals):

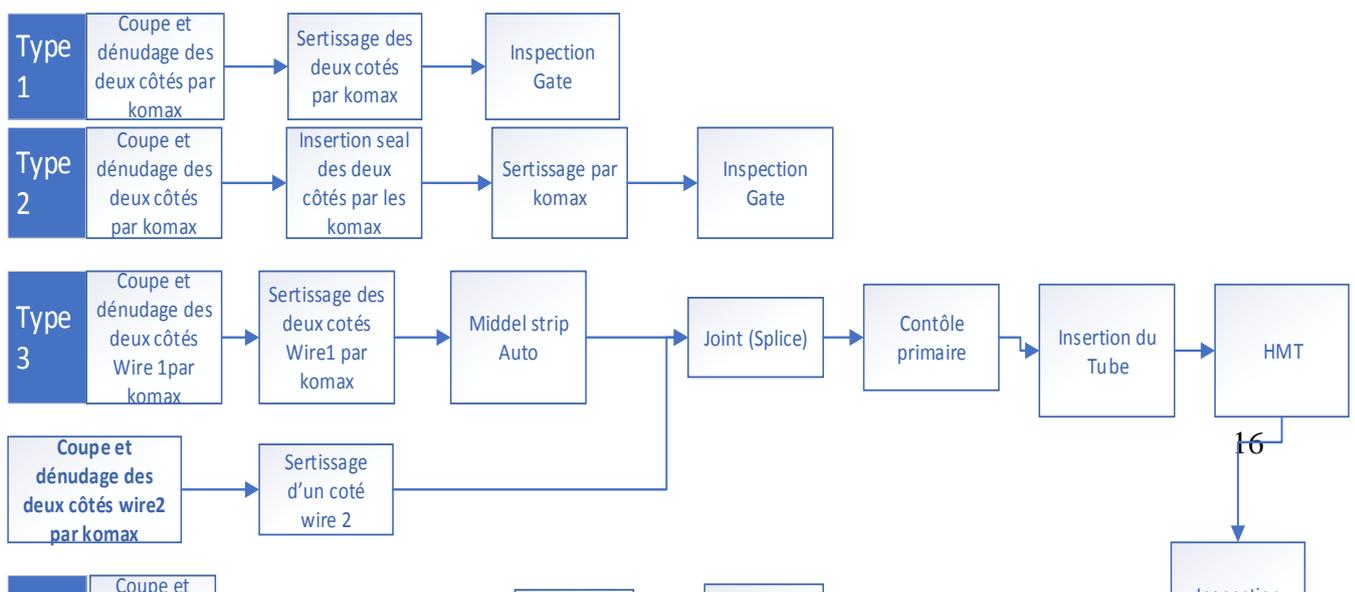


Figure 16: Sertissage des deux côtés avec Dénudage au milieu

| MC | CxC | CxS | SxS | 2CxC | MSxS |
|-----|-----|-----|-----|------|------|
| A01 | x | | | | |
| A02 | | | | x | |
| A03 | x | | | | |
| A04 | x | | | | |
| A05 | | x | | | |
| A06 | | | x | | |
| A07 | | | x | | |
| A08 | | | x | | |
| A09 | x | | | | |
| A10 | | | | | x |
| A11 | x | | | | |
| A12 | x | | | | |

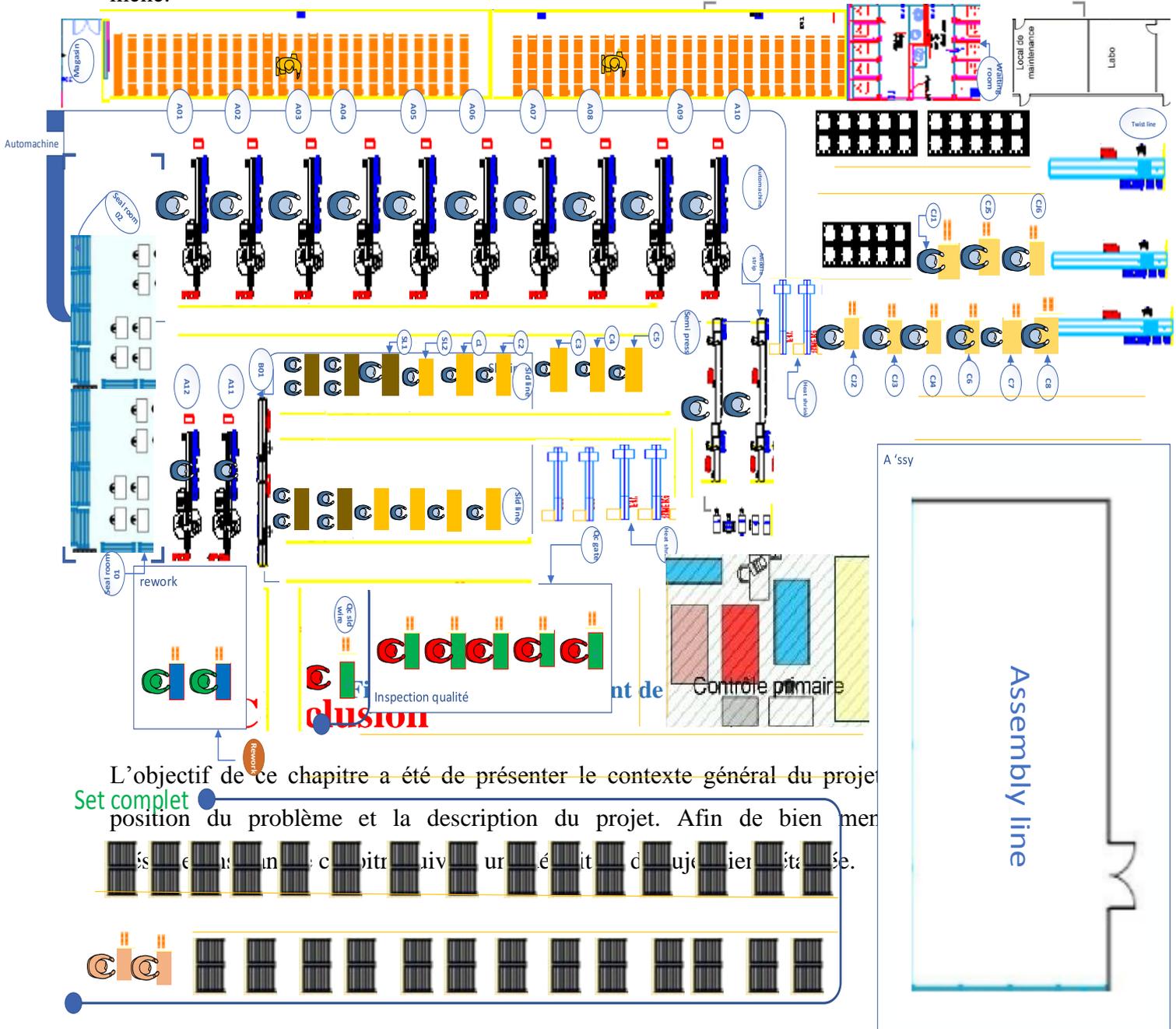
Tableau 4 : Le processus de production pour chaque machines

3. processus de fabrication des différents produits dans la zone de coupe



4. Environnement du travail (lay-out)

La société Yura corporation est composée d'une zone de coupe, zone de préparation, zone de set complet et la zone d'assemblage. C'est dans la zone de coupe que le travail présent a été mené.



L'objectif de ce chapitre a été de présenter le contexte général du projet Set complet

position du problème et la description du projet. Afin de bien mer

és € n m c p i t r i v u r é l i t d u j e r i t a s e .

CHAPITRE 2

Implantation de la démarche : **DMAIC**

PREMIERE ETAPE : DEFINIR

Dans ce chapitre, on va développer la première étape de l'approche DMAIC : Définir, pour le projet D'amélioration de la productivité des machines Komax dans la zone Coupe et

sertissage. Les outils utilisés ont pour but de cerner le projet et sa problématique et d'assurer son bon déroulement. Il s'agit notamment de la recherche des CTQ (Critical to Quality) qui représentent les éléments essentiels et les plus sûrs en termes de satisfaction des clients, le diagramme SIPOC qui nous a permis d'identifier les différentes parties prenantes du projet, entre clients et fournisseurs, et les différentes données d'entrée et de sortie, le diagramme QQQQCP a été aussi utilisé pour plus de clarté, et enfin la charte du projet qui définit l'état actuel, la problématique et la planification du travail.

I. Le diagramme CTQ (Critical to Quality)

Le diagramme CTQ a pour objectif de décomposer le besoin du client en exigences (qualité, coût, délais) qui doivent pouvoir être mises en face de caractéristiques que l'on sait évaluer par une mesure.

| | Besoin (ce qui mène le client à utiliser le processus ?) | Exigences (ce qui permet au client d'être satisfait ?) | Caractéristiques (comment mesure-t-on que le client est satisfait?) | Spécifications (quelle sont les spécifications sur la mesure?) |
|--------------|--|--|---|--|
| Client Aval | besoin en fils pour la fabrication des câbles | fils conformes aux caractéristiques définit par la zone d'assemblage juste à temps | sertissage ok | 50%pvc %50 filament |
| | | | longueur ok | longueur sur transfert sheet |
| | | | Identification ok | contenant Date et heure de production |
| | | | livraison juste à temps | disponible dès que possible dans les supports |
| client final | besoin en câbles pour le montage de voiture | câbles conformes aux caractéristiques définit par le client | -- | |

Tableau 5 : Diagramme CTQ

II. QQQQCP

Le QQQQCP est un outil simple et fréquemment utilisé afin de faire le tour de l'ensemble d'un sujet. Il permet de rechercher les informations concernant un problème afin de mieux le cerner. Il peut aussi être utilisé pour définir les modalités de mise en œuvre d'un plan d'action. Il évite d'oublier un élément indispensable à la réussite du projet.

Cette méthode est utilisée à chaque fois que l'on doit identifier les aspects d'un problème de la façon la plus complète et la plus rapide possible. Les six questions clés sont posées afin d'obtenir une réponse précise et spécifique.

