



MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du

**Diplôme de Master Sciences et Techniques
Spécialité : Génie Mécanique et Productique**

Amélioration de la productivité et l'effcience ligne FORD

Présenté par :

LAAROUSSI ABDELILAH

Encadré par :

***-Mr A. EL HAKIMI. FST FES
-Mr Y EL HARRAK . YAZAKI KENITRA***

Effectué à : YAZAKI KENITRA

Soutenu le : 15/6/2016

Le jury :

- Mr. A. EL HAKIMI FST FES
- Mr. M. EL MAJDOUBI. FST FES
- Mr. A.EL JABRI FST FES

Année Universitaire : 2015-2016

Avant-propos

Auteur :

LAAROUSSI Abdelilah

Etudiant en deuxième année master Génie mécanique et productique

Faculté des sciences et technique Fès.

Sujet de travail :

Amélioration de la productivité et l'efficience a la ligne Ford.

Coordonnés de l'entreprise :

YAZAKI MOROCOO, Kenitra.

Tél : 0537369600

Adresse : Route de Tanger, Kénitra 14000, Maroc.

Site : <http://www.yazaki-europe.com/index.html>

Coordonnés de l'établissement :

Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Faculté des Sciences et Techniques.

Tél : (+212) 535 60 80 14, (+212) 535 60 96 35.

Fax : (+212) 535 60 82 14.

Adresse : B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES – MAROC.

Site : www.fst-usmba.ac.ma

Encadrant de projet dans l'établissement d'accueil :

Mr. Y. El Harrak

E-mail :

Encadrant de projet a la FST :

Mr.A El hakimi

E-mail : hakim_iab@hotmail.fr

Remerciement

Un grand merci et une profonde gratitude à Monsieur, Le Directeur Général de la société «Yazaki », pour m'avoir accordé l'opportunité d'évoluer au sein de son entreprise dans le cadre de mon projet de fin d'études.

Je tiens à exprimer mon énorme remerciement et mes respects les plus profonds à :

Mon encadrant pédagogique Mr **A.El Hakimi**, Professeur à l'FST de Fès, pour son encadrement, ses conseils, son aide et son soutien tout au long du projet.

Mon encadrant de stage **Mr. Y EL HARRAK**, Superviseur de la production FORD pour m'avoir soutenue et n'avoir ménagé aucun effort en ma faveur qu'il en soit ici remercié.

Ma gratitude va à tout le corps professoral et administratif de la faculté des sciences et technique Fès.

Aussi, Je remercie toute l'équipe du service de production pour leur accueil et leur collaboration.

Mes sincères remerciements s'adressent à ma chère famille. Merci pour votre soutien moral et financier, vos encouragements et votre confiance, et surtout merci pour votre amour sans faille.

Il m'est de tout honneur aujourd'hui de m'acquitter d'une dette de reconnaissance envers toutes les personnes, ayant contribué de près ou de loin à la réussite de mon stage.



LAAroussi abdelilah

Préface

Apports de stage :

Dans le but d'obtenir mon Master en Génie mécanique et productique à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, ma formation est couronnée par un projet de fin d'étude (PFE) en entreprise. Ce PFE a été effectué au sein de la société **Yazaki Kenitra**

Les quatre mois que j'ai passés dans l'entreprise au sein du département de production m'ont permis un rapprochement direct avec le monde de l'industrie. J'ai pu enrichir mes connaissances au niveau de la gestion de production.

Ce projet m'a également permis de développer mon sens de l'organisation à travers les différentes études que je devais mener, réfléchir avant d'agir et surtout organiser mon travail en lui réservant le temps qu'il nécessite avant d'entamer un autre.

En outre, j'ai été toujours entouré par des gens qualifiés et compétents sur tous les plans, chose qui m'a poussée de faire preuve à mon tour de crédibilité et de persévérance.

Finalement, j'ai eu l'opportunité de travailler sur différents aspects. Le travail réalisé s'est avéré très enrichissant pour mon expérience professionnelle aussi bien en ce qui concerne le domaine technique que l'aspect humain.

Actions réalisés :

Etude et analyse de la productivité et l'efficience des 3 lignes de projet FORD.

Analyse de l'NPT (no productive time).

Réaliser le diagramme des temps de cycles des postes de P3 Montage.

Analyser le flux physique et d'information et réalisation de value Stream mapping (VSM)

Calculer le taux de rendement synthétique.

Propositions d'un plan d'action.

Création d'un nouveau poste de distribution des cot

Créer VSM état future.

Contrôler l'impact des actions d'amélioration.

Sommaire

Remerciement.....	2
Apports de stage :.....	3
Liste des figures.....	7
Liste des tableaux	8
Liste des annexes.....	8
Introduction générale.....	9
Chapitre 1 : Environnement de projet	10
I. Présentation du groupe YAZAKI	11
I.1. Aperçu général sur YAZAKI.....	11
I-2 Domaines d'activités du YAZAKI	12
I-3 Fiche technique.....	13
I-4 Organigramme de l'entreprise d'accueil	13
II-Câblage d'automobile	14
II-1 Généralités sur câblage.....	14
III-Processus de production :.....	16
III-1 La coupe :.....	17
III-3 Le Montage :	19
Chapitre 2 : Cadre général du projet	20
I-Introduction :	21
II-Le cadre générale du projet :.....	21
III-Cahier de charges :.....	21
III-1 Maitre d'ouvrage.....	21
III-2 Maitre d'ouvre	21
III-3 Contexte pédagogique.....	21
III-4 Limites de projet.	21
III-5 Objectifs du projet.....	22
IV-Démarche de projet :.....	22
Chapitre 3 : Diagnostique et Analyse de l'existant.....	25
Phase 1 : Définir.....	26
I-Introduction :	26

