

Année Universitaire : 2020-2021



Master Sciences et Techniques en Génie Industriel

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

*Implémentation des outils de Lean
Six Sigma pour améliorer le
TRS(OEE)*

Lieu : MAROC MODIS

Référence : 25 /21-MGI

Présenté par:

- Lamghari Oussama

Soutenu Le 14 Juillet 2021 devant le jury composé de:

- Pr. M. H.Bine Elouidane (encadrant FST)
- Pr. Fouad Gadi (examineur)
- Pr. Said Haouache (examineur)
- Mr. Abdelhamid Aharmim (encadrant société)

Dédicaces

*Louange à Dieu seul, le tout puissant, plein de
miséricordes Grâce à lui ce travail a pu être
achevé.*

*J'adresse ce modeste travail avec un grand
amour, sincérité et fierté :*

*A mes chers parents, pour tous leurs
sacrifices,
Leur amour, leur tendresse, leur soutien et
leurs prières tout au long de nos études.*

*A mes chers formateurs pour leur
encouragement et leur appui durant les jours
de stage.*

*A ceux qui ont contribué de près ou de loin à
établir ce rapport.*

Remerciement

D'abord, j'allée profiter cette occasion pour adresser mes sincères remerciements à toute l'équipe pédagogique de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, ainsi tous les intervenants professionnels responsables de la formation Génie Industriel, qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé nos réflexions et qui nous ont fourni les outils nécessaires à la réussite de nos études universitaires.

Je tiens à exprimer toute mes reconnaissance à mon encadrant académique Monsieur H.Bine Elouidane, professeur à la faculté des sciences et technique de Fès, pour son soutien, sa clairvoyance, ses compétences, et l'accueil cordial qu'il m'a toujours réservé.

Mes remerciements s'adressent à mon encadrant Monsieur Abdelhamid, responsable de la production, pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de diriger ce travail. Sa disponibilité, sa gentillesse et ses précieuses directives tout au long de la réalisation de ce travail.

Je tiens à remercier aussi **l'ensemble du personnel de MAROC MODIS** pour l'aide et le temps qu'il m'a octroyés .Je remerciements sont portés spécialement à **Mr Salmi Rachid** pour son esprit d'accueil, qui nous avons fait part d'une attention dont nous le remercie vivement.

Je remercie mes très chers parents, qui ont toujours été là pour moi, « Vous avez tout sacrifié pour vos enfants n'épargnant ni santé ni efforts. Vous nous avez donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. Nous sommes redevables d'une éducation dont nous somme fières», notre respect et notre gratitude.

Résumé

Ce rapport constitue les étapes de développement de notre travail dans le cadre du projet de fin d'études, effectué à l'entreprise MAROC MODIS, dont l'objectif est d'implémenter des outils Lean 6 Sigma pour améliorer l'OEE (TRS).

La progression des étapes de ce document est faite suite à la démarche DMAIC qui se compose de cinq phases principales (Définir, Mesurer, Analyser, Améliorer et Contrôler), cette démarche reflète la structure et l'enchaînement de mon travail.

La première phase « Définir » de ce projet est destinée, en un premier temps, à dimensionner la problématique, puis définir le processus de montage au sein de l'entreprise, enfin déterminer les parties prenantes de notre projet.

La deuxième phase « Mesurer » a permis d'évaluer l'état actuel du processus montage.

La troisième phase « Analyser » est nécessaire pour procéder à une analyse de ses problèmes, faire sortir les causes racines, et reformuler le problème.

Dans la quatrième phase « Améliorer », un ensemble des solutions sera mis en œuvre afin d'améliorer le OEE des opérateurs.

Enfin, la dernière phase « Contrôler » consistera à évaluer la performance des actions proposées.

Ce travail nous permet d'améliorer l'OEE par 9% et diminuer le lead time par 50% ainsi qu'il augmente le pourcentage de VA dans la ligne de production. Le projet de l'implémentation des outils Lean 6 Sigma, a mis en œuvre un diagnostic détaillé du TRS des opérateurs, ainsi qu'une base de données à partir de laquelle on fait extraire des facteurs permettant de qualifier ce TRS.

Mots clés : Lean 6 Sigma, DMAIC, OEE, VA.

Abstract

This report constitutes the development steps of my work in the project graduation conducted at the company MAROC MODIS which aims to implementation of Lean 6 Sigma tools to improve OEE.

The progression of steps in this document is made following the DMAIC process that consists of five main phases (Define, Measure, Analyze, Improve and Control). This reflects the structure and sequence of our work.

The first phase “Define” of this project was intended to size the problem and define the process of mounting within the company. Finally, determine the stakeholders of our project.

The second phase “Measure” was used to assess the current status of the process mounting.

The third phase “Analyze” phase was necessary to conduct an analysis of the problems and take out the root causes.

In the fourth phase “Improve”, a set of solutions will be implemented to improve the print quality. Finally, the last phase “Control” is to evaluate the performance of proposed actions.

This work allows us to improve OEE by 9% and decrease lead time by 50% as well as increase the percentage of VA in the production line. This project has implemented a detailed diagnostics of OEE of workers and a database from which it's extracted the KPI (Key Performance Indicators) to qualify this OEE (overall Employees effectiveness).

Keywords: Lean 6 Sigma, DMAIC, OEE, VA.

Table des matières

i.	Dédicaces	
ii.	Remerciement	
iii.	Résumé.....	
iv.	Abstract.....	
v.	Table des matières	
vi.	Liste des figures.....	
vii.	Liste des tableaux	
viii.	Liste des sigles	
ix.	Glossaire	
Introduction générale.....		1
Chapitre I : Présentation de l'entreprise		2
I.	historique de MAROC MODIS.....	3
II.	Les produits de MAROC MODIS	3
1.	Sloggi.....	3
2.	Triumph	3
III.	L'organigramme de MAROC MODIS.....	3
IV.	Les services de l'entreprise	4
1.	service ressources humains	5
2.	service qualité.....	6
3.	service logistique	6
4.	service production	7
5.	service financier	7
6.	service technique	8
V.	processus de travail.....	8
1.	Stock Matière première et accessoire.....	8
2.	Computer assist design « CAD »	9
3.	Coupe.....	9
4.	Moulage.....	9
5.	Atelier de couture	9
Chapitre II : Contexte général de projet.....		11
Contexte et problématique.....		12
I.	Problématique	13
1.	Cahier des charges	13
II.	Méthodologie de la gestion du projet.....	14
1.	Présentation de la démarche DMAIC	14

2.	<i>Les étapes de la démarche DMAIC</i>	14
3.	<i>Les objectifs et les outils de la démarche DMAIC.....</i>	15
III.	<i>Planification de travail.....</i>	15
	Phase Définir	16
1.	<i>Dimensionner le problème des taches : QQQQCP</i>	17
2.	<i>SIPOC.....</i>	18
3.	<i>Parties prenantes.....</i>	19
	Chapitre III : Diagnostic de l'existant.....	20
	Phase Mesurer	21
1.	<i>Evaluation de la performance actuelle du processus couture.....</i>	22
2.	<i>Application VSM.....</i>	25
	Phase Analyser	31
1.	<i>Diagramme Ishikawa.....</i>	32
2.	<i>Etude statistique</i>	33
	Chapitre IV : Actions D'amélioration	37
	Phase Améliorer	38
1.	<i>Les actions amélioratives</i>	39
2.	<i>Autre actions amélioratives.....</i>	43
	Phase Contrôler	46
1.	<i>Elaboration de la nouvelle cartographie de la chaine de valeur VSM.....</i>	47
	Conclusion générale.....	50
	Références bibliographiques	52
	Références webographiques... ..	52
	Annexes.....	53

Liste des figures

Figure 1 : Atelier de production de la marque Triumph.....	3
Figure 2 : L'organigramme de l'entreprise MAROC MODIS	4
Figure 3 : Les différents services de l'entreprise.....	5
Figure 4 : Plan prévisionnel du stage.....	15
Figure 5 : Le SIPOC	18
Figure 6 : Les parties prenantes du projet.....	19
Figure 7 : La carte de contrôle de la ligne MM15	23
Figure 8 : Les différentes phases du VSM	25
Figure 9 : La cartographie de la chaîne de valeur de l'article Amourette charm Brazillian 01	27
Figure 10 : Le pourcentage de VA et NVA.....	28
Figure 11 : Les pourcentages des pertes	28
Figure 12 : La carte de processus (Yamazumi)	29
Figure 13 : le diagramme ISHIKAWA des causes racines de faible OEE	32
Figure 14 : Le graphe de corrélation de panne	34
Figure 15 : Le graphe de corrélation d'absence	34
Figure 16 : Le graphe de corrélation de change over	34
Figure 17 : test de fuite d'huile.....	41
Figure 18 : étiquette KANBAN.....	43
Figure 19 : les ajustements des postes machines à coudre	44
Figure 20 : la nouvelle cartographie de la chaîne de valeur de l'article Amourette charm brazillian 01 ..	48
Figure 21: les pourcentages de VA et NVA.....	49

Liste des tableaux

Tableau 1 : la charte projet	13
Tableau 2 : les objectifs et les outils de la démarche DMAIC	15
Tableau 3 : Le QQQQCP	17
Tableau 4 : tableau de bord des KPI.....	22
Tableau 5 : Le niveau 6 sigma des lignes de montage de la zone B.....	23
Tableau 6 : La capacité et la charge des articles de la ligne MM15.....	24
Tableau 7 : la capacité et la charge de la ligne MM15	24
Tableau 8 : Récapitulation de VSM	28
Tableau 9 : résultats du vote pondéré	33
Tableau 10 : la criticité des causes des pertes	33
Tableau 11 : Analyse de régression multiple	36
Tableau 12 : Modélisation de problème	36
Tableau 13 : Le plan d'action.....	39
Tableau 14 : L'analyse de flexibilité de la zone.....	40
Tableau 15 : résultats test d'huile.....	41
Tableau 16 : niveau de priorité.....	43
Tableau 17 : tableau KANBAN de service montage.....	43
Tableau 19 : Récapitulation de carte VSM.....	49
Tableau 20 : comparaison entre des indicateurs avant et après les améliorations	49

Liste des sigles

A	AMDEC	: Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité
	AQL	: Acceptable Quality Level
C	CAD	: Computer Assisted Design (Conception assistée par ordinateur)
	CT	: Cycle Time
D	DMAIC	: Define, Measure, Analyze, Improve, Control
E	EOL	: End Of Line
F	FYT	: First Yield Time
K	KPI	: key Performance Indicators (indicateurs clé de performance)
L	LT	: Lead-Time
M	MP	: Matière Première
	5M	: Matière première, Milieu, Méthode, Main-d'œuvre, Machine
	MM	: Maroc Modis
	MNG	: Management
	MNTFG	: Manufacturing
N	NV	: Non-Valeur Ajoutée
O	OTIF	: On time in Full
P	PT	: Process Time
Q	QQOQCP : Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Combien ? Pourquoi ?	

R **RFT** : Right First Time

S **SIPOC** : Suppliers (Fournisseurs), Inputs (Entrées), Process (Processus), Outputs
(Sorties), Customers (Clients).

SWOT : Strength, Weaknesses, Opportunities, Threats

T **TMC** : Total manufacturing cost

V **VSM** : Value Stream Mapping

VA : Valeur Ajoutée

Glossaire

Brainstorming : (association des termes anglais «brain» : cerveau et «Storm» : tempête) est une technique de créativité qui vise à trouver le maximum d'idées originales dans le minimum de temps grâce au jugement différé.

Cartographier : Visualiser le flux de création de la valeur le long d'un processus, Identifier, collecter les informations relatives aux diverses étapes.

Contrôle : Activités telles que mesurer, examiner, essayer ou passer au calibre une ou plusieurs caractéristiques d'une entité et comparer les résultats aux exigences spécifiées en vue de déterminer si la conformité est obtenue pour chacune des caractéristiques.

Défaut : Non-satisfaction d'une exigence relative à une utilisation prévue ou spécifiée.

Flux : Un flux parcourt des tâches successives d'un point de départ jusqu'à son point d'arrivée. 3 types de flux : Flux physique des matières, Flux d'information, Flux des personnes / processus.

Flux de l'information: permet à chaque unité de production de savoir ce qu'elle va faire ou fabriquer dans les minutes qui viennent.

Flux des matières: mouvement des matières premières et des produits.

Gemba Walk : Les Gemba Walk apportent une nouvelle dimension à la démarche d'amélioration continue. Celle des échanges qui permettent une approche pédagogique particulièrement didactique : Observer – Apprendre – Adapter – Appliquer. L'apprentissage de l'amélioration continue se déroule sur le terrain, apprendre à voir en est la clé. C'est en arrivant à détecter ce qui empêche l'entreprise d'être plus efficace, que l'on commence à améliorer sa performance. Ensuite, on apprend à résoudre.

Lean 6 Sigma : est un concept qui allie l'augmentation de la vitesse des processus et

l'amélioration de la qualité des produits. Il s'agit du regroupement de deux approches différentes mais complémentaires, le Lean Manufacturing et le Six Sigma.

VSM : Value Stream Mapping est donc l'outil qui va permettre de recenser visuellement et en groupe, l'ensemble des activités produites, celles à valeur ajoutée (VA) et celles à non valeur ajoutée (NVA), nécessaires à la production.

Yamazumi : est un outil permettant, à l'aide d'un graphique, de représenter en piles les tâches réalisées sur chaque poste de travail d'une ligne de fabrication tout en y indiquant leur valeur ajoutée.

Lead-Time: est le temps qui s'écoule entre le début d'un processus et sa fin. Il correspond, dans notre cas, au temps que prendra un produit fini avec taches depuis sa sortie de la ligne de production jusqu'au conditionnement.

Lean manufacturing : est une méthode d'optimisation de la performance industrielle qui permet, grâce à une analyse détaillée des différentes étapes d'un processus de production, d'optimiser chaque étape et chaque fonction de l'entreprise. Elle repose sur le principe de la chasse aux gaspillages tout au long du processus.

Logigramme : Un logigramme est une représentation graphique normalisée de l'enchaînement des opérations et des décisions effectuées par un agent. Le logigramme est inspiré des organigrammes informatiques.

Machines : c'est tout ce qui nécessite un investissement, du matériel, des locaux, du gros outillage.

Maintenance préventive : « Maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien. » (Extrait norme NF EN 13306 X 60-319).

Matières : c'est tout ce qui est consommable (les matières premières, les fluides, les énergies).

Méthodes : ce sont les gammes, les modes d'emploi, les notices, les instructions écrites ou

non.

Milieu : c'est l'environnement physique et humain. Les conditions de travail, l'ergonomie, les relations, les clients, problèmes de fournisseurs.

Non-Valeur Ajoutée : activité demandant du temps, des ressources, de l'espace n'apportant rien au produit/service.

Plan d'action : est un document interne aux entreprises définissant une stratégie à appliquer pour arriver à un résultat voulu. Il s'inscrit dans un processus en trois temps comprenant une phase d'élaboration, une phase de mise en œuvre et une phase de suivi et d'évaluation.

Procédure : une procédure est une succession imposée de tâches à réaliser. Elle répond en général à des impératifs qui ne sont pas discutables par l'opérateur qui les applique.

Processus : est un ensemble d'activités corrélées ou interactives qui transforment les éléments d'entrée en éléments de sortie.

Qualité : La qualité est définie par l'AFNOR : "un produit ou service de qualité est un produit dont les caractéristiques lui permettent de satisfaire les besoins exprimés ou implicites des consommateurs".

SWOT : est un outil très pratique lors de la phase de diagnostic stratégique. Il présente l'avantage de synthétiser les forces et faiblesses d'une entreprise au regard des opportunités et menaces générées par son environnement.

Valeur Ajoutée : activité de transformation de la matière, d'une prestation ou information répondant aux attentes du client.

L'ergonomie : L'ergonomie est l'étude scientifique des conditions de travail, particulièrement des interfaces hommes-machines. Les ergonomes contribuent à la conception et à l'évaluation des tâches, des machines et des outils, des produits, des environnements et des systèmes organisationnels en vue de les rendre compatibles avec les besoins économiques de l'entreprise et les compétences et les limites physiologiques et psychologiques de leur personnel..

Introduction générale

Le secteur Textile a connu ces dernières années un développement considérable au Maroc, cela a rendu la concurrence inévitable entre les entreprises de l'industrie Textile. Elles doivent donc satisfaire les exigences de leurs clients, quant à la qualité de leurs produits ainsi que de leurs services et au même temps augmenté la productivité.

