

# Liste des figures

Figure 1 : Siège de DELPHI aux Etat unis .....	3
Figure 2 : Organigramme de DPK .....	6
Figure 3 : Emplacement des câbles dans la voiture .....	7
Figure 4 : Flux de production.....	9
Figure 5 : Pourcentage d'efficiency pour les trois zones .....	12
Figure 6: Sertissage deux coté CxC.....	14
Figure 7: sertissage d'un seul coté CxS.....	14
Figure 8: Seal pour les deux cotés SxS.....	14
Figure 9 : Lay Out de DPK .....	15
Figure 10 : Environnement de travail zone de coupe .....	15
Figure 11 : Diagramme QOQQCP .....	18
Figure 12 : Diagramme ABC.....	25
Figure 13 : Carte de suivi pour la machine 2 (Crimp to Crimp) .....	28
Figure 14 : Carte de suivi pour la machine 4 (crimp to crimp) .....	30
Figure 15 : Carte de suivi pour la machine 18 (Seal to Seal) .....	32
Figure 16 : Carte de suivi pour la machine 19 (Crimp to Seal) .....	34
Figure 17 : Graphique de distribution de pourcentage pour les trois process .....	35
Figure 18 : Diagramme de Spaghetti .....	38
Figure 19 : chronométrage de temps de changement de série avec panne.....	42
Figure 20: Diagramme Ishikawa .....	44
Figure 21 : Conversion des opérations Interne en externe (Etape3) .....	51
Figure 22: esquisse sur CATIA V5 du support.....	52
Figure 23 : Identification des positions sur le poste de travail .....	56
Figure 25 : Diagramme Gaint des opérations.....	57
Figure 25: la boite a outil.....	58
Figure 26 : support terminal après l'application du SMED.....	64
Figure 27: support terminal avant l'application du SMED .....	64
Figure 28: Le poste de travail après l'identification des positions .....	65
Figure 29: les mesures de temps de changement de série après amélioration .....	66

# Liste des tableaux

Tableau 1 : Fiche signalétique .....	6
Tableau 2 : Moyenne d'efficacité pour le mois de janvier et de février 2016 .....	12
Tableau 3 : opérations effectuées dans la zone de coupe .....	13
Tableau 4 : Process par machine .....	14
Tableau 5 : Diagramme CTQ .....	16
Tableau 6 : Diagramme de SIPOC .....	20
Tableau 7 : Charte du projet .....	22
Tableau 8 : Classification des machines de coupe par ordre décroissant selon la durée des pertes	25
Tableau 9: Le Ratio Discrimination .....	26
Tableau 10 : Chronométrage des étapes du temps de changement de série de la machine 2. ....	27
Tableau 11 : Chronométrage des étapes du temps de changement de série de la machine 4 .....	29
Tableau 12 : Chronométrage des étapes du temps de changement de série de la machine 18 .....	31
Tableau 13 : Chronométrage des étapes du temps de changement de série de la machine 19 .....	33
Tableau 14 : Pourcentage de perte pour les trois process .....	34
Tableau 15 : Identification des opérations élémentaires .....	37
Tableau 16 : Les distances parcourues pendant un changement .....	40
Tableau 17 : Chronométrage de temps de changement de série avec panne. ....	41
Tableau 18 : Chronométrage de temps de changement de série avec panne. ....	43
Tableau 19 : Séparations des opérations interne & externe .....	48
Tableau 20 : Conversion des opérations interne en externe .....	50
Tableau 21 : Solutions proposées pour l'externalisations .....	51
Tableau 22: les solutions proposés .....	52
Tableau 23: Standard de changement de série .....	54
Tableau 24 : Nouveau temps objectif des opérations .....	57
Tableau 25 : Grille d'évaluation S1=Supprimer .....	59
Tableau 26: Grille d'évaluation S2=Ranger .....	60
Tableau 27: Grille d'évaluation S3=Nettoyer .....	60
Tableau 28 : Grille d'évaluation S4=Standardiser .....	60
Tableau 29: Grille d'évaluation S5=Suivre .....	61
Tableau 30: Résultats des grilles d'évaluation des 5S .....	61
Tableau 31: Tableau de bord 5S .....	61
Tableau 32: contrôle de temps de changement de série .....	65
Tableau 33 : Gain en temps .....	66

# *Liste des acronymes*

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

*AMDEC: Analyse des modes de défaillances de leurs effets et de leur criticité.*

*BOP: Bill of process.*

*CAO: Cutting area organization.*

*CTQ: Critical to quality.*

*CxC : Crimp to Crimp .*

*CxS: Crimp to Seal .*

*DASM: Delphi Automotive System of Morocco.*

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

*DPK: Delphi Packard Kenitra.*

*DPT: Delphi Packard Tanger.*

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

*RD: Ration de discrimination.*

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

*SMED: Single Minute Exchange of Die.*

*SxS : Seal to Seal .*

# Sommaire

<i>Dédicace</i> .....	I
<i>Remerciements</i> .....	II
<i>Abstract</i> .....	III
<i>Liste des figures</i> .....	IV
<i>Liste des tableaux</i> .....	V
<i>Liste des acronymes</i> .....	VI
<i>Sommaire</i> .....	VII
Introduction générale : .....	1
<b>PARTIE 1 :PRESENTATION DU GROUPE MULTI NATIONAL DELPHI</b> .....	<b>3</b>
I. Présentation générale : .....	3
II. Delphi monde : .....	3
1. Evolution du groupe .....	4
2. Division .....	4
3. Delphi Business System (DBS) .....	5
III. DELPHI Maroc : .....	5
1. Delphi Packard Kenitra(DPK) : .....	5
1.1. Fiche signalétique de DPK .....	6
1.1. Organigramme de DPK .....	6
1.2. Produits de DPK .....	7
1.3. Politique de DPK .....	8
IV. Processus de production : .....	9
1. Flux de production.....	9
2.1. Le magasin de la matière première .....	10
2.2. La zone de coupe .....	10
2.3. La zone de préparation.....	10
2.4. La zone d'assemblage .....	10
2.5. Magasin des produits finis.....	10
<b>PARTIE 2 :CONTEXTE DU PROJET ET ETAT DES LIEUX</b> .....	<b>11</b>
I. Contexte du projet : .....	11
1. Introduction.....	11
2. Justification du choix de projet .....	11

3.	Définition du temps de changement de série .....	12
II.	Etat des lieux .....	13
1.	Description de la zone de coupe .....	13
2.	Présentation des machines de coupe .....	14
3.	Environnement du travail (LAYOUT) .....	15
4.	Conclusion .....	15
	<b>PARTIE 3 :IMPLANTATION DE LA DEMARCHE : DMAIC .....</b>	<b>16</b>
	<b>PREMIERE ETAPE-DEFINIR.....</b>	<b>16</b>
I.	Introduction.....	16
II.	Le diagramme CTQ (Critical To Quality) .....	16
III.	Le QQQQCP .....	17
IV.	Le SIPOC.....	19
V.	Charte de projet .....	21
VI.	Conclusion .....	23
	<b>DEUXIEME ETAPE-MESURER ET ANALYSER .....</b>	<b>24</b>
I.	Introduction.....	24
II.	Etudes statistique du temps de changement de série. ....	24
1.	Analyse ABC des machines de coupe .....	24
1.	Chronométrage des opérations d'un changement de série .....	26
2.	Interprétation.....	34
3.	Identification des opérations élémentaires .....	35
III.	Déplacement de l'opérateur .....	38
IV.	Impact des pannes sur le changement de série .....	40
V.	Etude des 5 M.....	42
1.	Tableau des 5M : .....	43
2.	Diagramme Ishikawa : .....	44
VI.	Conclusion .....	44
	<b>QUATRIEME ETAPE-INNOVER/AMELIORER : .....</b>	<b>45</b>
I.	Introduction.....	45
II.	Choix de la machine pilote .....	45
III.	Elaboration du plan d'action .....	45
1.	Mise en œuvre de la méthode SMED.....	45
1.1.	Définition et objectifs.....	45
1.2.	Préparation du chantier d'amélioration.....	46

1.2.1.	Chantier pilote .....	46
1.3.	Déploiement des étapes de la méthode SMED.....	46
1.3.1.	Etape 1 : Identifier les opérations .....	46
1.3.2.	Etape 2 : Séparer les opérations internes & externes.....	46
1.3.3.	Etape 3 : Convertir les opérations internes en externes.....	49
2.3.1.	Etape 4 : Rationaliser les opérations internes & externes .....	51
2.	Elaboration d'un standard de changement de série .....	53
3.	Identification des positions de changement de fabrication.....	56
4.	Définition des nouveaux temps objectifs de changement de série .....	56
5.	Standardisation des outillages de travail .....	58
6.	Elaboration d'un tableau de bord 5S.....	58
IV.	Conclusion .....	63
	CINQUIEME ETAPE-CONTROLLER: .....	64
I.	Introduction.....	64
II.	Contrôler l'implémentation des solutions .....	64
1.	Double support terminal .....	64
2.	Identification des positions de changement de série .....	65
3.	Contrôle de temps de changement de série .....	65
III.	Estimation des différents gains .....	66
1.	Gain en termes de temps .....	66
2.	Gain en PMH.....	67
3.	Gain en production.....	67
4.	Gain en termes d'effectif.....	68
5.	Gain en termes d'efficience.....	68
6.	Gain non mesurable .....	69
V.	Conclusion .....	69
	CONCLUSION ET PRESCRIPTIVES .....	70
	BIBLIOGRAPHIE.....	72
	ANNEXES.....	73



## Introduction générale :

De par sa position géographique et sa situation socio-économique, le Maroc a des caractéristiques qui lui confèrent un certain nombre d'avantages susceptibles d'intéresser les multinationales du secteur de câblage automobile. En effet, nombreuses sociétés multinationales de ce domaine délocalisent une grande partie de leur production sur son territoire, afin de profiter de divers facteurs outre que le prix.

L'exemple illustratif d'une telle entreprise est DELPHI Packard Kenitra : équipementier mondial dans l'industrie automobile ayant l'excellence industrielle comme culture et le dépassement des attentes du client comme politique générale. Son implication sur le secteur international rend la tâche de ses responsables beaucoup plus difficile à cause de la rigidité et des exigences fermes de la qualité à l'échelle internationale.

A cet égard, l'entreprise DELPHI 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 notre projet de fin d'études intitulé : « Amélioration de temps de changement de série », qui a pour objectif l'analyse et l'optimisation de temps de changement de série et la mise en œuvre d'un processus continu d'amélioration, afin de supprimer les opérations non génératrices de valeur ajoutée.

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 et Contrôler.



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

- La première partie: Présentation de DELPHI et de son processus de production;
- La deuxième partie : elle vise principalement à présenter le contexte général du projet en détaillant la position du problème et son état des lieux.
- La troisième et la dernière partie : Application de la démarche DMAIC vise à implanter et appliquer l'approche Six Sigma pour le projet d'amélioration de temps de changement de série.

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



## PARTIE 1

---

PRESENTATION DU GROUPE MULTI NATIONAL

DELPHI

*Rapport-gratuit.com*   
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES



## I. Présentation générale :

Delphi est un groupe multinational américain leader dans l'industrie automobile, spécialisé dans la conception et la fabrication d'équipements pour l'automobile et dont la clientèle s'étend plus en plus vers des secteurs de haute technologie, comme les télécommunications, le matériel médical, l'informatique et ses périphériques. Son siège se situe dans la ville de Troy (Michigan) aux Etats-Unis. Elle est issue d'une filiation de General Motors et fournisseur de plus de 30 marques de voitures.



Figure 1 : Siège de DELPHI aux Etat unis

## II. Delphi monde :

Aujourd'hui, Delphi est l'équipementier automobile dont la gamme de composants et de systèmes est la plus diversifiée. Il est également le fournisseur le plus inventif sur le plan technique. Chaque jour, plus d'une invention est créée par les ingénieurs Delphi, et c'est un nouveau produit ou un nouveau procédé qui voit le jour chaque semaine. D'année en année, tous ces génies de l'invention ont fini par bâtir une tradition bien ancrée : plutôt que de se contenter de répondre aux besoins exprimés par le client, ils ont bouleversé le monde des transports pour en faire celui que nous connaissons aujourd'hui. Les principales innovations Delphi :

- 1912 : premier démarreur électrique.
- 1929 : premier chauffage automobile.
- 1936 : premier autoradio au tableau de bord.
- 1951 : première direction assistée.
- 1963 : premier régulateur de vitesse.
- 1973 : premier fournisseur d'airbag de série.



## 1. Evolution du groupe

- 1988: ACG Worldwide est un secteur spécial au sein de GM.
- 1995: ACG Worldwide devient Delphi Automotive systems.
- 1998: Delphi devient filiale de General Motors Corporation.
- 1999: Le 5 février, mise en bourse de Delphi à New York (DPH).
- 1999: Le 28 Mai, Delphi devient totalement indépendant de GM.
- 2000: Acquisition de l'activité Diesel de Lucas (Delphi Diesel Systems).

## 2. Division

Chez Delphi, on distingue six divisions selon le produit. Celles-ci sont le résultat du regroupement des plus petites sociétés, dont la création remonte à plus d'un siècle et qui n'ont cessé d'évoluer. Leurs noms se claquent souvent sur l'histoire de l'automobile, et sont synonymes d'inventivité: Packard, Remy, Kettering, Champion, Harrison. Les différentes divisions de Delphi sont :

- Delphi Packard Electric: produit les faisceaux électriques (câblage pour voiture).
- Delphi Thermal & Interior: fabrique les systèmes de contrôle du climat automobile, les systèmes de refroidissement, les modules du poste de pilotage, les produits intérieurs tels que les tableaux de bord, les systèmes de sac à air et les systèmes de la fermeture intégrée.
- Delphi Product & Service Solutions : appelé aussi service center qui lie les clients avec les autres divisions de production de Delphi.
- Delphi Energy & Chassis : qui produit les systèmes de gestion des moteurs, les systèmes des freins complets, les systèmes de contrôle des freins, les châssis...etc.
- Delphi Steering: produit les systèmes de contrôle des voitures et les systèmes driveline.
- Delphi Electronics & safety: produisent les contrôleurs du pouvoir, les sondes et les modules du pouvoir, les radios satellites...etc.

DELPHI possède 171 unités de fabrication à travers le monde dont 49 aux Etats-Unis et Canada, 61 en Europe, en Moyen-Orient et en Afrique, 47 au Mexique et en Amérique du sud et 14 en Asie.



### 3. Delphi Business System (DBS)

Delphi Business System (DBS), est un manuel qui résume tous les processus et procédures de business dans l'organisation générale de l'entreprise, en incluant toutes les normes mondiales de l'environnement et de l'industrie automobile. Ce manuel définit tous les besoins spécifiques du travail et fournit tous les fondements pour la régularité, la cohérence dans les pratiques et pour l'amélioration des processus et l'obtention des objectifs. Il offre ainsi à toutes les divisions et aux centres de production une responsabilité et une autorité lui permettant de se développer et d'ajouter des procédures et/ou des documents spécifiques.

### III.DELPHI Maroc :

Delphi est implantée au Maroc depuis 1999. Elle appartient à la première division: Packard Electric Systems. Cette dernière dont la direction centrale se trouve aux Etats Unis, est le leader mondial des systèmes de distribution de signaux électriques pour véhicules.

Installée à Tanger et Kenitra, l'entreprise DELPHI a ouvert trois sites dont le plus ancien est DASM (DELPHI Automotive Systems Maroc), suivi par le site DPT (DELPHI PACKARD TANGER) et le nouveau site DPK (DELPHI PACKARD KENITRA). Parmi ses principaux clients, on peut citer de grands constructeurs automobiles tels que Ford, Renault, Fiat, Alpha Romeo, Volvo, Citroën, Peugeot et BMW.

#### 1. Delphi Packard Kenitra(DPK) :

Delphi Packard Kenitra, filiale de la division du Delphi Packard Electric Systems au sein de laquelle j'ai effectué mon stage de fin d'étude, a démarré au mois de Juillet 2013 à Kenitra. La présence de Delphi à Kenitra, est expliquée par deux raisons économiques. La première raison est relative aux coûts de production qui y sont compétitifs (main d'œuvre, bon marché et moins onéreuse), et la seconde est liée aux coûts logistiques qui y sont minimaux.



### 1.1. Fiche signalétique de DPK

Le tableau 1 présente la fiche signalétique de DPK :

Raison sociale	• Delphi Packard Maroc- DPK
Nationalité	• Multinationale américaine, Warren, Ohio a Etats-Unis
Date de démarrage	• Juillet 2013
Forme juridique	• Société Anonyme (SA)
Effectif	• Environ 3232 personnes
Capital social	• 50 000 000 DH
Secteur d'activité	• Industrie automobile
Activité	• Fabrication de faisceaux électriques pour les voitures
Adresse	• Atlantic Free Zone, Route Nationale 4, Commune Ameer Saflia, Kenitra

Tableau 1 : Fiche signalétique

### 1.1. Organigramme de DPK

La société est organisée de la manière suivante (Figure1)

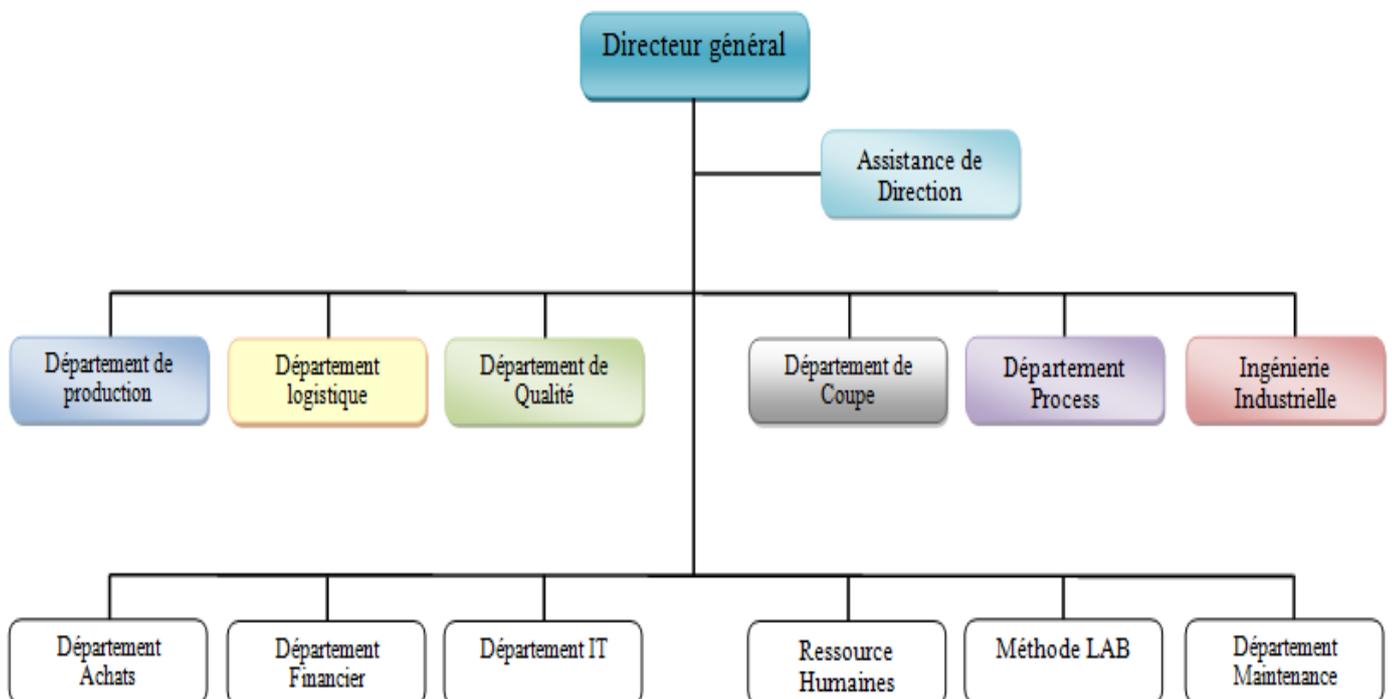


Figure 2 : Organigramme de DPK



### 1.2.Produits de DPK

DELPHI PACKARD KENITRA produit les faisceaux électriques pour voitures. Ces faisceaux sont composés d'un ensemble de composants ordonnés de façon logique : fils électriques, terminaux, connecteurs, passe-fils, rubans, tubes isolants, etc...