II- Problématique.....	26
II-1 Définition du besoin :	28
II-2 Définition de problème.....	29
II-3 La carte de processus.....	30
Phase 2-Mesure et Analyse	32
I- Analyse de processus actuel	32
I-1 Définitions des mudas :	32
II- La Productivité :	34
II-1 Définition :	34
V- Efficience :	36
III-Analyse des causes :	37
III-1 Sureffectif :	38
III-2 Muda des arrêts :	40
IV-Diagramme des temps de cycles :(YAMAZUMI Chart).....	43
VI-1 Takt time :	43
V-Analyse des postes :	45
V-1 Observation du poste de travail :	45
V-2 Analyse des pertes des postes goulots :	46
V-3 Identification du processus des postes w14 et W18 du montage :	47
VI-VSM actuel :	50
VI-1 VSM c'est quoi ?	50
VI-2 Les étapes de réalisation de la VSM :	50
VI-3Analyse de la VSM :	54
VII-Taux de rendement synthétique :	55
Chapitre 4 : Amélioration de la productivité et l'efficience	58
Phase 3 : Améliorer	59
I-Introduction	59
III Optimisation des arrêts :	62
III-1Optimisation du poste test électrique :	62
III-2 Optimisation de poste Clip checker :	62
III-3 Quelques solutions pour le problème circuit croisé	64
IV-Line balancing :	65

IV-1 : Définition.....	65
IV-2 Equilibrage du poste SPS :	65
IV-2 Equilibrage des postes enrubannage :.....	67
V-Création d'un poste de distribution (WAZRUEMBO) :.....	68
V-2 Analyse fonctionnelle.....	69
V-3 Conclusion :	72
Phase 4 : Contrôler	73
VI-Contrôler le plan d'action :	73
VI-2 Le yamazumi chart de l SPS et l'enrubannage. (Après Action).	74
VI-3 la cartographie de flux (VSM après amélioration).	75
VI-4 La productivité et l'efficience (après plan d'action).....	77
VI-5 le taux de rendement synthétique.	77
VI-6 conclusion :	78
Conclusion Générale	79

Liste des figures

Figure 1.1 Yazaki Morocco Kenitra.....	11
Figure 2: Domaines d'activités du groupe yazaki.....	12
Figure 3: organigramme de l'entreprise.....	13
Figure 4:familles d'un faisceau d'automobile.....	15
Figure 5:composants d'un faisceau.....	15
Figure 6:processus de production.....	16
Figure 7:Machine de coupe.....	17
Figure 8:Machine de sertissage manuel.....	18
Figure 9:Machine ultra sonic shunk.....	18
Figure 10:Démarche DMAIC.....	22
Figure 11:planning de projet sur MS project.....	24
Figure 12:Lay out de la zone P2 et P.....	27
Figure 13 : diagramme bête a corne de projet.....	28
Figure 14:la productivité du mois janvier.....	36
Figure 15:L'efficacité du mois janvier.....	37
Figure 16:diagramme causes effets de la production.....	38
Figure 17:Les heures produites, et les heures payés.....	39
Figure 18:Diagramme Pareto des origines des arrêts.....	40
Figure 19:Diagramme Pareto des arrêts maintenance.....	41
Figure 20:Diagramme Pareto des défauts qualité.....	42
Figure 21:diagramme des temps de cycle des parties SPS et enrubannage.....	44
Figure 22:cartographie du flux VSM (Etat actuel).....	53
Figure 23:calcul de taux de rendement synthétique.....	56
Figure 24:les différents taux de TRS.....	56
Figure 25:Output 3 weeks.....	61
Figure 26:diagramme pieuvre de poste clip checker.....	62
Figure 27:diagramme des temps de cycle des postes SPS.....	66
Figure 28:diagramme des temps de cycle des postes d'enrubannage.....	67
Figure 29:le poste de distribution (wazurembo).....	68
Figure 30:diagramme bête a corne de poste wazurembo.....	68
Figure 31:diagramme pieuvre du poste wazurembo.....	69
Figure 32:les heures produites et les directes après réduction d'effectif.....	73
Figure 33:Yamazumi chart des postes SPS (après amélioration).....	74
Figure 34:Yamazumi chart des postes enrubannage (après amélioration).....	75
Figure 35:VSM état future.....	76
Figure 36:l'impact de palan d'action sur la productivité et l'efficacité.....	77
Figure 37:l'impact des actions sur le taux de rendement synthétique.....	77

Liste des tableaux

Tableau 1:fiche signalétique de Yazaki Kenitra	13
Tableau 2:effectifs de travail.....	27
Tableau 3:la charte de projet	28
Tableau 4:définition du projet par 3Q+OPC	29
Tableau 5 : Rapport de production d'une équipe de production	35
Tableau 6: les origines des pannes du projet FORD	40
Tableau 7:les fréquences des pannes de maintenance.....	41
Tableau 8: Les défauts Qualité.....	42
Tableau 9: les cycles time des postes SPS et Enrubannage	44
Tableau 10:classification des actions des postes Insertion.....	47
Tableau 11:routine report de poste WS14.....	48
Tableau 12:routine report de poste ws18	49
Tableau 13:le flux de production	52
Tableau 14:Effectif après réduction	60
Tableau 15:classification des fonctions selon le modèle de Kano	63
Tableau 16:les temps de cycle des postes SPS.....	66
Tableau 17:Equilibrage des postes	66
Tableau 18:les temps de cycle des postes Enrubannage	67
Tableau 19:équilibrage des postes Enrubannage	67
Tableau 20:classification des fonctions de poste wazurembo.....	69
Tableau 21:Analyse de poste wazurembo	71

Liste des annexes

Annexe 1:productivité et efficience du mois janvier.....	81
annexe 2:calcul de TRS de mois janvi	83
annexe 3:calcul TRS apres amelioration	84

Introduction générale

Respecter les exigences de client en termes de volume demandé, et les délais de livraison est un réel souci pour toute entreprise désirant fidéliser et satisfaire ses clients.