De ce fait, ces entreprises cherchent à éliminer toutes les anomalies existantes dans le système de son travail.

À cet égard, mon projet de fin d'études effectué au sein de la société MAROC-MODIS a l'objectif d'améliorer le Taux de Rendement Synthétique(TRS) (Cours de Maintenance par Mr. Chafi).

- **Le présent rapport décrit la démarche adoptée pour la réalisation de mon projet, qui a été structuré de la façon suivante : Dans le premier chapitre je commencerais par une présentation de l'organisme d'accueil MAROC-MODIS.**
- **Le deuxième chapitre sera consacré au contexte général du projet. Nous présenterons en premier lieu la problématique et le cahier des charges ainsi que les objectifs fixés, en second lieu on verra définir le processus de montage au sein de l'entreprise, enfin déterminer les parties prenantes de notre projet.**
- **La troisième chapitre a permis d'évaluer l'état actuel du processus montage, faire sortir les causes racines, et reformuler le problème.**
- **Dans la quatrième et dernier chapitre, nous mettons en place les solutions et finalement la phase de contrôle qui permet de vérifier l'efficacité et pérenniser les solutions.**

Enfin, la conclusion générale présente un récapitulatif des résultats et des perspectives du projet.

Chapitre I

Présentation de l'entreprise

Avant de se lancer dans un projet au sein d'une entreprise, il paraît essentiel de commencer par connaître cette dernière, en termes de ses métiers, ses activités, ses produits, ainsi que ses services.

Dans ce sens, nous entamons la présentation de MAROC MODIS(Fès) en tant qu'organisme d'accueil.

I. Historique de MAROC MODIS

Maroc MODIS est une société de confection anonyme, et filiale du groupe Suisse Triumph. Implantée à Fès depuis 1989, cette unité de production est spécialisée dans la confection et l'exportation de différents produits vers les centres de distribution du groupe sur le marché européen : lingerie féminine et sous-vêtements masculins, son siège se trouve à Munich en Allemagne, elle fabrique les articles sous vêtement.

En 1992, Maroc MODIS a été entièrement incendié lors des émeutes du 14 décembre 1992 et les pertes ont atteint les 29 millions de DH, mais malgré ceci la société a poursuivi sa croissance spectaculaire en investissant dans des nouveaux locaux ; deux sites d'une superficie de 14464 m² à Fès et 9950 m² à Séfrou.

Vingt-deux ans plus tard, Maroc MODIS s'étend sur plus de 15 000 m² de lignes de production, emploie plus 2400 personnes et par conséquent un chiffre d'affaires de plus de 650 millions de DH. Au fur et mesure de cette évolution, le nombre de lignes de production n'a cessé d'augmenter. La complexité des pièces travaillées également.

Depuis sa création l'entreprise enregistre une évolution annuelle de 5 à 10 % parce qu'elle a adopté des caractéristiques prépondérantes tel que le respect des délais et des critères de qualité prédéterminés, ce qui a assuré la pluralité des commandes et la satisfaction des clients.

Aujourd'hui Maroc MODIS a une capacité de production de 13 millions d'articles par an, soit 65 000 articles par jour. En plus de la lingerie féminine et masculine, Maroc MODIS fabrique des maillots de bain et des pyjamas. La marque Triumph représente 60% de la production. , les 40% des marques Sloggi.



Figure 1 : Atelier de production de la marque Triumph

II. Les produits de MAROC MODIS

1. Sloggi

Sloggi est une marque de lingerie créée en 1979 et qui désormais au groupe suisse TRIUMPH INTERNATIONAL, à l'origine, la marque Sloggi commercialisait uniquement des slips pour femmes, depuis 1986, elle propose également des slips pour hommes. La production des boxers est venue plus tard, mais les slips restent plus populaires et plus vendus. Sa gamme comprend aussi désormais quelques soutiens-gorge.



1. Triumph

Marque créée en Allemagne en 1889 est appartenant au groupe TRIUMPH INTERNATIONAL, la marque est spécialisée dans la lingerie féminine notamment les soutiens-gorge et les slips, elle comprend également les sous-vêtements et les pyjamas.



III. L'organigramme de MAROC MODIS

L'organigramme démontre les relations de chaque département et services avec les 3 directeurs principaux le directeur de production, le directeur financier et le directeur de contrôle qualité comme présente le figure 2 :

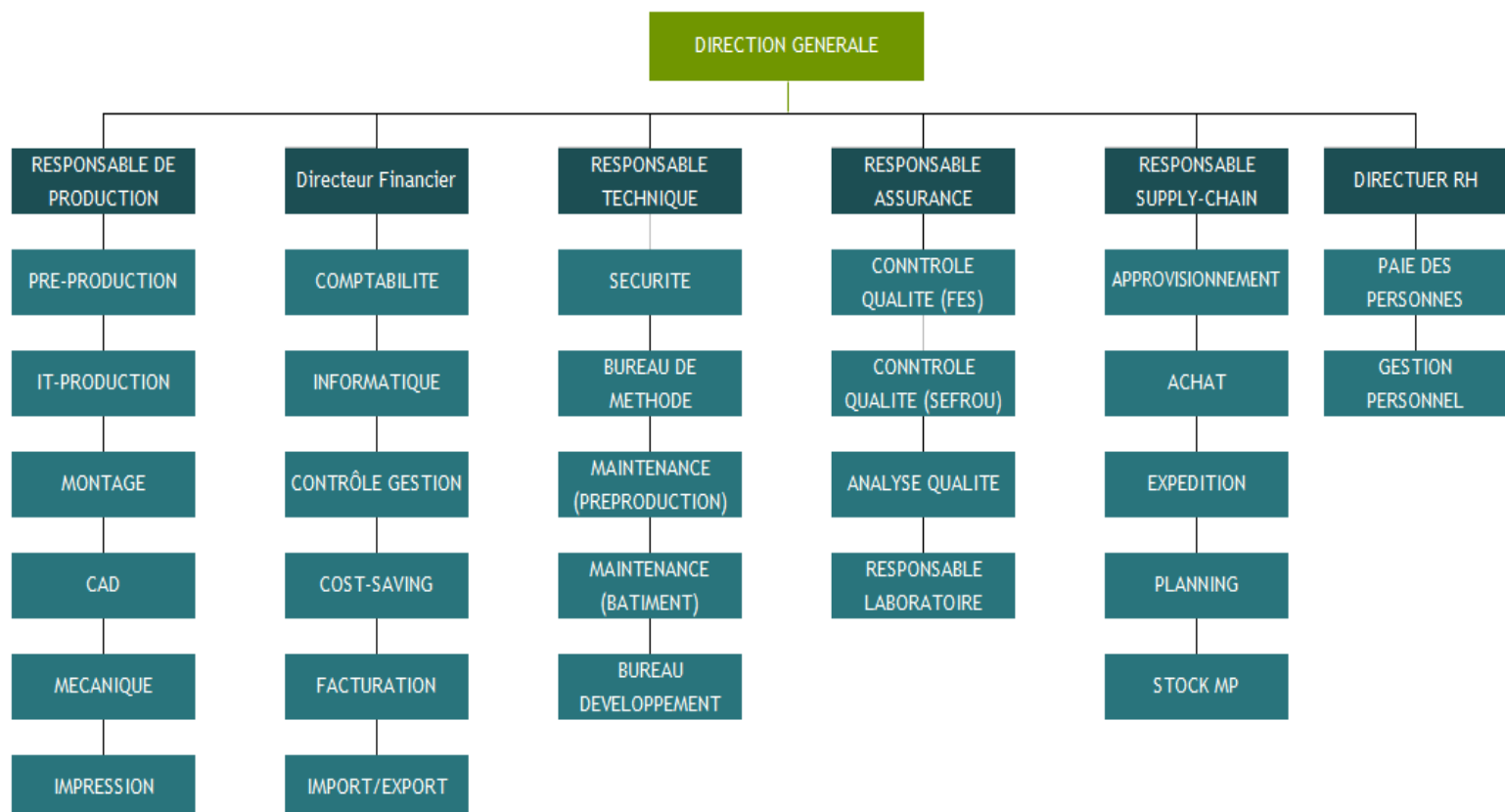


Figure 2 : l'organigramme de l'entreprise MAROC MODIS

IV. Les services de l'entreprise

La structure de l'entreprise est vue comme des voies de communication par lesquelles l'information circule. Ces voies déterminent la tâche et la responsabilité de chaque membre de l'entreprise.

MAROC MODIS fait appel à l'activité d'un certain nombre de services administratifs, commerciaux et techniques entre lesquels s'établit une étroite collaboration.

Les activités des services sont confiées à des chefs des services qui assument la responsabilité de gérer le fonctionnement de la société (figure 3).

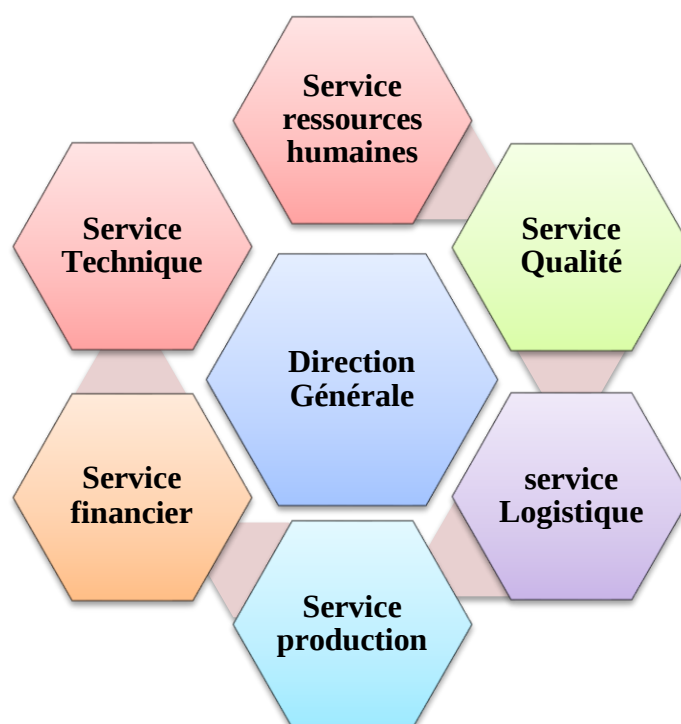


Figure 3 : les différents services de l'entreprise

A cet effet, voici un aperçu sur les tâches de chaque service :

1. Service ressources humains

La fonction personnelle s'occupe de la gestion du personnel au travail et des affaires sociales. C'est vers ce service que converge tous les problèmes humains de la coopérative. Il permet à celle-ci de disposer en quantité et en qualité des ressources humaines dont l'entreprise a besoin pour assurer son bon fonctionnement actuellement et dans l'avenir.

Les missions de service personnel sont axées principalement sur les tâches suivantes:

- L'élaboration des bulletins de paie

-
- La tenue de registre de personnel
 - La gestion des régimes de retraite et de couverture sociale.
 - Les relations avec les interlocuteurs sociaux
 - Assurer le respect du code de conduite de l'entreprise
 - Le recrutement
 - Les promotions, les mutations et les formations
 - La gestion des formations continues des employés

2. Service qualité

Ce dernier se charge de veiller sur ce qui suit :

- Laboratoire
- Qualité pré production
- Qualité couture(FES)
- Qualité couture(Séfrou)
- Analyse de données

3. Service logistique

Il contient les services suivants:

- Approvisionnement
- Achats
- Planning
- Stock matière
- Stock Accessoires
- Export (Expédition des commandes)

❖ Service approvisionnement :

Les différentes étapes du processus d'approvisionnement peuvent être classées ainsi:

- ✓ Manifestation d'un besoin.
- ✓ Définition du produit susceptible de répondre au besoin
- ✓ Collecte d'informations : recherche des fournisseurs, analyse de leurs propositions.
- ✓ Réalisation de l'achat.

✓ Réception, contrôle et stockage des produits.

❖ **Stock matière première :**

- ✓ Matière première : tissus et dentelles réceptionnés par l'entreprise qui ne sont pas encore dans le processus de production.
- ✓ Accessoires : bretelles, armatures, bandes,
- ✓ Produits finis : ce sont les articles ayant subi toutes les opérations de transformation et prêts à être livrés au client.
- ✓ En cours de fabrication (Day to group) : ce sont les articles qui sont déjà coupés et qui attendent le lancement sur convoyeurs.
- ✓ Pièces de rechanges : qui est rattaché au service mécanique et qui contient tous les dispositifs utiles à la maintenance.
- ✓ Rebuts et résidus.

4. Service production

- Pré production (CAD, Matelassage, moulage, découpe, Impression, Pad Print)
- Production (couture)
- Conditionnement et emballage

5. Service financier

Ce dernier comporte les services suivants :

- Comptabilité
- Contrôle de gestion
- Import-export
- Facturation
- Information Technologie

Du coup la finance s'oriente vers l'estimation de la valeur du patrimoine (éléments actif et passif), et vers de la détermination de la valeur du résultat global de l'activité de l'entreprise (bénéfice ou perte).

Ce service accomplit les tâches suivantes:

- La tenue des journaux
- L'établissement des états des mouvements Fournisseurs

-
- La tenue des fiches de rémunération des adhérents
 - Le suivi de l'état des ventes
 - Le livre inventaire
 - Le dossier des immobilisations
 - Le suivi des réalisations du budget
 - La supervision de la situation comptable
 - Les travaux de fin d'exercice.

6. Service technique

- Bureau de méthodes
- Hygiène et sécurité
- Transport
- Maintenance des bâtiments
- Maintenances des machines

V. *Processus de travail*

Chez MAROC MODIS la réalisation du produit fini se fait sur plusieurs étapes.

1. Stock Matière première et accessoire

Au sein de la société le stock est réparti en deux types : matière première et accessoires.

Le responsable du stock MP se charge de la réception de cette dernière ainsi que de son classement par référence. Elle est stockée de telle sorte à conserver toujours la qualité du produit et éviter sa détérioration. Elle est livrée au service de la coupe à la suite d'une demande de MP, mais avant ceci les rouleaux de tissu passent par les machines appelées visiteuses pour le contrôle des taches, des trous, des nuances. Ensuite par le laboratoire pour finaliser le contrôle de la qualité du tissu.

En ce qui concerne le stock accessoire il contient les différents accessoires à la couture telle que les œillets/crochets, motifs, bretelles, armatures, étiquettes, fils.... Avant le lancement d'une commande planifiée, ce service se charge de la préparation de la fourniture nécessaire à la réalisation de cette commande.

2. Computer assit design « CAD »

Le service CAD reçoit les détails de la commande planifiée c'est-à-dire le numéro de commande, le code article la répartition des tailles, la matière utilisé, la couleur et le design afin de réaliser les tracés nécessaires et ensuite il les imprime pour les fournir au service de la coupe.

3. Coupe

Par la suite le tissu passe par le service de la coupe qui effectue le matelassage, c'est une opération de superposition de plusieurs épaisseurs de tissu, le nombre de couches d'un matelas dépend de la quantité de produits à fabriquer et de la hauteur de lame, Par la suite il est coupé en matelas selon le tracé réalisé par le service CAD dans le but de réduire les temps de coupe et les manipulations inutiles.

4. Moulage

C'est une opération de formage (pressage a chaud) qui procure au tissu une forme spécifique et durable. Selon l'effet recherché, ceux-ci sont découpés, à l'emporte-pièce pour les modèles simples, et selon des découpes spéciales pour les modèles nettement plus complexes.

Afin de faire le moulage, il faut choisir entre deux grandes catégories de moules, qui permettront la découpe du bonnet :

- ✓ Les moules coniques ou fonctionnels, pour les étoffes élastiques et non élastiques.
- ✓ Les moules sphériques, uniquement pour étoffes élastiques.