Les 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. Par exemple : Actionner le moteur, les essuie-glaces, allumer les fards, etc.

Les types de câblages produits par DPK :

- Câblage principale (Main) ;
- Câblage moteur (Engine) ;
- Câblage sol (Body) ;
- Câblage porte (Door) ;
- Câblage toit (Roof) ;
- Câblage tableau de bord (Instrumental Panel), etc.

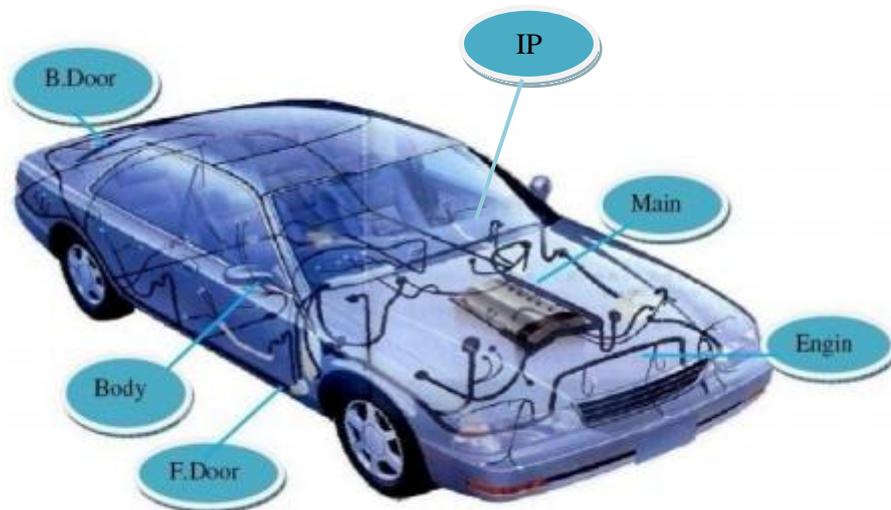


Figure 3 : Emplacement des câbles dans la voiture



### 1.3.Politique de DPK

DPK est régie par trois politiques de base : la politique de Qualité, la politique d'Environnement et la politique de Sécurité.

#### ■ Politique de Qualité :

Pour faire face à la compétitivité et dans le but de fabriquer un produit avec zéro défaut pour dépasser les attentes du client, Delphi Packard a développé un système de Management de la qualité appelé DBS Delphi Business System. Ce system répond aux perspectives du client et aux exigences des normes comme ISO 9001, ISO 14001 et ISO TS 16949.

#### ■ Politique de l'environnement :

Afin de participer à la protection des ressources naturelles et de l'environnement, l'entité a imposé quelques normes d'environnement que tout le personnel de Delphi est invité à respecter. Les objectifs de ces normes peuvent se résumer comme suit :

- Mise en conformité avec toutes les normes de l'environnement.
- Protection de la santé des personnes.
- Réduction des déchets et des contaminations.
- Conservation des ressources naturelles.
- Politique de sécurité et hygiène.

La priorité absolue de Delphi est la protection de la santé et de la sécurité de chaque employé. Dans ce cadre, la compagnie impose des consignes concernant :

#### ■ L'hygiène

Le port des blouses et l'interdiction de fumer en dehors des zones des fumeurs.

#### ■ La sécurité

Le port des gants et des lunettes est obligatoire pour le personnel travaillant sur pur.

#### ■ La santé

Une structure d'assistance médicale est prête à intervenir en cas d'urgence, ainsi un suivi médicosocial est mis en place afin de détecter l'évolution de santé du personnel.



## IV. Processus de production :

### 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, l'alimentation, l'assemblage, et finalement le magasin des produits finis.

Le schéma suivant (figure 3) englobe le processus entier ainsi que le type de système de flux utilisé entre les zones de production au sein de Delphi.

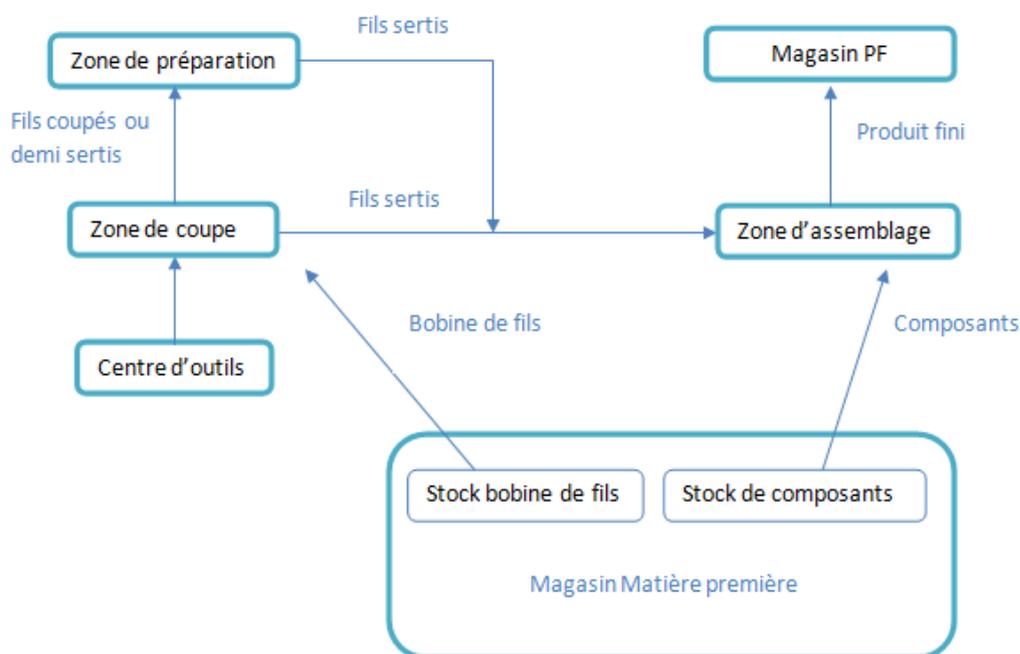


Figure 4 : Flux de production

La matière première venant du fournisseur passe par le laboratoire du contrôle de qualité pour subir un contrôle de réception avant d'être stockée dans le magasin de la matière première. Le stock de matière première est géré par un système pull qui prépare un stock des 24 h prochaines de production. Le stock quotidien passe à la zone de préparation (la coupe) qui est gérée par le système Kanban. A ce niveau, les conducteurs sont préparés pour passer à la zone d'assemblage où les faisceaux électriques sont assemblés et bandés. Ensuite les faisceaux passent au contrôle électrique où on vérifie la continuité électrique entre les différentes extrémités du circuit et la présence des éléments secondaires (sécurité des connecteurs, passe-fil, réglettes...). Et après, ils sont soumis à un super-contrôle où un employé très expérimenté opère un contrôle visuel global du faisceau. De là, les faisceaux subissent un dernier contrôle



qui est celui de contention au cours duquel les différents côtés sont vérifiés avant l'étiquetage, emballage et envoi au client.

### *2.1. 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 validation avant d'être stockée dans le magasin des matières premières.

### *2.2. La zone de coupe*

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.

### *2.3. La zone de préparation*

Certains circuits se finissent au niveau de la coupe et passent directement vers le secteur montage pour être utilisés. D'autres circuits pour des raisons de capacité et de puissance de la machine se limitent en fonction de la section des fils ; la préparation des fils se fait dans certaines machines dans la zone de pré assemblage par l'intermédiaire de certaines machines dédiées spécialement à cette opération.

#### ■ Poste sertissage :

C'est l'union d'un terminal avec un fil ou plusieurs, grâce à une compression par un outillage en garantissant une perte minimale d'énergie et une force d'arrachement maximale.

### *2.4. La zone d'assemblage*

La zone assemblage n'est qu'une chaîne généralement mobile : l'assemblage des câbles se fait selon la longueur du câble, soit sur les tableaux fixes soit sur les tableaux roulants, dont la vitesse varie selon le temps cycle du câble défini par l'ingénierie. Le nombre de postes dépend de la taille, du câble et de volume client: plus le câble est grand et chargé, plus les dimensions du tableau sont plus importantes et plus le nombre de postes augmente. Dans les tableaux d'assemblage, on rassemble tous les kits préparés par les postes fixes.

### *2.5. Magasin des produits finis*

Les câbles emballés sont plastifiés et chargés en remorque pour les expédier au client.



## PARTIE 2

---

### CONTEXTE DU PROJET ET ÉTAT DES LIEUX

---



## I. Contexte du projet :

### 1. Introduction

Face aux exigences des marchés, la société DELPHI-KENITRA 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.

### 2. Justification du choix de projet

Le service ingénierie de la société DELPHI Kenitra, élabore antérieurement la liste des sujets. Cette liste est conçue en fonction de l'ordre d'importance des sujets. Pour le service d'ingénierie, le sujet cible d'amener une certaine amélioration pour le temps de changement de série au niveau de la zone de coupe.

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 un temps de changement de série trop élevé.

C'est pour cette raison, la première des choses qui nous a été confiée 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'efficacité de chaque zone pour le mois de Janvier et de février 2016. Sachant que, **l'efficacité** est l'indicateur sur lequel se base Delphi afin de mesurer le taux de rendement de sa production.

Au niveau de l'industrie automobile, l'efficacité se calcule souvent de la manière suivante :

$$\text{EFFICIENCE} = \frac{\text{Heures produites}}{\text{Heures payées}}$$

Le tableau suivant résume cette étude. Voir annexe 1



Zone de coupe	Zone d'assemblage	Zone de préparation
44 %	96.3 %	71.4%

Tableau 2 : Moyenne d'efficacité pour le mois de janvier et de février 2016

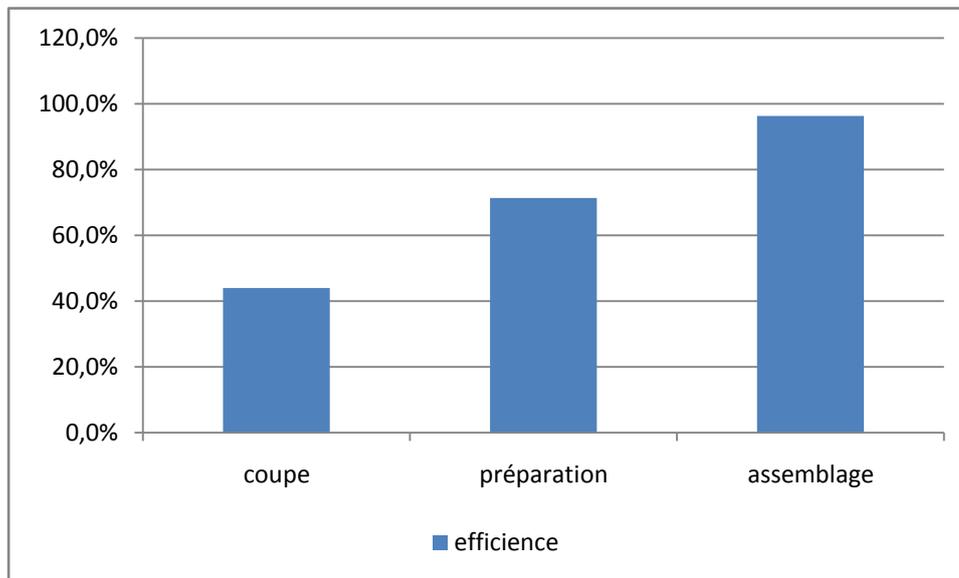


Figure 5 : Pourcentage d'efficacité pour les trois zones

Le graphe de la figure 5 montre que le niveau de l'efficacité de la zone de coupe représente 44%, en le comparant avec le niveau d'efficacité des autres zones, on constate un écart important entre ces derniers.

Avant d'entamer notre étude nous devrions d'abord répondre à cette question: **Qu'est ce qu'un temps de changement de série ?**

### 3. 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.

Pour notre étude, nous allons utiliser la démarche DMAIC qui peut être décrite comme étant un processus structuré utilisée dans le cadre des projets Lean - Six Sigma pour améliorer la performance opérationnelle des processus.



Une démarche DMAIC se décompose en 5 étapes principales qui impliquent les opérationnels impliqués dans le processus étudié :

- **Define** : Cette étape permet de définir le périmètre du processus à améliorer, les attentes des clients du processus.
- **Mesure** : Cette étape consiste à collecter les données permettant de mesurer objectivement la performance du processus
- **Analyse** : Cette étape permet d'identifier les causes potentielles de dysfonctionnement du processus et les sources d'améliorations.
- **Improve** : Cette étape consiste à définir les processus cibles et à identifier les plans d'amélioration de la performance.
- **Control** : L'étape de contrôle consiste à définir les indicateurs permettant de mesurer la performance du processus cible et donc la pertinence des plans d'amélioration mis en œuvre.

## II. 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
<b>Découpage</b>	Découpage des fils selon la longueur et la section souhaitée.
<b>Dénudage</b>	Enlèvement d'une partie de l'isolant pour faire apparaître les brins du fil
<b>Sertissage</b>	Opération qui consiste à relier un contact au fil

Tableau 3 : opérations effectuées dans la zone de coupe



## 2. Présentation des machines de coupe

Pour mieux connaître la zone coupe, nous avons été amenées à effectuer un inventaire des machines de coupe en les classifiant selon les types de process :

- CxC (Sertissage des deux coté).



Figure 6: Sertissage deux coté CxC

- CxS (sertissage coté 1 et seal du deuxième coté).



Figure 7: sertissage d'un seul coté CxS

- SxS (seal des deux cotés).



Figure 8: Seal pour les deux cotés SxS

Mc	CXC	CXS	SXS	Mc	CXC	CXS	SXS
Mc01		X		Mc23	X		
Mc02	X			Mc24	X		
Mc03	X			Mc25		X	X
Mc04	X			Mc26	X		
Mc05	X			Mc27		X	
Mc06	X			Mc28		X	X
Mc07	X			Mc29	X		
Mc08		X	X	Mc30			
Mc09	X			Mc31		X	
Mc10		X	X	Mc32			
Mc11	X			Mc33			
Mc12	X			Mc34	X		
Mc13	X			Mc35	X		
Mc14		X	X	Mc36		X	
Mc15		X	X	Mc37	X		
Mc16	X			Mc38	X		
Mc17		X	X	Mc39		X	
Mc18		X	X	Mc40	X		
Mc19		X	X	Mc41	X		
Mc20		X	X	Mc42		X	
Mc21		X	X	Mc43	X		
Mc22		X	X	Mc44	X		

Tableau 4 : Process par machine



### 3. Environnement du travail (LAYOUT)

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

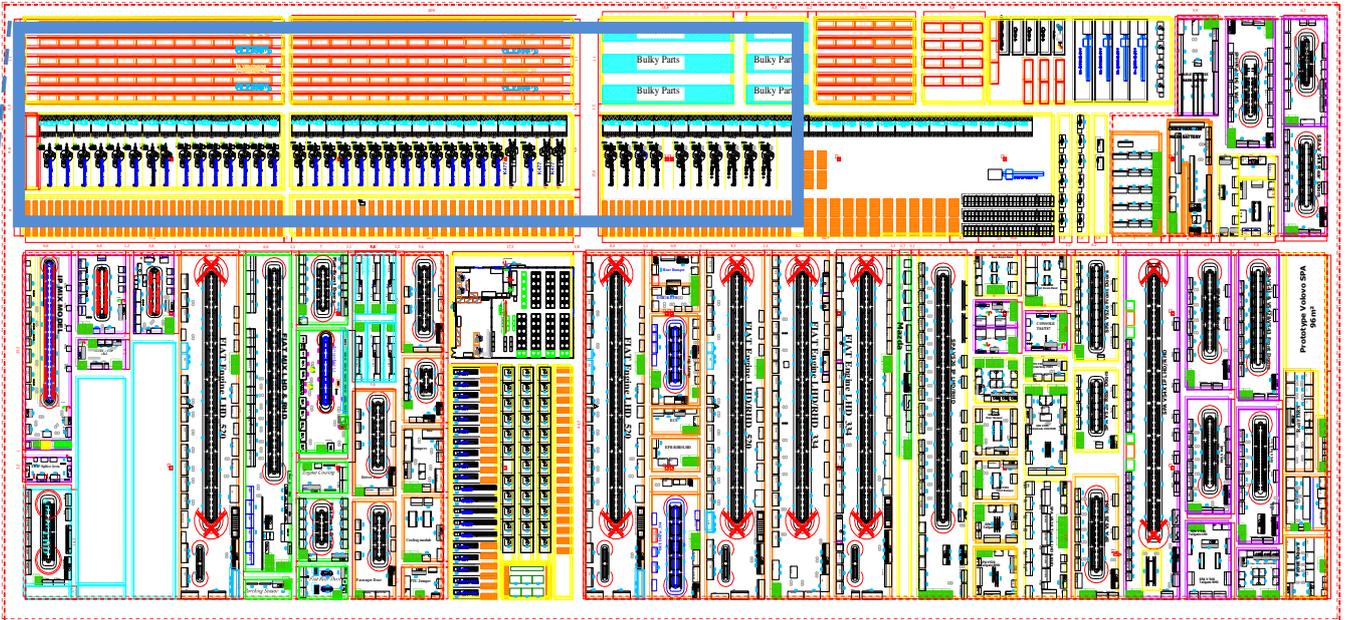


Figure 9 : Lay Out de DPK

L'image ci-dessous représente la zone de coupe et l'emplacement des machines.

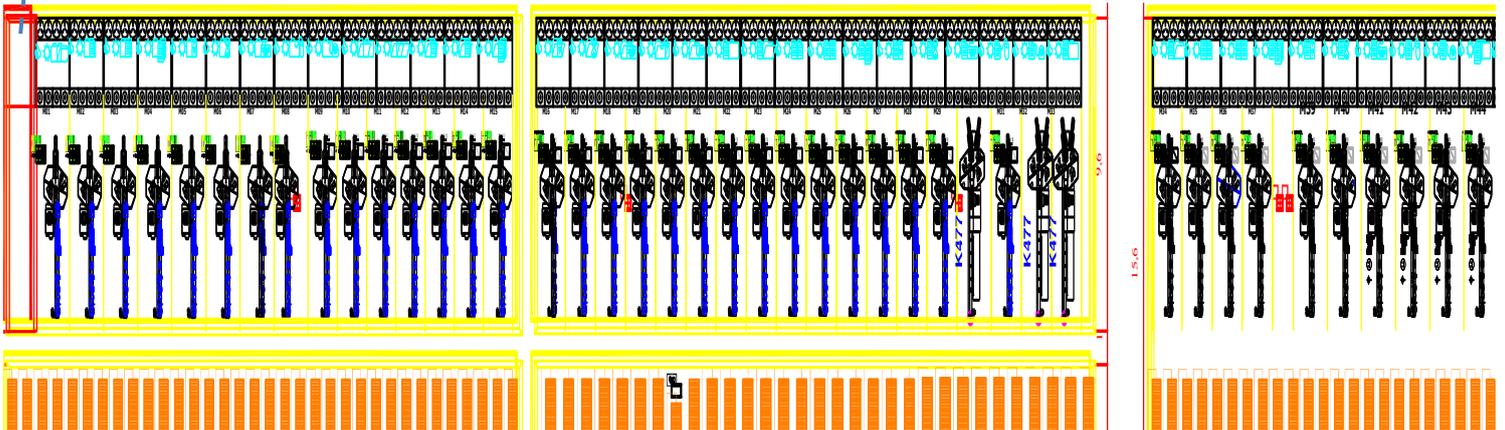


Figure 10 : Environnement de travail zone de coupe

### 4. Conclusion

L'objectif de ce chapitre a été de présenter le contexte général du projet, en détaillant la position du problème et la description du projet. Afin de bien mener l'étude, nous présenterons dans le chapitre suivant une définition du sujet bien détaillée.