Ce projet est un modèle d'une politique stratégique que les entreprises doivent gérer en respectant la règle d'or : réaliser une amélioration à forte valeur ajoutée à moindre coût.

YAZAKI Europe un équipementier automobile multinational qui veille à garder sa position de leadership au niveau international devrait maintenir son image de marque vis-à-vis de ces clients en se basant sur leur satisfaction.

De ce fait, l'amélioration continue constitue un enjeu essentiel pour la compétitivité des entreprises, en termes de coûts et de qualité de service.

Mon projet fin d'étude s'inscrit dans cette perspective, sous thème <<Amélioration de la productivité et l'efficacité de la famille Engine FORD>>.

L'objectif de ce projet est d'améliorer deux indicateurs de performance qui sont le taux de productivité et d'efficacité, ainsi que l'optimisation de temps et d'effectif.

Le projet a été mené suivant 2 parties :

Partie 1 : Se compose de 2 chapitres. Elle consiste à donner une présentation de l'entreprise, le processus de production, les objectifs et la démarche de projet, ainsi que les outils utilisés.

Partie 2 : Se compose de 2 chapitres. Elle consiste à traiter le sujet en suivant les étapes de démarche DMAIC, la définition de sujet, la problématique, l'analyse de l'état actuel de production, et se baser sur cette analyse afin de poser un plan d'action capable d'augmenter la productivité et l'efficacité.

Chapitre 1 : Environnement de projet

Ce chapitre est consacré pour :

- La présentation de Yazaki
- Le câble automobile
- Le processus de production

I. Présentation du groupe YAZAKI

I.1. Aperçu général sur YAZAKI



YAZAKI est une multinationale japonaise qui a été créée en 1941, son activité principale est le câblage, la fabrication de composants électriques pour l'automobiles et différentes machines électriques. Ses autres activités sont :

- La fabrication de fils et câbles électriques
- La fabrication de produits pour gaz
- La climatisation

Sur le marché du câblage, YAZAKI figure parmi les leaders au niveau mondial. Grâce au niveau de qualité/ prix qu'elle offre, elle compte, parmi ses clients, des sociétés de réputation, telles que : MERCEDES, FORD, PEUGEOT, NISSAN MOTORS, FIAT, TOYOTA...



Figure 1.1 Yazaki Morocco Kenitra

I-2 Domaines d'activités du YAZAKI

Le groupe Yazaki opère dans plusieurs secteurs, parmi lesquels on distingue les secteurs

Représentés sur la figure ci-dessous :

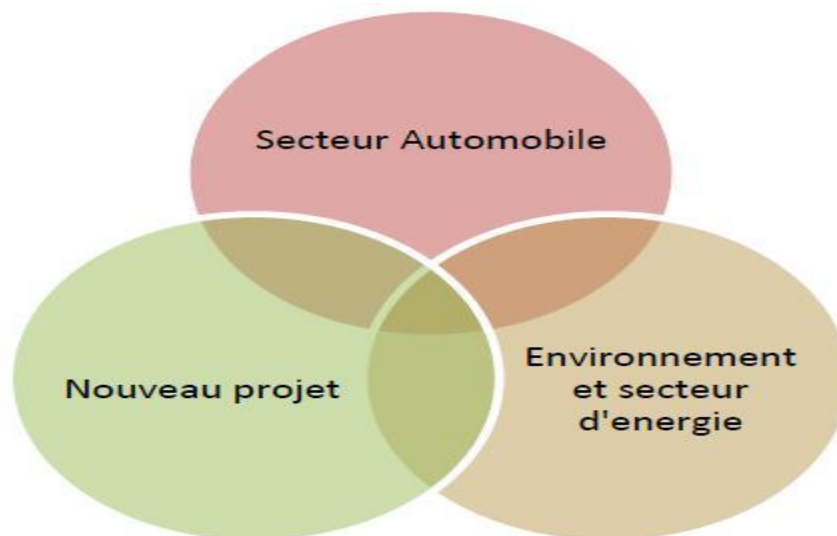


Figure 2: Domaines d'activités du groupe yazaki

Secteur Automobile

Yazaki est un fournisseur d'une large gamme de produits qui comportent: l'électronique d'automobile, plus précisément la production des fils électriques, des faisceaux de câbles, à signaler que près de 90% de l'activité de Yazaki se situe dans ce secteur.

Environnement et secteur d'énergie

Yazaki développe et fabrique un grand nombre de produits qui prennent en charge la fourniture et l'utilisation des différentes sources d'énergie, tels que : le gaz, l'électricité et l'énergie solaire.

Autres secteur

Pour concrétiser sa charte environnementale, Yazaki a étendu son activité pour englober de nouveaux secteurs médicaux et environnementaux en incluant les soins médicaux, le recyclage etc...

I-3 Fiche technique

Raison sociale	YAZAKI MOROCCO Kenitra
Activité	Câblage automobile
Forme juridique	Société anonyme
date de création	Juillet 2010
Capital	89 327 000,00DHs
Effectif	2432
Certification	ISO 14001 Version 2004 ISO 18000-18001 version 2007
Contact	Adr : Route KM9 Tél : 0537369600

Tableau 1:fiche signalétique de Yazaki Kenitra

I-4 Organigramme de l'entreprise d'accueil

La structure de l'organigramme est une structure fonctionnelle qui lie l'ensemble des différentes activités, permettant une circulation de l'information qui assure une certaine coordination tout en minimisant les défauts et les dysfonctionnements internes.