5. Atelier de couture :

L'atelier de couture de MAROC MODIS se compose de 16 convoyeurs. Plusieurs personnes contribuent au bon fonctionnement de la ligne de couture, et chacune d'entre elles est responsable de quelques tâches tel que :

- **La chef de groupe** qui gère toute la ligne avec ses métrises et ses couturières, elle est chargée de :
 - ✓ Lancer et respecter les délais de livraison des commandes.
 - ✓ Calcul des sorties de la commande journalières.
 - ✓ Equilibrer les charges entre les différents postes de travail.
 - ✓ Assurer le lancement des nouveaux articles en présence de l'agent de

méthode et la monitrice

- **L'agent méthode** qui s'occupe de :
 - ✓ La réception du plan de production constituant les articles à produire dans trois mois plus tard.
 - ✓ La réception de la gamme de montage et du prototype.
 - ✓ Chronométrage des opérations lors des réclamations d'une insuffisance de temps par les couturières.
 - ✓ Aménagement des postes de travail.
 - ✓ Calcul des prévisions des machines et accessoires.
 - ✓ Calcul de rendement à chaud pour les couturières à faible rendement.
- **La monitrice** qui assure :
 - ✓ L'accompagnement et le soutien des couturières.
 - ✓ L'explication et la formation des différentes opérations de couture selon la gamme de montages.
 - ✓ Réalisation des échantillons avant le lancement d'une commande donnée.
 - ✓ L'essayage des articles avec le mécanicien lors d'un réglage ou d'une préparation d'une machine.
- **La distributrice** qui se charge de :
 - ✓ Pointage et vérification des fournitures et matières premières lors de sa réception au lancement.
 - ✓ Mise en bacs et répartition selon les tailles.
 - ✓ Distribution des bacs sur les couturières selon les opérations.
- **Les contrôleuses qualités** qui garantissent la bonne qualité du produits au cours et à la fin du montage, ceci en procédant par :
 - ✓ La réalisation des exigences de la qualité selon la gamme de montage et le catalogue des indices.

Une fois le produit fini obtenu il passe à la dernière étape « conditionnement » qui consiste à l'emballer selon les critères imposés par le client.

Chaque ligne est suivie par un agent méthode qui assure la préparation des machines et accessoires nécessaires à la réalisation de chaque commande ainsi que le suivie des réclamations et du rendement des couturières.

Chapitre II

Contexte général de projet

Ce chapitre vise à dimensionner la problématique, puis définir le processus de montage au sein de l'entreprise, enfin déterminer les parties prenantes de notre projet.

Contexte et Problématique

Dans cette phase nous allons présenter le cahier des charges du projet en terme de finalités et d'objectifs, Par la suite, nous définirons la méthodologie suivie pendant la réalisation de notre travail, et nous finalisons par une planification des tâches durant la période de stage.

I. Problématique

1. Cahier des charges

Le cahier de charge de projet soit représenté par le tableau 1 :

Version:	00	Project Ref. Code:	# MM - Prod – OEE optimisation																																										
Location:	Maroc Modis	BPM / (M)BB:	Hind Ouatiki																																										
Début/ Fin Dates:	23/02/2021-30/06/2021	Commanditaire de projet:	Nawfal Kettani																																										
BB Chef de projet:	Abdelhamid Aharmim, Saad Faraj, Leila Batoul, Youssef Samlali	Propriétaire du processus:	M.Laraqui, Aziz Rguig, Rachid Salmi, Fatima Soussi, Lamghari Oussama																																										
Problème	- Compétitivité avec les autres filiale en termes de TMC (Vietnam TMC/Min=1,19) - Nous devons augmenter de 28% pour atteindre les performances du Vietnam																																												
	<table><tr><th>Budget 2021</th><th>Global</th><th>CN02</th><th>IN01</th><th>MA01</th><th>VN01</th></tr><tr><td>Total Manufacturing Costs (TMC)</td><td>68 193</td><td>14 451</td><td>7 954</td><td>22 054</td><td>23 735</td></tr><tr><td>Standard time produced</td><td>544 916</td><td>94 000</td><td>69 162</td><td>171 724</td><td>210 030</td></tr><tr><td>TMC / min (Rappen)</td><td>12,51</td><td>15,37</td><td>11,50</td><td>12,84</td><td>11,30</td></tr><tr><td>OEE %</td><td></td><td>89%</td><td>70%</td><td>84%</td><td>83%</td></tr><tr><td>Total TMC in MAD</td><td></td><td>152 099</td><td>83 713</td><td>232 122</td><td>249 816</td></tr><tr><td>TMC / min in MAD</td><td>1,32</td><td>1,62</td><td>1,21</td><td>1,35</td><td>1,19</td></tr></table> Cheapest is VN01			Budget 2021	Global	CN02	IN01	MA01	VN01	Total Manufacturing Costs (TMC)	68 193	14 451	7 954	22 054	23 735	Standard time produced	544 916	94 000	69 162	171 724	210 030	TMC / min (Rappen)	12,51	15,37	11,50	12,84	11,30	OEE %		89%	70%	84%	83%	Total TMC in MAD		152 099	83 713	232 122	249 816	TMC / min in MAD	1,32	1,62	1,21	1,35	1,19
	Budget 2021	Global	CN02	IN01	MA01	VN01																																							
	Total Manufacturing Costs (TMC)	68 193	14 451	7 954	22 054	23 735																																							
	Standard time produced	544 916	94 000	69 162	171 724	210 030																																							
	TMC / min (Rappen)	12,51	15,37	11,50	12,84	11,30																																							
	OEE %		89%	70%	84%	83%																																							
	Total TMC in MAD		152 099	83 713	232 122	249 816																																							
	TMC / min in MAD	1,32	1,62	1,21	1,35	1,19																																							
	<table><tr><td rowspan="2">Simulation vs. VN</td><td colspan="2">Same capacity as Bud</td><td colspan="2">With Increased Capacity</td></tr><tr><td>27 869</td><td>28%</td><td>27 869</td><td>11%</td></tr><tr><td></td><td>New OEE %</td><td>112%</td><td>New OEE %</td><td>95%</td></tr><tr><td rowspan="2">Simulation vs. IN</td><td colspan="2">24 269</td><td colspan="2">24 269</td></tr><tr><td>24%</td><td>9%</td><td>108%</td><td>93%</td></tr><tr><td></td><td>New OEE %</td><td></td><td>New OEE %</td><td></td></tr><tr><td rowspan="2">Simulation vs. Global average</td><td colspan="2">5 931</td><td colspan="2">5 931</td></tr><tr><td>6%</td><td>2%</td><td>90%</td><td>86%</td></tr><tr><td></td><td>New OEE %</td><td></td><td>New OEE %</td><td></td></tr></table>			Simulation vs. VN	Same capacity as Bud		With Increased Capacity		27 869	28%	27 869	11%		New OEE %	112%	New OEE %	95%	Simulation vs. IN	24 269		24 269		24%	9%	108%	93%		New OEE %		New OEE %		Simulation vs. Global average	5 931		5 931		6%	2%	90%	86%		New OEE %		New OEE %	
Simulation vs. VN	Same capacity as Bud		With Increased Capacity																																										
	27 869	28%	27 869	11%																																									
	New OEE %	112%	New OEE %	95%																																									
Simulation vs. IN	24 269		24 269																																										
	24%	9%	108%	93%																																									
	New OEE %		New OEE %																																										
Simulation vs. Global average	5 931		5 931																																										
	6%	2%	90%	86%																																									
	New OEE %		New OEE %																																										

Tableau 1 : la charte projet

II. Méthodologie de la gestion du projet

1. Présentation de la démarche DMAIC

Dans un premier temps, il est important de développer en détail la démarche méthodologique suivie durant la conduite de ces missions. En cadrant les contraintes et les enjeux du projet, son déroulement se fera sans surprise et les évolutions seront maîtrisées. En effet, la méthodologie à suivre constitue une ligne directrice importante. En s'écartant de cette méthode, les projets perdent leurs « raisons de vivre ».

Concernant la méthodologie à suivre c'est la démarche DMAIC :

DMAIC est une approche structurée de résolution de problème, c'est une mnémotechnique et l'acronyme formé des mots anglais Define, Measure, Analyze, Improve et Control. Elle constitue une feuille de route pour la résolution des problèmes qui affectent la qualité et la productivité de l'entreprise.

2. Les étapes de la démarche DMAIC

a. Phase de Définition (Define)

La première phase consiste à définir la problématique du projet. Pour y parvenir, il faudrait d'abord reconnaître en amont qu'il existe un problème qui nécessite d'être clarifié. L'objectif de cette étape préliminaire, est de mettre en lumière les zones d'ombres ou sources potentielles des pertes.

b. Phase de Mesure (Measure)

Cette deuxième phase consiste à recueillir les données pertinentes de la situation actuelle et mesurer les variations qui existent dans le processus. Cette étape permet de se poser des questions clés à savoir:

- Quelles données existent et lesquelles sont utiles ?
- Comment les rassembler et les mesurer ?

a. Phase d'Analyse (Analyze)

Cette phase consiste à analyser les données mesurées de l'étape précédente afin de focaliser les efforts sur les vraies causes des problèmes et les paramètres influents.

b. Phase d'Amélioration (Improve)

Cette phase consiste à mettre en place les solutions efficaces visant à éradiquer les causes les plus probables des problèmes, en vue d'améliorer le processus.

c. Phase de Contrôle (Control)

Cette étape essentielle vise à évaluer et suivre les résultats des solutions mises en œuvre sur une période suffisante pour juger de leur pertinence.

3. Les objectifs et les outils de la démarche DMAIC

Voici le tableau 2 résumant tous les phases avec leurs objectifs ainsi que les outils à utiliser dans chaque phase :

	Objectifs	Outils
Définir	-Définir l'objet de l'étude -Définir le périmètre du projet -Réaliser une charte de l'équipe afin d'identifier les différents acteurs du projet	-SIPOC -QOQCP -analyse des parties prenantes
Mesurer	- Définir les données mesurables -Définir l'outil de mesure -Préciser les postes critiques à traiter.	-La cartographie des processus VSM -le graphe Yamazumi
Analyser	-Déterminer et comprendre les causes premières (principales) qui sont à l'origine des variations observées dans le processus. -Déterminer la formule qui gère le OEE.	-Le diagramme d'ISHIKAWA -Vote pondéré - Analyse de corrélation et régression
Innover	-Elaborer, mettre en place et valider les principales solutions retenues.	-Les outils du Lean (KANBAN, le 5S, etc.)
Contrôler	-Vérifier si les variables identifiées précédemment dans la démarche, permettent de résoudre le problème rencontré.	

Tableau 2 : les objectifs et les outils de la démarche DMAIC

I. Planification de projet

Nous avons effectué notre projet de fin d'études d'une durée de quinze semaines (01/03/2021 – 31/06/2021) au sein de l'entreprise MAROC MODIS.

Nous avons travaillé en étroite collaboration avec l'équipe de ligne de production afin de réaliser les activités de notre projet, nos missions pendant les 15 semaines peuvent se manifester en détail dans le diagramme suivant (figure 4):

Project Gantt Timeline in Month & Week (dates represent phase of completion toll gates)					
D – éfine	01.03.21				
M – easure		22.03.21			
A – nalyze			10.05.21		
I – mprove				15.06.21	
C – ontrol					31.06.21

Figure 4 : Planning prévisionnel du stage

Conclusion

Après la documentation sur l'activité de l'entreprise et la validation du cahier des charges, la description générale du processus de montage et la constitution d'une méthodologie de travail en interne sera la première étape pour lancer l'étude de ce projet.

Phase Définir

La première phase de ce projet consistera en premier lieu à dimensionner la problématique en utilisant l'outil QQQQCP, puis identifier le processus contrôle-détachage. En second lieu, nous tenterons de récapituler le projet avec les deux outils (le diagramme SIPOC et l'analyse des parties prenantes fréquemment utilisés dans la première phase : « la phase définir » de la méthode DMAIC.

1. Dimensionner le problème des taches : QQQQCP

La méthode QQQQCP est une méthode très importante dans l'organisation et la gestion des entreprises, elle adopte une démarche d'analyse critique constructive basée sur le questionnement systématique.

Afin de rendre la problématique du projet plus compréhensible, on a décidé d'exploiter l'outil QQQQCP (Tableau 3) :

QQQQCP : cadrer le Problème	Maroc MODIS	Etape définition
Donnée d'entrée : Problématique générale	Le faible OEE Long temps de Lead Time	
Qui ? Qui est concerné par le problème ?	Directs	Indirects (éventuels)
	-service qualité -service production -service mécanique -service planning	- les clients externes
Quoi ? Ou apparait le problème ?	Durant la production dans la fin de la ligne de couture, on détecte des alias, ils s'augmentés le lead Time et par conséquences diminue l'OEE des opérateurs	
Où ? Ou apparait le problème ?	Dans la couture (montage)	
Quand ? Quand apparait le problème ?	Pendant la production dans la ligne de couture	
Comment ? Comment mesurer le problème?	Mettre en place une formule permettant d'avoir une idée claire sur la traçabilité de ces alias et leur affectation dans l'OEE.	
Pourquoi ? Pourquoi résoudre ce problème ?	-améliorer le processus de fabrication ; -réduire le temps des hors rendement (Panne, manque alimentation...); -améliorer la productivité en gardant la qualité; -Reformuler le Problème; -réduire l'effet des alias;	

Tableau 3 : le QQQQCP

1. SIPOC

Un diagramme de SIPOC est une représentation d'une procédure d'amélioration de l'organisation, précisant les fournisseurs, les intrants, les processus, les produits et les clients. Ceux-ci sont considérés comme des aspects clés de tout plan d'action conçu pour entraîner en développement organisationnel.

Les fournisseurs(Supplier) sont les fournisseurs des intrants. Les intrants(Input) sont les ressources ou données requises pour l'exécution du processus. Le processus(Process) est la somme de toutes les activités nécessaires. Les extrants(Output) sont les produits finaux. Les clients (Customer) sont les destinataires des sorties.

Afin d'avoir une vue macroscopique de notre processus, un SIPOC a été fait en plusieurs étapes :

- Définir le processus global ;
- Connaitre les clients et leurs besoins des différentes étapes du processus ;
- Définir les entrée et les sorties de chacune des étapes du processus ;

Ce SIPOC va nous permettre de définir les entrées et les sorties de tout le processus afin de préciser exactement où se trouve les points faibles responsables des pertes (figure 5).

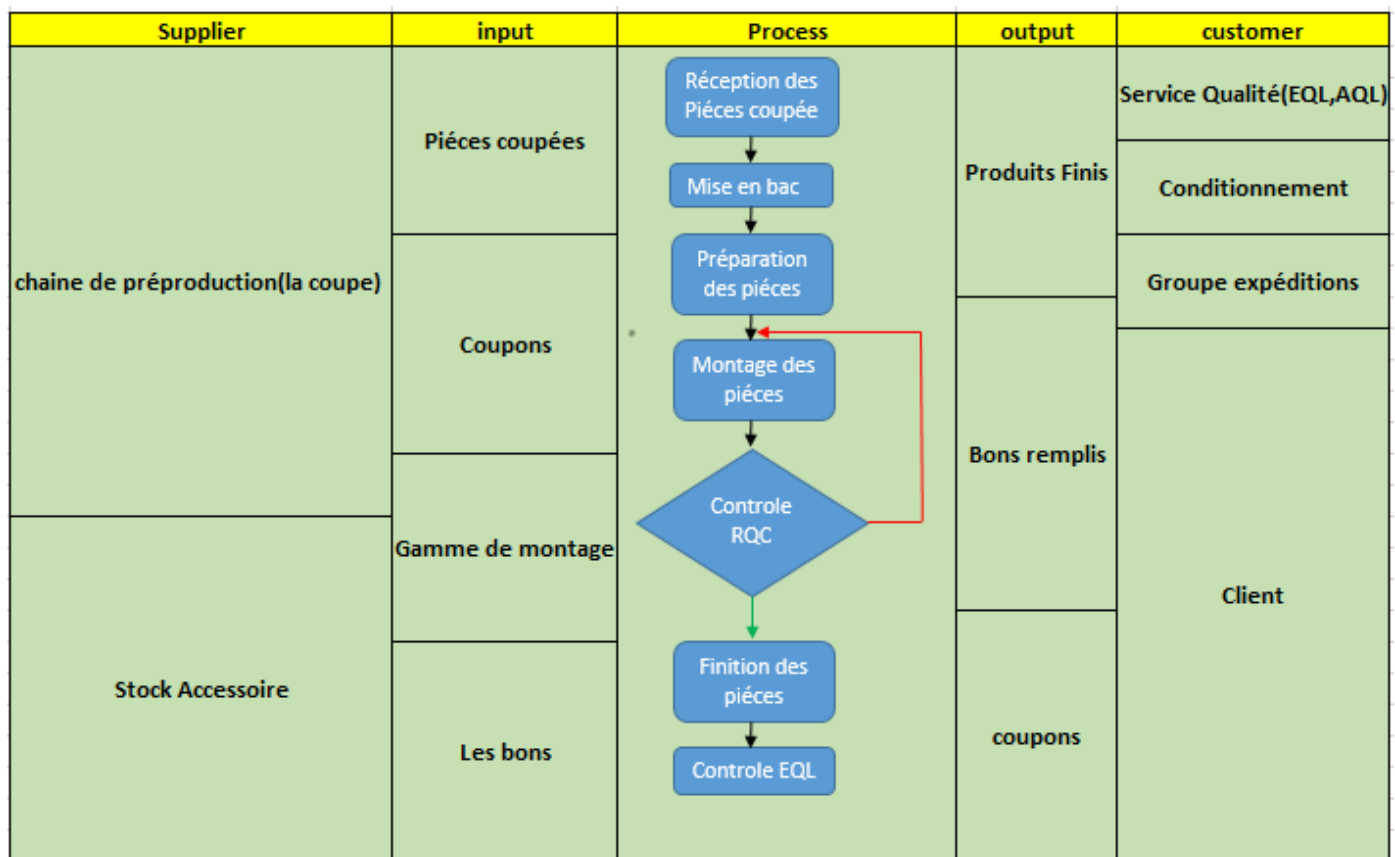


Figure 5 : le SIPOC

1. Parties prenantes

Il est important lors d'étude d'un processus de faire une analyse des parties prenantes.