## PARTIE 3 :

---

## IMPLANTATION DE LA DEMARCHE : DMAIC

---



## PREMIERE ETAPE-DEFINIR

### I. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons développer la première étape de l'approche DMAIC : Définir, pour le projet d'amélioration du temps de changement de série au niveau de la zone de coupe. 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 QOOQCP 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.

### II. 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.

Pour chacune de ces caractéristiques, on doit pouvoir déterminer une cible et des spécifications limites.

	<b>Besoin</b> <i>(ce qui amène le client à utiliser le processus)</i>	<b>Exigences</b> <i>(ce qui permet au client d'être satisfait)</i>	<b>Caractéristiques</b> <i>(comment mesure-t-on que le client est satisfait ?)</i>	<b>Spécifications</b> <i>(quelle sont les spécifications sur la mesure ?)</i>
<b>Client aval</b>	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 IT
			Identification Ok	Contenant Date et heure de production
			Livraison juste à temps	Disponibilité des fils aux pagodes
<b>Client final</b>	Besoin en câbles pour le montage de voitures	Câbles conformes aux caractéristiques définit par le client	-	-

Tableau 5 : Diagramme CTQ



### III.Le 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.

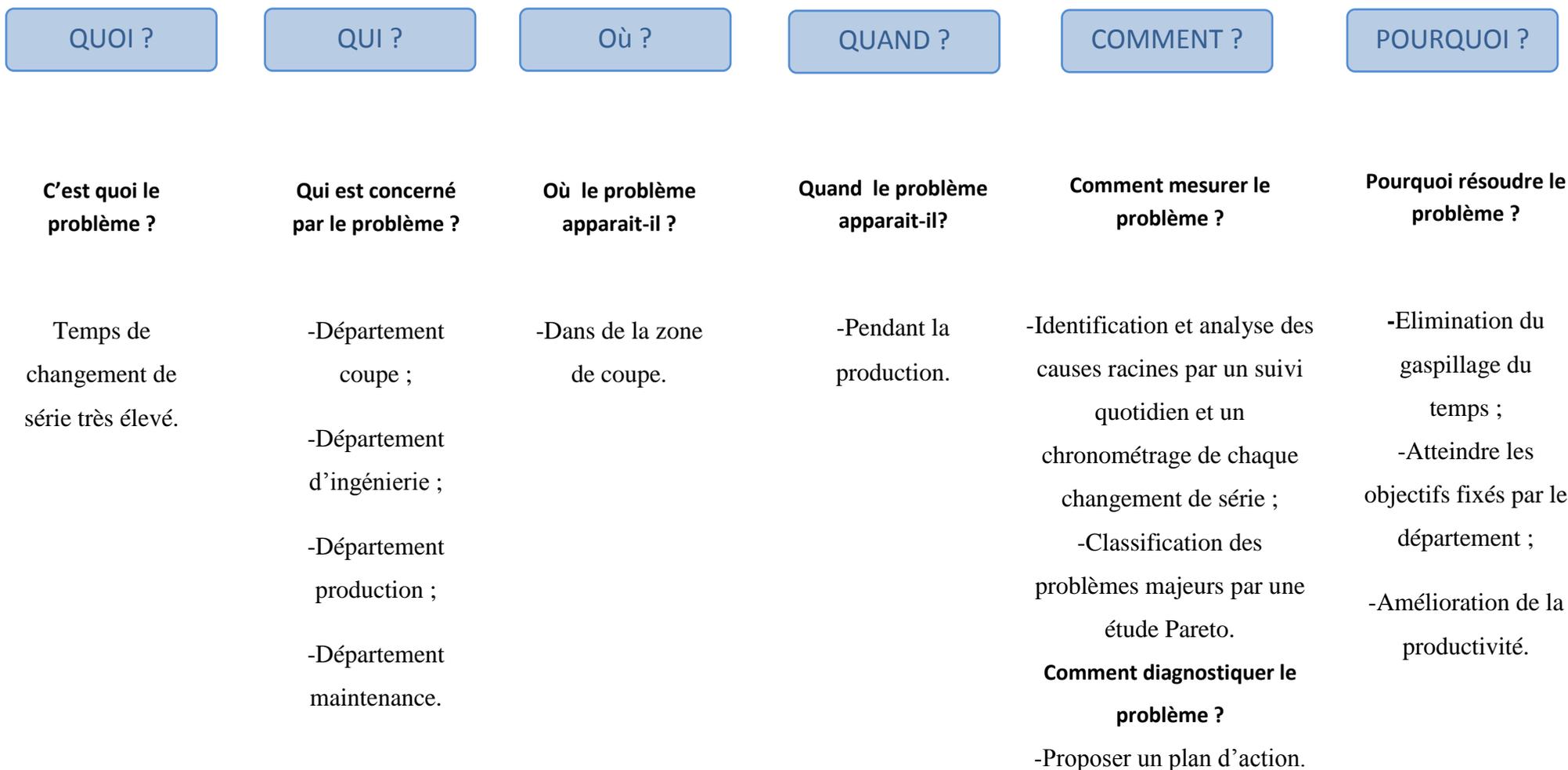


Figure 11 : Diagramme QOQQCP



## IV. 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). Lorsque nous parlons 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 nous avons 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 (C) qui reçoivent les sorties.

Le diagramme SIPOC suivant (Tableau 6), regroupe tous les éléments cités précédemment :

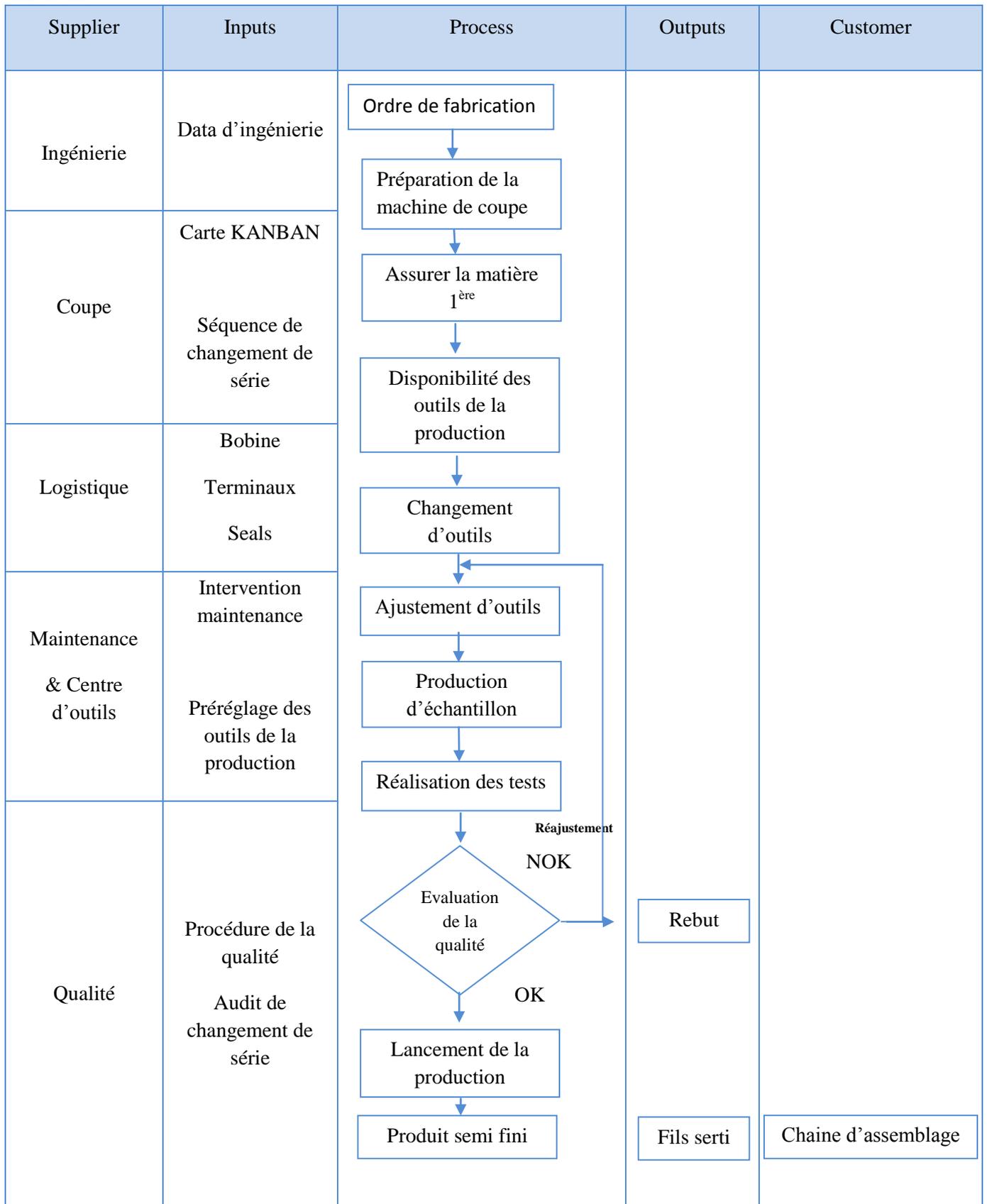


Tableau 6 : Diagramme de SIPOC



## V. Charte de projet

Une charte de projet est « un document produit par l’instigateur ou le commanditaire du projet qui confirme officiellement l’existence du projet et confère au gestionnaire du projet le pouvoir d’utiliser des ressources organisationnelles dans le cadre des activités liées au projet ». La présente charte a pour but de positionner le projet par rapport à ce qui est demandé, il contient le titre du projet qui a pour finalité l’amélioration et la diminution de temps de réglage de la zone de coupe ; il contient aussi QQQQCP, simplement et brièvement formulé. Il suffit de répondre aux questions : QUI est concerné par le projet, de quoi s’agit-il, le temps du déroulement du projet et le lieu, le but attendu, et comment arriver aux objectifs définis. Et pour suivre le déroulement du projet, La charte du projet s’est matérialisée par une fiche qui résume les principaux résultats de l’étape.

La charte de mon projet est représentée dans le tableau suivant :

## Charte du projet

<b>Titre du projet</b>		<b>Amélioration de temps de changement de série</b>														
<b>Formulation du problème</b>		<b>Le temps de changement de série dépasse la norme</b>														
<b>Qui?</b>	<b>Quoi?</b>	<b>Où?</b>	<b>Quand?</b>	<b>Comment?</b>	<b>Pourquoi?</b>											
Equipe bien choisie	Améliorer le temps de changement de série	Zone de coupe	Février 2016-Juin 2016	Démarche DMAIC	Augmenter la productivité et la disponibilité des machines											
<b>Diagramme CTQ :</b>																
<b>Besoins des Clients</b>		<b>Exigences</b>	<b>Caractéristiques mesurable</b>		<b>Spécification</b>											
Besoin des fils pour la fabrication des câbles		Fils conforme	Réclamation client		Réduire le nombre de réclamation client											
<b>Etat actuel</b>				<b>Etat souhaité</b>												
Set-up time très élevé				Set-up time réduit												
<b>Équipe du projet</b>	<b>Noms</b>			<b>Poste</b>												
	-Chlif Yassin -Rais Salma			-Process Owner -Stagiaire												
<b>Planification du projet</b>																
<b>Semaines</b>	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22
<b>Formation DPK</b>																
<b>Formation Département Ingénierie</b>																
<b>Définir</b>																
<b>Mesurer</b>																
<b>Analyser</b>																
<b>Innover</b>																
<b>Contrôler</b>																

Tableau 7 : Charte du projet



## **VI. Conclusion**

Cet enchaînement des outils exposés dans ce chapitre 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 selon un calendrier prévisionnel.



## DEUXIEME ETAPE-MESURER ET 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. Etudes statistique du temps de changement de série.**

D'après les analyses élaborées sur la zone de coupe, on constate que parmi les contraintes majeures qui influencent sur le temps de production est le temps de changement de série (set-up time) qui représente presque (6%) du temps de production. (Annexe2).

L'absence d'une méthodologie unifiée et standard, pour la préparation et le changement des séries, augmente d'une façon indésirable le temps de changement d'outils et pénalise la disponibilité des machines.

#### **1. Analyse ABC des machines de coupe**

Pour sélectionner les machines qui présentent le plus d'avaries nous avons prélevé des mesures du temps de changement de série durant cinq jours pour trois shifts pour chaque machine, qu'on a regroupé dans le tableau (Annexe 3).

Ensuite, nous avons utilisé la méthode ABC afin de déterminer les machines qui ont le plus d'écart entre l'état récent et l'objectif fixé.

Pour notre analyse ABC nous avons pris que les machines ayant un écart entre le temps moyen de changement de série et l'objectif fixé par le département de coupe.

Ces données sont rassemblées dans le tableau suivant :



Process	Machine	Setup	Nbr de changement	Moy setup en s A	Objectif/machine B	Ecart A-B	Cumul	% Cumulé
SS	18	108906	200	544,53	190,00	354,53	354,53	21,89%
CS	19	57060	120	475,50	190,00	285,50	640,03	39,52%
CC	4	39090	90	434,33	150,00	284,33	924,36	57,08%
CC	2	29442	70	420,60	150,00	270,60	1194,96	73,79%
CC	33	36045	150	240,30	148,00	92,30	1287,26	79,49%
CC	24	36420	150	242,80	170,00	72,80	1360,06	83,99%
CC	6	20151	105	191,91	120,00	71,91	1431,98	88,43%
CC	30	22500	105	214,29	150,00	64,29	1496,26	92,40%
CC	34	16851	120	140,43	100,00	40,43	1536,69	94,89%
SS	25	22800	120	190,00	170,00	20,00	1556,69	96,13%
CS	39	22560	135	167,11	150,00	17,11	1573,80	97,19%
CS	42	21954	135	162,62	150,00	12,62	1586,42	97,97%
CC	13	5400	30	180,00	170,00	10,00	1596,42	98,58%
CC	5	26100	165	158,18	150,00	8,18	1604,60	99,09%
CC	38	23700	150	158,00	150,00	8,00	1612,60	99,58%
CC	11	23706	135	175,60	170,00	5,60	1618,20	99,93%
CC	12	23106	135	171,16	170,00	1,16	1619,36	100,00%

Tableau 8 : Classification des machines de coupe par ordre décroissant selon la durée des pertes

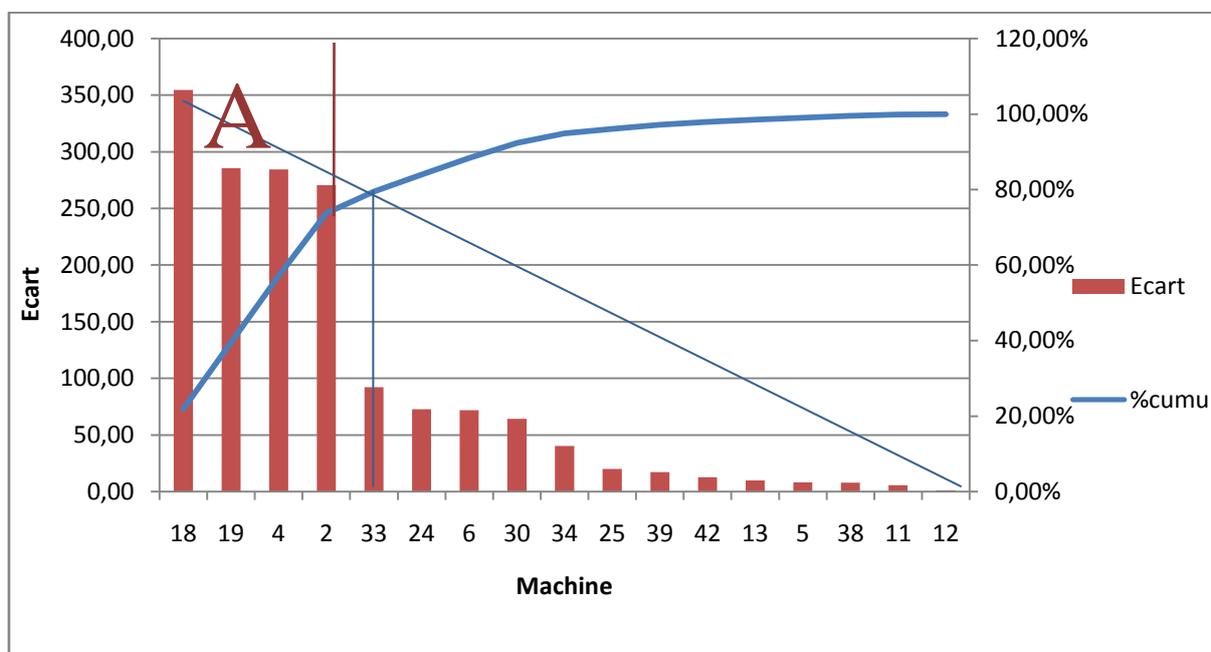


Figure 12 : Diagramme ABC



En calculant le ratio de discrimination, nous avons trouvé  $RD = \frac{17-4}{17} = 0,76$

RD	A	B	C
$1 > RD > 0,9$	10%	10%	80%
$0,91 > RD > 0,85$	10%	20%	70%
$0,85 > RD > 0,78$	20%	25%	55%
$0,75 > RD > 0,60$	20%	30%	50%
$RD < 0,60$	le critère n'est pas pertinent		

Tableau 9: Le Ratio Discrimination

A partir du tableau ci-dessus, nous avons pu déterminer les trois zones A, B et C, la zone A représente 20% donc les quatre premières machines 18, 19, 4 et 2

### 1. Chronométrage des opérations d'un changement de série

Nous avons prélevé des mesures du temps de changement de série pendant une semaine pour les machines 2, 4, 18 et 19. A partir de ces données nous avons déduit le temps moyen du changement de série (s).

Ces données sont rassemblées dans le tableau suivant :

Changement	Etapes /s																Temps de changement de série /s
	Topwin	Rapport	Terminal coté 2	Démonter outils ancien réglage/mont er outil cote 2	désenfiler/ enfiler la bobine	Démonter outil ancien réglage /monter outil coté 1	terminal coté1	Ajustement	Echantillon	Réajustement outil	test comparateur	Identification	test hélicoptère	Apprentissage machine	test d'arrachement	test longueur	
1	19	60	0	0	72	0	0	0	20	0	8	0	10	0	0	20	209
2	39	30	0	127	11	0	0	30	65,22	150	18	0	9	59,97	0	12,53	551,72
3	23	0	0	0	64	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	99
4	40	41	0	76	0	0	0	0	19	0	43	0	0	0	0	22	241
5	60	0	0	0	0	0	0	2	15	6	15	0	0	0	0	50	148
6	60	40	0	0	0	0	0	0	10	0	20	0	30	0	0	50	210
7	20	30	50	70	90	0	0	0	12	0	50	0	90	0	0	50	462
8	46,2	35,62	0	0	89,41	52,34	32,28	18	26,97	50,13	51,33	32,96	18,78	26,31	0	65,37	545,72
9	44,74	45,45	31	46,53	91,12	50,78	113,99	100	79,91	103,94	54,32	26,17	45,25	46,31	96,33	21,58	997,42
10	20	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	25
11	11	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	17
12	34	36	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	330
13	23,37	29,79	0	0	53,35	77,96	59,93	12,04	28,25	0	19,6	0	12,04	24,15	34,41	25,71	400,6
14	99	20	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	105	0	109	59	402
15	16	54	51	84	45	0	0	11	62	0	16	0	10	0	0	26	375

Tableau 10 : Chronométrage des étapes du temps de changement de série de la machine 2.