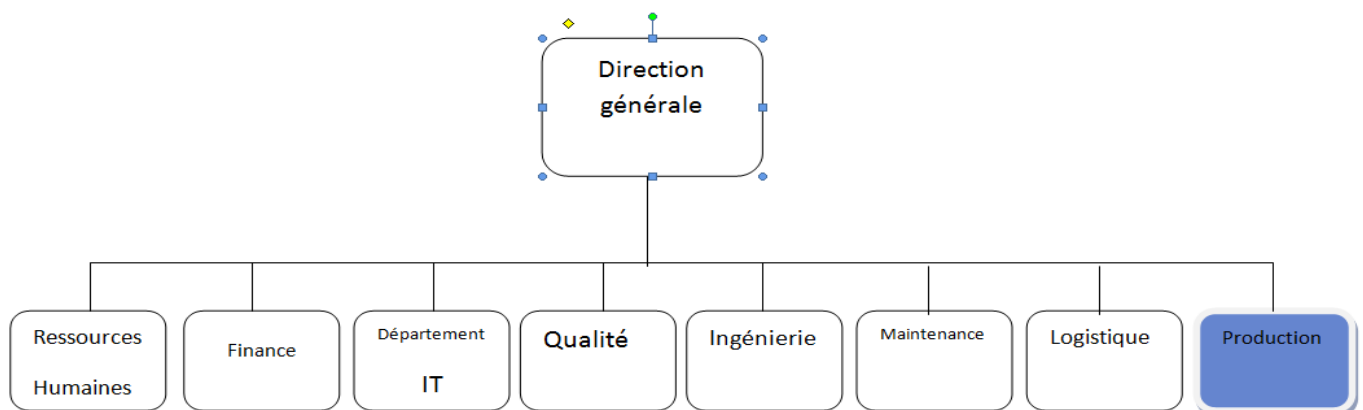


Figure 3: organigramme de l'entreprise

I-5 Mission des différents départements.

Le département des ressources humaines :

Disposer à temps des effectifs suffisants et en permanence, assurer une gestion performante individuelle et collective du personnel par la formation. Il joue aussi le rôle de facilitateur et

accompagnateur, en social afin d'atteindre les objectifs escomptés par le groupe en matière de ressources humaines.

Le département de finance :

Assure les fonctions financières et comptables de l'entreprise, développe et implante les pratiques, les procédures financières et le contrôle de gestion qui affectent la santé financière de la compagnie tout en veillant à la préservation du patrimoine financier de l'entreprise.

Le département IT :

Ce département est chargé d'animer et d'assurer la cohérence des divers systèmes traitant l'information et les mettre à la disposition des utilisateurs, il est chargé également de la gestion des réseaux, des postes et des logiciels de bureautique.

Le département Qualité :

C'est le garant de la politique et du système qualité de l'entreprise à travers l'implantation d'un système qualité fiable qui répond aux exigences des clients afin d'atteindre le niveau de qualité escompté sur le plan du processus et des produits.

Le département Ingénierie :

Il a pour mission la gestion et l'implantation des nouveaux projets, le suivi des changements demandés par les clients, ainsi que l'adaptation des procédés des fabrications conformément aux règles définies par les Directions Engineering et qualité du groupe.

Le département maintenance :

Il assure l'installation et la maintenance de tous les équipements de l'usine avec une fiabilité optimale et une efficacité maximale.

Le département logistique :

Son rôle est d'optimiser la mise en place et le lancement des programmes de fabrication tout en assurant une gestion optimale du stock et une expédition à temps aux clients.

Le département production :

Il a pour principale mission la réalisation des plannings de production tout en assurant la qualité requise du produit, en respectant les délais fixés au préalable et en optimisant les performances.

II-Câblage d'automobile

II-1Généralités sur câblage

Présentation du câblage

Le câblage électrique d'un véhicule est un ensemble de fils qui ont pour fonction principale de relier l'ensemble des composants électriques et électroniques du véhicule. Il permet ainsi

□ D'alimenter en énergie l'ensemble des équipements et assurer ainsi la fonction de distribution électrique.

□ De transmettre les informations aux calculateurs (de plus en plus nombreux avec l'intégration massive de l'électronique dans l'automobile) et permettre alors le transfert de commande entre les différents équipements électriques et électroniques.

Cette division est très utile pour faciliter certaines tâches pour le client en l'occurrence le montage dans la voiture et la réparation en cas de panne électrique dans l'automobile.

Ainsi on peut distinguer entre plusieurs types de câblage :

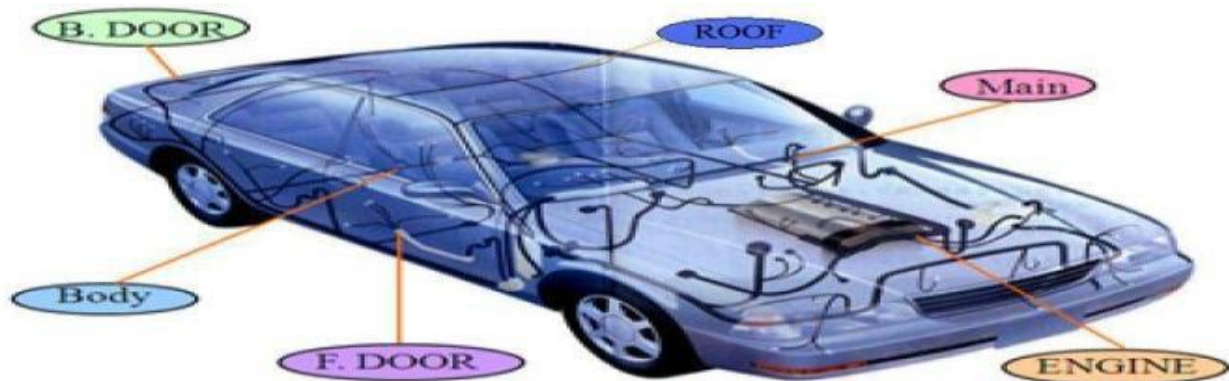


Figure 4:familles d'un faisceau d'automobile

- Câblage principal (Main). :
- Câblage moteur (Engine).
- Câblage sol (Body).
- câblage porte (Door).
- câblage toit (Roof)...
- câblage planche de bord (Instrumental panel).