Une partie prenante est un individu ou une organisation qui peut influencer notre processus d'une façon positive ou négative et cela de façon directe ou indirecte. De rassembler et mobiliser les parties prenantes favorables au projet est une bonne chose, mais il est encore plus important de s'assurer que ceux qui sont défavorables ne viennent pas faire avorter l'amélioration de notre

projet. C'est pour cela que l'analyse des parties prenantes joue un rôle clé puisqu'elle permettra de bien comprendre quelles sont les plus grandes menaces et soutiens pour notre projet (figure 6).

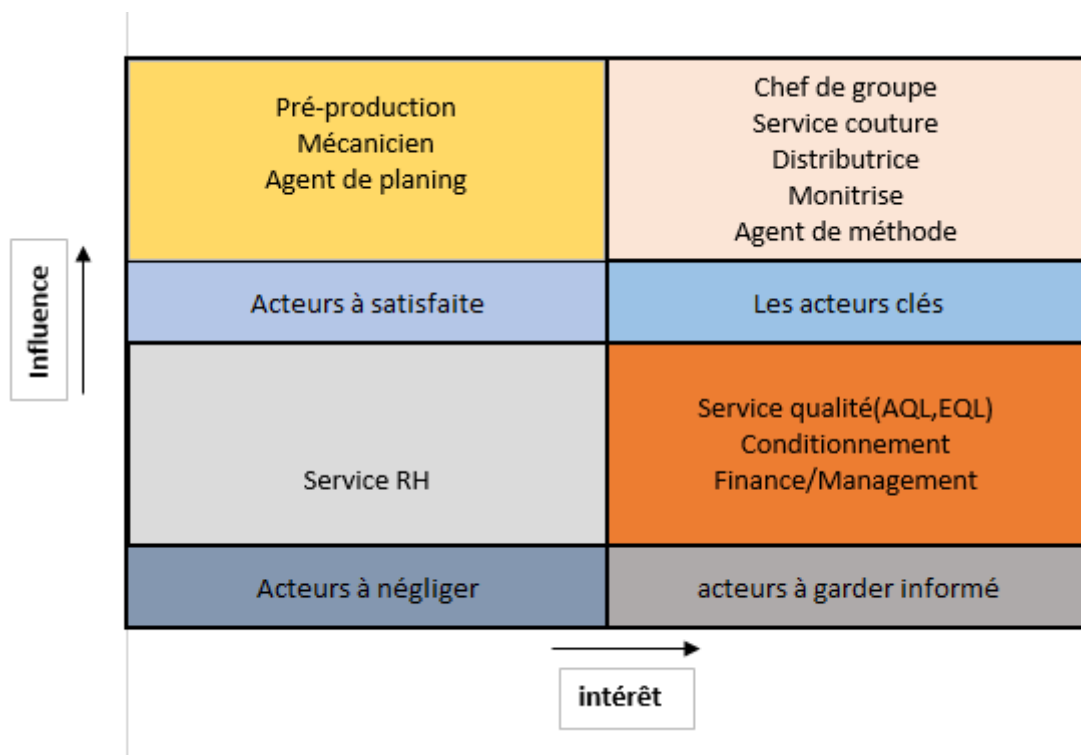


Figure 6 : les parties prenantes du projet

Conclusion

D'après ce qui précède, notre problème apparaît plus clair qu'avant : le faible OEE causé par l'augmentation de Lead Time, ils se produisent par des alias, il convient alors d'évaluer les alias trouver dans la ligne de couture et mesurer leur impact sur l'OEE.

Chapitre III

Diagnostic de l'existant

Ce chapitre vise à présenter l'état actuel du processus montage et l'analyse des problèmes pour faire sortir les causes racines à traiter.

Phase Mesurer

Dans cette phase, nous allons collecter les données nécessaires au jugement de l'état de notre processus, pour que nous puissions établir, par la suite, un plan d'action.
Les mesures dans ce chapitre permettent de quantifier l'efficacité du service couture.

1. Evaluation des Performances actuel du processus couture

Le principal objectif du diagnostic de l'état actuel du processus couture est d'assurer le montage des pièces au délai et qualité demandé par le client.

Avant de réaliser les études permettant l'obtention de ces informations, il est important de détenir tous les documents utiles à la réalisation du diagnostic, et de fixer des indicateurs clé de performance qui vont nous aider à quantifier l'état présent.

Ce diagnostic ou étude porte principalement sur le fonctionnement actuel du processus :

- La gamme de fabrications
- La performance de la ligne
- L'évaluation capacité/charge du service couture
- Le Lead-Time du processus

Pour atteindre ces objectifs, il a été proposé de définir certains paramètres afin de dimensionner le problème envisagé.

1.1. Détermination des KPI :

Un indicateur de performance est une donnée quantifiée qui mesure l'efficacité de tout ou partie d'un processus ou d'un système par rapport à une norme.

Donc à quoi sert le calcul de chaque paramètre ?

La réponse à cette question se résume dans le tableau 4 suivant :

KPI	Nom	Définition	Objectif	but	Méthode decalcul
Y1	Rendement	Pourcentage de performance des opérateurs	Calcul de l'efficacité des opérateurs	Augmentation de ce pourcentage	$\frac{\text{Temps Rendu}}{\text{Temps de Présence} - \text{HR}}$
Y2	Lead-Time	Temps que prend un lot depuis sa sortie de la ligne de production jusqu'au Conditionnement	Avoir une idée sur les pertes en termes de temps	Réduire le Lead-time	Date d'arrivée au conditionnement - la date de sortie de la ligne
Y3	Right First Time	pourcentage des produits conformes dès la première fois	Avoir une idée sur l'efficacité de détachage	Améliorer l'efficacité	Le nombre de produits conformes divisé par le nombre total de produits
Y4	OEE	Taux de rendement synthétique	Calculer la capacité réelle des opérateurs	Augmentation de ce pourcentage	$\frac{\text{Temps Rendu}}{\text{Temps de Présence}}$

Tableau 4 : Tableau de bord des KPI

1.1. Détermination des lignes critiques :

Tout ce qu'on a pu détenir sont les bons du 1^{ère} année 2020, il nous apparaît utile d'y extraire les OEE des couturières avec les rendements de la ligne 15 (Annexe 2).

Une étude 6 Sigma s'impose :

- l'objectif de l'étude : la détermination des lignes critiques
- la culpabilité de ligne critique.

a. Niveau 6 Sigma

On fait une analyse de niveau 6 Sigma des lignes de zone B ce qui nous donne les résultats suivants (tableau 5):

Count of Min budget	Decision				
Ligne_Couture	Fail	Ok	Grand Total	DPMO	Niveau Sigma
MM08	7	164	171	40935,67251	3,24
MM09	79	92	171	461988,3041	1,47
MM10	85	86	171	497076,0234	1,32
MM11	44	125	169	260355,0296	2,13
MM12	30	138	168	178571,4286	2,42
MM14	37	131	168	220238,0952	2,27
MM15	97	74	171	567251,462	1,075
Grand Total	379	810	1189		

Tableau 5 : le niveau 6 Sigma des lignes de production de la zone B

D'après le tableau ci dessus on remarque que la ligne 15 est la ligne la plus endommagée au niveau 6 sigma, alors par la suite le travail sera fait sur la ligne MM15.

b. Carte de contrôle

La capacité du process de fabrication pour le projet est réalisée afin de statuer sur la robustesse du processus de fabrication. Les différents tests et graphiques, notamment les cartes de contrôle et les capacités ont été réalisés sur le logiciel EXCEL. La carte de contrôle ci-dessous en Figure 7 montre l'évolution des OEE avec les limites de spécifications tracées en rouge.

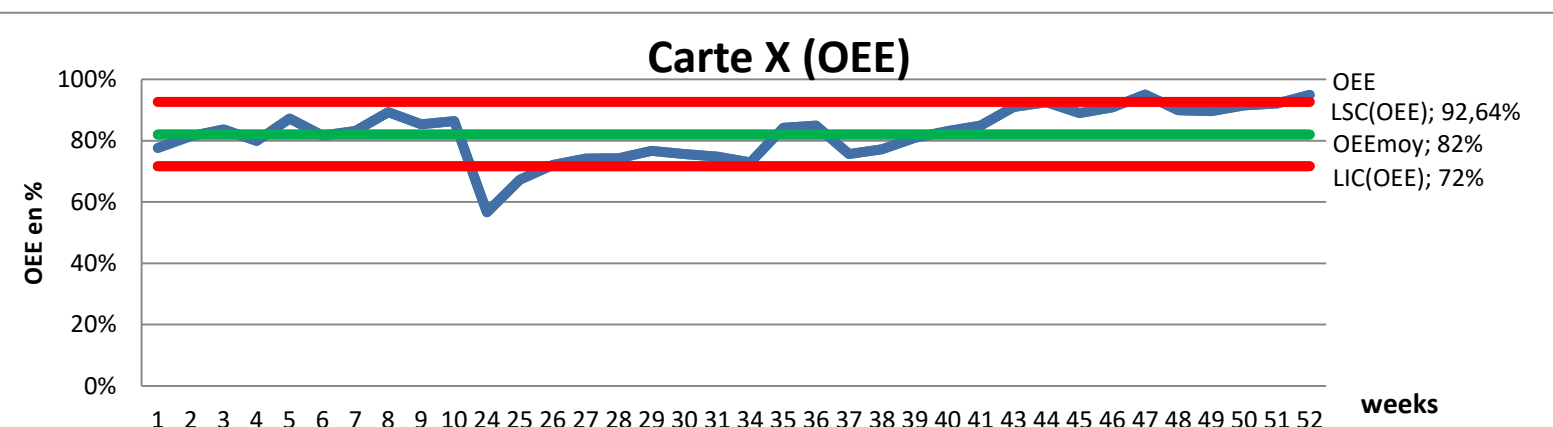


Figure 7 : la carte de contrôle de la ligne MM15

La méthode de calcul :

Stabilité:

Carte X:

LSC (Limite de Contrôle Supérieure)=Moy(X)+A3*Moy(EM)

LSC=82 % +2,66*(4%)=92,64

LIC (Limite de Contrôle Inferieure)= $\bar{X}$ +A3*Moy(EM)⁻

LIC=LSC=82%-2,66*(4%)=71,36 %

Capabilité:

Cp(indice de potentiel d'un

processus)=(LCS-LCI)/6σ=(0,95-0,57)/(6*0

Cp=0,75

Cpk(indice de capacité du procédé)

=Min((LSC-Xmoy)/3σ;(Xmoy-LSI)/3σ)

Cpk=Min(0,515,99)

Cpk=0,515

Interprétation :

La valeur moyenne d'OEE est de 82%.Cependant, la capabilité process Cpk est à 0.515 (Figure 7). Le processus de fabrication n'étant pas capable car inférieur à 1,33, le risque d'apparition de non-conformités devient significatif.

1.2. Calculer de capacité/charge de la ligne MM15

La charge et capacité de la ligne MM15 représenté par les tableaux 6 et 7 :

ARTICLE	TEMPS DE PIECE(MIN)	QUANTITE	Mise en bac	RENDEMENT	CHARGE(min)	CAPACITE(MIN)	BOSOIN COUTURIERE
BRAZILLIAN	5,3	320	80	90%	1696	472,5	4
ESSENTIEL	6,12	400	80	100%	2448	525	5
MAGIC WIRE	7,58	800	80	100%	6064	525	12
URBAN	10,7	800	40	103%	8560	540,75	16
MODERN	17,8	200	40	70%	3560	367,5	10
MODERN MAX	10,8	200	40	70%	2160	367,5	6

Tableau 6 : la capacité et la charge des articles de la ligne MM15

La charge totale de la ligne (min)	24488
nombre d'article	6
MOYENNE DE RENDEMENT	89%
nombre de pièce total de line	2720
Besoin de couturière	51

Tableau 7 : la capacité et la charge de la ligne MM15

Résultat :

- Une charge moyenne de 24488 min/jour (2720 pièces/jour) d'après tableau 7.
- Une capacité moyenne de 26775 de min/jour.

2. Application VSM

a. Définition

Pour améliorer la performance de l'entreprise, il convient d'identifier les anomalies dont souffrent ses processus et surtout les meilleurs plans d'actions pour les soigner. C'est ce que se propose de faire la VSM.

La VSM est une méthode qui permet de cartographier visuellement le flux des matériaux et de l'information allant de la matière première jusqu'au produit fini, dans un souci d'amélioration continue.

Son objectif est double : faire un état des lieux précis et établir une situation cible qui sera atteinte par la mise en place de plans d'action adaptés.

Elle permettra de diagnostiquer principalement :

- les flux physiques (matières, composants, encours, produits finis) ;
- la façon dont ces flux physiques sont pilotés (flux tirés ou poussés, les flux d'informations internes et externes) ;
- les charges détaillées des différents postes de travail ;
- les performances intrinsèques de ces postes et en conséquence les éventuels goulots ;

Il est fréquent que les différents acteurs du système ne connaissent qu'une partie du processus sur lequel ils interviennent. Le fait de découvrir et de partager la vision du processus, de comprendre la nature, les contraintes et les nécessités des opérations en amont et en aval permet souvent de lever des blocages dus à l'ignorance ou à la méconnaissance, de restaurer les règles et les standards, et d'améliorer la productivité de processus.

b. Démarche :

Toute étude VSM commence toujours par la classification des produits fabriqués en des familles qui se caractérisent par les même gammes opératoires, ensuite il faut dessiner la cartographie décrivant l'état actuel des flux physique et de communication et concevoir ainsi un modèle parfait.

La différence entre l'état actuel et l'état idéal fournit le plan d'action pour l'amélioration.

La figure ci-contre présente la démarche d'une étude VSM :

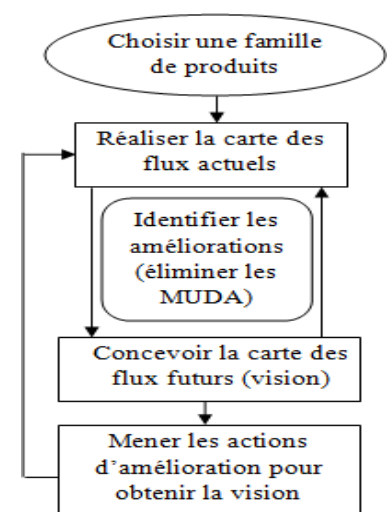


Figure 8: les différentes phases du VSM

c. Symboles utilisés

La VSM est un langage de présentation normalisé utilisant des symboles (pictogrammes) simples dont la connaissance permet une lecture aisée, une compréhension du processus et l'identification immédiate des points à améliorer. Elle offre la possibilité aux participants de différents services d'une entreprise de partager la vision de l'ensemble des flux d'information et des flux physiques.

La figure qui récapitule l'ensemble des pictogrammes utilisés dans la VSM est représentée dans l'annexe 4.

d. Application VSM de l'article Amourette charme Brazillian 01

L'étude VSM porte sur l'article [Amourette charme Brazillian 01](#) afin de savoir les différents types de pertes, nous avons suivi un lot de 800 produits, de la commande N° 039413 depuis son entrée à la ligne de production jusqu'au conditionnement.

Les fiches des données relatives à la description des opérations, des temps de chaque opération et des distances parcourues dans le cas d'un transport ou d'une manutention sont présentées dans l'annexe 5.