Pour donner une vision claire des temps changements de série mesurés, nous allons les présenter sur un graphique Excel.

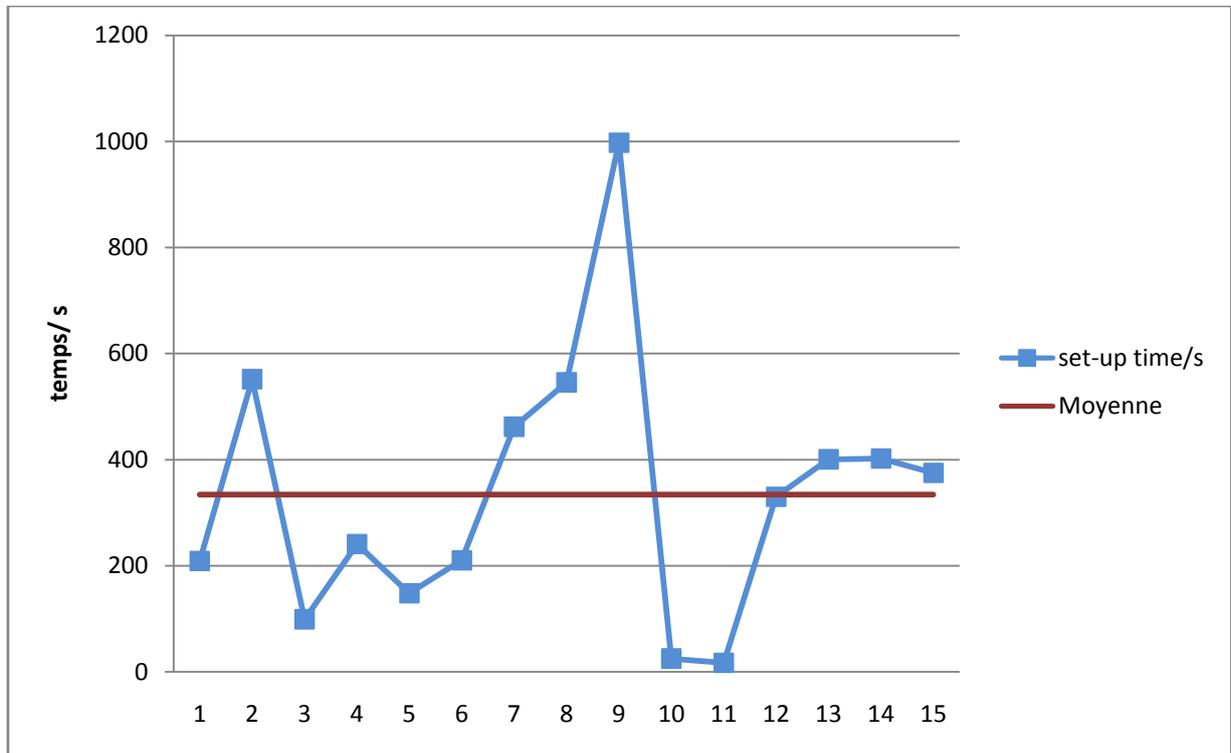


Figure 13 : Carte de suivi pour la machine 2 (Crimp to Crimp)

Etapes /s

Changeement	Topwin	Rapport	Terminal coté 2	Démonter outils ancien réglage/monteur outil cote 2	Désenfiler/enfiler la bobine	Démonter outil coté1 /monter outil coté 1	Terminal coté1	Ajustement	Echantillon	Réajustement	Test comparateur	Identificateur	Test hélicoptère	Test longueur	apprentissage machine	Test d'arrachement	Temps de changement de série/s
1	19	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	31
2	13,69	13,78	0	0	21,93	0	0	0	65,22	0	10,37	0	32,98	12,53	59,97	0	230,47
3	52,83	40	0	0	28,58	0	50,21	15	10	10	23,22	0	0	6,53	23	0	259,37
4	34,37	66	52,63	42	0	0	69,17	14	120,79	70	153,32	45	29,56	23,66	22,96	84,88	828,34
5	31,42	72,06	56	62,01	48,34	0	0	20	28,336	15	22,03	16,17	8,32	37,55	37,39	0	454,626
6	34,67	65,01	0	0	60,59	0	0	12	51,33	55,23	17,28	0	11,46	12,11	56,92	0	376,6
7	28,16	46,33	0	0	45,32	0	0	10	51,02	15	78,25	18,39	29,55	19,31	39,55	0	380,88
8	24,36	41,12	0	0	26,15	0	0	17	36,22	20	33,21	0	10,45	25,12	25,31	0	258,94
9	21	0	0	0	0	0	0	17	45	10	0	0	0	0	0	0	93
10	39	29	0	0	57	0	0	20	28	40	0	0	9	38	0	0	260
11	137	30	32	20	57	0	0	177	50	0	36	0	34	61	0	0	634
12	51	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58
13	25	14	0	0	157	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	196
14	28,31	13,72	0	0	62,11	76,39	39,19	33,46	43,11	0	37,02	0	19,44	24,82	32,45	32,56	442,58
15	40	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0	0	141

Tableau 11 : Chronométrage des étapes du temps de changement de série de la machine 4

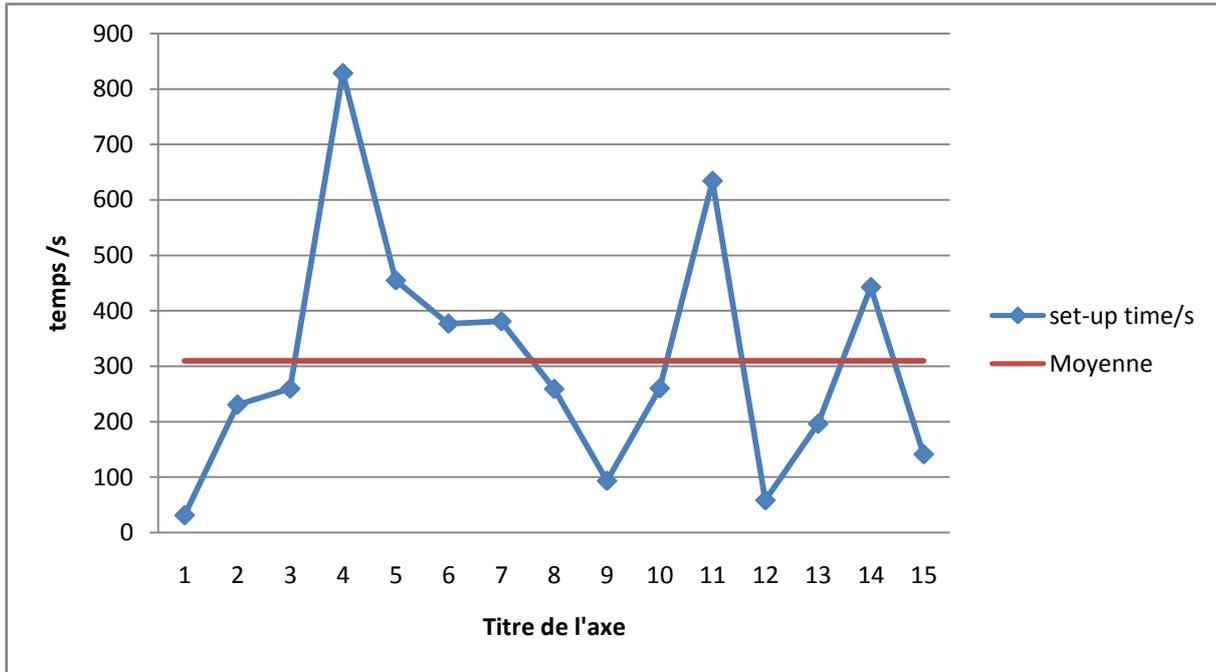


Figure 14 : Carte de suivi pour la machine 4 (crimp to crimp)

Etapes/s																		
Changement	Top win	Rapport	terminal coté 2	Démonter outils anciens / réglage / monter outil cote 2	Démonter / monter l'appliqueur seal.	désenfiler/enfiler la bobine	Démonter outil coté1 / monter outil coté 1	terminal coté1	Ajustement	Echantillon	Réajustement outil	test comparateur	Identificateur	test hélicoptère	test longueur	apprentissage machine	test d'arrachement	Temps de changement de série /s
1	31,08	25,06	0	0	0	69,32	55,36	61,2	0	34,9	0	24,16	0	14,22	8,02	26,52	168	517,84
2	30	21	0	0	0	85	0	0	0	20	0	0	0	0	34	0	0	190
3	20	30	30	60	0	60	0	0	0	20	0	30	0	20	22	0	0	292
4	32,01	43,32	32,21	59,61	189,81	38,53	0	56,9	70,9	99,6	103,93	32,1	31,78	20,1	37,7	78,53	59,21	986,39
5	33,18	28,79	0	0	0	46,38	0	0	35,2	64,0	0	41,1	0	33	49,3	60,01	0	391,13
6	78	51	30	24	426,6	53	0	0	26	66	374,8	40	20	24	50	10	30	1303,4
7	60,02	57,28	47,02	0	0	59,33	0	0	43,18	38,12	51,71	43,27	0	42,32	56,2	32,17	55,81	586,43
8	28	30	0	0	264	0	0	0	11	101	28	30	0	0	0	0	31	523

Tableau 12 : Chronométrage des étapes du temps de changement de série de la machine 18

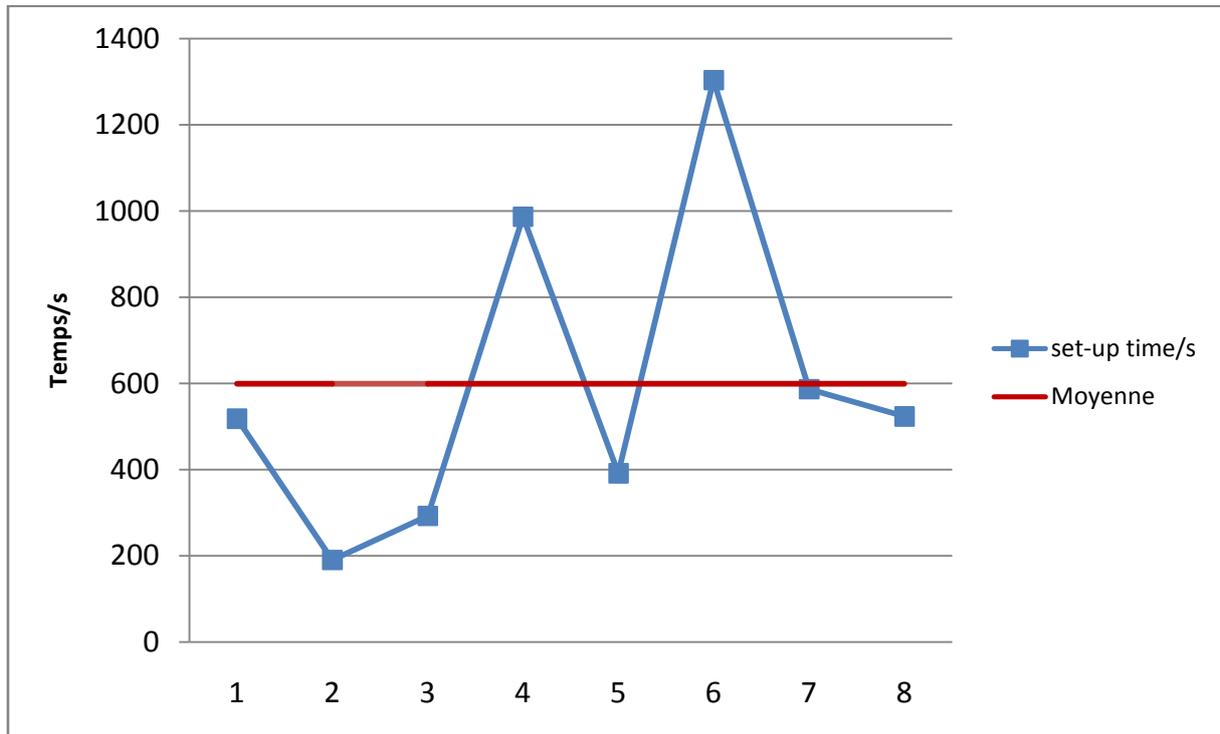


Figure 15 : Carte de suivi pour la machine 18 (Seal to Seal)

Etapes/s

Changement	Top win	Rapport	Terminal coté 2	Démonter outils ancien réglage/ monter outil cote 2	Désenfiler/enfiler la bobine	Démonter outil coté1 /monter outil coté 1	Terminal coté1	Ajustement	Echantillon	Réajustement outil	Test comparateur	Identificateur	Test hélicoptère	Test longueur	Apprentissage machine	Test d'arrachement	Temps de changement de série/s
1	22	20	0	0	51	0	0	0	10	0	23	0	20	34	0	0	180
2	78	28	0	0	54	0	0	0	15	0	23	0	11	10	0	0	219
3	30	0	0	0	50	0	0	50	60	303	0	0	16	104	0	0	613
4	39	11	0	0	55	0	0	14	14	34	36	0	0	49	0	18	270
5	10	8	24	196	583	0	0	14	17	47	28	0	51	0	0	0	978
6	24,3	17,5	0	0	49,17	0	0	53,38	47,65	65,71	56,12	0	56,12	26,22	34,28	0	430,45
7	31,22	21,32	46	0	36,21	0	38,12	9	43,28	0	23,18	36,22	40,1	53,26	37,14	0	415,06
8	34	59	31	46	70	0	0	16	65	0	24	0	19	50	0	0	414
9	38,17	36,17	0	0	45,15	0	0	0	33,29	0	29,12	0	21,02	42,03	27,22	0	272,17
10	60	70	0	0	67	0	0	35	25	256	52	0	0	30	0	0	595
11	37,2	33,27	0	0	66,28	0	0	0	36,18	0	19,68	0	0	26,35	26,18	20,39	265,53

Tableau 13 : Chronométrage des étapes du temps de changement de série de la machine 19

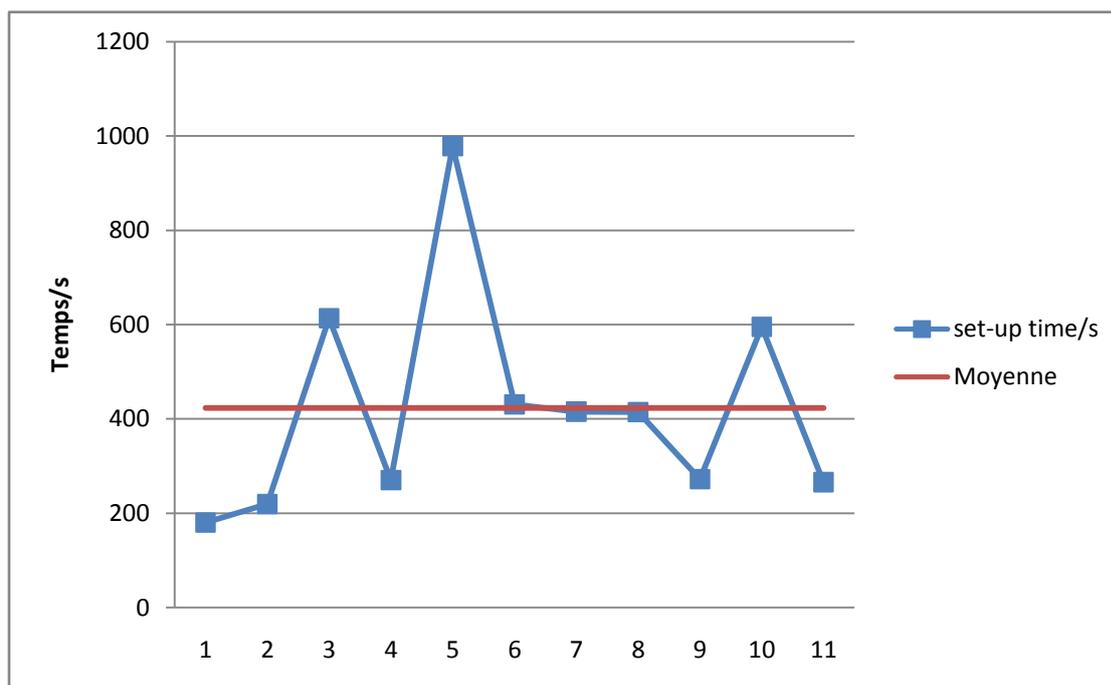


Figure 16 : Carte de suivi pour la machine 19 (Crimp to Seal)

## 2. Interprétation

Nous pouvons remarquer que presque tous les points de changement de série sont en dehors d'une zone centrée autour de la moyenne.

Nous avons voulu ensuite connaître le process le plus critique. Pour cela, nous avons calculé à partir du tableau 8 le pourcentage de perte pour chaque process.

Le tableau ci-dessus résume les calculs :

Process	Nbr machine	Somme des pertes	Moy perte	Pourcentage
CXC	12	632,34	52,695	<b>19%</b>
CXS	3	265,47	88,49	<b>31%</b>
SXS	2	286,2	143,1	<b>50%</b>

Tableau 14 : Pourcentage de perte pour les trois process

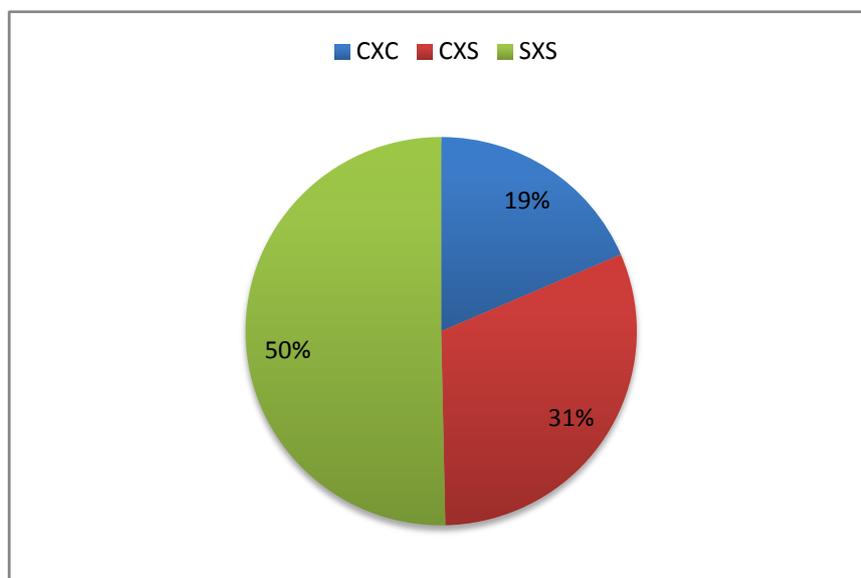


Figure 17 : Graphique de distribution de pourcentage pour les trois process

D'après la figure montrée ci-dessus, nous remarquons que le process SXS représente 50%, donc suite à ce résultat, on va opter pour filmer ce type de changement de série qui est le plus critique (Seal to Seal) et qui regroupe tous les types d'arrêts possibles (tous les changements seront effectués : changement de terminal, changement de bobine fil, changement d'outil de sertissage et changement d'applicateur seal).