II-2 Composants d'un câble :

Un câblage est constitué d'un ensemble de conducteurs électriques, terminaux, connecteurs et matériels de protection.



Figure 5:composants d'un faisceau

- **Fil Conducteur** : Conduit le courant électrique d'un point à un autre .
- **Terminal** : Assure une bonne connexion entre deux câbles (l'un est une source d'énergie, l'autre est un consommateur d'énergie) ;
- **Connecteur** : Ce sont des pièces où les terminaux seront insérés, ils permettent d'établir un circuit électrique débranchable, d'établir un accouplement mécanique séparable et d'isoler électriquement les parties conductrices
- **Accessoires** : Ce sont des composants pour la protection et isolation du câblage : les rubans d'isolement, les tubes.
- **Matériel de protection(Fusible)**:Sont des pièces qui protègent le câble et tous ses éléments de la surcharge du courant qui pourrait l'endommager.
- **Clips ou agrafes** : Les clips sont des éléments qui permettent de fixer le câble à la carrosserie de l'automobile. Sans les clips le montage serait impossible, le câble restera détaché provoquant des bruits et sera exposé aux détériorations à cause des frottements.





Exemples de connecteurs	Terminaux	Tubes de ruban	PVC
			

Tableau : composants d'un faisceau

III-Processus de production :

Le processus de production du câble, se constitue de 3 phases principales.

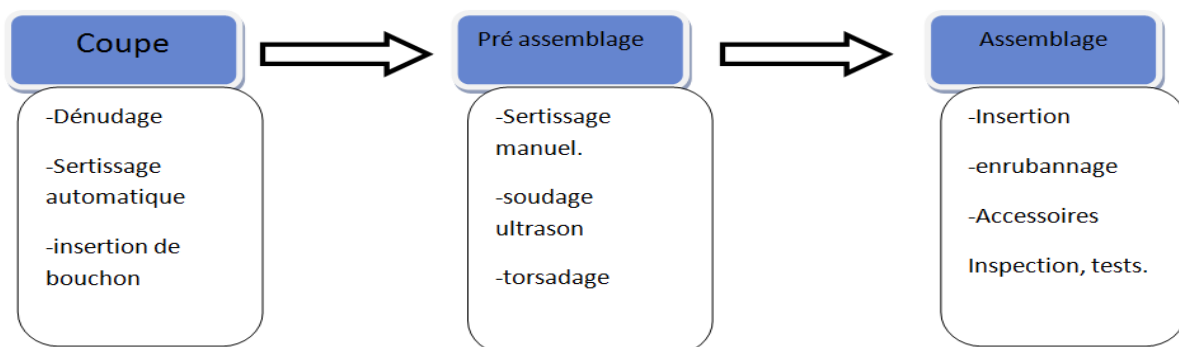


Figure 6:processus de production

III-1 La coupe :

Elle consiste à découper la matière première (bobines des fils électriques) en des fils dénudés et sertis avec leurs terminaux pour les circuits qui se finissent directement dans cette étape selon des instructions préétablies (ordre de fabrication).

Pour chaque circuit sont définis les paramètres suivants: la longueur désirée, le Dénudage, les terminaux, et autres.

Pour ce faire 2 types de machines sont utilisés : KOMAX et YACC.

KOMAX : machine standard utilisée par toutes les entreprises de câblage.

YACC : c'est une machine fabriquée spécialement pour YAZAKI.



Figure 7:Machine de coupe

Après la coupe les fils passent par le poste de sertissage pour l'insertion des terminaux.

Il passe ensuite dans la PAGODE, là où on stocke les fils après la coupe. L'opérateur ensuite, choisit l'ensemble des fils qu'il doit utiliser en vérifiant l'étiquette imprimée 'Name plate'.

III-2 Le pré-assemblage :

Certains circuits se finissent au niveau de la coupe et passent directement vers le secteur montage pour être utilisés, d'autres circuits selon leur nature (torsadé, grande section...) passent par l'une ou toutes les étapes qui vont être décrites par la suite :

Le poste sertissage : en fait cette opération se fait automatiquement sur les machines Komax et YACC, cependant pour des raisons de capacité et de puissance de la machine qui se limitent en fonction de la section des fils, cette opération se fait dans certaines machines dans la zone de pré assemblage par l'intermédiaire de certaines machines dédiées spécialement à cette opération.

La machine Mecal permet de faire le sertissage manuel.



Figure 8:Machine de sertissage manuel

Le poste joint : la jointure des fils se fait par trois techniques différentes,

- Par vibration,
- Par chaleur
- Par soudage.

Les différentes techniques s'exécutent dans des machines bien spécifiques, on distingue :

- ULTRA SONIC : sert à joindre les fils par vibration.
- RAYCHEM : sert à joindre les fils par chaleur et insérer le bouchon (Shrink) à la place de la jonction pour lui donner plus de résistance.



Figure 9:Machine ultra sonic shunk

Le poste twist : sert à twister 2 fils (rarement 3) par des machines différentes, dont chacune a des caractéristiques propres: on distingue la machine TWIST YAZAKI, la machine TWIST SLOVAKIA ou la machine KOMAX.