L'exploitation de ces fiches nous a permis d'élaborer la cartographie de flux de valeur représentée dans la page suivante:

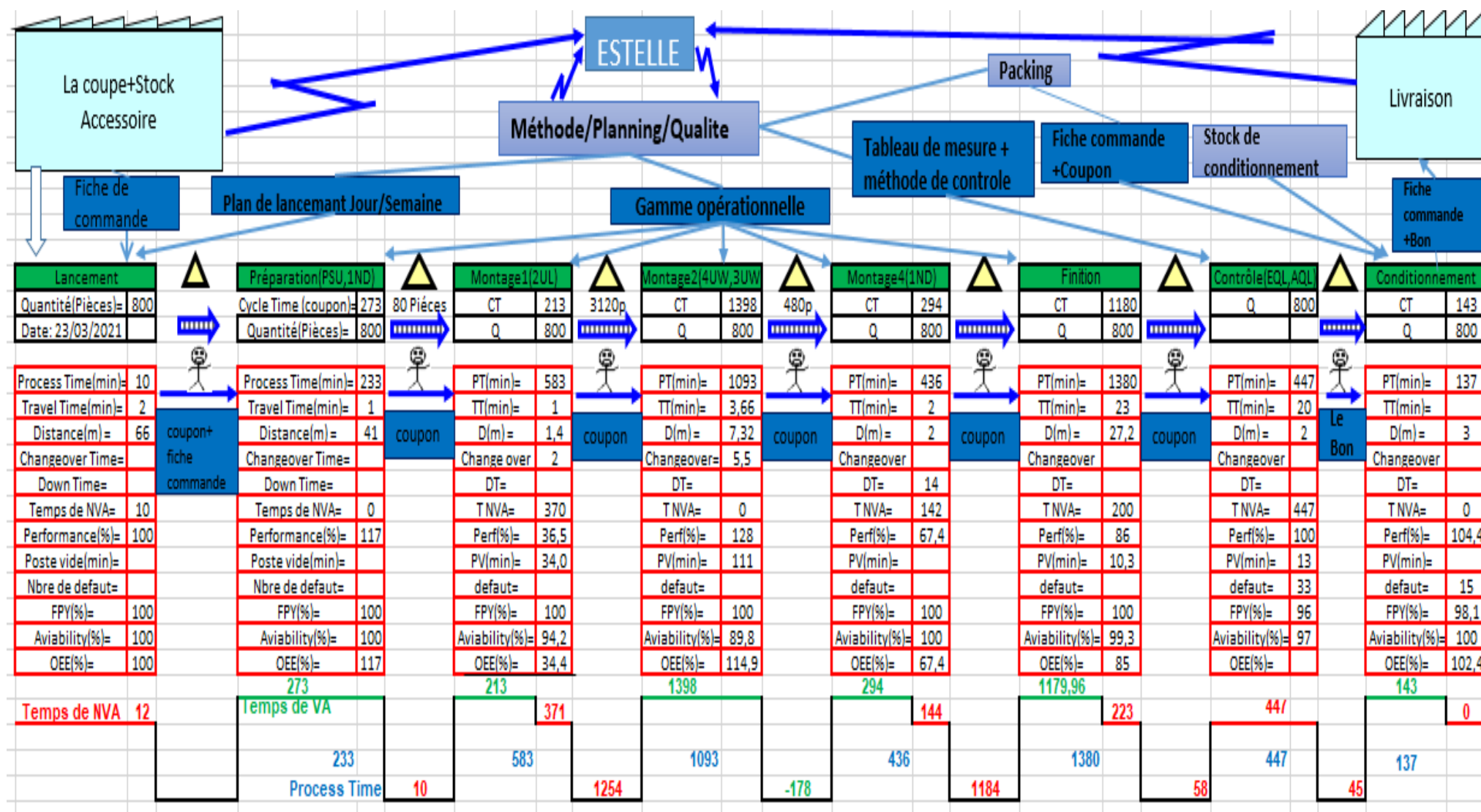


Figure 9 : la cartographie de la chaîne de valeur de l'article Amourette charm brazillain 01

Il ressort à la lecture de cette figure, les résultats suivants :

Process Time(min)=	4359
Travel Time(min)=	51,66
Distance parcourus(m)=	109,12
Queue Time=	2398
Lead Time=	6808,66
Temps de NVA de Process(min)=	858
Temps de NVA de Lead Time=	3307,66
Temps de VA de Process(cycle time)=	3501
% de NVA de Process=	20%
% de VA de Lead Time=	30%
% de NVA de Lead Time=	70%
Moyenne de OEE=	73,71

Tableau 8 : Récapitulation de VSM

Il est clair que le problème majeur se situe au niveau des encours (Panne, Absence, mal auto control). Ce qui augmente le temps d'attend des bacs contenant les produits finis, et par conséquent un Lead -Time élevé et des commandes non livrées à temps.

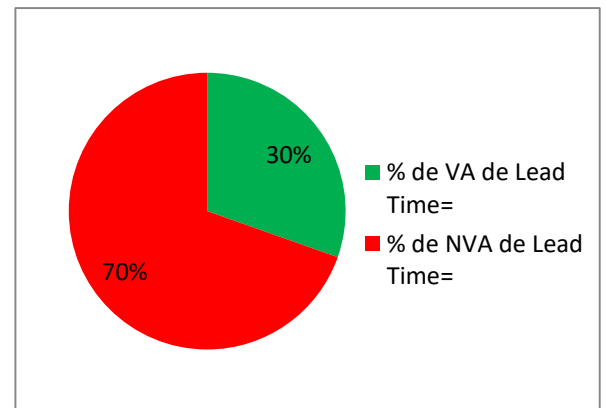


Figure10:Le pourcentage de VA et NVA

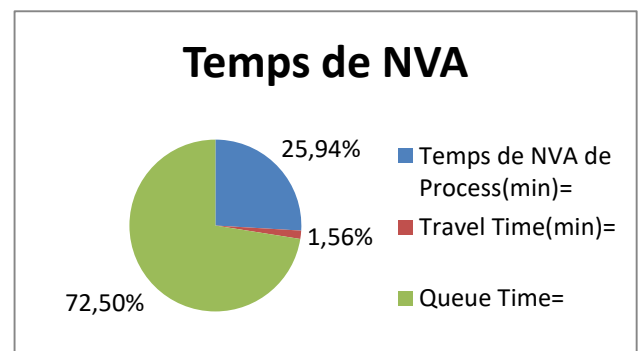


Figure 11 : Les pourcentages des pertes

e. Analyse des postes de l'article Amourette charme Brazillian 01 (YAMAZUMI) :

Le graphe Yamazumi porte sur l'article Amourette charme Brazillian 01 afin de savoir les postes critiques dans notre processus(le poste qui n'assure pas la demande de ligne). Dans un graphique "Yamazumi", les tâches exécutées à un poste sont représentées sous forme de rectangles dont la hauteur est proportionnelle au temps nécessaire à leur exécution et la couleur de chaque rectangle codé selon le traditionnel principe vertorange-rouge :

- Vert : tâche à valeur ajoutée
- Orange : tâche sans valeur ajoutée mais non supprimable, car " nécessaire "
- Rouge : tâche sans valeur ajoutée, gaspillage supprimable sous condition L'empilement des tâches est chronologique : la première tâche se trouve au bas de la pile, la suivante par-dessus et ainsi de suite.

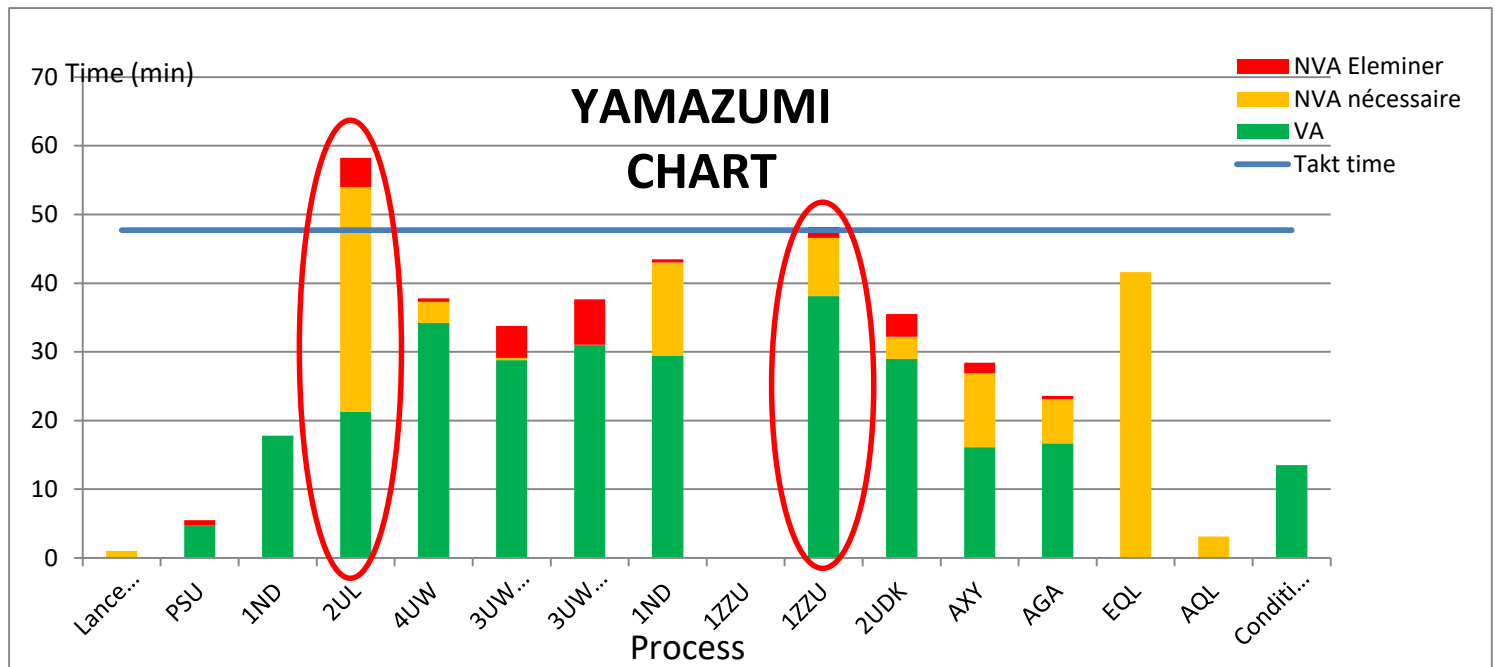


Figure 12 : La carte de Processus (Yamazumi)

La méthode de calcul :

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Minute de Travail Journalier} \times \text{Nombre de shift} \times \text{Nombre des pièces dans la commande}}{\text{Demande journalier de client}}$$

Ce facteur est évalué à 477 min c'est-à-dire que tous les 477 min chaque poste va livrer une commande de 880 pièces pour que le processus satisfaisait la demande journalière du client.

Interprétation :

Les postes critiques sont 2UL et 1ZZ, les causes de retard se résument généralement en:

- Les retouches qui retournent au poste ;
- l'opératrice ne fait pas le contrôle après et avant le montage;
- l'opératrice ne travaille pas correctement ;
- Les pannes et le retard d'intervention ;

Conclusion :

En guise de conclusion, l'étude de l'état actuel ainsi que l'utilisation de la cartographie de la chaîne de valeurs (VSM) et le graphe Yamazumi, nous montre que le processus couture est inefficace ainsi que l'implantation adoptée par ce dernier n'est pas optimale, dans la mesure où elle présente les limites ci-après :

- Un pourcentage de valeur non ajouté de 70% (d'après la figure 10).
- OEE moyenne de 73% (d'après le tableau 8).
- Une charge moyenne de service couture de 2710 produits par jour.

- Déplacements excessifs des bacs : 109 m (Tableau 8).
- Un Lead-Time de 13 jours, alors que le minimum disponible est de 6 jours.

Nos objectifs sont de :

- Réduire le temps des pannes et encours ;
- Accroître le OEE de 6% ;
- Avoir un Lead-Time de 6 jours ;

Cette étape nous a permis de connaître la situation actuelle dégradée, et les pertes gérées par les alias.

Ce jugement sera le sujet de la phase « analyser » qui consistera à relever les causes racines de la dégradation de notre processus, tout en s'appuyant sur l'avis des acteurs clés définit auparavant dans l'analyse des parties prenante.

Phase Analyser

L'objectif de cette phase est d'analyser les résultats des KPI trouvés dans la phase précédente afin de souligner les causes racines et de les traiter.

1. Diagramme Ishikawa :

C'est une représentation structurée de l'ensemble des causes qui produisent un effet. Le diagramme d'Ishikawa permet de limiter l'oubli des causes et de fournir des éléments pour l'étude des solutions.

Il est recommandé de pratiquer auparavant un brainstorming pour trouver toutes les causes possibles du problème des tâches. Par la suite identifier et classer les causes principalement responsables de ce problème.

La figure suivante présente le diagramme d'Ishikawa résultant qui contient toutes les causes pouvant contribuer à la dégradation d'OEE.

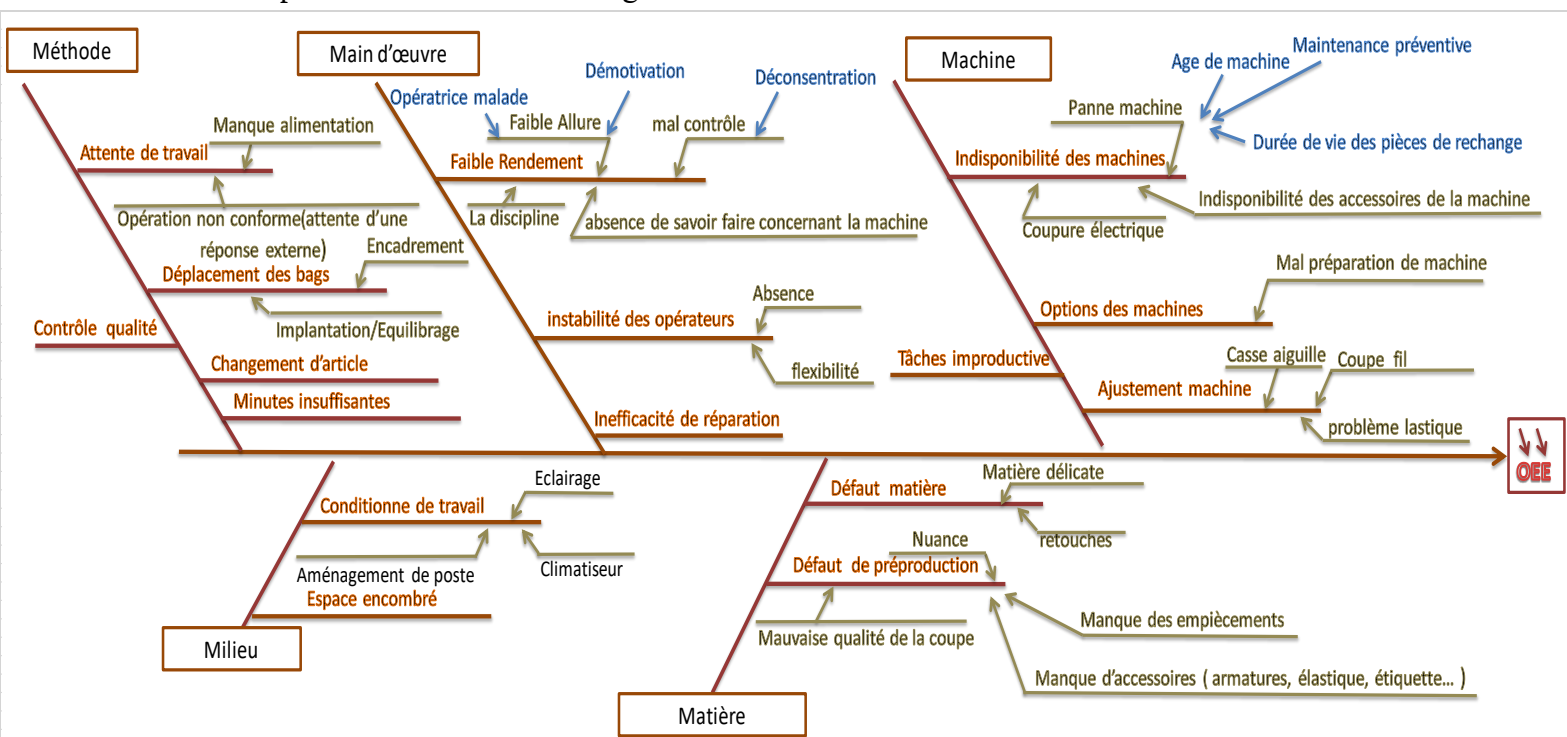


Figure 13 : le diagramme ISHIKAWA des causes racines de faible OEE

1.1. Vote pondéré :

Sur le diagramme Ishikawa Précédent, plusieurs problèmes ont été détectés, ces derniers sont à un niveau de criticité différent, et vu que l'influence négative de la plupart de ces problèmes n'est pas mesurable, le moyen le plus adéquat pour repérer ces causes est le vote pondéré. (Annexe 6).