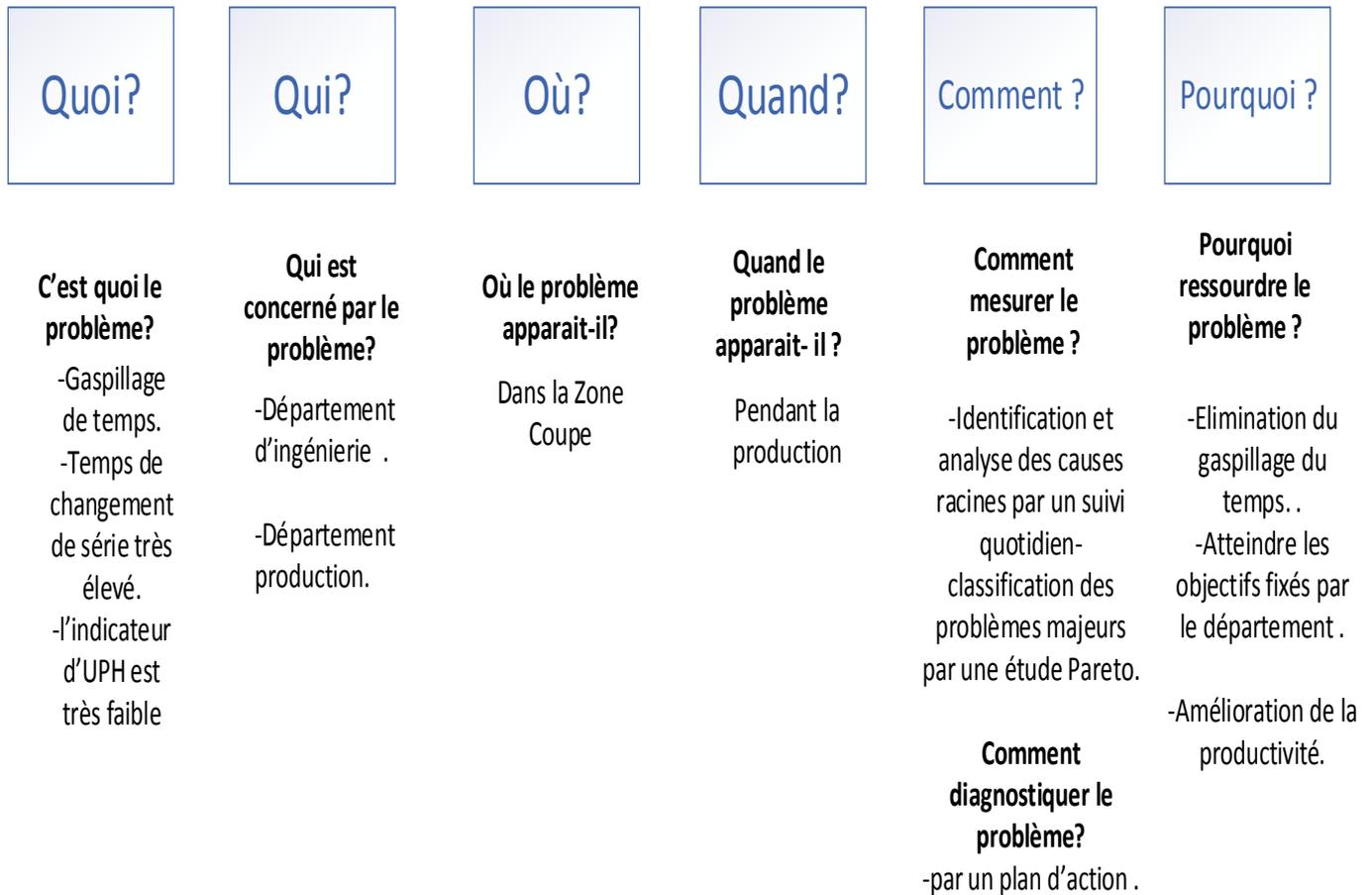


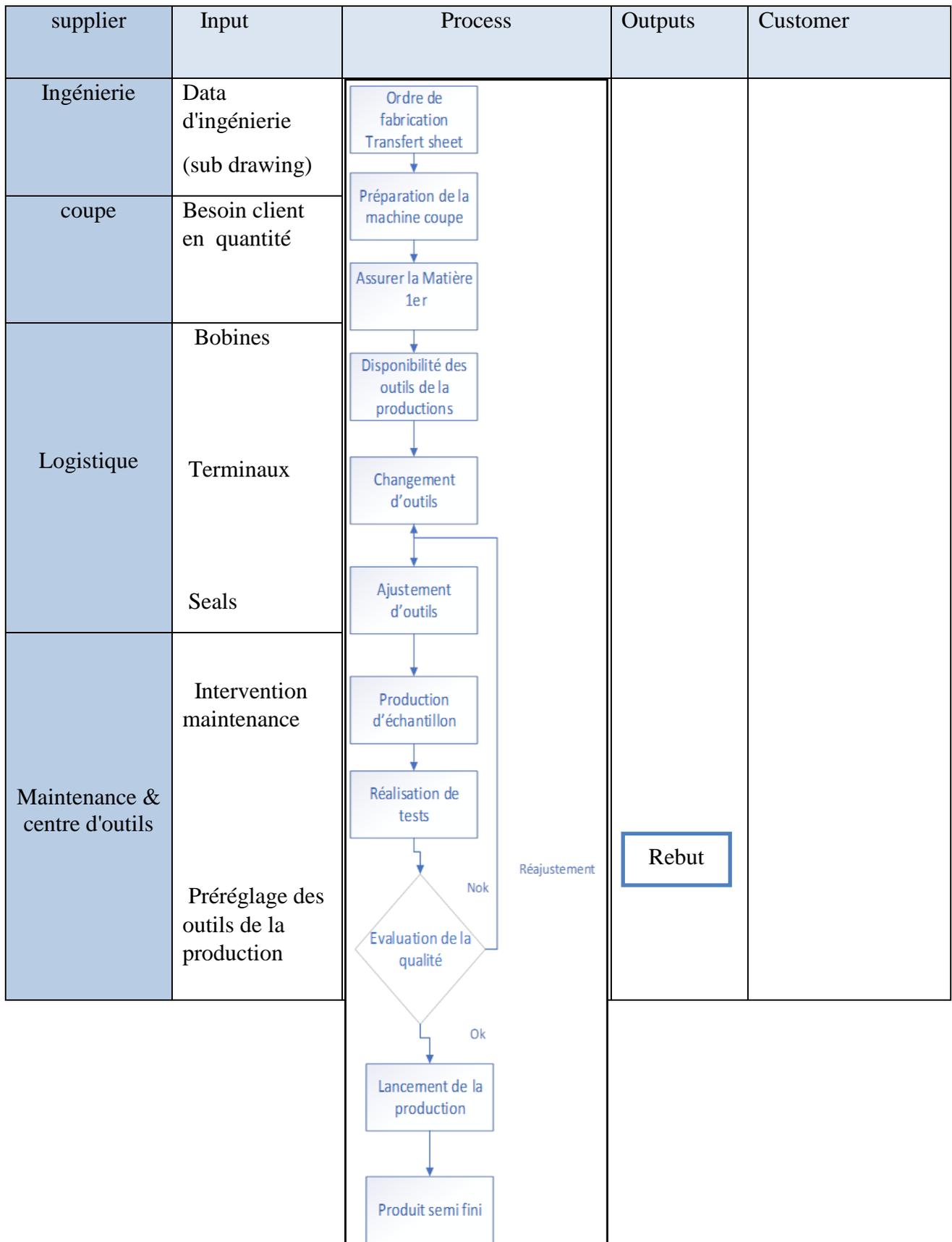
Figure 19 : Diagramme QOOQQCP

III. Le SIPOC

Un diagramme SIPOC est un outil de visualisation pour identifier tous les éléments pertinents associés à un processus. SIPOC signifie Supplier (fournisseur), Input (Entrée), Process(Processus), Output(Sortie), Customer(Client). Lorsqu'on parle ici de client et de fournisseur, il ne s'agit pas de ceux de l'entreprise, mais bien de ceux du processus. En amont du processus on a un fournisseur qui fournit des <<entrées>> puis le processus délivre des <<sorties>> à un client.

Il est recommandé d'employer le SIPOC dans la phase initiale d'un projet d'amélioration d'un processus .l'élaboration de ce diagramme nécessite 5 étapes :

- Identifier les fournisseurs (S) des entrées.
- Identifier les entrées (I) requises par le processus.
- Identifier le processus (P) dans lequel le problème a été identifié
- Définir les sorties du processus (O)
- Identifier les clients © qui reçoivent les sortie.



| | | | | |
|---------|-------------------------|--|------------|---------------------|
| Qualité | Contrôle primaire | | | |
| | Contrôle final | | | |
| | Procédure de la qualité | | Fils serti | Chaine d'assemblage |

IV. Charte du PFE :

La présente charte positionne le projet de fin d'étude intitulé l'amélioration de la productivité des machines komax dans la zone coupe et sertissage, le détail de cette charte est représentée dans le tableau suivant :

| Charte du projet | | | | | |
|---|--|--|---|---------------------------|---|
| Titre du projet | | Amélioration de la productivité des machine komax | | | |
| Formulation du problème | | L'indicateur de performance UPH est loin de la valeur souhaité | | | |
| Qui ? | Quoi? | où? | Quand ? | Comment ? | Pourquoi ? |
| Equipe C&C | Amélioration de la productivité des machines komax | Zone de coupe | Fevrier2018-Juin 2018 | Démarche DMAIC | Augementation de la productivité et la disponibilité des machines |
| Diagramme CTQ | | | | | |
| Besoins client | | Exigences | | Caractéristique mesurable | Spécification |
| besoin des fils pour la fabrication des câbles | | Fils conforme | | Réclamation Client | Réduire le nombre de réclamation |
| Etat actuel | | | Etat souhaité | | |
| Temps de changement de serie tres elevé Temps d'attente des maintenanciers élevé Mouvements inutiles des opérateurs Temps des interventions maintenances non contrôlés | | | Reduire le temps de changement de serie Reduire le temps d'attente des maintenanciers Eliminer les mouvement unitule Contrôlé le temps des interventions maintenance | | |
| Gaspillage de temps | | | Eliminer le gaspillage | | |

Figure 20 : Charte du projet

DEUXIEME ETAPE : MESURER / ANALYSER

I. Introduction

La première étape « Définir » nous a permis de déterminer le cadre général du projet et de mettre en évidence les paramètres critiques.

Le second chapitre de cette partie présente l'étape : « Mesurer et Analyser » à travers laquelle nous allons procéder par une collecte des données et des mesures pour pouvoir évaluer le système actuel de la zone de coupe et analyser par la suite chaque chantier à part.

II. Etude des différents types arrêts dans la zone de coupe et sertissage

Pour déterminer les arrêts qui présentent le plus d'avaries nous avons prélevé les mesures des temps d'arrêts des douze machines komax durant le mois de février pour les trois shifts.

Pour chaque arrêt on l'a classé dans (figure 21).

Le détail des données se trouve dans l'annexe 2.