III-3 Le Montage :

Comme toute ligne de montage ou chaîne de montage, c'est un ensemble de postes de travail spécialisés disposés dans un ordre préétabli correspondant à la succession des opérations d'assemblage des composants du câble.

Le montage se subdivise en six étapes qui sont comme suit :

Insertion : Insérer les fils dans les connecteurs.

Enrubannage : Par les rubans et par les tubes.

Test électrique : C'est comme une voiture virtuelle afin de s'assurer de la continuité électrique et l'étanchéité du câble sur cette machine.

Clip Checker : Cette étape a pour but de détecter si on a un manque d'un clip, si les mesures sont exactes entre les différents clips ...

1er visuel : Enrouler et plier le câble suivant les spécifications du client et le mettre dans la caisse correspondante.

Protection : protéger le câble et les connecteurs

2ème test visuel : Pour finir, le câble passe par cette dernière étape qui permet à l'opérateur de visualiser d'une manière claire la position des connecteurs.

Une ligne de montage se caractérise généralement par l'emploi d'un convoyeur ou d'une chaîne de tableaux mécanisés ou les deux en même temps en fonction du nombre de circuits que contient le câble et en fonction de sa complexité. Les chaînes avec tableaux transportent le produit en cours de montage d'un poste à un autre.

Dans la grande majorité des chaînes de montage actuelles, des robots ont remplacé les ouvriers. Pourtant dans le domaine de câblage la majorité des tâches pour ne pas dire toutes les tâches doivent encore malgré tout être effectuées à la main. La figure ci-dessous montre le processus de réalisation d'un câble depuis l'alimentation des postes d'insertion jusqu'à l'emballage.

Chapitre2 : Cadre général du projet.

Ce chapitre est consacré pour :

- Le cadre général du projet.
- Le cahier de charge.
- La démarche du projet.
- La planification du projet.

I-Introduction :

Pour atteindre les objectifs, il importe de les fixer correctement, pour ce faire, le chapitre présent constitue le cadre général de mon projet au sein de la zone montage câble Engine, projet FORD. Les objectifs visés seront clarifiés sous forme d'un cahier des charges. Ceci se fera d'abord en choisissant la démarche adéquate pour bien cerner le problème, et finalement élaborer le sujet avant d'établir sa planification sous MS Project.

II-Le cadre générale du projet :

Satisfaire les clients est devenu de plus en plus difficile, avec les exigences croissantes des consommateurs et la forte concurrence.

De ce fait Yazaki vise à lancer des projets d'amélioration, dans les différents secteurs afin d'optimiser son système de production et améliorer sa productivité. Et c'est le sujet de mon projet de fin d'études.

Le sujet a été annoncé par Mr. Yassine EL HARRAK superviseur de production <Projet FORD>. Sous thème (Amélioration de la productivité et l'efficacité de la ligne Ford). En se basant sur l'état existant par la détection des problèmes de la chaîne, afin de proposer par la suite des solutions qui peuvent éliminer les sources de gaspillage (muda) en utilisant une bonne gestion des ressources.

III-Cahier de charges :

III-1 Maître d'ouvrage.

YAZAKI MOROCCO KENITRA entreprise de câblage à Kenitra.

III-2 Maître d'œuvre.

Faculté des sciences et technique de Fès, département Mécanique présenté par Laaroussi Abdelilah et sous l'encadrement de :

Mr Y el HARRAK superviseur de la production de projet Ford.

Mr.A El Hakimi professeur à la faculté des sciences et techniques de Fès.

III-3 Contexte pédagogique.

Projet fin d'étude pour l'obtention de diplôme master science et technique délivré par la faculté des sciences et techniques de Fès.

III-4 Limites de projet.

Lieu : la zone montage câble Engine projet FORD.

Durée : 4 mois du 1^{er} février au 31 mai 2016.

III-5 Objectifs du projet.

Cette étude a comme objectif de détecter toutes les anomalies de la zone montage, ainsi que les pannes et les arrêts (no productive time), pour poser un système d'amélioration ou corrective, pour augmenter les chiffres de la productivité.

Les grands axes de l'étude sont :

- Analyser la productivité actuelle en se basant sur l'historique de la productivité du mois janvier 2016.(c'est le mois dont la productivité est faible)
- Faire une étude des arrêts de la chaîne et les différentes pannes.
- Etudier le flux de production.
- Etudier les temps de cycle.
- Proposer un système d'amélioration.
- Faire un suivi du système proposé

IV-Démarche de projet :

Améliorer rapidement de façon continue et importante, les processus en éliminant la variation, et un objet qui a besoin d'une méthodologie simple et bien structurée afin de l'atteindre.

Pour traiter la problématique je vais suivre la démarche DMAIC qui consiste à suivre les étapes suivantes.

DMAIC



Figure 10:Démarche DMAIC

Définir : Le contexte, les objectifs de projet, le cadre

Mesurer : C'est avoir une description chiffrée de l'existant en se basant sur :

- La Productivité actuelle.
- NPT des lignes.
- Les arrêts.
- Le diagramme des temps de cycle.
- La cartographie de flux VSM.
- TRS

Analyser : les données collecté en s'appuyant sur le résultat trouvé après les mesures :

- les causes de l'insuffisance de la productivité par l'outil ishikawa (diagramme des causes).

- Analyse l'impact des arrêts.
- Identifier les postes goulot.
- Etudier le flux en s'appuyant sur la cartographie VSM
- Discuter le taux de rendement synthétique trouvé

Améliorer (Innover) : proposer un système d'amélioration capable d'éliminer le plus possibles des mudas

Controler : étudier l'impact de system d'amélioration sur la productivité

V-Planning de travail :

Pour bien structurer le travail et arriver à répondre au besoin j'ai devisé ma période de stage comme suit :

- Période de visite d'atelier.
- période de formation.
- recherche des données, analyse de la productivité et l'efficience.
- propositions des améliorations et mis en place d'actions.