### 3. Identification des opérations élémentaires

L'enregistrement du changement de série à l'aide de la vidéo nous a permis de saisir l'ensemble des informations et de les analyser avec un groupe de travail. Elle nous a permis, également, de visualiser la séquence plusieurs fois pour chronométrer et lister chaque déplacement, chaque mouvement et chaque temps d'attente.

A partir de la séquence vidéo filmée, on a pu dresser la liste des différentes opérations, le tableau suivant résume l'ensemble des opérations effectuées, observées ainsi que les temps passés.



		<b>OPERATIONS DE CHANGEMENT DE SERIE</b>	
		<i>Zone : Coupe</i>	<i>Machine : MC18</i>
N°		<b>Opération élémentaire</b>	<b>durée (s)</b>
1	Changement du rouleau du terminal côté 2	Enrouler l'ancien rouleau du terminal côté 2 et le papier intercalaire	04
		Enlever l'ancien rouleau terminal côté 2	04
		Mettre l'ancien rouleau terminal côté 2 sur le chariot	09
		Monter le nouveau rouleau terminal côté 2 sur le support	08
		Désenrouler le terminal et mettre le papier intercalaire sur l'enrouleur papier	07
2	Changement de l'outil de sertissage Côté 2	Lever la protection de la machine de la machine	02
		Démonter l'ancien outil de sertissage côté 2	26
		Mettre l'ancien outil de sertissage côté 2 sur le chariot	02
		Attente du nouvel outil de sertissage côté 2	08
		Monter le nouvel outil de sertissage côté 2	23
		Mettre le terminal sur le nouvel outil de sertissage côté 2	02
		Test manuel de sertissage	03
3	Changement du rouleau du terminal côté 1	Prendre le nouveau rouleau terminal côté 1 (placée sur le chariot)	08
		Se déplacer vers le côté 1 de la machine	03
		Enrouler l'ancien rouleau terminal côté 1 et le papier intercalaire	03
		Enlever l'ancien rouleau terminal côté 1	04
		Mettre l'ancien rouleau terminal côté 1 sur le chariot	07
		Monter le nouveau rouleau terminal côté 1 sur le support	08
		Désenrouler le terminal et mettre le papier intercalaire sur le dérouleur	07
4	Changement de l'outil de sertissage côté 1	Démonter l'ancien outil de sertissage côté 1	22
		Prendre l'ancien outil de sertissage côté 1 et se déplacer vers le chariot	02
		Mettre l'ancien outil de sertissage côté 1 sur le chariot	02
		Prendre le nouvel outil de sertissage côté 1 (placé sur le chariot)	02
		Se déplacer vers le côté 1 de la machine	03
		Monter le nouvel outil de sertissage côté 1	20
		Mettre le terminal sur le nouvel outil de sertissage côté 1	02
		Test manuel de sertissage	04



5	Changement d'applicateur seal côté 1	Démonter l'ancien applicateur seal côté 1	12
		Enlever le tambour de seal côté 1	03
		Mettre l'ancien rouleau applicateur côté 1 sur le chariot	02
		Démonter les pièces de l'ancien applicateur seal côté 1 et les rendre dans la boites a outils	46
		Monter les pièces du nouveau applicateur seal 1	55
		Evacuer les seals restant dans l'ancien applicateur côté 1	32
		Prendre le nouveau applicateur seal côté 1 et se déplacer vers le côté 1 de la machine	02
		Monter le nouveau applicateur seal côté 1	21
		prendre le nouveau seal	15
		Remplir le nouveau seal	15
		Monter le tambour de seal	05
6	Changement de la bobine de fil	Attente bobine fil	11
		Désenfiler l'ancien fil	08
		Démonter la bouquille de l'ancien réglage et monter la nouvelle bouquile	20
		enfiler la nouvelle bobine fil	08
7		Descendre la protection de la machine	02
8		Sélectionner le fil à couper dans le top Win	07
9	Ajustement et réglage	Produire un échantillon	07
		Vérifier et mesurer la longueur de dénudage	09
		Saisir les données dans le rapport	07
		produire des échantillons sertis	08
		vérification de sertissage (test visuel).	05
		Faire le test hélicoptère sur un échantillon	08
		Réajuster l'outil de sertissage	25
		Mesurer la hauteur de sertissage des échantillons par le comparateur coté 1	17
		Mesurer la hauteur de sertissage des échantillons par le comparateur coté 2	16
		Se déplacer vers la machine de test d'arrachement	08
		Réaliser le test d'arrachement sur l'échantillon coté1	04
		Réaliser le test d'arrachement sur l'échantillon coté2	04
		Revenir à la machine	07
		Saisir la valeur dans le rapport	04
		Effectuer l'apprentissage	09
		Déplacement en vue de l'opération d'indentification.	10
		Produire un fil	07
Mesurer la longueur du fil	00		
Saisir les données sur le TOPWIN	08		
10		Lancer la production	02
<b>Total de temps en (s)</b>			<b>624 Seconde</b>

Tableau 15 : Identification des opérations élémentaires



### III. Déplacement de l'opérateur

Dans le contexte d'un poste de production où tout geste a été calculé et standardisé, le mauvais geste ou le mauvais enchaînement de mouvements génère une perte par rapport à la bonne manière définie par le bureau des Méthodes.

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. Donc face à cette situation, et conscient que les déplacements des opérateurs sont susceptibles d'allonger le temps de changement de série et constituent un gaspillage, nous avons identifié les différents déplacements effectués par l'opérateur ainsi que les distances parcourues.

C'est pour cette raison que je vais dessiner un diagramme de spaghetti qui montre les différents déplacements effectués par l'opérateur pendant le changement.

Le Diagramme spaghetti est un outil qui sert à donner une vision claire du flux physique des pièces ou des individus. Il tire son nom de sa ressemblance avec un plat de spaghettis car lors de son premier tracé, en général, les flux s'entremêlent.

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

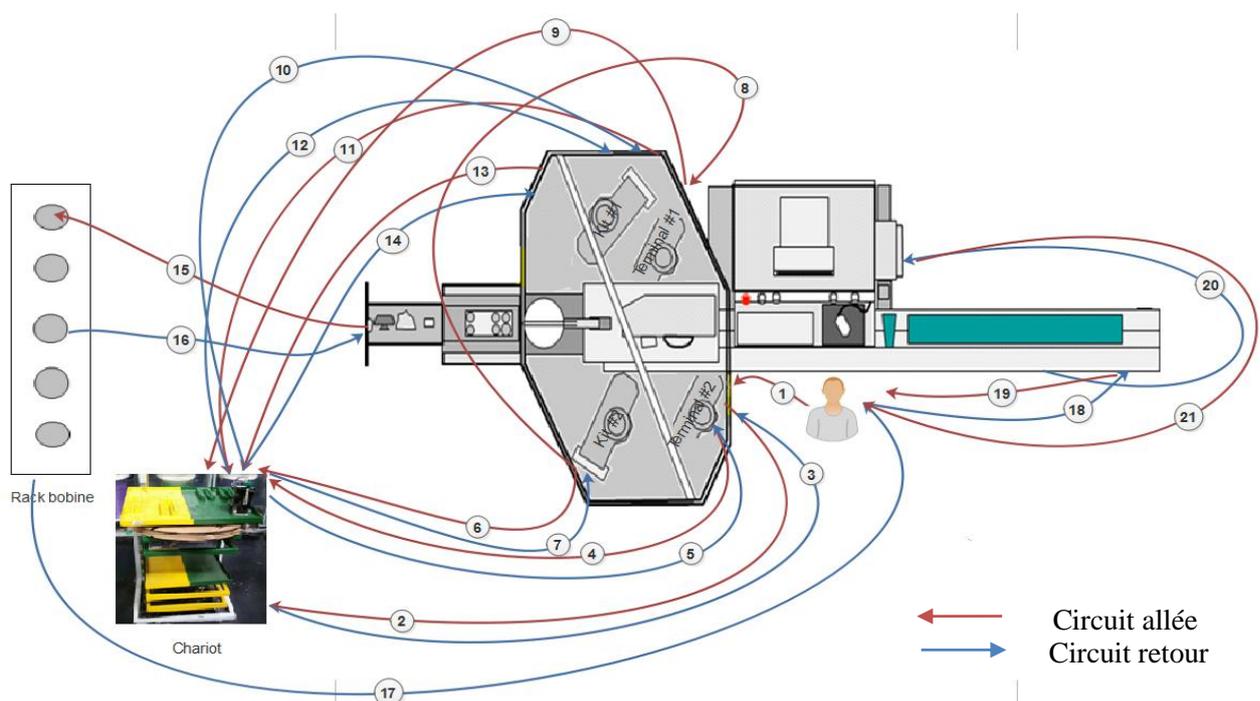


Figure 18 : Diagramme de Spaghetti



Sur le tableau ci-dessous, nous avons marqué la distance de déplacement de chaque opération et les nombres de pas effectué.

<b>N° Déplacements</b>	<b>Déplacements</b>	<b>Distances parcourues</b>	<b>Nb de pas</b>
1	Démonter le terminal	70cm	1
2	Rendre l'ancien terminal et prendre le nouveau terminal	210cm	3
3	Monter le nouveau terminal et démonter l'ancien outil de sertissage coté 2	210cm	3
4	Mette l'outil de sertissage sur le chariot et prendre le nouveau outil	210cm	3
5	Monter le nouvel outil de sertissage	210cm	3
6	Démonter l'ancien applicateur de seal coté 2 et le rendre sur le chariot	140cm	2
7	Prendre le nouveau applicateur de seal et le monter	140cm	2
8	Se déplace vers le coté 1 de la machine et démonter l'ancien terminal	420cm	6
9	Rendre l'ancien terminal sur la chariot et prendre le nouveau	280cm	4
10	Monter le nouveau terminal et démonter l'ancien outil de sertissage coté1	280cm	4
11	Mette l'outil de sertissage sur le chariot et prendre le nouveau outil	280cm	4
12	Monter le nouvel outil de sertissage et démonter l'applicateur de seal	280cm	4
13	Rendre l'ancien applicateur de seal sur le chariot et prendre le nouveau	280cm	4
14	Monter le nouveau applicateur de seal	140cm	4



15	Désenfiler l'ancienne bobine fils	140cm	2
16	Enfiler la nouvelle bobine fils	140cm	2
17	Retour a la machine	630cm	9
18	Tester la longueur du fil	280cm	4
19	Retour a la machine pour remplir les données	560cm	8
20	Se déplacer pour effectuer le test d'arrachement	560cm	8
21	Retour a la machine	560cm	8
Total		6610cm	88

Tableau 16 : Les distances parcourues pendant un changement

### **Distance parcourue=66.1 mètre/setup**

D'après le diagramme de spaghettis, on constate que les déplacements des opérateurs sont multiples et non structurés, choses qui génèrent avec abondances le gaspillage en termes de temps et d'organisation.

Donc à cette étape, il faut implanter des améliorations au sein des postes de travail et faire face à tous les risques qui peuvent entrainer des déplacements de plus, dans le but d'éliminer les mouvements inutiles et réduire le temps de ce qui est utile.

## **IV.Impact des pannes sur le changement de série**

Nous avons remarqué que parmi les anomalies impactant le changement de série est la défaillance machine qui paraît lors d'un changement de série d'une façon imprévue.

C'est pour ceci, on a décidé de chronométrer la durée du changement de série avec une panne et la comparer par la suite avec un changement de série sans panne pour prouver l'existence d'une perte de temps non justifiée.



Poste	Date	Type de réglage	Durée de réglage Total (min) <b>A</b>	Intervention équipe maintenance (min) <b>B</b>	Intervention opérateur Premier niveau (min) <b>C</b>	Temps de changement de série (min) <b>D=A-B-C</b>	Temps de changement de série sans panne (min) <b>E</b>	Temps Perdu (min) <b>F=D-E</b>	Anomalie détecté
19	15/03	Bobine+Terminal +outil de sertissage	11:57	0 :00	1 :15	10 :42	6 :00	4 :42	Outil de sertissage.
18	15/03	Bobine	20:18	15 :10	0 :00	5 :08	3 :02	2 :06	manque de seal.
19	15/03	Bobine+terminal+outil de sertissage	11:00	0 :00	3 :00	8 :00	6 :00	2 :00	Applicateur de seal.
2	15/03	Outil de sertissage	6 :49	2 :46	0 :00	4 :03	4 :02	0 :01	Outil de sertissage.
19	15/03	Bobine	4 :47	0 :00	0 :47	4 :00	3 :00	1 :00	Patinage
18	16/03	Changement complet (terminal+applicateur seal+outil)	19 :22	1 :40	1 :42	16 :40	14 :18	2 :22	Patinage+manque de seal
19	16/03	Bobine+terminal +outil de sertissage	13 :57	7 :35	0 :00	6 :22	6 :00	0 :22	filament hors alma.
18	16/03	Bobine+Contact sertissage+outil de sertissage	11 :50	2 :37	0 :00	9 :13	8 :13	1 :00	manque de seal.

Tableau 17 : Chronométrage de temps de changement de série avec panne.

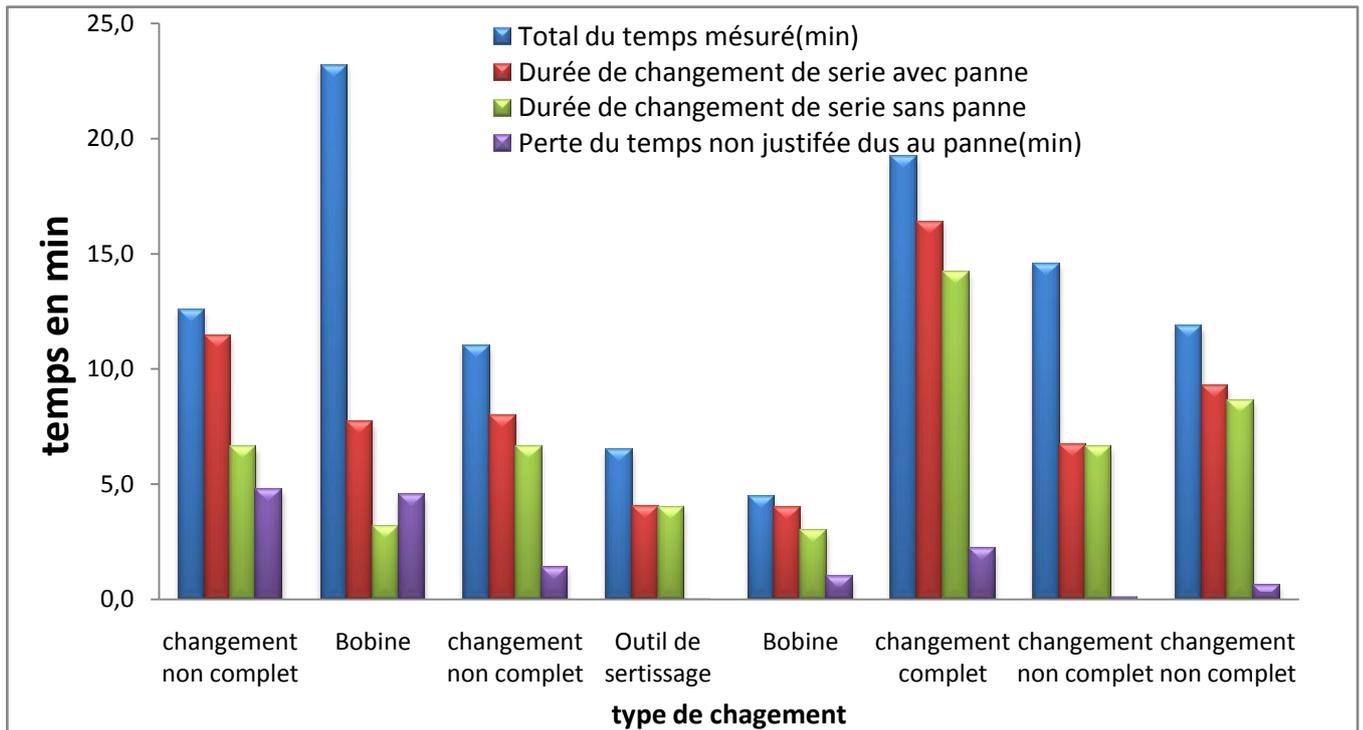


Figure 19 : chronométrage de temps de changement de série avec panne

Après le chronométrage effectué nous avons effectivement remarqué que la défaillance machine impacte le temps de changement de série, d'où l'existence d'une perte de temps non justifiée.

## V. Etude des 5 M

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 groupe, en utilisant les outils les plus répandus dans la recherche et l'analyse des causes premières des problèmes. Il s'agit de l'arbre des causes ou diagramme Ishikawa.



1. Tableau des 5M :

M	Problème	Effet direct	Effet indirect
Main d'œuvre	Niveau d'étude	Difficulté empiissage des fichiers	Retard de production
	Faible technicité	Manque auto-maintenance	Faible rendement
	Faible qualification	Manque de familiarisation avec le poste	Augmentation de temps de réglage
	Manque de motivation	Faible rendement	l'objectif de production non atteindre
Machine	Dysfonctionnement et Pannes de la machine	Augmentation de temps de réglage Arrêt de production	l'objectif de production non atteindre
	Manque des bouquilles pour quelques sections des fils	Arrêt de production L'utilisation des autres bouquilles	Diminution du rendement Non qualité de produit
	Insuffisance des outils de travail	Augmentation des déplacements Temps d'attente important	Retard de production Faible rendement
	Retard d'intervention des agents de maintenance	Arrêt de la machine	Arrêt de production
Milieu	Éloignement des points de fourniture	Augmentation des déplacements Temps d'attente important	Retard de production Faible rendement
	Non-respect du 5S	Situation non confortable	Faible rendement
	Insuffisance des outils de nettoyage	Déplacement d'opérateur Non application de 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)	Retard de production	-
Méthode	Absence d'une méthodologie unifiée du changement de série	Réglage mal effectué	Temps de réglage élevé Retard production
	Déplacement inutile	Retard de production	-
	Absence du management visuel	Réglage mal effectué	Temps de réglage élevé

Tableau 18 : Chronométrage de temps de changement de série avec panne.



## 2. Diagramme Ishikawa :

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

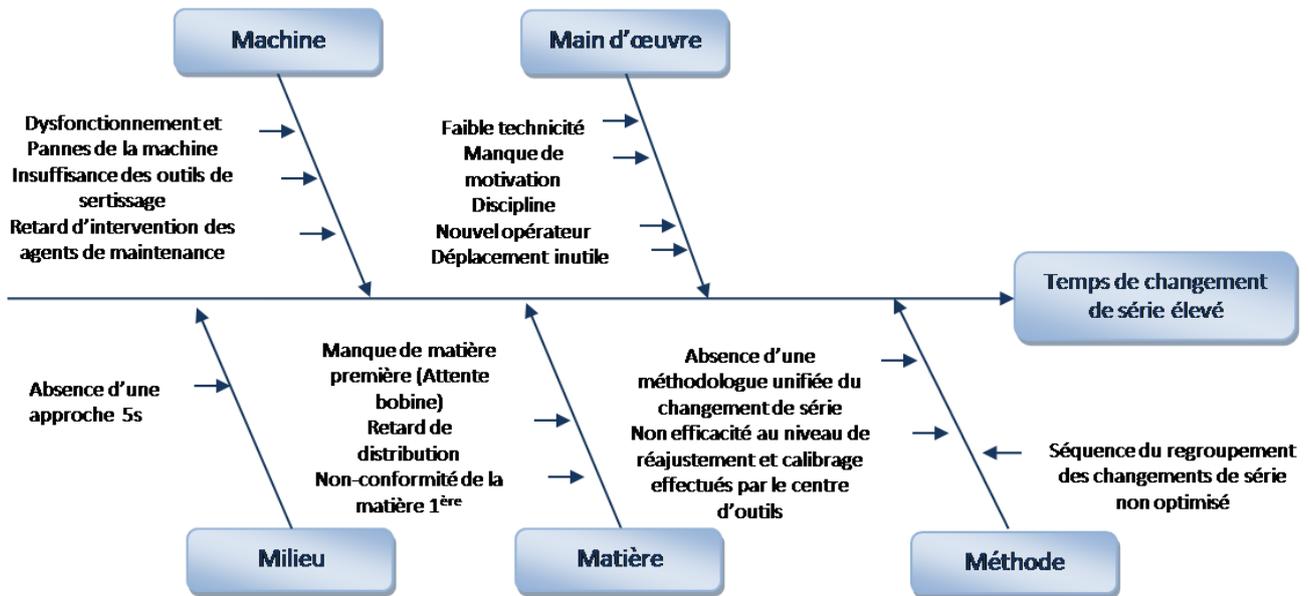


Figure 20: Diagramme Ishikawa

## VI. Conclusion

A travers ce chapitre nous avons pu déterminer les causes racines des problèmes racines du temps de changement de série qui impactent le système de production au niveau de la zone de coupe. Dans le chapitre suivant, nous allons proposer et mettre en place des actions pour remédier aux problèmes détectés dans cette étape.