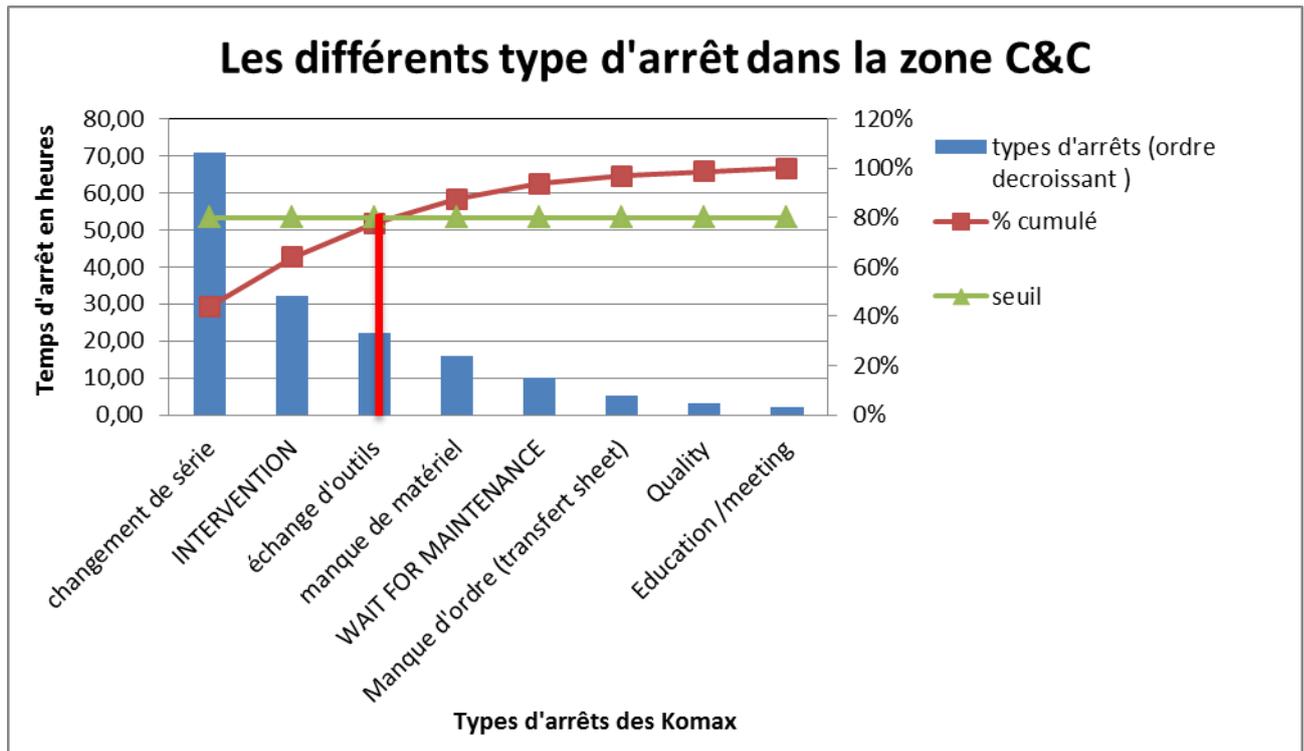


Figure 21: Diagramme Pareto des différents arrêts dans la zone C&C

D'après les analyses élaborées sur la zone de coupe, on constate que parmi les contraintes majeures qui influencent sur la production est le temps de changement de série (setup time).

1. Définition du temps de changement de série

Dans sa plus simple expression, Le temps de changement de série indique la durée qui s'écoule entre la bonne dernière pièce de la fabrication précédente et la bonne première pièce de la fabrication suivante.

On distingue deux types de réglages :

- Réglages / temps internes : Cela correspond à des opérations qui se font machine arrêtée, donc hors production.
- Réglages / temps externes : Cela correspond à des opérations qui se font machine en fonctionnement, donc en production.

III. Etudes du temps de changement de série

1. Analyse les machines de coupe et de sertissage

Pour sélectionner les machines qui représentent un setup time plus élevé nous avons prélevé les mesures du temps de changement d'outils durant cinq jours pour les trois shifts.

Ensuite, on a utilisé le diagramme de Pareto afin de déterminer les machines qui ont le plus d'écart entre l'état récent et l'objectif fixé. Nous avons pris ses données à partir du Not working time dans le département de coupe et sertissage pendant le mois de février.

Le détail des données se trouve dans l'annexe 3.

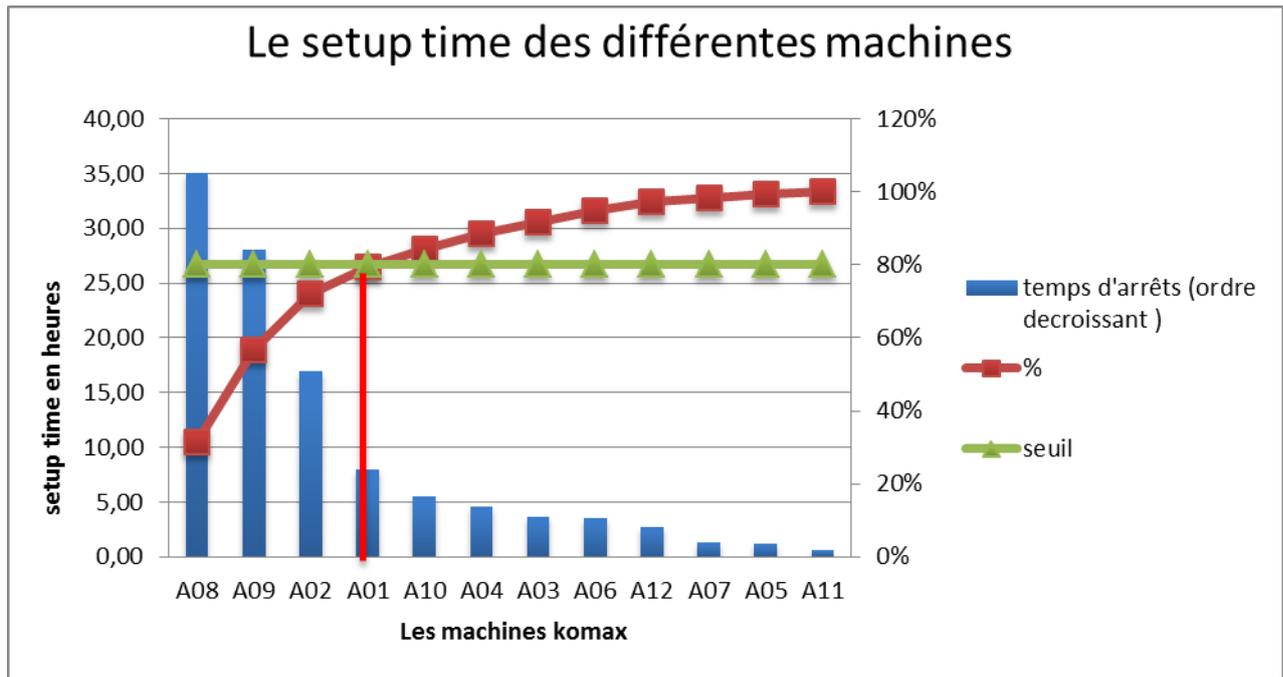


Figure 22: Diagramme des machines qui représente un temps de changement de série très élevés

sertissages pour la machine A09) :

Après avoir définie l'ensemble des opérations qui précèdent le lancement de la production, nous avons pris 5 chronométrages de cinq commandes ayant les mêmes quantités. Ces chronométrages sont effectués juste sur les machines : **A09 A08 A02.**

Ce Tableau représente les informations sur les temps ainsi la référence de commande des différentes opérations :

| Temps | Opération : |
|--------------------------|---|
| Temps de production réel | c'est le temps nécessaire pour produire la quantité voulue |
| Temps de réglage réel | c'est tout le temps qui précède le lancement de fabrication et qui englobe l'ensemble des réglages de la machine. |
| Référence de la commande | Chaque commande se caractérise par une référence unique. |

Après avoir définie l'ensemble des opérations qui précèdent le lancement de la production, nous avons pris 5 chronométrages de cinq commandes ayant les mêmes quantités. Ces chronométrages sont effectués juste sur les machines : **A09 A08 A02.** Pour la machine A09, nous avons pris cinq chronométrages d'une quantité de 400 fils et d'une taille de lot de 100 unités .le détail des données se trouve dans l'annexe 4.

| Opérations | Moyenne |
|---|---------|
| 1)Démonter l'outil de sertissage côté 1 | 67 |
| 2)Démonter la bobine -terminal côté 1 | 73 |
| 3)Démonter l'outil de sertissage côté 2 | 71 |
| 4)Démonter la bobine-terminal côté2 | 71 |
| 5)Démonter Bobine-fils | 59 |
| 6)Monter bobine-fils | 65 |
| 7)Monter l'outils de sertissage côté 1 | 68 |
| 8)Monter la bobine-terminal côté1 | 77 |

Temps de production réel moy:15,74min

Temps de setup time réel moy:33,18min

Tableau 8 : Chronométrage des opérations nécessitant deux outils de sertissages pour la machine A09

Les mesures des opérations de réglages lorsqu'il s'agit de deux outils de sertissage, nous ont permis de déduire les gaspillages au niveau de la machine Komax A09.

| | minutes | pourcentage |
|----------------------|---------|-------------|
| Temps des opérations | 24,2 | 73% |

Tableau 9 : Calcul du pourcentage lors d'un changement de deux outils de sertissages pour la machine A09

Le temps des opérations nécessaires est de 24,19min soit 73% du temps global de réglage. Le temps des gaspillages est le temps restant (33.18min-24,19min) soit 27% du temps global de réglage.

Le temps des gaspillages représente aussi 37% du temps global des opérations.

1.2. Chronométrage du temps de réglage (deux outils de seals et deux outils de sertissages pour la machine A08) :

Pour chronométrer le temps de réglage lorsqu'il s'agit de deux outils de sertissages et deux stations de seals pour la machine A08, nous avons pris cinq échantillons d'une quantité de 400 fils et une taille de lot de 100 unités.

Pour plus de détail Voir annexe 5

| Opérations | Moyenne |
|---|---------|
| 1)Démonter la seal côté1 | 225 |
| 2)Démonter la seal côté 2 | 304 |
| 3)Démonter l'outil de sertissage côté 1 | 46 |
| 4)Démonter la bobine -terminal côté 1 | 27 |
| 5)Démonter l'outil de sertissage côté 2 | 44 |
| 6)Démonter la bobine-terminal côté2 | 62 |
| 7)Démonter Bobine-fils | 83 |
| 8)Monter bobine-fils | 47 |
| 9)Monter l'outils de sertissage côté 1 | 76 |
| 10)Monter la bobine-terminal côté1 | 35 |
| 11)Monter l'outil de sertissage côté 2 | 42 |
| 12)Monter la bobine-terminal côté 2 | 36 |
| 13) Monter la seal côté 1 | 250 |
| 14)Monter la seal côté 2 | 252 |
| 15)scanner bobine bobine-terminal outil | 124 |

Temps de production réel moy:18,91 min

Temps de setup réel moy:52,40 min

Tableau 10 : Chronométrage des opérations nécessitant deux outils de sertissages et deux outils de seals pour la machine A08

nous ont permis de déduire les gaspillages au niveau de la Machine komax A08.

| | minutes | pourcentage |
|----------------------|---------|-------------|
| Temps des opérations | 39,9 | 76% |
| Temps de gaspillage | 12,46 | 24% |

Tableau 11 : Calcul des pourcentages pour la machine A08

Le temps des opérations de réglage est de 39,9 min soit 76% du temps global du réglage .Le temps des gaspillages est le temps restant (52.40min-39, 94min) soit 24% du temps global du réglage.