Nous avons choisi les six causes que nous avons jugées les plus critiques pour les présenter dans le tableau ci-dessous, et pour avoir un résultat plus fiable nous avons effectué quatre votes (Annexe 7) avec les personnes concernées sur des périodes différentes pendant deux semaines. Les niveaux de la fréquence, la gravité, et la non-défectabilité sont fixés dans les tableaux de (l'annexe 8).

Le résultat final est comme suit :

Les causes	Monitrice	Service couture	Chef de groupe	Criticité
	Fréquence	gravité	non-déteçtabilité	
Panne	5	2	1	10
Retouche	3	2	1	6
Absence	4	2	1	8
Change over	1	5	2	10
Défaut de matière	3	2	1	6
Manque d'alimentation	2	2	1	4

Tableau 9 : résultats du vote pondéré

D'après les résultats trouvés, et à l'aide du responsable de la production, on a décidé de prendre la valeur **8** comme seuil de criticité. Les éléments dont la criticité dépasse le seuil sont signalés dans la première zone. C'est sur ces éléments qu'il faut agir en priorité en engageant les actions correctives appropriées.

Causes	criticité
Panne	10
Change over	10
Absence	8
retouche	6
Défaut de matière	6
Manque d'alimentation	4

Tableau 10 : la criticité des causes des pertes

2. Etude Statistique :

Il existe différents tests statistiques en fonction du paramètre étudié :

- Méthode de régression : prouve et quantifie la relation entre une variable Y et une ou plusieurs variables X
- ANOVA (Analysis Of Variance) : compare des groupes multiples (moyennes ou variances, minimum de 3 groupes)
- Test-t : compare 2 moyennes de groupes indépendants ou de groupes dont les données sont appariées.

1.1. Test de corrélation :

Le **test de corrélation** est utilisé pour évaluer une association (dépendance) entre deux variables (OEE et les aléas). Le coefficient de corrélation linéaire donne une mesure de l'intensité et du sens de la relation linéaire entre deux variables. Son calcul est assez complexe (Annexe 1) d'après les données de la ligne 15 pendant change over (Annexe 3), c'est pourquoi on utilise souvent un logiciel EXCEL. On s'intéresse ici à son interprétation, ce qui représenter en dessus.

1.1. Panne :

Soit la figure 14 suivant :

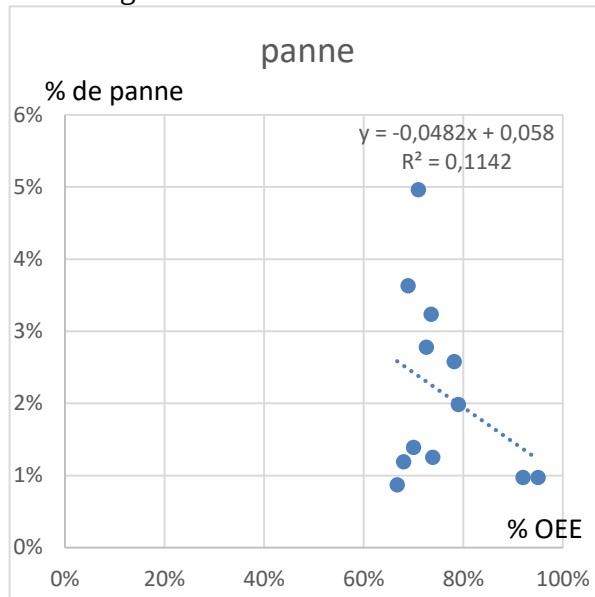


Figure 14 : le graphe de corrélation de panne

Coefficient de corrélation=-34% et R square=11%(11% de la valeur de OEE est expliquer par la panne), c'est-à-dire qu'il y a une moyenne corrélation entre les panne et OEE, mais il faut le garder parce qu'il peut être plus influencé par d'autre aléas.

1.2. Absence :

Soit la figure 15 suivant :

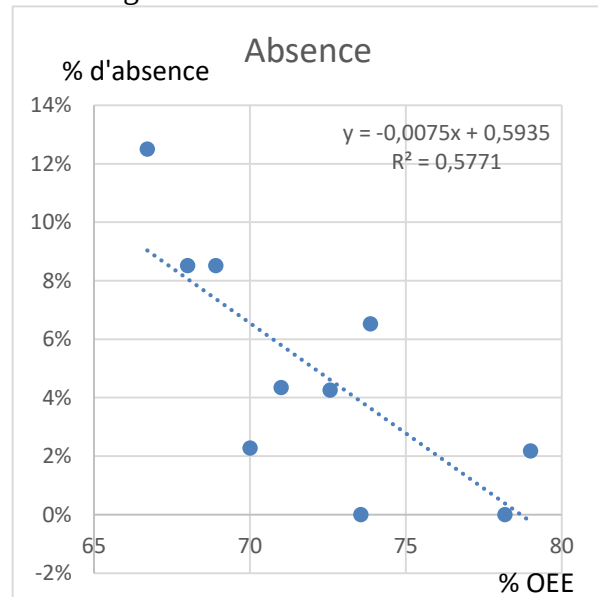


Figure 15 : le graphe de corrélation d'absence

Coefficient de corrélation=-40% et R square=57%(57% de la valeur de OEE est expliquer par l'absence), c'est-à-dire qu'il y a une moyenne corrélation entre les panne et OEE, mais il faut le garder parce qu'il peut être plus influencé par d'autre aléas.

1.3. Change Over :

Soit la figure 16 suivant :

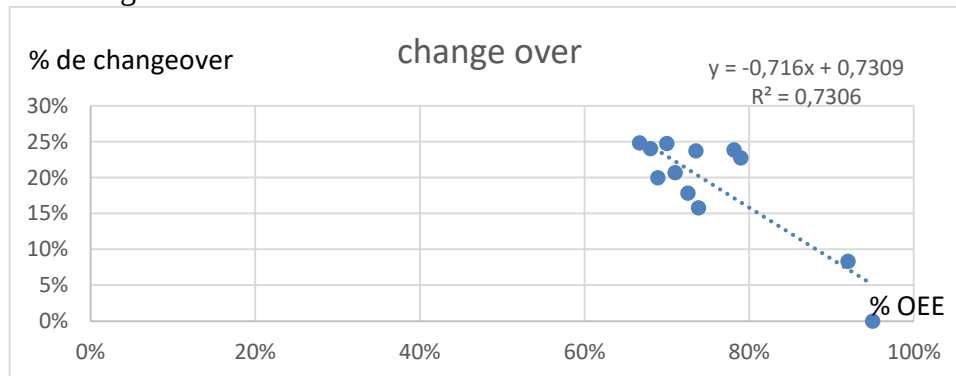


Figure 16 : le graphe de corrélation de change over

Coefficient de corrélation=-85% et R square=73%(73% de la valeur de OEE est expliquer par Change over), c'est-à-dire qu'il y a une forte corrélation entre les panne et OEE, il faut le garder et analyser leurs régression avec les autre aléas.

1.4. Régression multiple :

La **régression multiple** permet d'expliquer une variable numérique par plusieurs autres variables numériques indépendantes. Elle modélise la relation entre la variable à expliquer et les variables

explicatives sous la forme d'une équation de type $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots$ où Y est la variable à expliquer, X_n les variables indépendantes, a une constante et b_n les coefficients de régression partiels. On peut ainsi, si le modèle de régression est satisfaisant, prédire les valeurs de la variable dépendante en fonction des valeurs des variables explicatives.

Par exemple, cette application est très intéressante pour évaluer le niveau de satisfaction globale en fonction des appréciations données à différents items intermédiaires (ex : appréciation de l'accueil, du confort du magasin, des prix...). L'utilisation de la régression multiple doit toutefois s'accompagner de plusieurs précautions. Ainsi, les variables explicatives doivent être indépendantes. Leurs corrélations deux à deux doivent être nulles ou proches de 0. À défaut (si le calcul aboutit quand même, ce qui n'est pas toujours le cas), le modèle obtenu sera imprécis et manquera de stabilité (valeurs très différentes d'un échantillon à l'autre).

Par ailleurs, l'appréciation de la qualité de la régression se fait grâce à plusieurs indicateurs :

- Le premier d'entre eux est le coefficient de détermination multiple R^2 ajusté qui calcule le pourcentage de variation de la variable à expliquer dû aux variables explicatives. Ainsi un R^2 de 0,35 signifie que les variables indépendantes ne contribuent qu'à 35% de la variation de la variable à expliquer, ce qui indique que la qualité du modèle obtenu est relativement faible.
- Le coefficient de corrélation multiple R mesure la liaison entre la variable à expliquer et les différentes variables explicatives : si sa valeur est inférieure à 0,85 la liaison est médiocre et le modèle de régression peu satisfaisant.
- Le test F de Fisher permet d'estimer la qualité de l'ajustement dans la population. La probabilité de l'hypothèse nulle (que les variables indépendantes n'aient aucun effet sur la variable dépendante dans la population) est donnée par la table de Fisher. Si la valeur du F calculée est supérieure à la valeur du F de la table à un seuil défini (ex : 5%), le coefficient R obtenu est considéré comme significatif à ce seuil, ce qui veut dire que le modèle de régression est valable dans la population. Certains logiciels comme Excel calculent directement la probabilité de l'hypothèse nulle (i.e. le seuil de confiance à partir duquel l'hypothèse nulle est à rejeter, qui doit donc être très faible pour conclure que l'ajustement est valable).

Pour résumer ces indicateurs de qualité de la régression multiple, un modèle valable et généralisable à la population présente un R^2 élevé (proche de 1), un R élevé (proche de 1) et une probabilité de Fisher très faible (proche de 0).

On utilise Excel (Annexe 3), on obtient les résultats suivants (Tableau 11):

Statistiques de la régression				
Coefficient de détermination multiple				0,9638843
Coefficient de détermination R^2				0,92907294
Coefficient de détermination R^2				0,88854319
Erreur-type				0,03043031
Observations				12
	Degré de liberté	Somme des carrés	Moyenne des carrés	Valeur critique de F
Régression	4	0,084908028	0,021227007	0,000404027
Résidus	7	0,006482028	0,000926004	
Total	11	0,091390057		

Tableau 11 : Analyse de régression multiple

D'après le tableau, on peut extraire les points suivant :

- On remarque qu'il y a une forte corrélation représenté par un coefficient de corrélation=96%.
- 92% de la valeur de OEE est expliqué par les alias choisis.
- P-value(F)=0,04%<5% ce qui montre que la régression entre le OEE et les autres alias est représentative.

On utilise (Annexe 3), on obtient les résultats suivants (Tableau 12):

	Coefficients	Erreur-type	Statistique t	Probabilité
Constante	0,009108596	0,469922706	0,019383178	0,98507635
% Absence	-1,125078812	0,267473613	-4,206317018	0,00400401
%change over	-0,284801687	0,31951854	-0,891346359	0,40234067
%panne	-1,001582264	0,81082719	-1,235259838	0,25658127
% Rendement	0,009763008	0,004586351	2,128709108	0,07080504

Tableau 12 : Modélisation de problème

L'impact des aléas (Rendement, Change Over, Panne, Absence) peut se présenter par la formule suivant (Tableau) :

$$OEE(\%) = 0,0091 - 1,125 * Absence(\%) - 1,001 * Panne(\%) - 0,284 * Change\ Over(\%) + 0,009 * Rendement(\%)$$

Conclusion

Grâce à cette analyse, on est arrivé à cerner avec succès les causes racines des taches, influençant l'état du processus, il convient maintenant de produire un plan d'action permettant la réduction de l'impact de ces causes, et l'atteinte des objectifs du cahier de charge.

Chapitre IV

Actions d'amélioration

Dans ce chapitre un ensemble des solutions sera mise en œuvre afin d'évaluer la performance des actions proposés.

Phase Améliorer

Dans cette phase, nous proposerons une base de données qui maitrisera et suivra les bacs par la mise en œuvre d'un système d'information, enfin nous allons élaborer des solutions pour l'élimination des causes racines trouvées précédemment.

1. Les actions amélioratives :

Cette partie permet de mettre en place des solutions adéquates des causes trouvées au niveau de la phase analyse.

Pour cela, on a décidé de proposer un plan d'actions pour améliorer le OEE, ces améliorations vont essayer au maximum de précéder et prévoir les alias pour que l'impact de ce dernier sur le OEE soit réduit au minimum (Tableau 13):

Plan D'action pour améliorer le OEE des lignes	
1	Analyse des manques dans la matrice de flexibilité de chaque ligne et incitation à la formation afin de faciliter la gestion des goulots d'étranglement et avoir plus d'option pour re-équilibrer les lignes.
2	Formation des couturières sur le gestuel et l'ergonomie des postes de travail.
3	Appliquer la méthode DISC ou équivalent pour faire une évaluation des superviseurs.
4	Formation des superviseurs avec une fréquence mensuelle sur les outils de gestion des équipes de production et de la qualité.
5	Les réglages et les essais des machines doivent être faites rapidement pour supporter les changeovers.
6	Analysez les machines les plus touchées par les aiguilles cassées/endommagées et prendre les actions nécessaires.
7	Analysez les machines les plus touchées par les fuites et taches de huile et prendre les actions nécessaires.
8	Revoir le plan de réponse pour les interventions du mécanicien polyvalent.
11	Audit des goulots d'étranglement
12	Suivi régulier des couturières qui n'atteignent pas 420 minutes/jour pour un accompagnement/formation dans le but d'améliorer leurs performances.
13	RQC: Revu du plan de tournée des contrôleuses RQC pour mieux cibler les opératrices à contrôler pendant la journée.

Tableau 13 : le plan d'action

1.1. Absence :

Afin de minimiser l'effet de l'absence sur les lignes, on fait les actions suivantes :

- Analyse des manques dans la matrice de flexibilité de chaque ligne et incitation à la formation afin de faciliter la gestion des goulots d'étranglement et avoir plus d'option pour rééquilibrer les lignes ;
- Formation des couturières sur le gestuel et l'ergonomie des postes de travail ;
- Amélioration continue du programme de formation des nouvelles couturières ;

a. Analyse des manques dans la matrice de flexibilité de la zone :

Après avoir collecté les données nécessaires de la zone B, on obtient le Tableau 14 récapitulatif suivant :

Opération	machine	Existe	temps d'opérations(min)	pourcentage d'opérations	Besoin Brute	Besoin net
PIQUER DEVANT	2UL0040	19	0,44	14%	21,7	3,7
COUTURE FOND	4UL00K	21	0,29	9%	14,3	- 5,7
POSER ELASTIQUE JAMBE	2ULK040	37	0,52	17%	25,7	-10,3
SUPERPOSER DEVANT	3ZZ	14	1,17	37%	57,8	44,8
POSER TAILLE ROND	2ULK040	21	0,54	17%	26,7	5,7
FIXATION	AXY	32	0,23	7%	11,4	-20,6
POSER VIGETTE	AXY	17	0,26	8%	12,8	- 4,2
AMS	AMS	7	0,28	9%	13,8	6,8
ASSEMBLAGE	3UW	53	0,40	13%	19,7	-33,3
Fusing	EBMF	0	0,97	31%	47,9	47,9
Banding	EBMK	10	0,54	17%	26,7	16,7
COLTAGE	2UDE	11	0,72	23%	35,5	24,5
Rabattage	2UD0040F	8	0,60	19%	29,6	21,6
Ourler	2UD0040F	13	0,90	29%	44,4	31,4
DENTELLE SUR TAILLE	3UDK	9	0,56	18%	27,6	18,6
FOND	HDP IRON	12	0,41	13%	20,2	8,2
ASSEMBLAGE	4UW00600K	23	0,30	10%	14,8	-8,2
USR	USR	0	0,50	16%	24,7	24,7
PPH	PPH	0	0,40	13%	19,7	19,7
TAILLE PLAT	2ULK040	20	0,35	11%	17,3	- 2,7
ETIQUETTE	HAND	14	0,75	24%	37,0	23,0
FOND	2UW	36	0,41	13%	20,2	-15,8

Tableau 14 : l'analyse de flexibilité de la zone B

Interprétation :

D'après le tableau, on extrait les postes critiques et le nombre de coutrières à former.

Le temps moyen des opérations est de 3.14 min, et le nombre des couturiers dans la zone est 155.