## QUATRIEME ETAPE-INNOVER/AMELIORER :

### **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. Choix de la machine pilote**

En préalable à l'application du projet d'amélioration à l'ensemble de la zone de coupe, il est raisonnable de mettre en place ce projet sur une machine pilote, puis de l'étendre au reste de cette zone.

Le chantier pilote permet de valider les aptitudes de l'entreprise, à mettre en place le projet dans la zone de coupe, de valider les objectifs à atteindre et de convaincre l'ensemble du personnel. Plus les résultats seront significatifs à court terme, plus la duplication des actions sur les autres machines sera simple, d'où l'importance du chantier pilote.

Nous avons choisi la machine pilote (machine 18) ayant le procès critique (seal by seal), parmi les 44 machines de coupe. Ce choix d'une machine critique est essentiel afin que les progrès apportés par le projet d'amélioration soient rapidement visibles

### **III.Elaboration du plan d'action**

#### **1. Mise en œuvre de la méthode SMED**

##### *1.1.Définition et objectifs*

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

**SMED:** Single Minute Exchange of Die = Echange d'outil en une seule minute.

L'objectif est d'améliorer le temps de changement de séries en augmentant le temps d'utilisation des machines de la zone de coupe et diminuant les pertes dues aux déplacements des opérateurs,



tout ça sera l'objectif d'application de cet outil d'amélioration, et ces objectifs seront un plus pour améliorer les gains de la société en diminuant les charges.

### *1.2. Préparation du chantier d'amélioration*

#### *1.2.1. 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 Mc18.

### *1.3. Déploiement des étapes de la méthode SMED*

#### *1.3.1. Etape 1 : Identifier les opérations*

Nous allons nous référer aux mesures faites dans le tableau 15 (Identification des opérations) dans la phase mesurer pour identifier les opérations élémentaires effectuées pendant le changement de série du type SxS.

#### *1.3.2. Etape 2 : Séparer les opérations internes & 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.

Le résultat de la réunion est donné dans le tableau suivant :



		<b>OPERATIONS DE CHANGEMENT DE</b>		<i>Zone : Coupe</i>	
				<i>Machine pilote : MC19</i>	
N°		Opération élémentaire	opération interne (arrêt)	opération externe (en marche)	
1	Changement du rouleau du terminal côté 2	Enrouler l'ancien rouleau du 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	•		
2	Changement de l'outil de sertissage côté 2	Lever la protection de la machine de la machine	•		
		Démonter l'ancien outil de sertissage côté 2	•		
		Mettre l'ancien outil de sertissage côté 2 sur le chariot	•		
		Monter le nouvel outil de sertissage côté 2	•		
		Mettre le terminal sur le nouvel outil de sertissage côté 2	•		
		Test manuel de sertissage	•		
3	Changement du rouleau du terminal côté 1	Prendre le nouveau rouleau terminal côté 1 (placée sur le chariot)	•		
		Se déplacer vers le côté 1 de la machine	•		
		Enrouler l'ancien rouleau 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 le dérouleur	•		
4	Changement de l'outil de sertissage côté 1	Démonter l'ancien outil de sertissage côté 1	•		
		Prendre l'ancien outil de sertissage côté 1 et se déplacer vers le chariot	•		
		Mettre l'ancien outil de sertissage côté 1 sur le chariot	•		
		Prendre le nouvel outil de sertissage côté 1 (placé sur le chariot)	•		
		Se déplacer vers le côté 1 de la machine	•		
		Monter le nouvel outil de sertissage côté 1	•		
		Mettre le terminal sur le nouvel outil de sertissage côté 1	•		
		Test manuel de sertissage	•		



5	Changement d'applicateur seal côté 1	Démonter l'ancien applicateur seal côté 1	•	
		Enlever le tambour de seal côté 1	•	
		Mettre l'ancien applicateur côté 1 sur le chariot	•	
		Démonter les pièces de l'ancien applicateur seal côté 1 et les rendre dans la boîte à outils	•	
		Monter les pièces du nouveau applicateur seal 1	•	
		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 de la bobine de fil	Attente bobine fil	•	
		Désenfiler l'ancien fil	•	
		Démonter la bouquille de l'ancien réglage et monter la nouvelle bouquille	•	
		enfiler la nouvelle bobine fil	•	
7		Descendre la protection de la machine	•	
8		Sélectionner le fil à couper dans le top Win	•	
9	Ajustement et réglage	Produire un échantillon	•	
		Vérifier et mesurer la longueur de dénudage	•	
		Saisir les données dans le rapport	•	
		produire des échantillons sertis	•	
		vérification de sertissage (test visuel).	•	
		Faire le test hélicoptère sur un échantillon	•	
		Réajuster l'outil de sertissage	•	
		Mesurer la hauteur de sertissage des échantillons par le comparateur coté 1	•	
		Mesurer la hauteur de sertissage des échantillons par le comparateur coté 2	•	
		Se déplacer vers la machine de test d'arrachement	•	
		Réaliser le test d'arrachement sur l'échantillon coté1	•	
		Réaliser le test d'arrachement sur l'échantillon coté2	•	
		Revenir à la machine	•	
		Saisir la valeur dans le rapport	•	
		Effectuer l'apprentissage	•	
		Déplacement en vue de l'opération d'indentification.	•	
		Produire un fil	•	
Mesurer la longueur du fil		•		
Saisir les données sur le TOPWIN	•			
10		Lancer la production	•	

Tableau 19 : Séparations des opérations interne & externe



1.3.3. Etape 3 : Convertir les opérations internes en externes

Durant cette étape, nous avons transformé le maximum d'opérations, réalisées actuellement en internes, en opérations externes afin d'assurer la production des quantités demandées par les chaînes d'assemblage dans un délai plus court. Pour définir les opérations qu'il faut externaliser, nous nous sommes basés, d'une part, sur les résultats de l'étape 2, de la démarche SMED, servant de référence quant à la nature des opérations de changement de série effectuées par l'opérateur. D'autre part, nous avons identifié les déplacements inutiles et qui n'ont aucun impact sur le déroulement de changement de fabrication. Le tableau suivant englobe les opérations qui doivent être éliminées et les opérations qui doivent s'effectuer lorsque la machine est en marche.

<b>OPERATIONS DE CHANGEMENT DE SERIE</b>			<i>Zone : Coupe</i>		
			<i>Machine : MC18</i>		
N°	Opération élémentaire		opération à garder	Opération à externaliser	opération à éliminer
1	Changement du rouleau du terminal coté 2	Enrouler l'ancien rouleau du 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		•	
2	Changement de l'outil de sertissage Côté 2	Lever la protection de la machine de la machine	•		
		Démonter l'ancien outil de sertissage côté 2	•		
		Mettre l'ancien outil de sertissage côté 2 sur le chariot		•	
		Attente du nouvel outil de sertissage côté 2			•
		Monter le nouvel outil de sertissage côté 2	•		
		Mettre le terminal sur le nouvel outil de sertissage côté 2	•		
		Test manuel de sertissage	•		
3	Changement du rouleau du terminal coté 1	Prendre le nouveau rouleau terminal côté 1 (placée sur le chariot)		•	
		Se déplacer vers le côté 1 de la machine	•		
		Enrouler l'ancien rouleau 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 le dérouleur		•	
4	Changement de l'outil de sertissage côté 1	Démonter l'ancien outil de sertissage côté 1	•		
		Prendre l'ancien outil de sertissage côté 1 et se déplacer vers le chariot		•	
		Mettre l'ancien outil de sertissage côté 1 sur le chariot		•	
		Prendre le nouvel outil de sertissage côté 1 (placé sur le chariot)		•	
		Se déplacer vers le côté 1 de la machine	•		
		Monter le nouvel outil de sertissage côté 1	•		
		Mettre le terminal sur le nouvel outil de sertissage côté 1	•		
		Test manuel de sertissage	•		



5	Changement d'applicateur seal côté 1	Démonter l'ancien applicateur seal côté 1	•			
		Enlever le tambour de seal côté 1	•			
		Mettre l'ancien applicateur côté 1 sur le chariot		•		
		Démonter les pièces de l'ancien applicateur seal côté 1 et les rendre dans la boites a outils	•			
		Monter les pièces du nouveau applicateur seal 1	•			
		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 de la bobine de fil	Attente bobine fil			•	
		Désenfiler l'ancien fil	•			
		Démonter la bouquille de l'ancien réglage et monter la nouvelle bouquille	•			
		enfiler la nouvelle bobine fil	•			
7	Descendre la protection de la machine		•			
8	Sélectionner le fil à couper dans le top Win		•			
9	Ajustement et réglage	Produire un échantillon	•			
		Vérifier et mesurer la longueur de dénudage	•			
		Saisir les données dans le rapport	•			
		produire des échantillons sertis	•			
		vérification de sertissage (test visuel).	•			
		Faire le test hélicoptère sur un échantillon		•		
		Réajuster l'outil de sertissage			•	
		1	Mesurer la hauteur de sertissage des échantillons par le comparateur coté	•		
		2	Mesurer la hauteur de sertissage des échantillons par le comparateur coté	•		
			Se déplacer vers la machine de test d'arrachement		•	
			Réaliser le test d'arrachement sur l'échantillon coté1		•	
			Réaliser le test d'arrachement sur l'échantillon coté2		•	
			Revenir à la machine			•
			Saisir la valeur dans le rapport		•	
			Effectuer l'apprentissage	•		
			Déplacement en vue de l'identification			•
			Produire un fil		•	
	Saisir les données sur le TOPWIN		•			
10	Lancer la production			•		
Total de temps en (s)			449	117	58	

Tableau 20 : 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 :

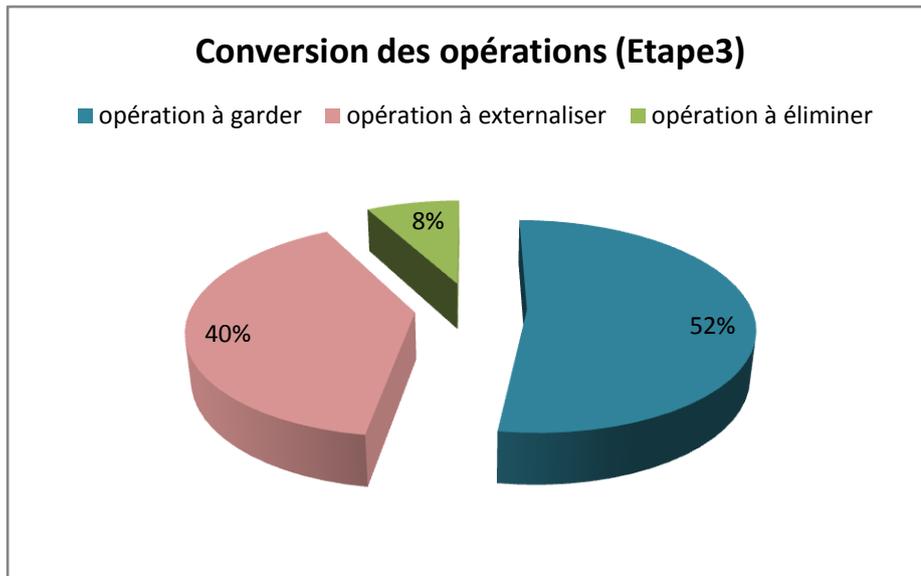


Figure 21 : Conversion des opérations Interne en externe (Etape3)

Comme le montre le tableau, nous avons pu externaliser 25 opérations et éliminer 5 autres. Par conséquent, nous avons réalisé, dans un premier temps, un gain qui vaut la somme des temps consommés pour effectuer les 30 opérations, soit 175 secondes, c'est-à-dire une réduction du temps de changement de série de 28%.

#### 2.3.1. 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'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.



Opérations à externaliser	Solutions proposées
1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 3.1 3.3 3.4 3.6 3.7	<p>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 montées simultanément, comme le montre les figures suivantes :</p> <p>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.</p> <div data-bbox="475 741 1161 1070"></div> <p>Ce support de terminal peut simultanément endosser deux rouleaux, un utilisé dans l'ordre de fabrication en cours et l'autre pour le prochain réglage.</p>
2.3 4.2 4.3 4.4 5.3 5.7	<p>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.</p> <div data-bbox="890 1352 1394 1697"></div> <p data-bbox="927 1715 1366 1742">Figure 22: esquisse sur CATIA V5 du support</p>

Tableau 22: les solutions proposés



Et pour les opérations *9.6, 9.10, 9.11, 9.12, 9.14, 9.19*, Ce sont des opérations d'inspection qui sont déjà définies en BOP (Bill of process) d'être exécutées après le lancement de la production.

Selon un brainstorming effectué, nous avons décidé de les externaliser en vue du temps gaspillé qu'elles exigent.

Bien qu'un gain de temps soit réalisé grâce à l'élimination de certaines opérations et à la conversion d'autres opérations internes en opérations externes, avec une rationalisation des changements de série, il est possible d'atteindre le temps optimal de ceux-ci. Pour réduire au minimum le temps des ces opérations internes et externes, nous allons mettre en œuvre un standard de changement de série, en identifiant sur le poste de travail les positions successives occupées par l'opérateur lors d'un changement de série, en définissant les temps objectifs et en standardisant les outillages de travail.

## **2. 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.

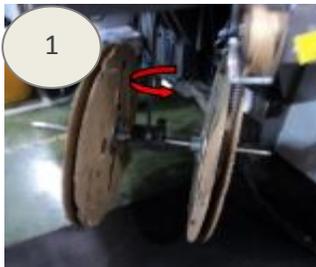


	Opération de réglage	Détail
Pré-Réglage	Préparation du nouveau réglage	Remplir le rapport
		Vérifier la matière 1 <sup>ère</sup> (terminaux, bobine, seal...)
		Ajuster l'outil de sertissage
Réglage (Set-up Time)	Démonter l'outil de l'ancien réglage et monter l'outil du prochain réglage coté 2	Préparer la bobine du prochain réglage
		Sélectionner le fils à couper dans le TopWin
		Démonter le rouleau terminal coté 2
		Tourner le double support terminal
		Lever la protection de la machine
		Démonter l'outil de sertissage coté 2
		Poser l'outil sur le support outils
		Prendre l'outil du prochain réglage
	Monter l'outil coté 2	
	Démonter l'applicateur seal de l'ancien réglage coté 2	Démonter l'applicateur de seal coté 2
		Evacuer le seal de l'ancien réglage
		Poser l'applicateur seal de l'ancien réglage sur le support
	Désenfiler la bobine de l'ancien réglage	Désenfiler l'ancien câble
	Démonter l'applicateur de seal de l'ancien réglage coté 1	Démonter l'applicateur de seal coté 1
		Evacuer le seal de l'ancien réglage
		Poser l'applicateur de l'ancien réglage sur le support
		Prendre le l'applicateur de nouveau réglage
		Remplir le nouveau seal
		Monter l'applicateur de seal du nouveau réglage coté 1
	Démonter l'outil de l'ancien réglage et monter l'outil du prochain réglage coté 1	Démonter le rouleau terminal coté 1
		Tourner le double support de terminal coté 1
		Démonter l'ancien outil de sertissage coté 1
		Poser l'outil de l'ancien réglage sur le support
		Prendre l'outil de nouveau réglage
	Monter l'outil coté 1	
	Enfiler la bobine du nouveau réglage	Enfiler la bobine du nouveau réglage
	Monter l'applicateur de seal du nouveau réglage coté 2	Prendre le l'applicateur de nouveau réglage
Remplir le nouveau seal		
Monter l'applicateur de seal du nouveau réglage coté 2		
Effectue les tests et valider le réglage	Fermer la protection de la machine	
	Produire un échantillon pour vérifier le dénudage	
	Faire le test hélicoptère	
	Produire deux échantillons	
	Vérifier visuellement le sertissage	
	Mesurer la hauteur de sertissage coté 1 de fils	
	Mesurer la hauteur de sertissage coté 2 de fils	
	Effectuer l'apprentissage de la machine	
Démarrer la production		
Après-Réglage	Compléter le réglage après le démarrage de la machine	Effectuer le test d'arrachement coté 1
		Effectuer le test d'arrachement coté 2
		Mesurer la longueur du 1 <sup>er</sup> fil de production
		Emballage du dernier paquet de l'ancienne production
		Préparer le terminal du prochain réglage coté 2
		Préparer le terminal du prochain réglage coté 1

Tableau 23: Standard de changement de série

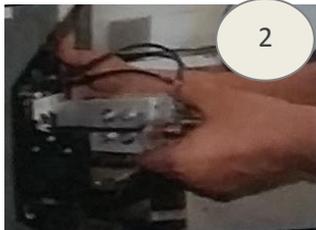
Projet	Tous les projets	Date	17/05/2016	Validé par	Med Qetrani
Poste	Tous les postes	Zone	Coupe	Elaboré par	Rais Salma

Tourner le support terminal



1

Démonter l'outil de l'ancien réglage et monter l'outil du nouveau réglage coté 2



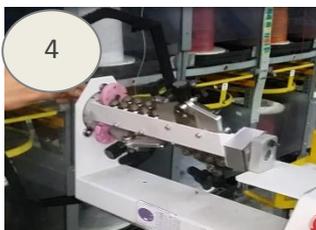
2

Démonter l'applicateur de seal de l'ancien réglage côté 2



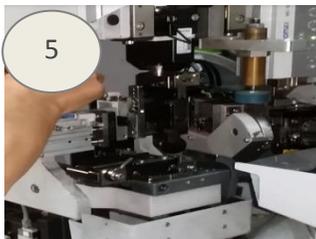
3

Désenfiler la bobine de l'ancien réglage



4

Démonter l'applicateur de seal de l'ancien réglage coté 1 et monter celui du nouveau réglage côté 1