Le temps de gaspillage représente aussi 31% du temps global d'opérations.

1.3. Chronométrage du temps de réglage (trois outils de sertissages mis en place) :

Le chronométrage du temps de réglage lorsqu'il s'agit de trois outils de sertissages pour la machine A02.

Tableau 10 : Tableaux des différentes opérations pour la machine A08

| Opérations | Moyenne |
|---------------------------------------|---------|
| 1)Démonter l'outil de sertissage côté | 37 |
| 2)Démonter la bobine -terminal côté | 30 |
| 3)Démonter l'outil de sertissage | 37 |
| 4)Démonter la bobine-terminal côté2 | 28 |
| 5)Démonter l'outil de sertissage | 42 |
| 6)Démonter la bobine-terminal côté | 32 |
| 7)Démonter Bobine-fils | 29 |
| 8)Monter bobine-fils | 63 |
| 9)Monter l'outils de sertissage côté | 40 |
| 10)Monter la bobine-terminal côté1 | 45 |
| 9)Monter l'outil de sertissage côté 2 | 60 |
| 10)Monter la bobine-terminal côté 2 | 37 |
| 11)Monter l'outil de sertissage côté | 70 |
| 12)Monter la bobine-terminal côté 3 | 43 |
| 13)scanner bobine , bobine- | 102 |
| 14)positionnement unité et pivotemen | 109 |
| 15)mesure et apprentissage | 222 |
| 16)Contrôle primaire de l opérateur | 69 |
| 17)test de traction | 100 |
| 18)saisie des données | 196 |
| total time | 1390 |
| total time en minute | 23,17 |

Temps de production réel moy:10,42min

Temps de setup réel moy:25,3min

Tableau 12: Chronométrage des opérations nécessitant Trois outils de sertissages pour la machine A02

Les mesures prises lors d'un changement de trois outils de sertissages, nous ont permis de déduire les gaspillages au niveau de la Machine de komax A02.

| | Minutes | pourcentage |
|---------------------|---------|-------------|
| Temps d'opération | 23,17 | 92% |
| temps de gaspillage | 2,13 | 8% |

Tableau 13: Calcul des pourcentages

Temps des opérations de réglage est de 23,17 min soit 92% du temps global de réglage .Le temps des gaspillages c'est le temps restant (25.3min-23.17min) soit 8% du temps de réglage global.

Le temps de gaspillage représente aussi 9.14% du temps global des opérations.

IV. Interprétation

1. Le Processus le plus critique

On a remarqué que les temps des changements d'outils ont un taux de gaspillage très élevé qui cause un retard de la production.

Nous avons voulu ensuite connaître le processus le plus critique. Pour cela, nous avons mis en place un indicateur de criticité (NC) qui reflète l'occupation du temps de réglage par rapport au temps total.

NC est donné par la formule suivant :

$$NC = \frac{\text{Temps de réglage}}{\text{Temps de réglage} + \text{Temps de production}}$$

| processus | Temps de production moy | Temps de réglage moy | NC |
|-----------|-------------------------|----------------------|-----|
| C*C | 15,74 | 33,18 | 68% |
| S*S | 18,91 | 52,4 | 73% |
| 2C*C | 10,42 | 25,3 | 71% |

Tableau 14: Distribution des pourcentages pour les trois processus

D'après (le tableau 14) montrée ci-dessus, nous avons remarqué que le process SXS représente 73%, donc suite à ce résultat, Nous avons choisi la machine pilote (machine A08) ayant le procès critique (seal by seal), parmi les 12 machines de coupe. Ce choix d'une machine critique est essentiel afin que les progrès apportés par le projet d'amélioration soient rapidement visibles.

2. Les déplacements de l'opérateur

L'ergonomie des postes, des outils et l'accessibilité au travail sont d'autres sources potentielles de perte de temps. L'opérateur est la personne responsable de la production dans son poste. Cette responsabilité l'interdit de quitter son poste ou d'effectuer des déplacements qui sont inutiles quel que soit son besoin, chose qui n'est pas respectée dans la zone de coupe. C'est pour cette raison qu'on va utiliser un diagramme de spaghetti qui montre les différents déplacements effectués par l'opérateur pendant le changement.

Cette visualisation sert à identifier les flux redondants, les croisements récurrents et à mesurer le trajet parcouru par chaque produit ou personne.

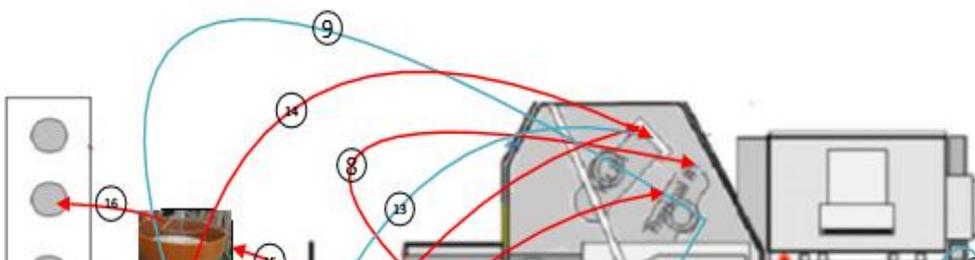


Figure 23: Diagramme de spaghetti

Sur le tableau ci-dessous, les déplacements sont indiqués par des numéros de 1 à 10, correspondant à chaque opération. Les nombres de pas effectués sont indiqués dans la dernière colonne.

| N° Déplacements | Déplacements | Distance parcourues (cm) | Nbre de pas |
|-----------------|--|--------------------------|-------------|
| 1 | Démonter le terminal | 70 | 1 |
| 2 | Rendre l'ancien terminal et prendre le nouveau | 140 | 2 |
| 3 | Monter le nouveau terminal et démonter l'ancien outil de sertissage côté 2 | 140 | 2 |
| 4 | Mettre l'outil de sertissage sur le chariot et prendre le nouvel outil | 140 | 2 |
| 5 | Monter le nouvel outil de sertissage | 140 | 2 |
| 6 | Démonter l'ancien applicateur de seal et le rendre sur le chariot | 140 | 2 |
| 7 | prendre le nouvel applicateur de seal et le monter | 140 | 2 |
| 8 | Se déplacer vers le côté 1 de la machine et démonter l'ancien terminal | 420 | 6 |
| 9 | Rendre l'ancien terminal et prendre le nouveau | 280 | 4 |
| 10 | Monter le nouveau terminal et démonter l'ancien outil de sertissage côté 1 | 280 | 4 |

| | | | |
|----|--|-----|---|
| 11 | Mettre l'outil de sertissage sur le chariot et prendre le nouvel outil de sertissage | 280 | 4 |
| 12 | Monter le nouvel outil de sertissage et démonter l'applicateur de seal | 280 | 4 |
| 13 | Rendre l'ancien Applicateur de seal et prendre le nouvel applicateur de seal | 210 | 3 |

| | | | |
|--------------|---|-------------|-----------|
| 14 | Monter le nouvel applicateur de seal | 210 | 3 |
| 15 | Défiler l'ancienne bobine-wire | 140 | 2 |
| 16 | Mettre bobine-wire dans le rack | 70 | 1 |
| 17 | Prendre la nouvelle bobine wire et la déposer dans le support | 70 | 1 |
| 18 | Enfiler la nouvelle bobine wire | 140 | 2 |
| 19 | Retour à la machine | 630 | 9 |
| 20 | Tester la longueur du fils | 70 | 1 |
| 21 | Retour à la machine pour remplir les données | 140 | 2 |
| 22 | Se déplacer pour effectuer le test d'arrachement | 630 | 9 |
| 23 | Retour à la machine | 630 | 9 |
| Total | | 5390 | 77 |

Tableau 15: Les distances parcourues pendant les changements d'outils

Donc à cette

face à tous les risques qui peuvent entraîner des déplacements de plus, dans le but d'éliminer les mouvements inutiles et réduire le temps de ce qui est utile.

3. Etude des 5M :

Dans la réalité, il est fréquent qu'un problème constaté, c'est-à-dire les effets identifiés (pannes, déplacements sans valeur ajoutée, temps de setup élevé ...), n'ait pas une seule origine mais soit généré par un ensemble de causes plus ou moins liées entre elles. La présente étape consiste donc à établir la liste la plus exhaustive possible de toutes les causes

racines. Cette recherche a été réalisée, en utilisant les outils les plus réponde dans la recherche et l'analyse des causes premières des problèmes. Il s'agit de l'arbre des causes ou diagramme Ishikawa.

1.1. Tableau des 5M :

| 5 M | Problème | Effet direct | Effet indirect |
|--------------|---|--|--|
| Main d'œuvre | Niveau d'étude | Difficulté d'emplissage des fichiers | Retard de production |
| | Faible technicité | Manque d'auto-maintenance | Faible rendement |
| | Faible qualification | Manque de familiarisation avec le poste | Objectif de production non atteint |
| | Manque de motivation | Faible rendement | Objectif de production non atteint |
| Machine | Dysfonctionnement et pannes de la machine | Augmentation de temps de réglage Arrêt de production | Objectif de production non atteint |
| | Retard d'intervention des agents de maintenance | Arrêt de la machine | Arrêt de production |
| | Manque des gicleurs pour quelque section des fils | Arrêt de production l'utilisation des autres gicleurs | Diminution du rendement non qualité de produit |
| Milieu | Eloignement des points de fourniture | Augmentation des déplacements temps d'attente important | Retard de production Faible rendement |
| | Non-respect des 5S | situation non confortable | Faible rendement |
| | Insuffisance des outils de nettoyage | Déplacement de l'opérateur Non application des 5S | situation non confortable |
| Matière | Non qualité de la matière première | non qualité de produit fini | Réclamation de client |
| | Manque de matière (Bobine, terminal, seal, applicateur) | Retard de production | |
| | Insuffisance des outils de travail | Augmentation des déplacements temps d'attente important | Retard de production Faible rendement |
| Méthode | Absence d'une méthodologie unifiée du changement de série | Réglage mal effectué | setup time élevé retard de production |
| | Déplacement inutile | Retard de production | |

| | | | |
|--|------------------------------|----------------------|------------------|
| | Absence du management visuel | Réglage mal effectué | setup time élevé |
|--|------------------------------|----------------------|------------------|

Tableau 16 : Table des 5M

4. Ishikawa :

D'après les problèmes que nous avons pu détecter, nous avons réalisé le diagramme d'Ishikawa afin de classer les problèmes cités.