A part la formation la zone nécessite l'ajoute des 9 nouvelles couturières.

Pour cela, on a décidé de proposer au service de couture une fiche de formation (Annexe 11), afin d'assurer le suivi de formation des coutrières, et les chefs de groupe peut :

- Assurer la disponibilité des machines;
- Assurer la non affectation de ligne par la formation ;
- trouver le temps pour faire la formation ;
- Formation croisée des couturières: les deux meilleurs couturières dans une opération donnée, vont assurer la mise à niveau et la formation des autres couturières qui font la même opération;

- Amélioration continue du programme de formation des nouvelles couturières ;

1.2. Panne :

La panne est présente de façon fréquentiel dans les lignes, donc il faut faire des actions qui nous permettent de prévoir et intervenir de façon efficace, comme suivantes :

- Analysez les machines les plus touchées par les aiguilles cassées/endommagées et prendre les actions nécessaires;
- Analysez les machines les plus touchées par les fuites et taches de huile et prendre les actions nécessaires;
- Revoir le plan de réponse pour les interventions du mécanicien polyvalent ;

Ce test consiste à mettre des morceaux de tissu en pieds des machines à la fin de la journée, et les récupérer le lendemain dans le but de déterminer les machines ayant le problème de fuite d'huile.



Figure 17 : test d'huile

Le tableau ci-dessous présente un extrait de résultat de ce test (annexe 9) :

N° d'inventaire	Marque	Classe	N° série	Image
13803	PEGASUS	W1562	413864	
15477	PEGASUS	W1562	514152	
16540	PEGASUS	W5620	8102713	

Tableau 15 : Résultat de test d'huile

Interprétation :

La capacité en machine à coudre de chaque convoyeur est de 70, cette étude a englobée la ligne 15.

Soit $18/70 = 25\%$ des machines subissent une fuite d'huile.

Les causes de fuite données par le responsable maintenance sont :

- La fatigue des joints d'étanchéité : la durée de vie de chaque joint est de **3mois**
- La performance de système de lubrification des machines est instable à cause de la grande vitesse appliquée par les couturières lors du travail.

Ces résultats ont exigés par la suite une intervention urgente pour corriger ces fuites, un équipe des agents de maintenance ont réglé le problème durant le « **night shifting** » en évitant le conflit avec le service production, la date de réparation de ces machines constitue ce qu'on appelle le « **point zéro** ».

Plan de maintenance préventive :

Le point zéro et la durée de vie des joints constituent deux paramètres sur lesquels notre plan préventif sera basé. Ce dernier va être assuré par une fiche d'intervention (l'annexe 10) qui regroupe toutes les informations concernant :

- Le numéro d'inventaire des machines concernées par l'intervention
- La ligne concernée
- La date d'intervention
- L'agent de maintenance qui effectue l'opération

Cette fiche représente aussi une sorte de traçabilité du faite qu'il garde des informations sur la date et de la personne qui effectue l'intervention.

1.3. Changeover :

Le change over c'est l'apparition de nouvel article dans la ligne, on minimisant leur impact par les actions suivant :

- Formation des superviseurs avec une fréquence mensuelle sur les outils de gestions des équipes de production et de la qualité ;
- Les réglages et les essaies des machines doivent être faites rapidement pour supporter les changeovers ;
- Appliquer la méthode DISC ou équivalent pour faire une évaluation des superviseurs ;

1.4. Autre Amélioration :

a. Tableau KANBAN

Le passage d'information au sein de l'entreprise concernant les quantités à produire et leur délai de livraison s'effectue par des tableaux KANBAN (Figure 18), ce qui nous a poussés à proposer un tableau pour la gestion de priorité des bacs à réparer de façon à ne pas dépasser le délai de livraison de certaines commandes. Ce tableau 17 permet la formalisation de la communication entre le service planning qui donne la date prévue de la livraison de telles commandes et le service montage qui assure le montage des pièces coupés, ce qui permet aussi d'avoir une visibilité sur l'état des bacs existants dans le service par toutes personnes concernées. On a fixé trois niveaux de priorité (Tableau 16), prenant en considération la date de livraison des commandes:

Le tableau 17 représente le tableau de kanban dans la ligne de couture :

N° de commande	Quantité
Date de livraison	La ligne

Figure 18 : étiquette KANBAN

Niveau de priorité	couleur
DTP (Délai Très Proche)	Rouge
DP (Délai Proche)	Orange
DL (Délai Loin)	vert

Tableau 16 : niveau de priorité

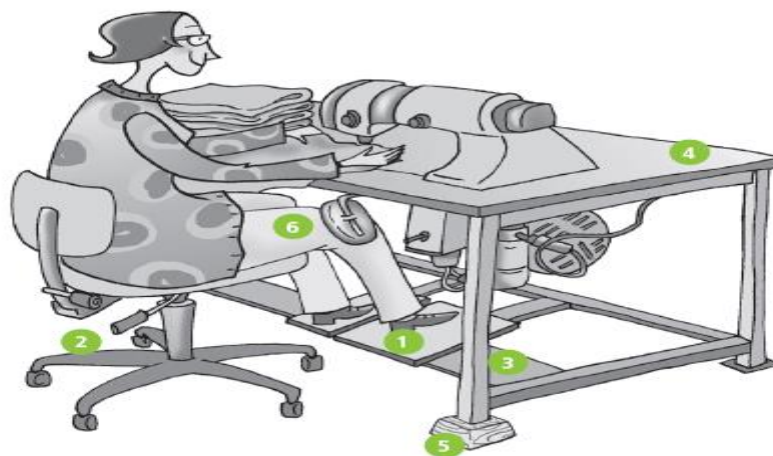
			Tableau KANBAN service montage		
			Bac en lancement	Bac en cours	Bac finis
Lignes	MM15	Amourette Charm Brazillian 01			
		Amourette Charm 300			
		Urban			
		Essentiel			
		Modern C			
		Modern Max			

Tableau 17 : tableau KANBAN de service montage

b. Ergonomie des postes de travail :

Dans cette phase on va proposer des moyens pour ajuster les différentes composantes du poste d'opératrice de machine à coudre dans le but de fournir un confort maximal pour les travailleuses. En effet, un poste inadéquat a tout à fait de créer des maux de dos, des problèmes aux épaules, aux bras, aux poignets ou aux jambes. Un bon ajustement aide à réduire les contraintes; la fatigue se fera moins sentir, le lead time va diminuer et la qualité du travail s'en trouvera améliorée.

Demandez tout d'abord à l'opératrice de s'asseoir où elle a l'habitude de se placer devant la machine à coudre. Assurez-vous que sa position lui facilite la tâche : voit-elle bien ce qu'elle fait? Ensuite, ajustez le poste en commençant par les composantes les plus près du sol et en faisant des aller-retour, selon l'ordre suivant (Figure 19) :



Les éléments à ajuster sont :

- 1 la position latérale de la pédale (et du repose-pied) ;
- 2 la chaise ;
- 3 la position avant-arrière de la pédale (et du repose-pied) ;
- 4 la hauteur de la table ;
- 5 l'inclinaison de la table ;
- 6 la position de la genouillère (s'il y en a une).

Figure 19 : les ajustements des postes machine à coudre

1 Ajustez la position latérale de la pédale (et du repose-pied) :

L'opératrice doit être assise confortablement. Les pieds sont alignés dans le même axe que les cuisses et les jambes. Élargissez la pédale si l'opératrice est capable de travailler avec les deux pieds.

Sinon, installez un repose-pied à la même hauteur, au même angle et à la même position avant-arrière que la pédale.

2 Ajustez la chaise :

La hauteur de la chaise : Réglez la hauteur de la chaise pour que les cuisses de l'opératrice soient plus ou moins à l'horizontal ou que les genoux soient légèrement plus bas que les hanches, lorsque les pieds sont à plat sur la pédale et le repose-pied.

Assurez-vous que l'opératrice ne ressente pas de pression sous les cuisses ou les fesses. Sa main doit passer facilement entre la cuisse et le bord de l'assise.

La position du dossier : le dossier doit rejoindre le dos de l'opératrice sans trop la pousser vers l'avant. Elle peut vérifier si courbe du dossier est à la bonne hauteur en plaçant la main dans le creux du dos. Pour la majorité des gens, la hauteur du dossier est adéquate lorsque ce dernier épouse le creux du bas du dos (région lombaire). Toutefois, ce réglage peut être inadéquat pour certaines personnes. Il faut alors trouver le bon ajustement. Dans tous les cas, il convient d'ajuster le dossier entre le bas des omoplates et le haut du bassin.

3 Ajustez la position avant-arrière de la pédale (et du repose-pied) :

Les genoux devraient former un angle de 110 à 120 degrés (ou légèrement plus grand) quand les cuisses de l'opératrice sont à peu près à l'horizontale et les pieds à plat sur la pédale et le repose-pied.

Lorsqu'il y a une deuxième pédale, il est préférable d'intégrer sa fonction à la pédale de couture. Quand cela n'est pas possible, il faut la positionner le plus près possible de la pédale de couture, à la même hauteur, au même angle et à la même distance avant-arrière.

4 Ajustez la hauteur de la table(ou de la machine, dans le cas d'une machine sans table) :

La hauteur de la table doit permettre à l'opératrice de ne pas trop se pencher vers l'avant ; il faut donc tenir compte du type de machine utilisée et de l'opération effectuée.

En général, pour les machines à coudre de type conventionnel, la table doit être ajustée à deux pouces environ de la hauteur des coudes de l'opératrice lorsque les bras le long de son corps forment un angle d'environ 90° avec les avant-bras. La hauteur de la table devrait permettre à l'opératrice de travailler en ayant :

- les épaules relâchées ;
- les mains environ à la hauteur des coudes lorsqu'elle coud ;
- les mains le plus possible en droite ligne avec les avant-bras (au besoin, revoir la méthode de travail).

De plus, il est important que la zone de couture soit suffisamment éclairée afin de prévenir la fatigue visuelle et d'éviter les postures contraignantes.

5 Inclinez la table (si nécessaire) :

Parfois, il est bon d'incliner la table pour aider l'opératrice à se redresser (cou et dos) et, du même coup, à avoir une meilleure vision de son travail.

L'inclinaison ne convient toutefois pas à toutes les tâches et il faut s'assurer que la machine peut être inclinée.

6 Ajustez la position de la genouillère (s'il y a lieu) :

Placez la genouillère légèrement au-dessus du genou. Elle doit être adéquatement rembourrée. Si possible, intégrer la commande de la genouillère à un autre dispositif, tel que la pédale de couture.

Conclusion :

Ce plan d'action a commencé par l'amélioration de flexibilité va assurer par la suite le suivi de l'état d'avancement du processus montage après l'implantation des actions correctives proposées.

Phase Contrôler

Dans cette phase, les tests nécessaires d'évaluation de certaines actions proposées, seront présentés avec les résultats trouvés. Ainsi que le contrôle de l'ensemble des solutions mises en place, afin de savoir est ce qu'on a pu atteindre les objectifs fixés précédemment

1. Elaboration de la nouvelle cartographie de la chaine de valeur VSM

La nouvelle cartographie de la chaine de valeur, représentée dans la page suivante, nous a permis de visualiser l'impact des solutions préconisées tout au long de ce projet en vue de réduire voire éliminer, toutes les sources de gaspillage.

L'élaboration de cette carte est basée sur les améliorations suivantes :

- La séparation de la zone détachage : assigner une pour chaque zone.
- Sensibilisation des opératrices de détachage.

Ainsi, nous avons suivi à nouveau l'article Amourette Charm Brazilian 01 depuis le lancement jusqu'au conditionnement dont les caractéristiques sont mentionnées dans le tableau ci- dessous.

Nom d'article	Amourette Charm Brazilian 01
N° de commande	070530
Quantité	800 pièces

Les résultats de cette analyse sont résumés sur la VSM suivante :

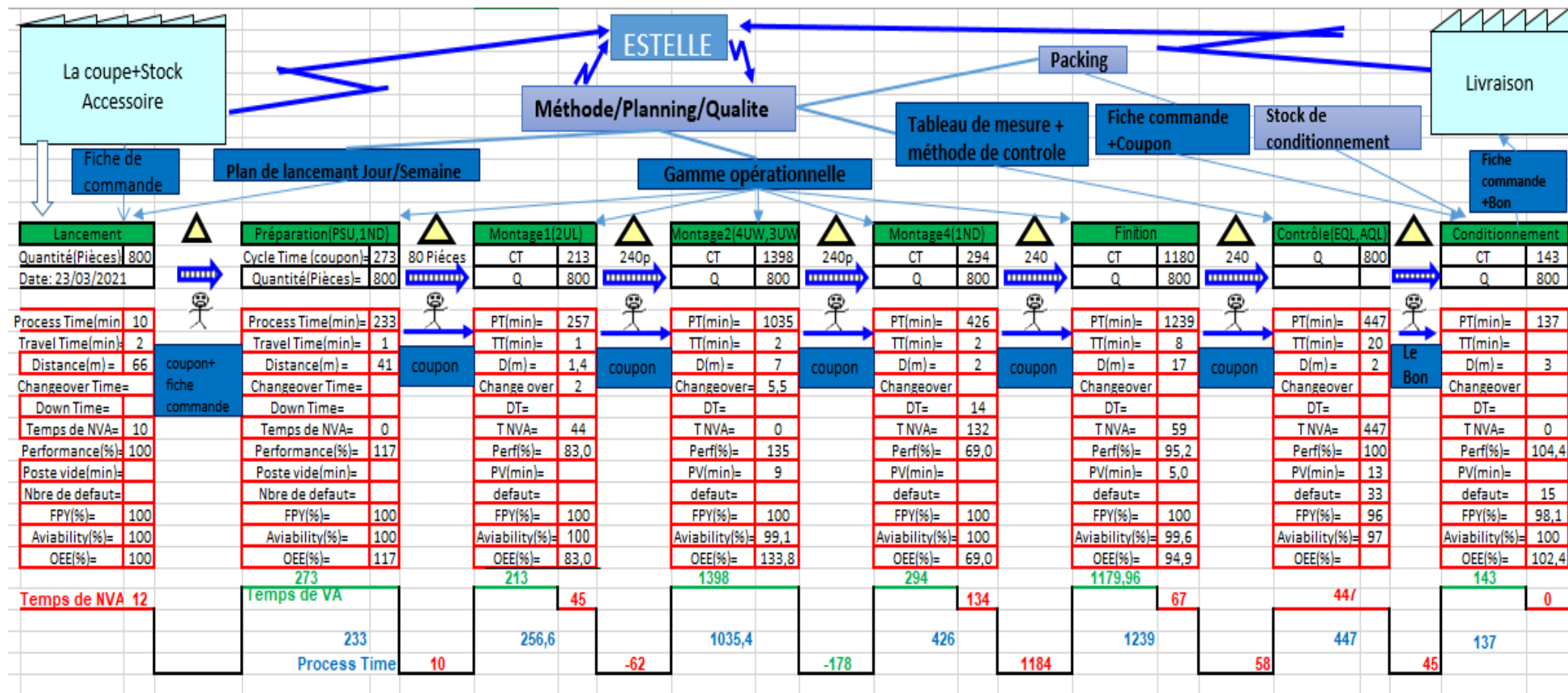


Figure 20 : la nouvelle cartographie de la chaine de valeur de l'article Urbain Minimiser

Process Time(min)=	3824
Travel Time(min)=	51,7
Distance parcourus(m)=	109,1
Queue Time=	-1494,48
Lead Time=	2381,2
Temps de NVA de Process(min)=	323
Temps de NVA de Lead Time=	80,2
Temps de VA de Process=	3501
% de NVA de Process=	8%
% de VA de Lead Time=	46%
% de NVA de Lead Time=	54%
Moyenne de OEE=	82,0

Tableau 18 : Récapitulation de carte VSM

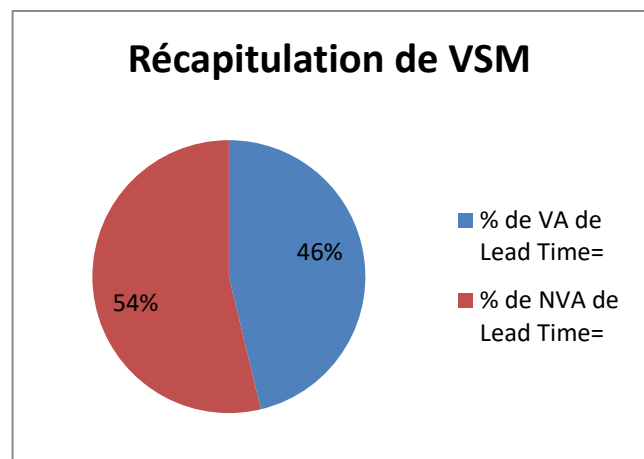


Figure 21 : les pourcentages de VA et NVA

Après une analyse détaillée des résultats de la nouvelle VSM (tableau 18 et figure 20), nous constatons que nous avons gagné en termes de Lead-Time et OEE.