La tache	Date début	Date fin
Visite d'atelier	1/2/2016	1/2/2016
Formation	2/2/2016	10/2/2016
Recherche des données	11/2/2016	26/2/2016
Analyse des outputs de mois janvier	27/2/2016	1/3/2016
Calcul de la moyenne de la productivité et l'efficience de janvier	2/3/2016	4/3/2016
Analyse de l' NPT de mois janvier	5/3/2016	13/3/2016
Le chronométrage des postes	14/3/2016	20/3/2016
Yamazumi chart	21/3/2016	24/3/2016
Value Stream mapping	28/3/2016	6/4/2016
Calcul TRS	7/4/2016	12/4/2016
Amélioration (plan d'action)	13/4/2016	13/5/2016
Contrôle de plan d'action	16/5/2016	27/5/2016
Rédaction de rapport	20/2/2016	31/5/2016

Tableau : Planning de travail

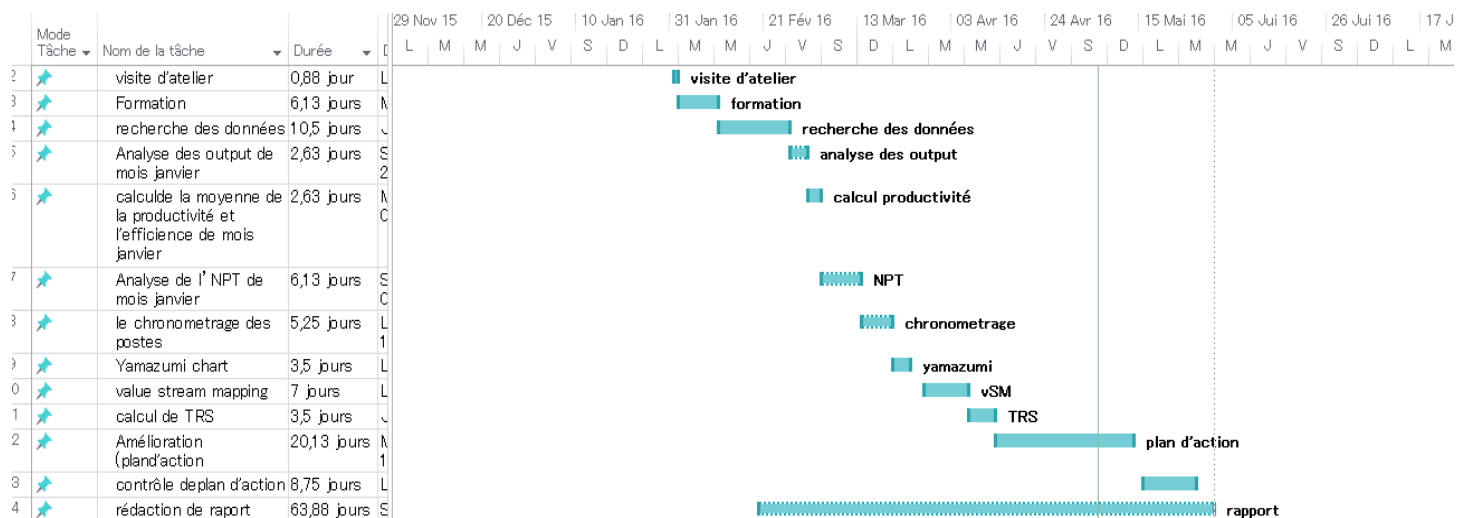


Figure 11:planning de projet sur MS project

Chapitre 3 : Diagnostique et Analyse de l'existant

Ce chapitre va présenter une phase de diagnostic et d'analyse de l'état actuel de secteur câble Engine projet Ford, la zone P3 (montage) en terme de productivité et de l'efficience, autrement dit dans ce chapitre on va collecter les données afin d'effectuer l'analyse global, et identifier les axes d'amélioration.

Dans cette partie on va travailler par les 3 premières phases de DMAIC

Phase 1 : Définir

Phase 2 : Mesurer

Phase 3 : Analyser

Phase 1 : Définir

I-Introduction :

Ce chapitre va nous permettre, de définir la problématique , les objectifs , collecter les données, mesurer en générale la performance du processus afin d'obtenir par la suite des résultats fiables.

II- Problématique

La zone d'assemblage (Montage) FORD n'arrive pas à atteindre son objectif relatif à la productivité. Alors quelles sont les causes de cette insuffisance de la productivité ?et comment peut-on réagir ?

Enoncé.

La productivité et l'efficience a la ligne Ford est un sujet très important au département de production ainsi que d'autres département et services tel que L'ingénierie, logistique, qualité, et amélioration continu les membres de ces services cherchent toujours à trouver des méthodes et des techniques pour améliorer la productivité dans le projet Ford famille Engine et réduire les arrêts des chaines de production.

Description de projet

Le projet Ford se compose de 3 chaines d'assemblage qui produisent tous la même famille de faisceau de câble Engine.

La matière première est divisée en trois catégories : Composants, Tubes et Fils.

Composants : sont des connecteurs récupérés directement du supermarché et alimentés dans les postes des chaînes de montage.

Tubes : sont des accessoires utilisés dans la partie montage (Assembly) de la chaîne et récupérés également du supermarché.

Fils : sont la base de chaque faisceau de câble produit, ils sont récupérés de la phase de coupe muni de leurs accessoires.

Les chaînes de montage sont composées de 9 processus nécessitant 37 opérateurs directs, 2 opérateurs polyvalents et deux opérateurs indirects dont le distributeur des chaînes et le chef de ligne.

Le flux de production est linéaire basé sur le «One Pièce Flow ».