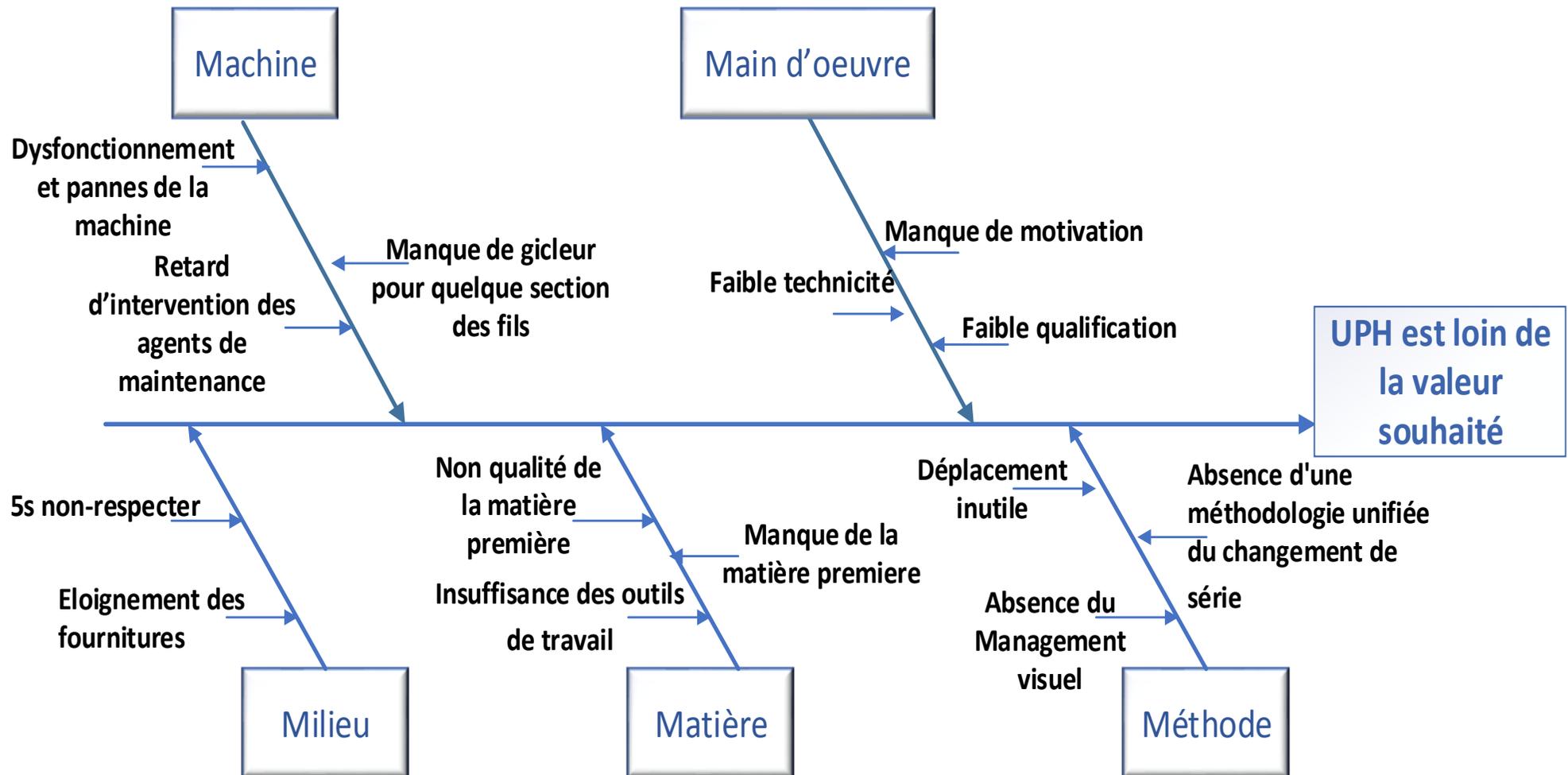


Figure 24 : Diagramme d'Ishikawa

TROISIEME ETAPE : INNOVER

I. Introduction

Une fois que les causes dominantes ont été bien identifiées lors de l'étape précédente, et après une analyse approfondie des différents éléments influant le temps de changement de série, un plan d'amélioration doit être mis en œuvre pour attaquer les causes racines. Ce plan contient les actions adoptées par les départements concernés, dans le cadre de la résolution des problèmes détaillés pendant les étapes précédentes.

II. Elaboration du plan d'action

1. Mise en œuvre de la méthode SMED

1.1. Préparation du chantier pilote

Le principe d'application de la méthode S.M.E.D passe par le choix d'un « chantier pilote ». C'est le poste de travail retenu pour conduire l'action. Il s'agit, pour notre cas, de la machine pilote A08.

1.2. Déploiement des étapes de la méthode SMED :



Figure 25 : Elaboration de la méthode SMED

1.2.1. Etape 1: Identifier les opérations :

A partir de la séquence de chronométrage, nous avons pu dresser la liste des différentes opérations élémentaires, constituant le changement d'outillage.

Le tableau de l'Annexe 7 résume la moyenne d'ensemble des opérations élémentaires observées par plusieurs chronométrages.

D'après le relevé d'observation, nous constatons que l'opérateur prend 1884,63 secondes en moyenne, équivalentes à 31.41 min pour effectuer un seul changement de série.

1.2.1. Etape 2 : Séparer les opérations internes et externes :

Cette étape permet de terminer la phase d'observation, avant de passer à l'émission de solutions techniques. Chaque opération est examinée et classée suivant sa nature :

- ✚ Si l'opération peut être effectuée pendant que la machine fonctionne, elle est classée dans les opérations externes.
- ✚ Si l'opération nécessite l'arrêt de la machine, elle est classée dans les opérations internes. Pour plus détail voir Annexe 8

1.2.2. Etape3 : Convertir les opérations internes en externes :

Durant cette étape, nous avons transformé le maximum d'opérations, réalisées actuellement en internes, Le tableau suivant englobe les opérations qui doivent être éliminées et les opérations qui doivent s'effectuer lorsque la machine est en marche.

| Opérations de changement de serie | | Zone :coupe | | | |
|-----------------------------------|--|---|------------------------------------|----------------------|---|
| | | Machine pilote:A08 | | | |
| N° | Opération élémentaire | Opération à garder | Opération à externiser (en marche) | Opération à éliminer | |
| 1 | Changement du rouleau du terminal côté 1 | Enrouler l'ancien rouleau du terminal côté 1 et le papier intercalaire | | • | |
| | | Enlever l'ancien rouleau terminal côté 1 | | • | |
| | | Mettre l'ancien rouleau terminal côté 1 sur le chariot | | • | |
| | | Monter le nouveau rouleau terminal côté 1 sur le support | | • | |
| | | Désenrouler le terminal et mettre le papier intercalaire sur l'enrouleur papier | | • | |
| 2 | changement de l'outil de sertissage côté 1 | Lever la protection de la machine | • | | |
| | | Démonter l'ancien outil de sertissage côté 1 | • | | |
| | | Mettre l'ancien outil de sertissage côté 1 sur le chariot | | • | |
| | | attente du nouvel outil de sertissage côté 1 | | | • |
| | | Monter le nouvel outil de sertissage | • | | |
| | | Mettre le terminal sur le nouvel outil de sertissage côté 1 | • | | |
| | | test manuel de sertissage | • | | |
| 3 | changement du rouleau du terminal côté 2 | prendre le nouveau rouleau terminal côté 2 (placée sur le chariot) | | • | |
| | | se déplacer vers le côté 2 de la machine | | • | |
| | | Enrouler l'ancien rouleau terminal côté 2 et le papier intercalaire | | • | |
| | | Enlever l'ancien rouleau terminal côté 2 | | • | |
| | | Mettre l'ancien rouleau terminal côté 2 sur le chariot | | • | |
| | | Monter le nouveau rouleau terminal côté 2 sur le support | | • | |
| | | Désenrouler le terminal et mettre le papier intercalaire sur l'enrouleur papier | | • | |

| | | | | | | | |
|---------------------------------|--|---|---------------|--------------|------------|--|--|
| 4 | changement de l'outil de sertissage côté 2 | Démonter l'ancien outil de sertissage côté 2 | • | | | | |
| | | Prendre l'ancien outil de sertissage côté 2 et se déplacer vers le chariot | | • | | | |
| | | Mettre l'ancien outil de sertissage côté 2 sur le chariot | | • | | | |
| | | prendre le nouvel outil de sertissage côté 2(placé sur le chariot) | | • | | | |
| | | se déplacer vers le côté 2 de la machine | | • | | | |
| | | Monter le nouvel outil de sertissage | • | | | | |
| | | Mettre le terminal sur le nouvel outil de sertissage côté 2 | • | | | | |
| | | test manuel de sertissage | • | | | | |
| 5 | changement d'applicateur seal côté1 | Démonter l'ancien applicateur seal côté1 | • | | | | |
| | | Enlever le tambour de seal côté 1 | • | | | | |
| | | Mettre l'ancien rouleau applicateur de seal côté 1 sur le chariot | | • | | | |
| | | Démonter les pièces de l'ancien applicateur seal côté 1 et les rendre dans la boîtes a outils | | • | | | |
| | | Monter les pièces du nouveau applicateur seal | • | | | | |
| | | Evacuer les seals restant dans l'ancien applicateur côté 1 | • | | | | |
| | | Prendre le nouveau applicateur seal côté 1 et se déplacer vers le côté 1 de la machine | | • | | | |
| | | Monter le nouveau applicateur seal côté 1 | • | | | | |
| | | Prendre le nouveau seal | • | | | | |
| | | Remplir le nouveau seal | • | | | | |
| | | monter le tambour de seal | • | | | | |
| 6 | changement d'applicateur seal côté2 | se déplacer vers le côté 2 de la machine | | | • | | |
| | | Démonter l'ancien applicateur seal côté2 | • | | | | |
| | | Enlever le tambour de seal côté 2 | • | | | | |
| | | Mettre l'ancien rouleau applicateur de seal côté 2 sur le chariot | | • | | | |
| | | Démonter les pièces de l'ancien applicateur seal côté 2 et les rendre dans la boîtes a outils | • | | | | |
| | | Monter les pièces du nouveau applicateur seal | • | | | | |
| | | Evacuer les seals restant dans l'ancien applicateur côté 2 | • | | | | |
| | | Prendre le nouveau applicateur seal côté 2 et se déplacer vers le côté 2 de la machine | | • | | | |
| | | Monter le nouveau applicateur seal côté 2 | • | | | | |
| | | Prendre le nouveau seal | • | | | | |
| | | Remplir le nouveau seal | • | | | | |
| Monter le tambour de seal | • | | | | | | |
| 7 | changement de la bobine de fil | Attente bobine fil | | | • | | |
| | | Désenfiler l'ancien fil | • | | | | |
| | | Démonter l'ancienne bobine dans le rack et monter une nouvelle | • | | | | |
| | | enfiler la nouvelle bobine fil | • | | | | |
| 8 | | Descendre la protection de la machine | | | • | | |
| 9 | | Sélectionner le fils a couper dans le top win | | | • | | |
| 10 | Ajustement et réglage | Produire un échantillon | | | • | | |
| | | vérifier et mesuer la longuer de dénudage | • | | | | |
| | | saisir les données dans le rapport | • | | | | |
| | | Produire des échantillons sértsis | | | • | | |
| | | Vérication de sertissage (test visuel) | • | | | | |
| | | Faire le test rapide sur un échantillon | • | | | | |
| | | Réajuster l'outil de sertissage | | | • | | |
| | | se déplacer vers la machine de test d'arrachement | | | • | | |
| | | Réaliser le test d'arrachement sur l'échantillon coté 1 | | | • | | |
| | | Réaliser le test d'arrachement sur l'échantillon coté 2 | | | • | | |
| | | Revenir à la machine | | | • | | |
| | | saisir la valeur dans le rapport | | | • | | |
| | | Effectuer l'apprentissage | • | | | | |
| | | Déplacement de l'operateur pour l'identification | | | • | | |
| | | produire un fil | | | • | | |
| mesurer la longueur du fil | | | • | | | | |
| saisir les données sur leTOPWIN | | | • | | | | |
| 11 | | Lancer la production | | | • | | |
| Total de temps en sec | | | 969,13 | 674,5 | 241 | | |
| Total de temps en (min) | | | 16,2 | 11,2 | 4,0 | | |