5

Démonter l'outil de l'ancien réglage et monter l'outil du nouveau réglage coté 1



6

Enfiler la bobine du nouveau réglage



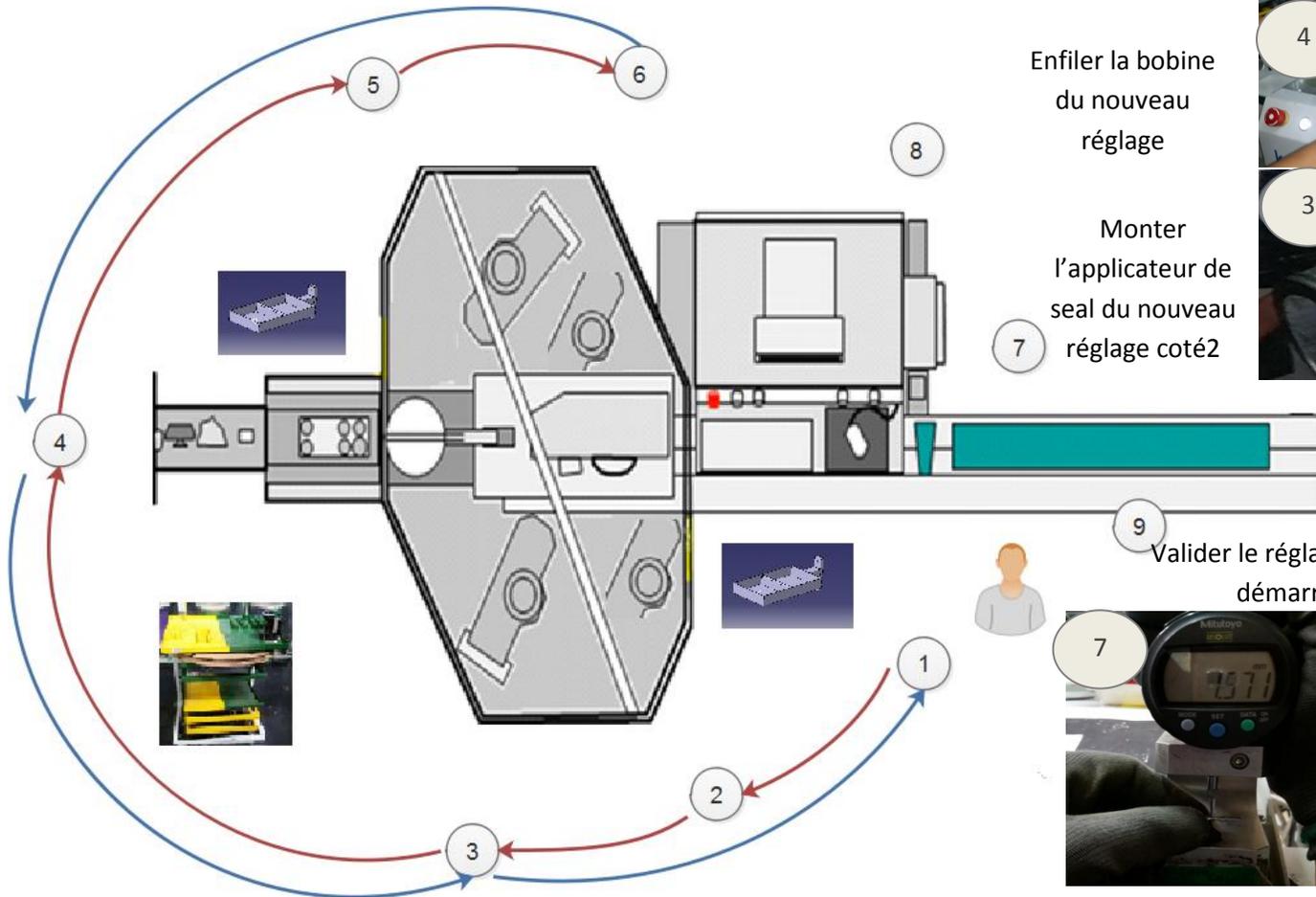
4

Monter l'applicateur de seal du nouveau réglage coté 2

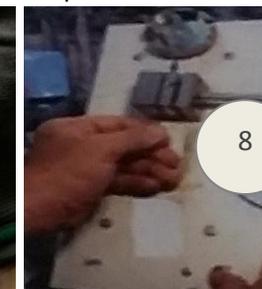


3

Valider le réglage effectuer les tests et démarrer la production



7



8



9

Mesurer la longueur du premier fil de production



### 3. 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 numéraux, de 1 à 9, indiquant les positions successives, définies par le standard, par lesquelles l'opérateur doit passer lors d'un changement de série.

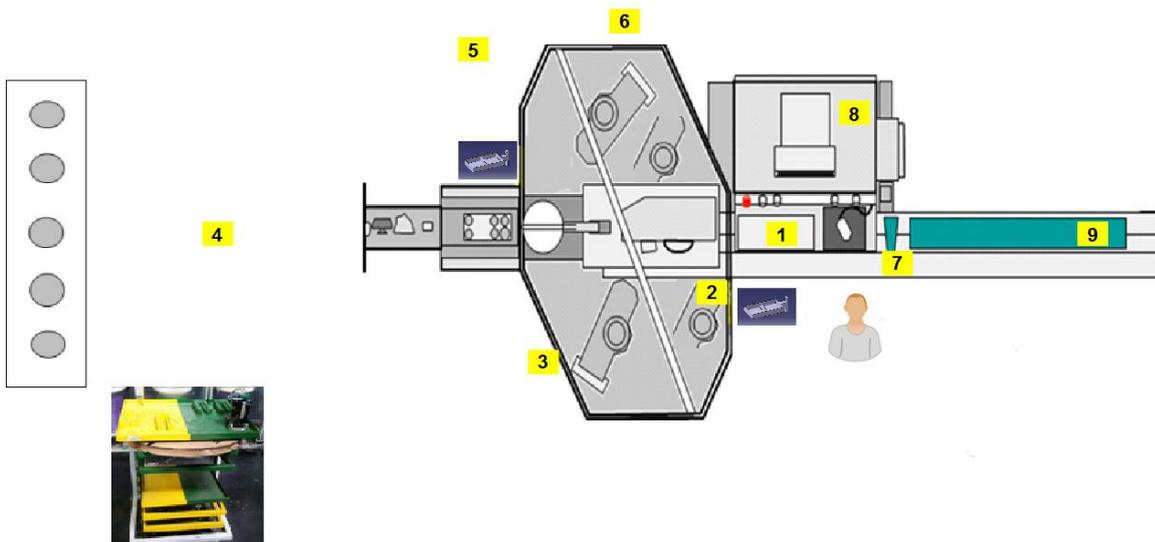


Figure 23 : Identification des positions sur le poste de travail

### 4. Définition des nouveaux temps objectifs de changement de série

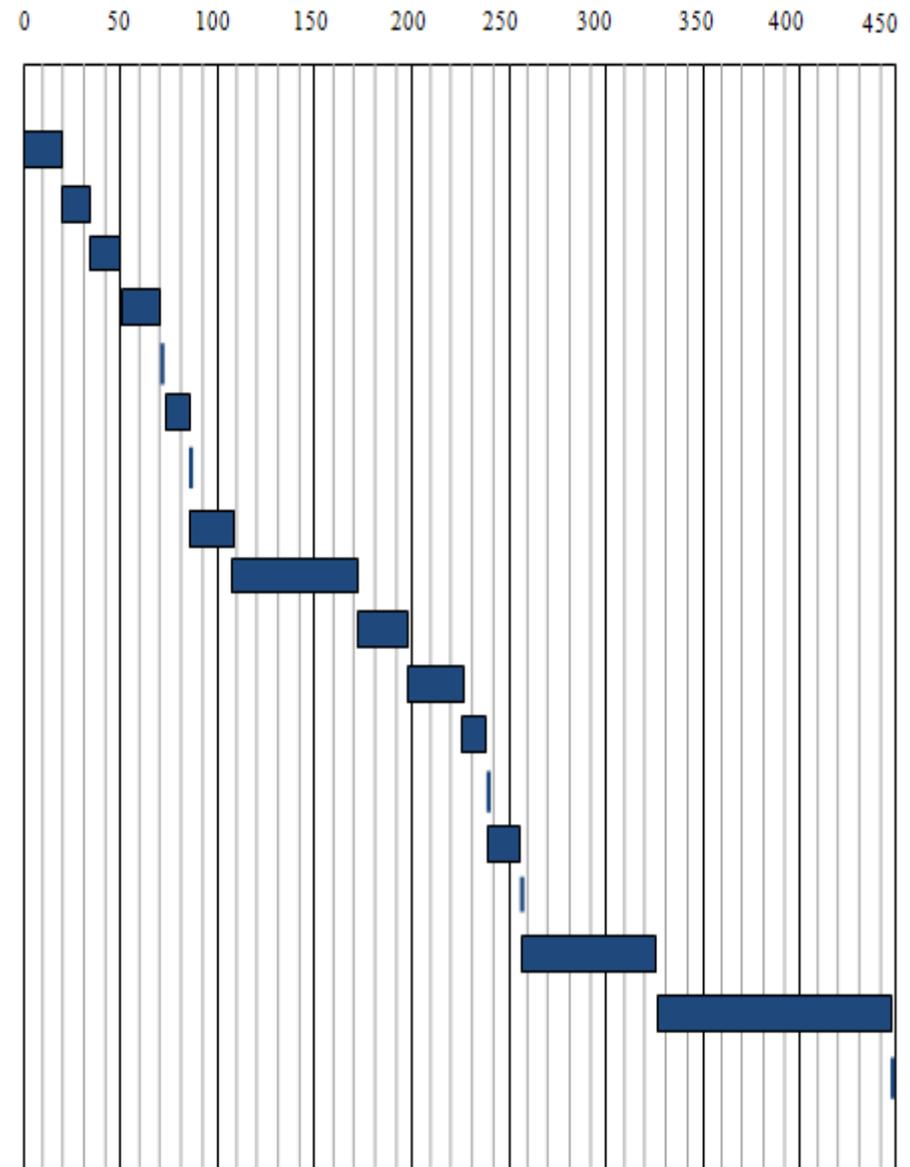
La mise en place d'un nouveau standard de changement de série, décrivant les séquences d'opération de setup à réaliser dans l'ordre, exige la définition des nouveaux temps nécessaires pour l'exécution de chacune de ces différentes opérations. Si l'opérateur ne parvient pas à achever une opération dans le temps objectif défini, alors on s'interroge sur les divergences de la pratique par rapport au standard, et on élimine toutes les causes de divergence. Si on veut définir, non seulement les temps objectifs de changement de série mais être sûr que sont les temps optimaux, on doit s'appuyer sur l'ensemble des forces de l'équipe de travail.

Dans cet objectif, nous avons organisé une réunion avec l'équipe du travail, pour discuter l'action.

Le résultat de la réunion est donné comme suit :



Position	WORK ELEMENT	Element Time	
		Manual work	Walk time
1	Pivoter l'axe de support terminal coté 2	20	
2	Démonter l'outil de sertissage coté 2	15	
2	Monter l'outil de sertissage coté 2	19	
3	Démonter l'applicateur de Seal coté 2	20	
W	Walking		2
4	Désenfiler la bobine de l'ancien réglage	10	
W	Walking		1.5
8	Démonter l'applicateur de Seal coté 1	24	
9	Monter l'applicateur de Seal coté 1	63	
10	Démonter l'outil de sertissage coté 1	22	
11	Monter l'outil de sertissage coté 1	30	
12	Pivoter l'axe de support terminal coté 1	15	
W	Walking		1.5
14	Enfiler la bobine du nouveau réglage	16	
W	Walking		2
16	Monter l'applicateur de Seal coté 2	69	
17	Effectuer les tests pour valider le réglage	120	
W	Walking		2
19	Lancer la production		





## 5. Standardisation des outillages de travail

On a jugé utile de faire le dimensionnement d'une boîte à outil pour la simple raison de protéger l'outil contre toute perturbation extérieure (poussière, huile, eau). Vu qu'on dispose d'une panoplie des outils de coupe, qui diffèrent les uns des autres.

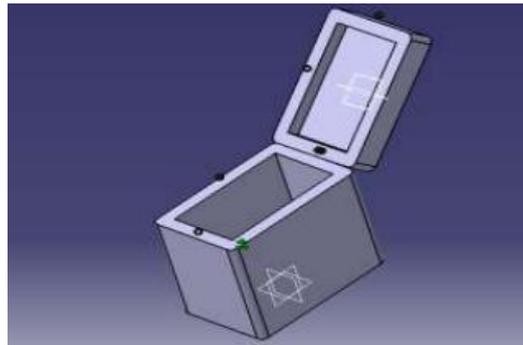


Figure 25: la boîte a outil

## 6. Elaboration d'un tableau de bord 5S

Classiquement reconnue comme étant originaire du Japon, la méthode des 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) est une méthode d'organisation de l'environnement de travail, permettant de gagner en efficacité mais aussi en qualité et sécurité.

Aujourd'hui, les 5S sont un des outils de base de la démarche Lean, et leur mise en place est un excellent préalable à celle de tout autre projet d'amélioration.

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

- Seiri : trier ou supprimer ;
- Seiton : ranger ;
- Seiso : nettoyer et inspecter ;
- Seiketsu : standardiser ;
- Shitsuke : suivre.



Normalement, la méthode 5S fait partie intégrante de la politique de la société, pourtant si vous rendez visite à la zone de coupe, vous trouverez des chariots qui bloquent la circulation, des déchets de fils et de la matière première jetés par terre, qui ne cessent de bloquer l'opérateur d'effectuer ses tâches dans les meilleures conditions qu'ils soient.

Les 5S étant le plus souvent déployé S par S, des évaluations sont conduites après chaque étape, ce qui requiert des formulaires spécifiques à chaque thème.

Pour bien préciser le sens de notation :

- La note est comprise entre 0 et 1. Si l'opération est vérifiée, on note 1 sinon 0. Le score final est la somme de toutes les notes déjà enregistrées. Si la note finale est inférieure à 15, l'audit n'est pas validé.
- Une note de 1 signifie que l'action est bien exécutée et plus le score final augmente plus qu'on s'approche de la situation idéale.
- Si la note d'un S est moins de 3, le S correspondant n'est plus validé.

ID	S1=Seiri=Supprimer	Note
1	L'environnement de travail est-il encombré par des choses inutiles ?	
2	La zone de coupe contient-elle des restes ou des rebuts jetés par terre ?	
3	Existe-t-il des chariots non utilisés ?	
4	Y a-t-il des outils non utilisés qui traîne dans les environs ?	
5	Les éléments du travail du shift précédant sont-ils restés dans la zone ?	
	Score	

Tableau 25 : Grille d'évaluation S1=Supprimer



ID	S2=Seiton=Ranger	Note
1	Les accès, lieu de stockage, poste de travail et emplacement d'équipements sont-ils clairement définis ?	
2	Les outils de production sont-ils bien identifiés ?	
3	Les outils de production ont-ils un lieu de rangement?	
4	L'emplacement de chaque objet est-il identifié par un signe?	
5	Les indications et consignes de sécurité sont-elles présentes et complètes?	
Score		

Tableau 26: Grille d'évaluation S2=Ranger

ID	S3=Seiso=Nettoyer	Note
1	Les accès sont-ils huileux, poussiéreux ou encombrés de déchets ?	
2	Les machines de coupe sont-elles sales, poussiéreuses ?	
3	Les machines sont-elles souvent débarrassées et nettoyées de leurs déchets ?	
4	L'inspection des équipements est-elle combinée avec la maintenance ?	
5	Les opérateurs font-ils le nettoyage spontanément ?	
Score		

Tableau 27: Grille d'évaluation S3=Nettoyer

ID	S4=Seiketsu=Standardiser	Note
1	Existe-t-il une procédure d'identification des dysfonctionnements ?	
2	Des propositions d'amélioration sont-elles régulièrement générées ?	
3	Les idées d'amélioration sont-elles réellement appliquées ?	
4	Les procédures sont-elles clairement écrites et utilisées ?	
5	Existe-t-il un entretien des 3 premiers S ?	
Score		

Tableau 28 : Grille d'évaluation S4=Standardiser



ID	S5=Shitsuke=Suivre	Note
1	Les opérations de nettoyage quotidien sont-elles appliquées ?	
2	Les 5S sont-ils appliqués spontanément ?	
3	Tout le monde est-il bien formé aux procédures ?	
4	Les outils et pièces sont-ils systématiquement rangés ?	
5	Les tableaux de bord sont-ils régulièrement mis à jour ?	
Score		

Tableau 29: Grille d'évaluation S5=Suivre

Pour une meilleure exploitation de ces grilles d'évaluation, une application EXCEL est envisagée. L'interface de l'application est le suivant :

Jours	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
S1	4	4																							
S2	4	4																							
S3	3	2																							
S4	3	3																							
S5	3	0																							
Score	17	13																							
Cible	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

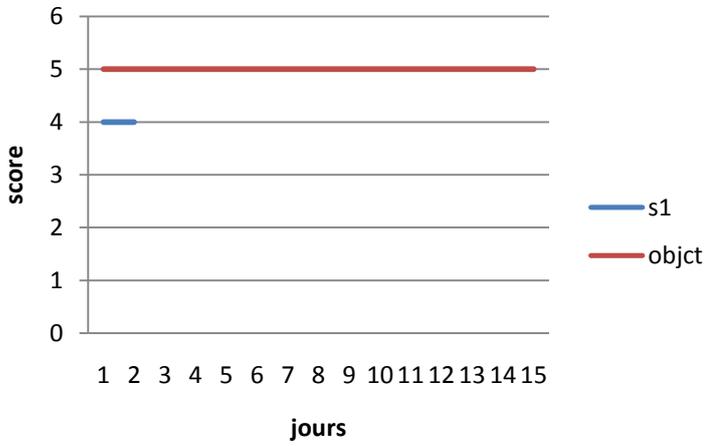
Tableau 30: Résultats des grilles d'évaluation des 5S

Tableau de bord 5S Réalisée par : Rais Salma			
ID	5S	Titre	Point
S1	<a href="#">Supprimer</a>	« Supprimer l'inutile »	4
S2	<a href="#">Ranger</a>	«Facilitant l'accès aux choses utiles »	4
S3	<a href="#">Nettoyer</a>	« Nettoyer et garder une certaine propreté »	2
S4	<a href="#">Standardiser</a>	« Mettre les non-conformité en lumière »	3
S5	<a href="#">Suivre</a>	« Suivre l'application des règles »	0
		<b>5S Score</b>	<b>13</b>
<b>Résultat d'audit :</b> <b>Refusé car un S est refusé</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si un des S est refusé, l'audit est refusé.</li> <li>• Si tous les S sont acceptés, moins de 15 point, audit refusé.</li> </ul> -De 15 à 20pts, audit accepté avec la mise en place d'amélioration. - De 20 à 25 pts, audit accepté.	