N° de commande	Lead time	% temps VA	OEE
047971	13 jours	30%	73%
070530	6 jours	46%	82%

Tableau 19 : comparaison entre des indicateurs avant et après les améliorations

Comme il est mentionné sur le tableau ci-dessus, l'application des actions amélioratives a affecté positivement les différents indicateurs de performance dont on cite :

- Gain en Lead-Time: 7 jours.
- Gain en OEE : 9%.
- Augmentation du pourcentage de la valeur ajoutée de 16%.

Conclusion

Cette phase nous a permis d'évaluer l'efficacité des solutions mises en place, ainsi les résultats trouvés des nouveaux KPT ont permis de s'assurer de la performance de ces actions.

Conclusion générale

L'objectif visé à travers ce rapport est de présenter notre projet de fin d'études sur l'implémentation des outils de Lean 6 Sigma pour améliorer l'OEE permettant le suivi des pièces coupées et la supervision du processus montage qui les traite, ainsi la réduction des coûts de production liés à ces produits.

A cet effet, nous avons mis en place une liste d'actions qui a été révisée et approuvée par le service Montage. Cette liste porte d'abord sur l'étude du besoin de notre processus d'un système de production fiable et permanent.

Nous avons abordé enfin, les actions qui attaquent directement le problème de réduction de OEE, restituant dans :

- L'amélioration de la flexibilité dans la ligne de production,
- La standardisation des postes afin d'assurer le meilleur rendement,
- la Séparation de service couture (un groupe pour chaque article dans la ligne) et l'assurance de leur gestion par un tableau KANBAN.

Toutes ses actions ont jugées rentables, Ces jugements ont été basés sur un nouveau calcul des KPI fait dans la phase « contrôler ».

Mais, ce travail reste encore incomplet car ce projet nécessite dans un premier temps, une étude de toutes les causes générant le problème des taches, ceci nécessite une standardisation aux autres lignes de production, ce qui requiert un intervalle de temps plus large, alors que trois mois ne suffisent pas pour attaquer un sujet de cette ampleur.

A la fin, nous souhaitons que ce travail soit un manuel d'informations pour toute personne désirant savoir plus sur l'implantation des outils de Lean 6 Sigma au sein de la société MAROC MODIS.

Perspectives :

Il existe d'autre amélioration peut être effectué au niveau de production on peut citez :

- ✓ L'équilibrage des charges des postes de travail.
- ✓ Amélioration de la disponibilité des équipements.
- ✓ Réduction des déplacements effectués par les opérateurs.
- ✓ Réorganisation des postes de travail.

- ✓ Réduction du taux de réparation des machines.
- ✓ Amélioration du séquençement de production.
- ✓ Application de la méthode SMED.

Références bibliographiques

- [1] Management de la qualité (Génie Industriel 2021/2020)-I.TAJRI
- [2] Cours gestion de production : (Génie Industriel 2021/2020)-A.CHAFI
- [3] Le bouquin « A la découverte du Lean Six Sigma » - FLORENT-FOUQUE
- [4] Le bouquin « Techniques de productivité : comment gagner des points de performance » - Christian Hohmann
- [5] Le bouquin « Qualité en production » -Daniel Duret et Maurice Pillet, 3ème édition

Références webographiques

- i. <http://www.ats.mu/newsletter-textile-dec-machines-coudre-innovations.php>
- ii. <http://www.ouati.com/gestion-methode-qgoqcp.php>
- iii. <http://www.biotechno.fr/IMG/scenari/dossierpse/co/Logigramme.html>
- iv. http://www.biotechno.fr/IMG/scenari/dossierpse/co/demarche_resolution_probleme.html
- v. <http://yatandprintmedia.com/>
- vi. <http://www.youscribe.com/catalogue/rapports-et-theses/>
- vii. <http://blog.agilea.fr/?p=57>
- viii. www.soft-concept.com
- ix. https://www.jmp.com/fr_fr/statistics-knowledge-portal/what-is-correlation/correlation-coefficient.html
- x. [Lean management : qu'est-ce que la Value Stream Mapping ? \(manager-go.com\)](http://manager-go.com)
- xi. logistique-pour-tous.fr
- xii. [Officiel Prevention : Sécurité au travail, prévention risque professionnel. Officiel Prevention, annuaire CHSCT \(officiel-prevention.com\)](http://officiel-prevention.com)

Annexes

Annexe 1 : le coefficient de corrélation
Annexe 2 : les OEE des lignes de la zone B
Annexe 3 : Données de ligne MM15 pendant change over
Annexe 4 : pictogramme du VSM.....
Annexe 5 : graphe des opérations du VSM.....
Annexe 6 : vote pondéré.....
Annexe 7 : les résultats du vote pondéré.....
Annexe 8 : les grilles de cotation du vote pondéré.....
Annexe 9 : résultats du test d'huile
Annexe 10 : la fiche d'intervention de la maintenance préventive
Annexe 11 : la fiche de formation.....

Annexe 1 : Le coefficient de corrélation

Le coefficient de corrélation r est une valeur sans unité comprise entre -1 et 1. La significativité statistique est indiquée par une valeur p . Par conséquent, les **corrélations** sont généralement exprimées à l'aide de deux chiffres clés : r (Coefficient de corrélation) et p ($R^2=R$ square).

- Plus r est proche de zéro, plus la relation linéaire est faible.
- Les valeurs positives de r indiquent une corrélation positive lorsque les valeurs des deux variables tendent à augmenter ensemble.
- Les valeurs négatives de r indiquent une corrélation négative lorsque les valeurs d'une variable tendent à augmenter et que les valeurs de l'autre variable diminuent.
- Les valeurs 1 et -1 représentent chacune les corrélations « parfaites », positive et négative respectivement. Deux variables présentant une corrélation parfaite évoluent ensemble à une vitesse fixe. On dit que la relation est *linéaire* ; reportés dans un nuage de points, tous les points des données peuvent être reliés par une ligne droite.
- La *valeur p* indique si l'on peut ou non significativement conclure que le coefficient de corrélation de la population est différent de zéro, d'après nos observations de l'échantillon.

$$\begin{array}{c}
 \text{Sample Correlation Coefficient} \\
 \downarrow \\
 r = \frac{\sum [(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})]}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 * \sum (y_i - \bar{y})^2}}
 \end{array}$$

Diagram illustrating the calculation of the Sample Correlation Coefficient (r):

- Value of X** and **Value of Y** are inputs for the summation.
- Summation: "Take The Sum Of"** is indicated for the numerator.
- Mean of X Variable** and **Mean of Y Variable** are inputs for the denominator.
- The denominator involves the **Square Root** of the product of the **Sum of the squared deviations for X** and the **Sum of the squared deviations for Y**.

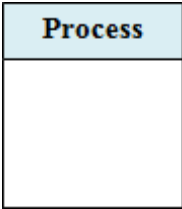
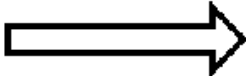
Annexe 2 : Les OEE des lignes de zone B

Étiquettes de lignes	OEE%	EM	Moyenne de OEE	Moyenne de EM	LSC(OEE)	LIC(OEE)	LSC(EM)
1	78%		82%	4%	92,64%	72%	13,07%
2	81%	4%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
3	84%	2%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
4	80%	4%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
5	87%	7%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
6	82%	6%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
7	83%	1%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
8	89%	6%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
9	85%	4%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
10	86%	1%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
24	57%	30%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
25	67%	11%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
26	72%	5%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
27	74%	2%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
28	74%	0%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
29	77%	2%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
30	76%	1%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
31	75%	1%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
34	73%	2%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
35	84%	11%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
36	85%	1%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
37	76%	9%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
38	77%	2%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
39	81%	4%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
40	83%	2%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
41	85%	2%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
43	91%	6%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
44	93%	2%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
45	89%	4%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
46	91%	2%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
47	95%	4%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
48	90%	5%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
49	90%	0%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
50	91%	2%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
51	92%	1%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
52	95%	3%	82%	4%	92,64%	72%	13,07%
Moyenne	82%	4%					

Annexe 3 : Données de ligne MM15 pendant change over

Jours	% OEE	change over(min)	Panne(min)	% Absence	%change over	%panne	% Rendement
1	95%	0	245	3%	0%	1%	101%
2	92%	2100	245	5%	8%	1%	100%
3	74%	3975	315,00	7%	16%	1%	89%
4	69%	5025	915,00	9%	20%	4%	89%
5	73%	4495	700,00	4%	18%	3%	91%
6	68%	6050	300,00	9%	24%	1%	90%
7	67%	6250	218,52	13%	25%	1%	87%
8	78%	6011	650,00	0%	24%	3%	86%
9	79%	5725	500,00	2%	23%	2%	89%
10	71%	5205	1 250,00	4%	21%	5%	86%
11	70%	6235	350,00	2%	25%	1%	83%
12	74%	5975	815,00	0%	24%	3%	85%
Moyenne	72%	4753,8	541,96	5%	22%	2%	88%

Annexe 4 : pictogramme du VSM

Pictogramme		Défini tion
 		Les clients et les fournisseurs sont représentés par le même pictogramme ; un bâtiment de type industriel. Conventionnellement, le client est placé à l'extrême droite de la cartographie, alors que le fournisseur est placé à gauche.
		Les stocks, stocks tampons (buffers) et encours sont représentés par des triangles avec la lettre I pour « inventory ». Ces triangles peuvent vus comme des tas figurant l'empilement de matière ou un tas de pièces dans un stock.
		Un processus ou un procédé est représenté par une boîte, un rectangle surmonté d'un autre qui forme le cartouche. Dans ce cartouche est porté le nom du procédé ou du processus.
Cycle time(min)	Données	Pour décrire le processus/procédé de manière pertinente du point de vue de la cartographie, un certain nombre de données sont portés dans une boîte.
Process Time(min)	Chronométrie	
Travel Time(min)	Chronométrie	
Distance(m) =	Mesurer	
Change over Time(min)	Chronométrie	
Down Time	Chronométrie	
Temps de NVA	Calculer	
Performance(%)	Calculer	
Poste vide(min)	Chronométrie	
Nbre de défaut	Compter	
FPY(%)	Calculer	
Aviabilité(%)	Calculer	
OEE(%)=	Calculer	
		Des flèches épaisses, sans remplissage, figurent les livraisons d'un fournisseur à un client.
		Des flèches épaisses hachurées, figurent des transferts physiques en mode poussé.
		Une flèche courbe désigne un flux tiré.
		Une flèche fine désigne une information transmise manuellement alors qu'une flèche faite avec une ligne brisée désigne une transmission électronique. Ces flèches sont orientées dans le sens de la transmission.

Annexe 5 : graphe des opérations du VSM

Cycle time(min)	Données	Temps de coupon
Process Time(min)	Chronométrie	Temps réelle d'opération
Travel Time(min)	Chronométrie	Temps de déplacement
Distance(m) =	Mesurer	Distance parcourus
Changeover Time(min)	Chronométrie	Lors de lancement de nouvel article
Down Time	Chronométrie	Temps d'arrêt
Temps de NVA	Calculer	PT-CT
Performance(%)	Calculer	PT/CT
Poste vide(min)	Chronométrie	l'inoccupation de poste
Nbre de défaut	Compter	
FPY(%)	Calculer	(Nombre des pièces Entrée-Nombre des pièces Sortie)/Nombre des pièces Entrée
Aviability(%)	Calculer	(Temps disponible-Poste vide)/Temps disponible
OEE(%)=	Calculer	Aviability*FPY*Performance

Annexe 6 : vote pondéré

Le vote pondéré a pour objectif de déterminer l'importance relative de critères : idée, causes, solutions ... par ordre décroissant d'importance, pour faire ressortir ce qui paraît important et ce qui l'est moins ainsi qu'engager une réflexion efficace et performante en fonctions de priorités.

Il se pratique en groupe de travail. Lorsque l'évaluation factuelle des critères d'une liste n'est pas possible ou difficile, le vote pondéré s'appuie sur le vécu et l'expérience des participants au groupe de travail afin d'identifier quels sont ceux qui semblent être les plus importants.

Cette analyse se fait dans un tableau croisé dans lequel on place les opinions en entête de ligne, et les votants en entête de colonne. Les valeurs du tableau représentent alors la note accordée par chaque votant.

Il s'agit d'un classement par ordre d'importance, ou de priorité. Chaque votant va donc classer à sa guise les différentes opinions en leur affectant une valeur. Le tableau final est la synthèse de tous les classements.

Le résultat de cette analyse est traduit par l'IPR ou Indice de Priorité des Risques qui correspond au produit des scores obtenus pour chaque critère. Cet IPR est calculé selon la formule suivante :

$$\text{IPR} = \text{Occurrence} \times \text{Gravité} \times \text{Déteclabilité}$$

Les variables ayant l'indice de criticité le plus élevé feront l'objet d'améliorations.

Annexe 7 : les résultats du vote pondéré

Les causes	Monitrice	Service couture	Chef de groupe
	fréquence	gravité	non-défectabilité
Panne	4	2	1
retouche	2	2	1
Absence	3	2	1
Change over	1	5	1
Défaut de matière	2	2	2
Manque d'alimentation	1	2	1

Les causes	Monitrice	Service couture	Chef de groupe
	fréquence	gravité	non-défectabilité
Panne	3	3	1
retouche	2	2	1
Absence	3	3	1
Change over	2	4	1
Défaut de matière	3	3	2
Manque d'alimentation	1	3	1

Les causes	Monitrice	Service couture	Chef de groupe
	fréquence	gravité	non-défectabilité
Panne	4	3	1
retouche	2	1	1
Absence	3	2	1
Change over	1	5	1
Défaut de matière	3	3	2
Manque d'alimentation	1	3	1

Les causes	Monitrice	Service couture	Chef de groupe
	fréquence	gravité	non-défectabilité
Panne	3	4	1
retouche	1	2	1
Absence	3	2	1
Change over	1	5	1
Défaut de matière	2	3	2
Manque d'alimentation	1	3	1

Annexe 8 : les grilles de cotation du vote pondéré

	Terminologie	Indice
Fréquence	Très fréquent	5
	Fréquent	4
	Occasionnel	3
	Rare	2
Gravité	Impact majeur	5
	Impact moyen	3
	Impact mineur	2
	Pas d'impact	1
Déteçtabilité	Pas de détection possible	5
	Suite à maintenance préventive ou corrective, nettoyage...)	3
	Suivi opérateur (bruit, visuel...)	2
	Détection automatique (alarme, capteur...)	1

Annexe 9 : résultats du test d'huile

Ligne 15 :

N° d'inventaire	Marque	Classe	N° de série
15313	JUKI	LZ2284N-7-WB/AK83	8L2EL11172
15748	JUKI	DDL9000BSS-WB/AK141N	DDLCH56300
15932	JUKI	MB373	8M2FM11243
15823	JUKI	LBH1790S/MC601NSS	2L0FK00195
13742	JUKI	LK900AFS/MC596NSS	2L1DG01850
15755	PFAFF	422-910/04-911/35AS	526918
15967	JUKI	LZ2284N-7-WB/AK83	8L2EK11442
15055	JUKI	LZ2284N-7-WB/AK83	8L2FG11336
15084	JUKI	LZ2284N-7-WB/AK83	8L2EL11048
13747	JUKI	LK1900AFS/MC5596NSS	2LDH02024
15873	PFAFF	422-910/04-911/35AS	555091
15758	PFAFF	422-910/04-911/35AS	2625743
10881	YAMATO	V2303-132M	DA6774
15310	JUKI	LZ2284N-7-WB/AK83	8L2FG11330
13738	JUKI	C-S-BD-307	8MODM31058
1803	MAUSER	4562-01-460	67877217
15191	JUKI	LZ2284N-7-WB/AK83	8L2FG11320
3520	JUKI	DLN5410-N-7-WB/AK85	DLNTM02304

Annexe 10 : la fiche d'intervention de la maintenance préventive

Fiche d'intervention ligne 15:

[illegible]

Annexe 11 : Fiche de formation

Machine : Poste de formation					
Date		Ligne de Formation			OEE%
Date début					
Date fin					