Tableau 17 : Conversion des opérations interne en externe

Pour mettre en perspective l'évolution, en pourcentage, des opérations internes et externes entre les étapes 2 & 3 de la démarche SMED, nous avons élaboré le graphe suivant :

conversion des opérations(Etape3)

■ opération a garder ■ Opération a externiser ■ Opération a éliminer

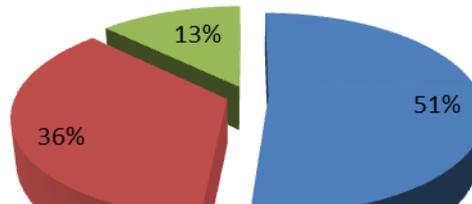


Figure 26 : Conversion des opérations interne en externe

D'après ce ... autres. Par conséquent, nous avons réalisé, dans un premier temps, un gain qui vaut la somme des temps consommés pour effectuer toutes les opérations, soit 674.5 secondes, c'est-à-dire une réduction du temps de changement de série de 35.7%.

1.2.4. Etape 4 : Rationaliser les opérations internes & externes

Après avoir cité toutes les opérations à extraire, on va procéder maintenant à mettre en place pour chacune d'entre elles la solution adéquate, qui permettra l'externalisation de cette dernière.

Si on fait l'analyse de toutes les opérations à extraire, on constate que la majorité d'elles sont des déplacements soit pour prendre les outils de sertissage, l'applicateur de seal, le terminal ou bien pour les remettre à leurs places. Donc il faut éliminer les déplacements, qui sont jugés inutiles.

2. Solution proposée :

- Toutes ces opérations peuvent être facilement externalisées, une fois le support pivot de terminal est correctement utilisé. En effet, Les machines KOMAX 355 possèdent un support terminal sur lequel deux rouleaux de terminal peuvent être montés simultanément, comme la montre les figures suivantes :

En adoptant cette solution, le rouleau terminal du prochain réglage sera monté lors de la production et le rouleau de l'ancien réglage sera démonté lors de la production du nouveau réglage .C' est à dire pendant la production.

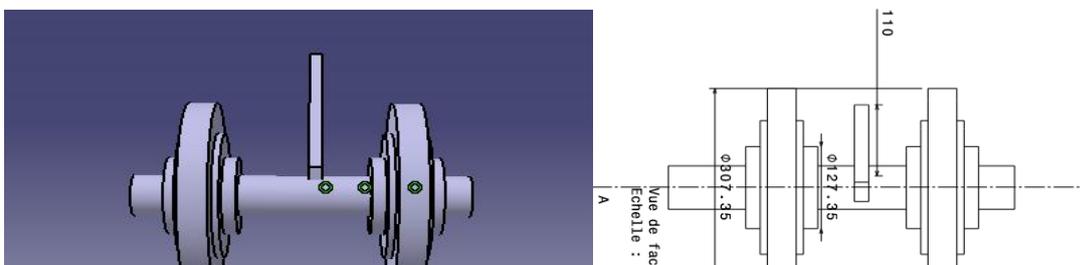


Figure 27 : Esquisse et coupe sur Catia du support terminal

- Pour éliminer les 6 opérations précitées, il suffit de mettre les applicateurs du prochain réglage et les outils de sertissage près de la machine. Donc pour cette raison, on a proposé de monter des supports pour applicateurs et outils fixés sur la machine afin que les opérateurs puissent gagner les temps parcourus pour ces opérations. Nous avons alors conçu à l'aide du logiciel CATIA la solution proposée :

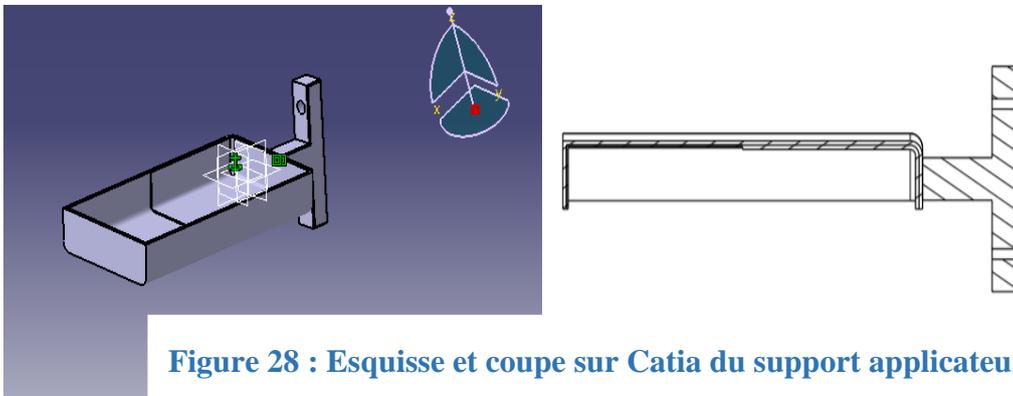


Figure 28 : Esquisse et coupe sur Catia du support applicateur

- Pour éliminer les temps d'attente on va utiliser un chariot, qui permet de transporter les boxes afin de permettre à l'opérateur de produire à temps, et faciliter le travail aux feeders afin d'alimenter tous les machines en matière première.

Le chariot est composé :

- Le châssis (système en bleu) qui est fabriqué à partir de l'acier. Ceci est fait pour faciliter la fabrication, voir (annexe 9)
- Système de direction (système en rouge) Le système de direction utilisé dans le modèle est de type différentiel, (Voir annexe 9)

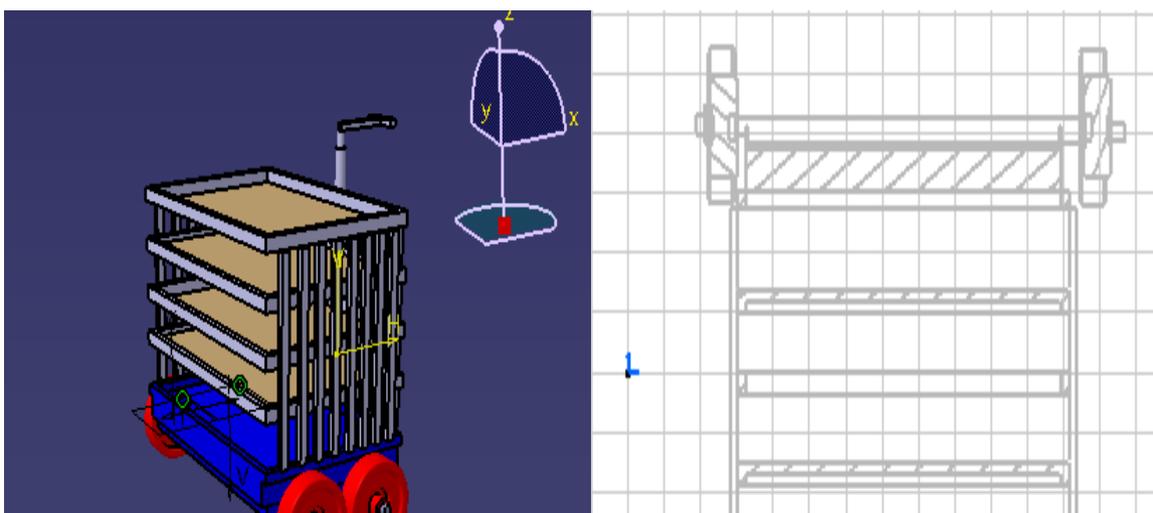
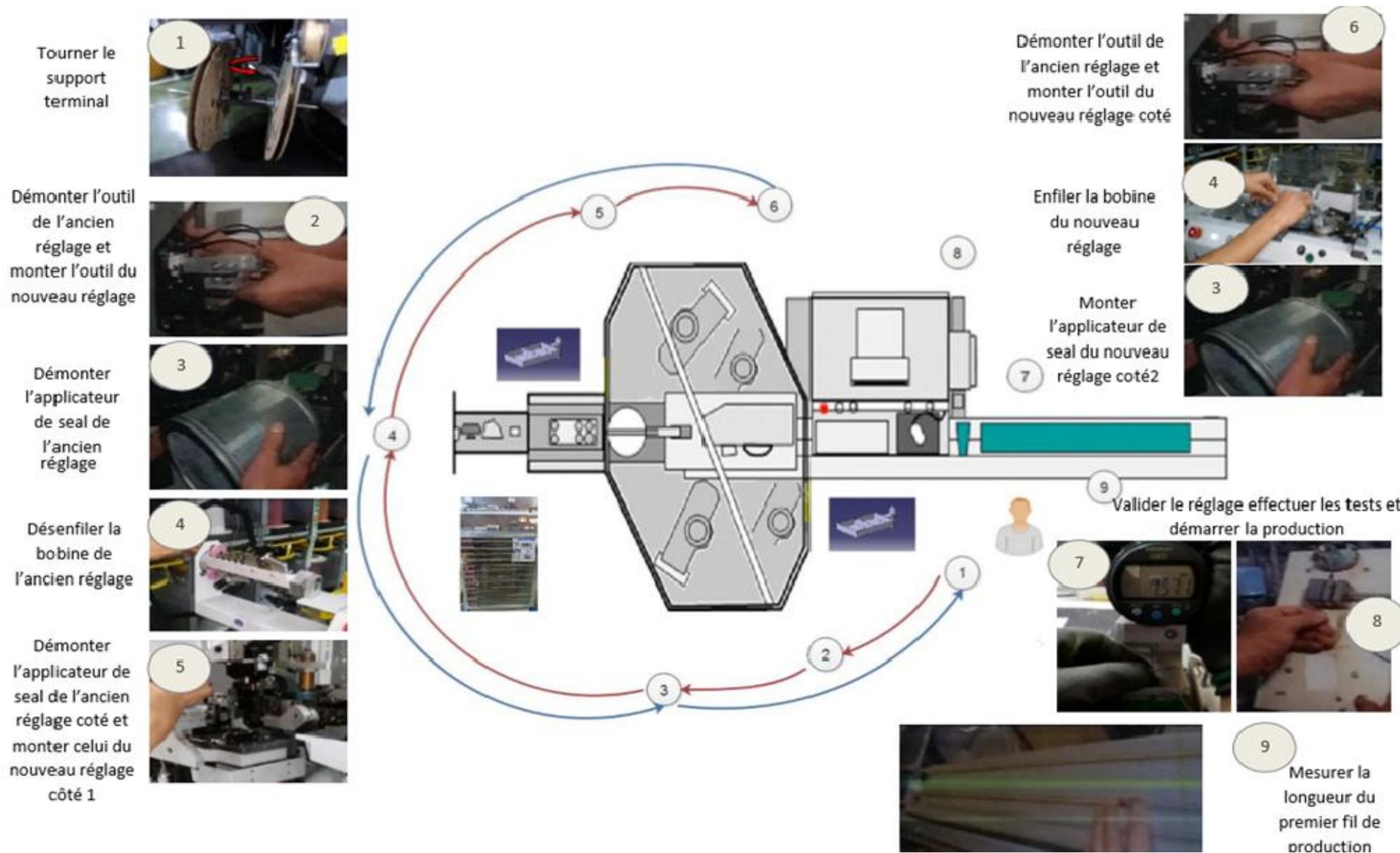