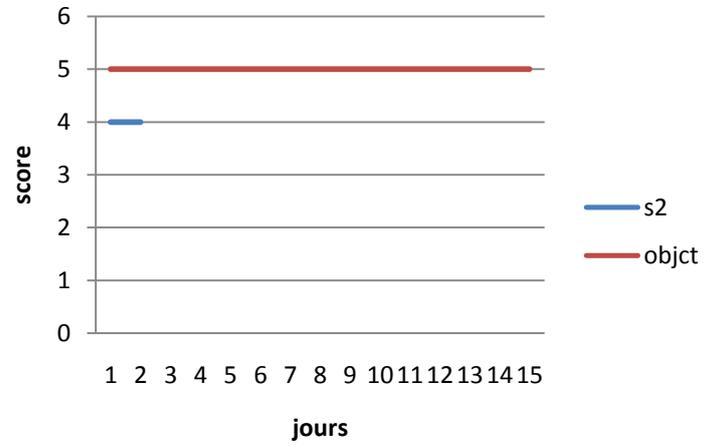
Tableau 31: Tableau de bord 5S



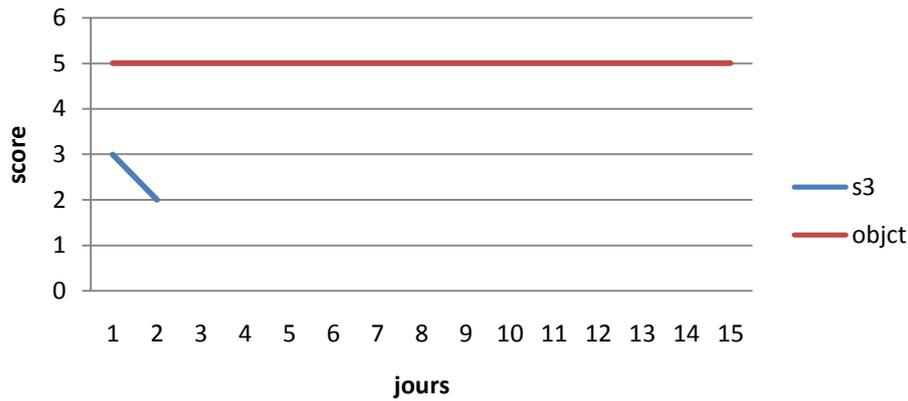
### S1



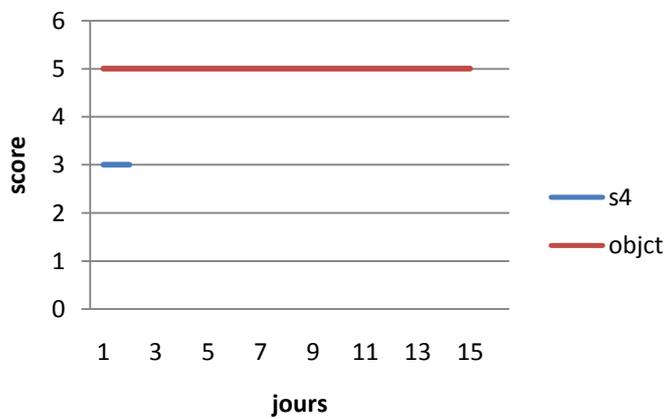
### S2



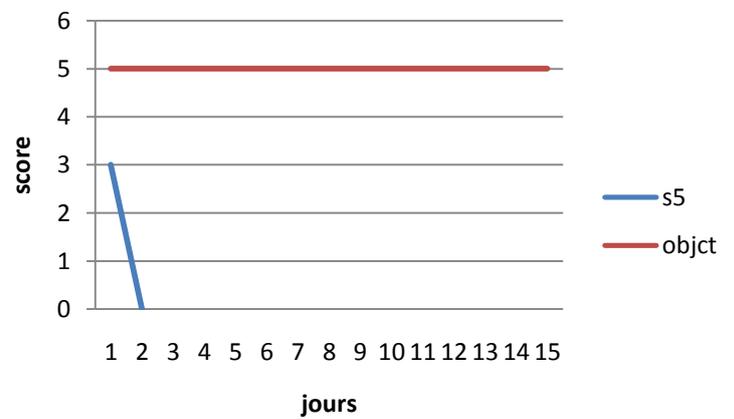
### S3



### S4



### S5





L'interface se compose d'un tableau principal (tableau 29) qui contient l'ensemble des S. chaque S est liée par un lien hypertexte à une autre feuille où on trouve la grille d'évaluation.

Les notes de chaque grille d'évaluation sont enregistrées automatiquement dans la colonne point du tableau 29. On enregistre chaque jour, la valeur de chaque S dans le tableau 28.

#### **IV. Conclusion**

Avec l'engagement des départements process, coupe, production et maintenance, nous avons pu réaliser toutes les solutions proposées



## CINQUIEME 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 cinquième 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 27: support terminal avant l'application du SMED



Figure 26 : support terminal après l'application du SMED



## 2. Identification des positions de changement de série

La figure suivante montre, l'état du poste de travail après l'identification des positions de changement de fabrication :



Figure 28: Le poste de travail après l'identification des positions

## 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 :

Jours	temps total de changement de série
1	450
2	463
3	430
4	460
5	451
6	462
7	439
8	442
9	475
10	450

Tableau 32: contrôle de temps de changement de série

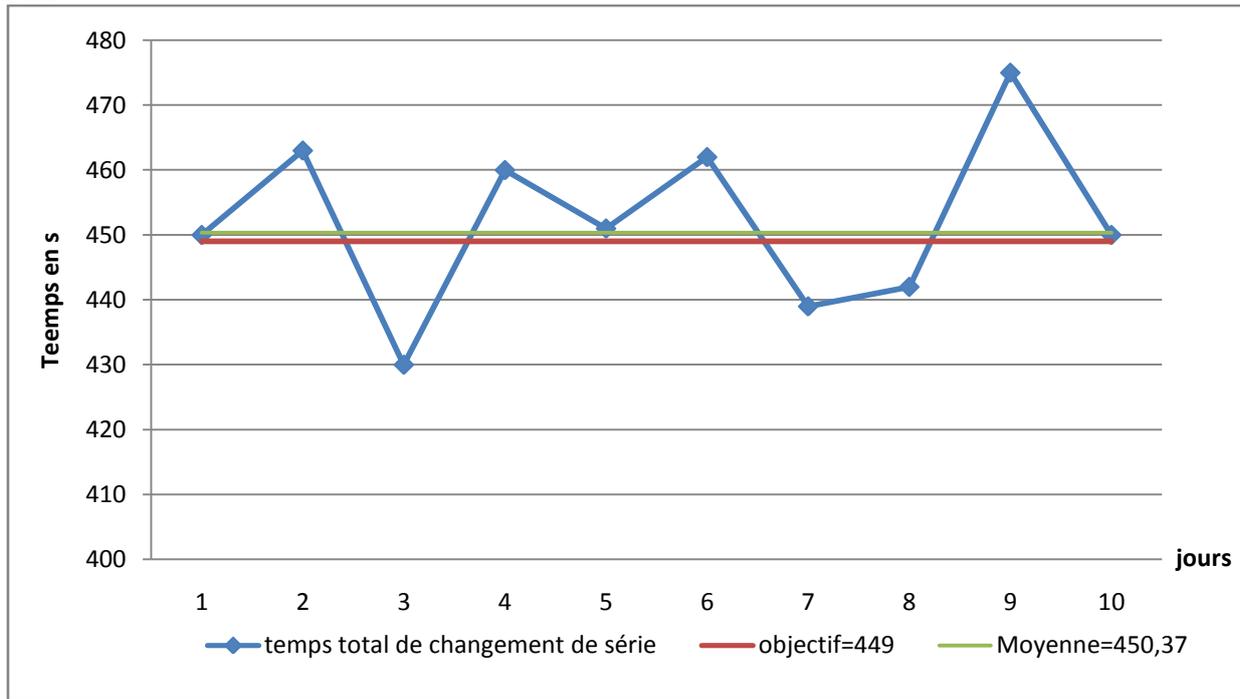


Figure 29: les mesures de temps de changement de série après amélioration

D'après ce graphique nous pouvons remarquer que presque la 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.

Process	Durée/seconde avant amélioration	Gain réalisé	Durée/seconde après amélioration
CXC	416	171	245
CXS	624	171	453
SXS	624	175	449

Tableau 33 : Gain en temps



Vu que pendant un shift on a trois process à produire. Donc pour calculer le gain en temps nous allons se focaliser sur la moyenne pondérée.

$$\text{Gain moyen} = \frac{(171 \times 3195) + (171 \times 1185) + (175 \times 1101)}{3195 + 1185 + 1101} = 172.6$$

Nous avons réalisé, dans un premier temps, un gain qui vaut 172 secondes, c'est-à dire une réduction du temps pour un changement de série de 34 %.

## 2. Gain en PMH

Après avoir calculé le gain en termes de temps, on va le traduire en PMH.

Dans la zone de coupe, la machine produit 1450 pièces/1h, donc pour 172 s, on aura

$$1\text{h}=3600\text{s} \quad \frac{172 \times 1450}{3600} = 69 \text{ pcs}$$

Donc on a un gain en PMH qui vaut :

69 pièces

Le nouveau PMH devient 1450+69

PMH=1519 pcs/1h

## 3. Gain en production

Nous avons gagné 69 pcs/1h pour une seule machine donc :

$$69 \times 3 \times 7.67 = 1587 \text{ pcs/jour}$$

Un shift représente 8h-20min de pause donc : 7,67 h

Si on généralise ce gain pour tout le parc (44 machines), on obtient :

$$1587 \times 44 = 69858 \text{ pièces/jours}$$



#### 4. Gain en termes d'effectif

Pour calculer le gain en effectif on va diviser le gain réalisé en production sur les pièces produites par heure pendant un shift.

$$\frac{69858}{1450 \times 7.67} = 6.3$$

Donc ce résultat correspond à 6 personnes.

D'après le département finance, les charges d'un seul opérateur sont : 2,6 €/1h, si on calcule pour un mois, on obtiendra :

Un mois correspond à 25 jours.

$$2.6 \times 8 = 20.8 \text{ €/shift}$$

$$20.8 \times 25 = 520 \text{ €/mois}$$

Et puis qu'on a un gain de 6 personnes donc :

$$6 \times 520 = 3120 \text{ €/mois}$$

#### 5. Gain en termes d'efficience

Les améliorations réalisées au niveau du temps de changement de série et la quantité des fils produite influencent positivement sur l'efficience des postes.

Pour valoriser le résultat obtenu, nous avons contacté le département finance pour convertir le gain d'effectif en efficience.

Sachant que l'efficience se calcule selon cette formule :  $Efficiency = \frac{Heure \text{ produite}}{Effectif \times Heure \text{ Payée}}$

D'après le département financière, nous avons obtenu qu'en moyen si l'effectif diminue d'une personne, l'efficience augmente de 0,4%.

$$1 \text{ personne} \rightarrow 0.4\%$$

Pour 6 personnes, on aura:  $0.4\% \times 6 = 1.2\%$ , c'est à dire une augmentation de 1.2% du taux d'efficience de la zone de coupe.



## 6. 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.

## V. Conclusion

Dans cette partie nous avons résumé les actions d'amélioration réalisées, et nous avons également chiffré les gains obtenus accompagnés d'une exposition des résultats des suivis.



## CONCLUSION ET PRESCRIPTIVES

À l'issue de ce projet de fin d'études, nous avons proposé un certain nombre d'améliorations permettant l'amélioration de temps de changement de série. À cet égard, nous avons 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.

Notre étude a été cadrée par la méthode DMAIC de l'approche Six Sigma, et dont les volets traités sont les suivants :

**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 QOOQCP, 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 temps de changement chronométré et les objectifs fixés par l'entreprise on a pu déterminer les machines névralgiques qui ont un temps de changement de série plus élevé. Cependant le chronométrage effectué a montré que ces données ne sont pas représentatives, ce qui nous a imposé de mener notre propre campagne de mesure pour avoir un maximum de fiabilité des données collectées.

A l'issue des mesures prises, on a dessiné un diagramme spaghetti pour évaluer les déplacements et les distances parcourues par l'opérateur.

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 amélioratifs relatifs à chaque facteur étudié, en implantant la démarche *SMED* qui nous a permis de réduire le temps de changement de série de **34%**.

**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 **3120 €/mois** ainsi une augmentation de taux d'efficience de la zone de coupe de **1,2%**.

En effet, généraliser les actions d'améliorations sur la zone de préparation, réaliser une étude d'optimisation de la fréquence de changement de série à l'aide de l'analyse ascendante hiérarchique, ainsi qu'une étude AMDEC sur les pannes qui se produisent lors d'un changement de série, tel sont les points que DELPHI Packard Kenitra peut en profiter pour diminuer et améliorer encore son temps de changement de série.

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



## **BIBLIOGRAPHIE**

- [1] : Michel ROUX & Tong LIU « Optimisez votre plate-forme logistique » Quatrième édition, pages 05-12, 39-40.
- [2] : Anne GRATACAP & Pierre MEDAN « Management de la production » Troisième édition, pages 210-2015.
- [3] : Processus : les outils d'optimisation de la performance, Yvon MOUGIN, Edition d'organisation.
- [4]: Six Sigma, Maurice PILLET, Edition d'organisation.
- [5] : 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.
- [6] : Fanny Olivier. « L'approche Lean : Méthodes et outils appliquées aux ateliers de production pharmaceutique» Sciences pharmaceutiques. 2009.



## ANNEXES

### ANNEXE 1 : Historique de l'efficiency des mois Janvier et Février

Lead prep /mois	Efficiency	Target
Janvier	72%	67%
Février	71%	70%
Moyenne	71,4%	68,50%

Coupe /mois	Efficiency	Target
Janvier	42%	41%
Février	46%	44%
Moyenne	44%	42,5%

Assemblage/Mois	Projet & Famille	Efficiency	TARGET	Efficiency AVERG	TARGET
Janvier	PSA T8	96%	104%	96,5%	104%
Février		97%	104%		
Janvier	PSA T8	100%	100%	100,0%	100%
Février		100%	100%		
Janvier	PSA T8	114%	114%	117,0%	114%
Février		120%	114%		
Janvier	Glass wall engine 3	79%	80%	77,0%	80%
Février		75%	80%		
Janvier	Fiat IP LHD/RHD	160%	100%	130,0%	100%
Février		100%	100%		
Janvier	Fiat SUV REAR DOOR	116%	116%	117,0%	117%
Février		118%	118%		
Janvier	Fiat SUV front LHD/RHD	80%	80%	80,0%	80%
Février		80%	80%		
Janvier	Fiat Cuv front LHD/RHD	75%	78%	73,0%	78%
Février		71%	78%		
Janvier	Fiat cuv engine LHD	74%	78%	73,5%	78%
Février		73%	78%		



Janvier	Volvo spa IP LHD/RHD	84%	100%	85,0%	100%
Février		86%	100%		
Janvier	Volvo spa wem windscreen gnd	100%	100%	100,0%	100%
Février		100%	100%		
Janvier	Global glass wall	126%	126%	120,5%	127%
Février		115%	128%		
Janvier	Glass under body L & RPHEV	126%	126%	120,5%	127%
Février		115%	128%		
Janvier	Volvo spa front door	100%	100%	100,0%	100%
Février		100%	100%		
Janvier	Wall fiat suv /cuv battery	90%	100%	95,0%	100%
Février		100%	100%		
Janvier	wall vovlo spa main battery	90%	100%	95,0%	100%
Février		100%	100%		
Janvier	Fiat suv 520	112%	113%	106,0%	114%
Février		100%	114%		
Janvier	Fiat mazda sky active engine 1,4	61%	61%	61,0%	62%
Février		61%	63%		
Janvier	volvo spa rear door door	66%	100%	83,0%	100%
Février		100%	100%		



## ANNEXE 2

26/03/2016			
Machine	JOUR1 (min)	JOUR 2 (min)	JOUR3 (min)
Mc01	102	105	69
Mc02	126	84	0
Mc03	0	57	96
Mc04	132	0	0
Mc05	126	117	111
Mc06	114	72	90
Mc07	0	27	0
Mc08	0	0	0
Mc09	0	0	0
Mc10	132	120	96
Mc11	126	111	105
Mc12	132	117	0
Mc13	0	0	0
Mc14	129	114	108
Mc15	120	117	114
Mc16	123	69	87
Mc17	138	117	87
Mc18	129	93	96
Mc19	126	120	90
Mc20	120	69	90
Mc21	111	0	90
Mc22	126	114	78
Mc23	120	111	87

La durée de production d'un jour est de 23h donc 1380min

1380 → 100%

82.2 → ? = 6%



Mc24	111	120	87
Mc25	123	81	90
Mc26	129	90	102
Mc27	114	84	0
Mc28	126	90	0
Mc29	105	90	87
Mc30	102	117	96
Mc31	114	123	108
Mc32	126	120	84
Mc33	0	0	0
Mc34	105	102	0
Mc35	120	90	75
Mc36	105	96	99
Mc37	102	102	75
Mc38	108	108	96
Mc39	102	96	0
Mc40	105	96	72
Mc41	120	96	108
Mc42	0	0	99
Moyen /jr	98,8	81,8	66,0



### ANNEXE 3

machine	setup	Nbr de changement	moy setup en s	objectif/machine	Ecart
18	108906	200	544,53	190,00	354,53
19	57060	120	475,50	190,00	285,50
4	39090	90	434,33	150,00	284,33
2	29442	70	420,60	150,00	270,60
33	36045	150	240,30	148,00	92,30
24	36420	150	242,80	170,00	72,80
6	20151	105	191,91	120,00	71,91
30	22500	105	214,29	150,00	64,29
34	16851	120	140,43	100,00	40,43
25	22800	120	190,00	170,00	20,00
39	22560	135	167,11	150,00	17,11
42	21954	135	162,62	150,00	12,62
13	5400	30	180,00	170,00	10,00
5	26100	165	158,18	150,00	8,18
38	23700	150	158,00	150,00	8,00
11	23706	135	175,60	170,00	5,60
12	23106	135	171,16	170,00	1,16
3	18645	165	113,00	165,00	0,00
17	9669	90	107,43	160,00	0,00
21	6930	75	92,40	160,00	0,00
1	17910	240	74,63	173,00	0,00
8	9066	195	46,49	170,00	0,00
37	5808	150	38,72	160,00	0,00
40	1005	30	33,50	150,00	0,00



43	9993	330	30,28	150,00	0,00
7	9066	315	28,78	100,00	0,00
9	1035	75	13,80	140,00	0,00
26	426	45	9,47	170,00	0,00
41	360	150	2,40	150,00	0,00
29	306	180	1,70	150,00	0,00
27	16212	120	135,10	210,00	0,00
23	13890	105	132,29	180,00	0,00
22	18909	150	126,06	180,00	0,00
14	14508	120	120,90	190,00	0,00
35	9903	90	110,03	180,00	0,00
16	19521	195	100,11	180,00	0,00
36	11181	120	93,18	180,00	0,00
15	7200	90	80,00	187,00	0,00
31	9000	120	75,00	190,00	0,00
28	7230	105	68,86	220,00	0,00
20	7710	120	64,25	180,00	0,00
10	6354	240	26,48	180,00	0,00
32	456	30	15,20	180,00	0,00



## ANNEXE 4 : les opérations externalisées

N°	Opérations	Durée
1.1	Enrouler l'ancien rouleau du terminal côté 2 et le papier intercalaire	04
1.2	Enlever l'ancien rouleau terminal côté 2	04
1.3	Mettre l'ancien rouleau terminal côté 2 sur le chariot	09
1.4	Monter le nouveau rouleau terminal côté 2 sur le support	08
1.5	Désenrouler le terminal et mettre le papier intercalaire sur l'enrouleur papier	07
2.3	Mettre l'ancien outil de sertissage côté 2 sur le chariot	02
3.1	Prendre le nouveau rouleau terminal côté 1 (placée sur le chariot)	08
3.3	Enrouler l'ancien rouleau terminal côté 1 et le papier intercalaire	03
3.4	Enlever l'ancien rouleau terminal côté 1	04
3.5	Mettre l'ancien rouleau terminal côté 1 sur le chariot	07
3.6	Monter la nouvelle rouleau terminal côté 1 sur le support	08
3.7	Désenrouler le terminal et mettre le papier intercalaire sur le dérouleur	07
4.2	Prendre l'ancien outil de sertissage côté 1 et se déplacer vers le chariot	02
4.3	Mettre l'ancien outil de sertissage côté 1 sur le chariot	02
4.4	Prendre le nouvel outil de sertissage côté 1 (placé sur le chariot)	02
5.3	Mettre l'ancien applicateur côté 1 sur le chariot	02
5.7	Prendre le nouveau applicateur seal côté 1 et se déplacer vers le côté 1 de la machine	02
9.6	Faire le test helicopter.	08
9.10	Se déplacer vers la machine de test d'arrachement	08
9.11	Réaliser le test d'arrachement sur l'échantillon coté1	04
9.12	Réaliser le test d'arrachement sur l'échantillon coté2	04
9.14	Saisir la valeur dans le rapport	04
9.19	Saisir les données sur le TOPWIN	08
	<i>Total</i>	117