Figure 29: conception et coupe sur Catia d'un chariot

3. Elaboration d'un standard de changement de série :

La standardisation est la base de l'amélioration continue, de l'innovation et du développement d'employés. Elle favorise l'efficacité du travail d'équipe en enseignant aux employés une terminologie, des compétences et des règles du jeu communes. Ainsi, Un responsable peut visiter n'importe quelle machine dans la zone de coupe et voir des processus pratiquement identiques. On peut, également, observer facilement les mouvements humains et calculer immédiatement la productivité des opérateurs. Dans cette perspective, nous avons standardisé les opérations de changement de série et nous avons également mis en place une aide visuelle dans chaque poste pour aider l'opérateur à assurer la bonne manière d'effectuer un changement de série.

| | | | | | |
|--------|------------------|------|------------|--------------|-----------------|
| projet | tous les projets | Date | 10/05/2018 | valider par | Hanae arabi |
| poste | tous les postes | Zone | coupe(c&c) | élaborer par | Meryem mazouara |





Chapitre 2 : Implantations de la démarche DMAIC



4. Management visuel :

4.1. Identification des positions de changement de fabrication :

Afin de montrer aux opérateurs où doivent se trouver durant les étapes de changement de fabrication, nous avons marqué le poste de travail par des numéros, de 1 à 9, indiquant les positions successives, définies par le standard, par lesquelles l'opérateur doit passer lors d'un changement de série.

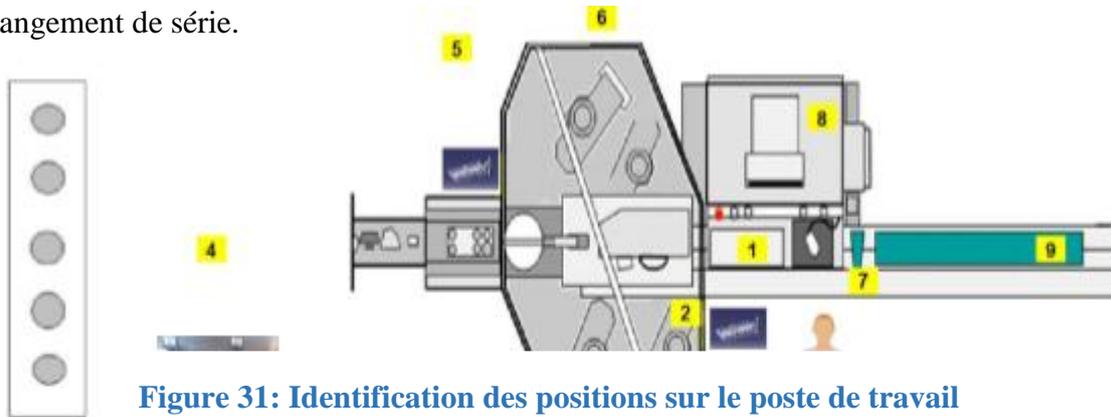


Figure 31: Identification des positions sur le poste de travail

4.2. Elaboration d'un Tableau de bord :

Dans le cadre de suivi d'efficacité du système, il est important de mesurer si les améliorations programmées sont effectivement atteintes et un dispositif permettant de rendre compte régulièrement de l'avancement des actions doit être mis en place. Un feedback régulier et approprié est indispensable pour maintenir la motivation des responsables, de renforcer les comportements performants par la mesure de la progression ou de l'écart vis-à-vis de l'atteinte de l'objectif pour ajuster en conséquence tant leur perception que leur action, afin de réduire les travers observés.

Et comme les tableaux de bord pour chaque secteur et une consolidation récapitulative pour l'établissement, sont élaborés à partir d'indicateurs de performance opérationnelle variés et de performance du système.

4.2.1. Concept du tableau de bord

Ce tableau de Bord a pour but de synchroniser les données entre les différents départements et de suivre les indicateurs, ainsi il permet aux responsables de production d'avoir une vision profonde de l'état actuel de productivité par zone et par projet.

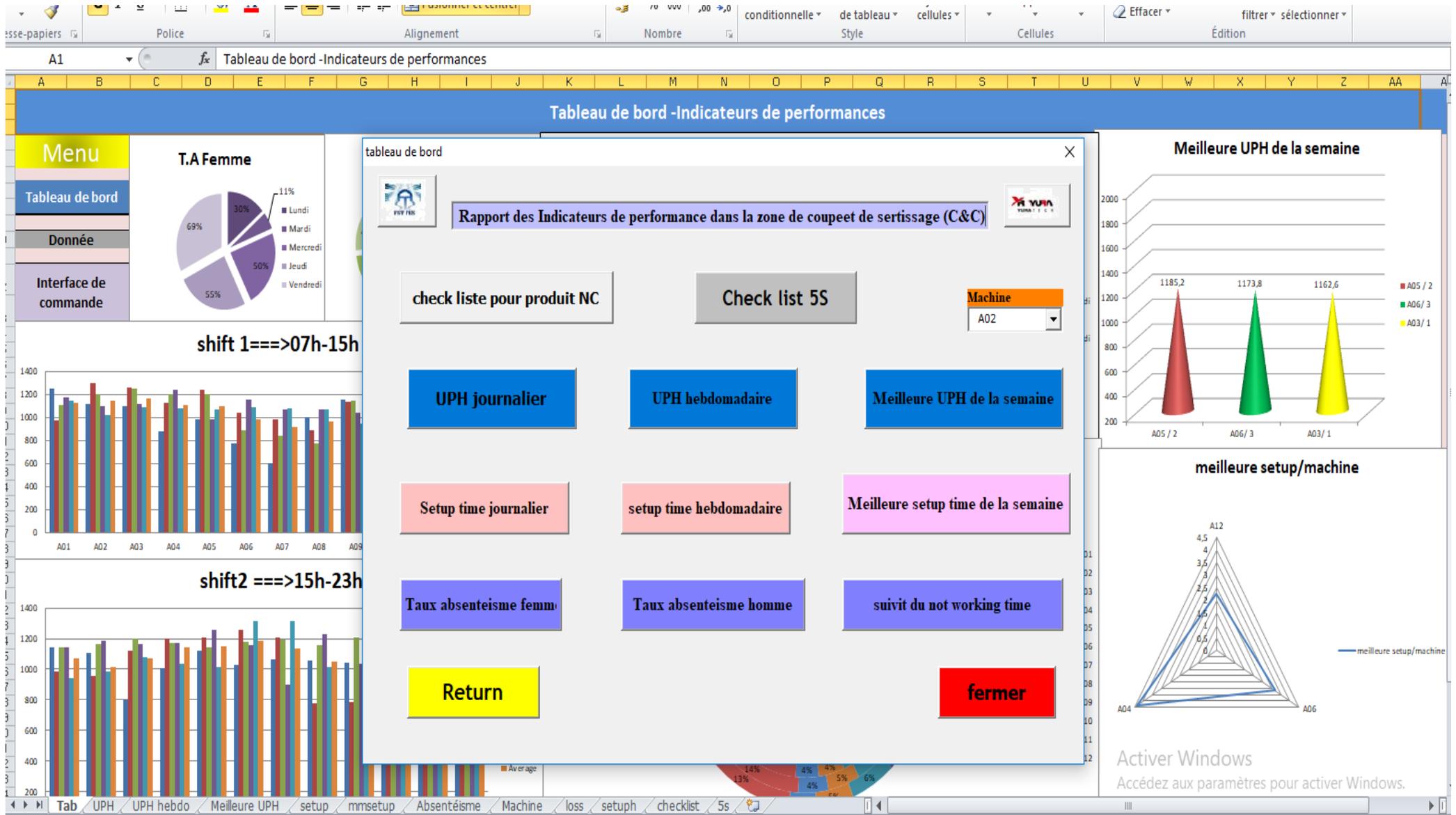


Figure 32 : Tableau de bord des indicateurs de performance dans la zone C&C

4.1. Elaboration des 5S :

Les 5S sont les 5 actions au travers desquelles on obtient un environnement de travail optimal. Leur ordre est également important :

- ✚ Seiri : Débarrasser, Seiton : ranger, Seiso : tenir propre, Seiketsu : standardiser et Shitsuke : impliquer et suivre.

| 5S | Signification | Intérêt | Action principales |
|--------------------------------|--|---|--|
| Seiri (débarasser) | Distinguer ce qui est utile et ce qui ne l'est pas en triant et éliminant | L'opérateur peut voir clairement son poste de travail et son environnement | Jeter les pièces détruites par exemple: courroie déchirée, roulements grippés, joint usés, tige cassée (pièce non utilisable). |
| | | | Eliminer tout ce qui est inutile sur le poste de travail. |
| | | | Les fiches d'interventions les arrêts de production typiquement dans une armoire au bureau du responsable maintenance. |
| | | | les outillages de réglages au tiroir de la machine. |
| seiton (Ranger) | Mettre chaque chose à sa place puis partager l'information | Améliorer l'efficacité et la productivité tout en éliminant les pertes de temps | stocker les pièces des sous systèmes de manière fonctionnelle. |
| | | | Arranger le poste de travail d'une façon rationnelle. |
| | | | Rendre évident le placement des pièces de rechange (figure 27,28) |
| | | | Stocker les pièces en fonction de plan de maintenance. |
| | | | Classer les objets par ordre d'utilisation. |
| Seiso (Tenir propre) | Les équipements, les outils et l'ensemble du lieu de travail doivent être nettoyés | Nettoyer c'est comprendre le dysfonctionnement | Nettoyer l'entourage de la machine (sauté, déchets,...). |
| | | | Nettoyer les presses |
| | | | Nettoyer les emplacements de commande de la machine |
| | | | Eliminer les fils mal dénudés, mal sertis ou mal coupés |
| | | | Lors de changement de l'applicateur et des terminaux nettoyer les particules laissées par terre |
| | | | Détecter les anomalies et les supprimer |
| Seiketsu (Standardiser) | Les informations doivent être visuellement lu et disponible sur chaque poste | Mettre en place des règles de management pour que les 5S soient une habitude | rendre évidentes les consignes |
| | | | créer les fiches de changement de série (figure 30) |
| | | | privilégier un management visuel |
| | | | Afficher toutes les fiches concernant la machine. |
| Shitsuke (impliquer) | Donner les moyens adéquats à tous les opérateurs de réaliser ce qui est demandé | changer les comportements de chacun en cherchant l'amélioration continue | Former le personnel sur les 5s |
| | | | contrôler l'efficacité de la méthode |
| | | | Enregistrer les résultats obtenus |
| | | | Afficher et valoriser les compétences du personnel |

QUATRIEME ETAPE : CONTROLER

I. Introduction

L'ensemble des étapes « Définir », « Mesurer », « Analyser », « Innover/Améliorer » a permis de fournir une solution afin d'améliorer le temps de changement de série.

Cette quatrième étape a pour objectif de se donner les moyens de mettre sous contrôle le processus, afin d'assurer la stabilité des solutions trouvées ainsi que leurs différents gains.

II. Contrôler l'implémentation des solutions

Parmi les solutions proposées précédemment, nous avons choisi quelques-unes pour les appliquer sur le terrain, vu leur niveau de faisabilité et contrôler leurs implémentation.

1. Double support terminal :

Après avoir formé les opérateurs sur la façon d'utiliser les supports terminaux, ils ont pu travailler avec ces supports d'une façon correcte et d'une manière très souple. Avant que l'opérateur commence à effectuer le changement de série du prochain, il monte le deuxième rouleau terminal sur le double support, comme ça pendant le changement de série, l'opérateur va seulement pivoter le double support vers le deuxième rouleau terminal comme c'est montré sur la figure :



Figure 33: Support terminal avant l'application du SMED



angement



du poste de trava

ns de

changement de fabrication.



3. Contrôle de temps de changement de série :

Pour contrôler le nouveau temps de changement de série après l'implantation des solutions nous nous sommes rendu pendant 10 jours quotidiennement à zone de coupe afin de vérifier la durée de temps de changement de série après l'amélioration.

Le tableau suivant résume les durées mesurées :

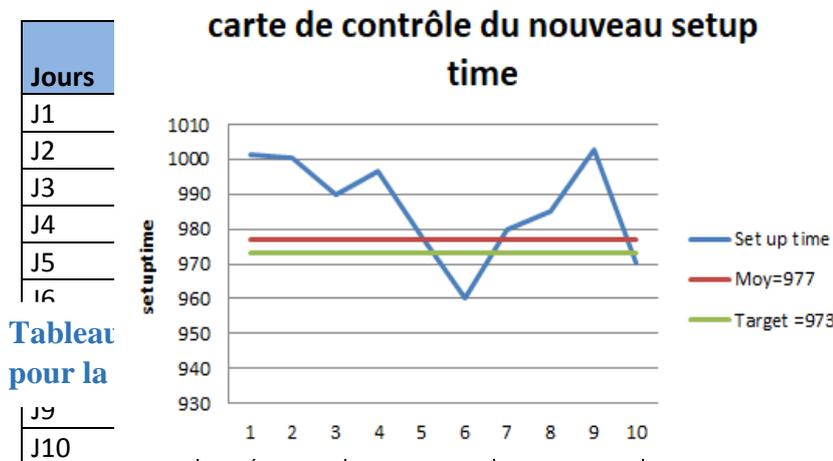


Tableau pour la

6 : Les mesures de temps de changement après amélioration

a moyenne de tous les points

mesurés est presque confondue avec l'objectif fixé.

III. Estimation des différents gains :

1. Gain en termes de temps

Le tableau suivant récapitule la durée de temps de changement de série avant et après l'amélioration pour la machine **A08** :

| Process | Avant l'amélioration (sec) | gain réalisée (sec) | après l'amélioration (sec) |
|----------|----------------------------|---------------------|----------------------------|
| S*S(A08) | 1884.6 | 800 | 1084.6 |

Tableau 20 : gain en temps

Nous avons réalisé, dans un premier temps, un gain qui fait que 800 secondes équivalent à 13.3 min, c'est-à-dire une réduction du temps de changement de série de 42%.

2. Gain en UPH :

Après avoir calculé le gain en terme du temps, on va le traduire en UPH.

Dans la zone de coupe, la machine produit 1136 pièces/1h, donc pour 800 s, on aura :

1h=3600s

$$\frac{800 \times 1136}{3600} = 252 \text{ pcs}$$

Donc on a un gain en UPH qui vaut : 252 pcs

Le nouveau UPH devient $1136+252$: UPH =1388 pcs/1h

3. Gain en production

Nous avons gagné 252 pcs/1h pour une seule machine donc :

$$252 \times 3 \times 7.4 = 5594 \text{ pcs/jour}$$

Un shift représente 8h-30min-5min de pause donc : 7,4 h

Si on généralise ce gain pour tout le parc (12 machines), on obtient : $5594*12=67128$ pcs/jours

Le service de contrôle de gestion nous a communiqué l'information s

Une heure de production coûtera pour un seul circuit : 80Dh

Avec la machine A08 subit chaque jour 7 changements :

On réalisera un gain de : $13.3*7 = 1.5h$:

Un gain mensuel de : $120*26=3120$ Dh

Un gain annuel de : $3120*12=37\ 440$ Dh

4. Gain non mesurable

Les actions d'amélioration appliquées au sein de la zone de coupe ont apporté non seulement des gains chiffrables, il existe d'autres types de gains non chiffrables, et qui ne sont autant moins considérable à savoir :

- Amélioration de l'ergonomie.
- Elimination des déplacements inutiles .
- Développement du degré d'engagement de l'opérateur au sein de l'entreprise.

II. Conclusion

Cet enchaînement des outils exposés dans le chapitre 2 dans la phase de définir nous a permis de définir le projet, son étendu et ses objectifs. En plus, la définition du problème et de l'équipe de travail et le partage des rôles vont pousser à la collecte des données qui doivent se faire de manière critique pour obtenir des résultats fiables et pour participer aussi à garantir un bon déroulement du projet

Dans la phase mesurer / analyser nous avons pu déterminer les causes racines des problèmes du temps de changement de série qui impactent le système de production au niveau de la zone de coupe. Après, nous allons proposer et mettre en place des actions pour remédier aux problèmes détectés dans cette étape dans la phase innover

Ces solutions sont proposées suite d'une analyse détaillée de la zone de coupe afin d'éliminer les sources de gaspillage. Nous avons pu valider les solutions avec les responsables, en proposant les apports, les résultats et les gains qu'on peut obtenir de la mise en place de chaque solution.

Dans la phase de contrôler nous avons résumé les actions d'amélioration réalisées, et nous avons également chiffré les gains obtenus accompagnés d'une exposition des résultats des suivis.

Conclusions et perspectives :

Pour faire face à la concurrence et l'évolution de son image de marque, Yura Corporation Morocco s'est penchée sur l'amélioration de son système de production, de qualité, et de la maintenance pour mieux répondre aux aspirations du marché et du client.

C'est dans ce cadre que s'instaure mon projet de fin d'études qui a pour objectif : «Amélioration de la productivité dans la zone de coupe et sertissage », À cet égard, j'ai suivi une démarche qui consiste en premier lieu à observer et hiérarchiser les causes potentielles du problème, puis cibler les causes racines et les analyser. Ensuite proposer des solutions efficaces relatives à chaque type de problème et finalement les mettre en place.

- ✓ **Définir** : dans cette étape nous avons dégagé la charte du projet contenant une présentation du cadre générale du travail, en s'appuyant sur : la définition du problème via l'outil QQQQCP, les attentes mesurables du client CTQ et la cartographie du processus SIPOC.
- ✓ **Mesurer et Analyser**: Dans cette étape qui constitue le socle du projet. En premier lieu, en se basant sur l'historique de l' UPH durant le mois de janvier et de février qui était loin de la valeur souhait 1136 pcs /h au lieu de 1380 pcs/h après moi et l'équipe ,on a pu classer les différents problème qui entraine l'arrêt de la production parmi eux (temps de changement de série très élevés , les échanges d'outils entre les opération , qualité , wait for maintenance , les interventions, Meeting/Education). Mais on a fixé notre étude sur le temps de changement de série vu qu'il représente un taux d'arrêt plus élevé par rapport aux autres arrêts.

Par la suite on a chronométré les trois types de changement d'outils en raisonnant sur cinq échantillons pour que nous résultats soit fiable ce qui nous a permis de déceler les pourcentages des gaspillages générés lors de différents changement d'outils.

Enfin et à l'aide de l'étude de 5M et le diagramme d'ISHIKAWA on a dégagé les facteurs et les causes racines qui peuvent avoir un grand impact sur le problème étudié.

- ✓ **Innover** : Au cours de cette étape nous avons proposé des plans d'actions mélioratifs relatifs à chaque facteur étudié, en implantant la démarche SMED qui a permis non seulement de ranger les outils et les pièces de rechange et identifier les emplacements des objets et des zones, mais aussi à motiver les opérateurs et à améliorer leurs conditions de travail. De leur côté, l'application des modes opératoires réalisés sur le terrain éliminera la variabilité dans les manières de réaliser les opérations et aussi

assurera le bon déroulement des actions, et par conséquent nous avons pu réduire le temps de changement de série de 42 %.

- ✓ **Contrôler** : Au cours de cette période nous avons contrôlé l'implémentation des solutions proposées tout en comparant l'état avant avec l'état après l'amélioration, nous avons ensuite réalisé un gain économique du projet après l'application des actions amélioratrices, qui a pu atteindre une valeur très importante supputé en 37 440 Dh /mois ainsi une augmentation de d'UPH en 1136 à 1388 pcs/h.

En guise de perspectives, nous recommandons les points suivants :

- ✓ Faire le suivi des actions déjà mises en œuvre.
- ✓ veiller sur la continuité du projet d'implémentation du support terminal sur toutes les machines komax alpha et gamma.
- ✓ Mettre en œuvre les interventions maintenance non traités dans ce projet.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] : Anne GRATACAP & Pierre MEDAN « Management de la production » Troisième édition, pages 210-2015.
- [2] : Processus : les outils d'optimisation de la performance, Yvon MOUGIN, Edition d'organisation.
- [3]: Six Sigma, Maurice PILLET, Edition d'organisation.
- [3] : Lotfi AZZABI « Contribution à l'amélioration d'un système de production : Intégration de la méthode six sigma et approche multicritère d'aide à la décision dans Sidelec internationale »Université d'Angers 2010.
- [3] : Fanny Olivier. « L'approche Lean : Méthodes et outils appliquées aux ateliers de production pharmaceutique» Sciences pharmaceutiques. 2009.