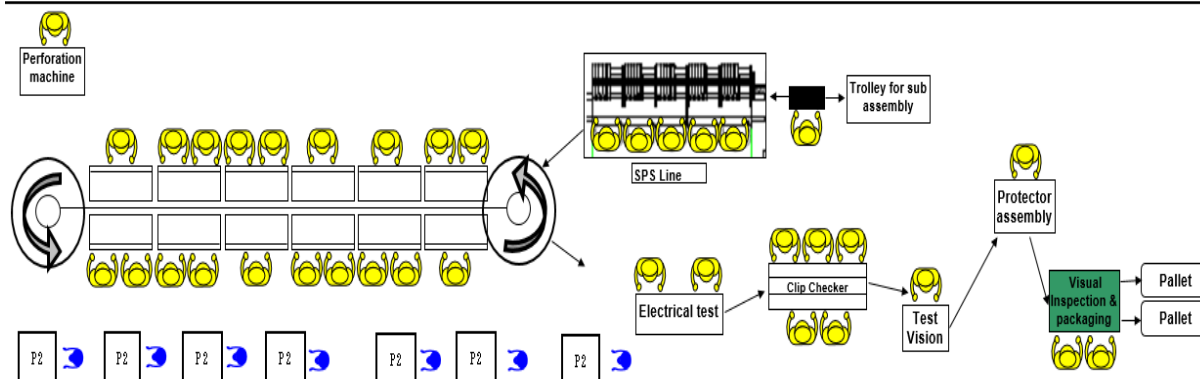


Figure 12:Lay out de la zone P2 et P

Effectifs :

Chef de lignes	Nombre d'opérateur		
	Direct	Indirect	Global
1	40	2	42
2	37	3	40
3	39	2	41
4	40	3	43
5	41	2	43
6	39	2	41
7	39	2	41
8	40	2	42

Tableau 2:effectifs de travail

La charte de projet :

Elément	Description
Area	Zone de montage des 3 chaines de Ford
Le temps	4mois
Investissement	<p>Les solutions proposées doivent être rentables et efficaces ;</p> <p>Les solutions proposées doivent avoir des résultats à court terme et durables ;</p> <p>L'investissement demandé pour mettre en place la solution doit être réduit le maximum possible.</p>
Equipe de travail	Comporte des personnes de différents services

Tableau 3:la charte de projet

II-1 Définition du besoin :

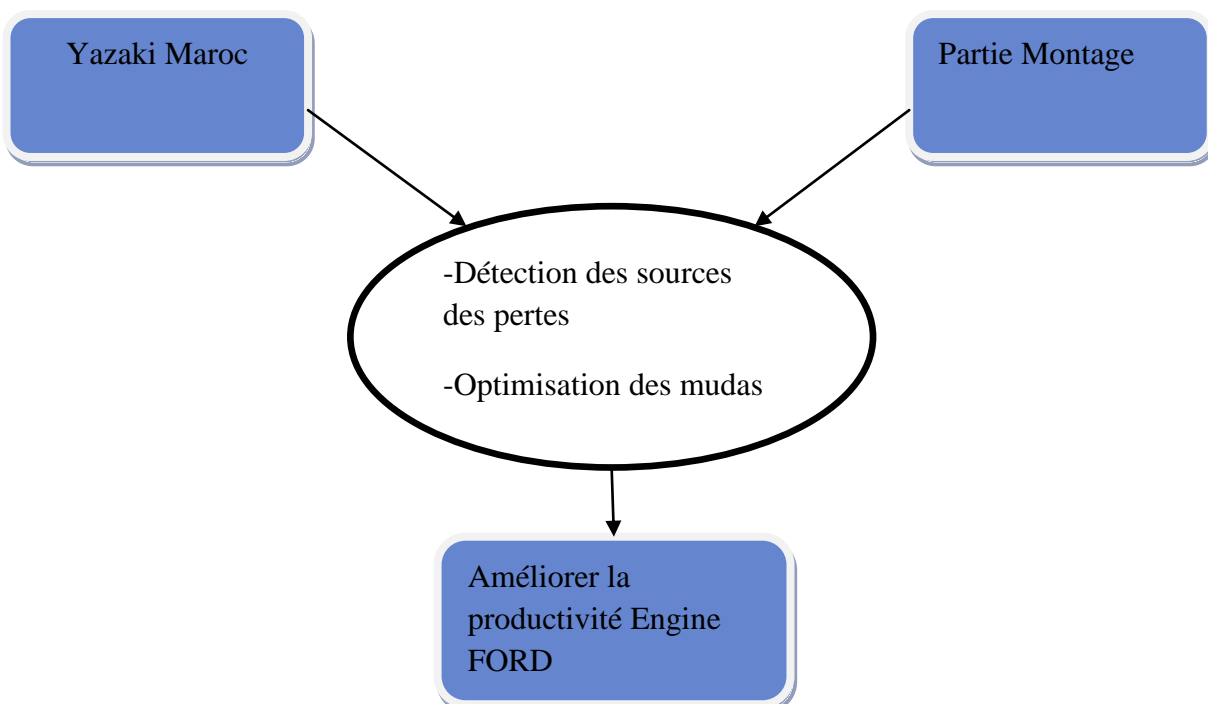


Figure 13 : diagramme bête a corne de projet

II-2 Définition de problème.

Dans cette partie on va délimiter le problème dans le temps et dans l'espace grâce au 3Q+OPC

Qui est concerné ?

De Quoi s'agit-il ?

Quand cela arrive-t-il ?

Où cela se passe t il ?

Pourquoi le problème faut il résoudre ?

Comment le problème doit être résolu ?

QUI ?	Les départements de production, ingénierie, service amélioration continu.
QUOI ?	Insuffisances de la productivité et l'efficience
QUAND ?	Lors de suivie de l'output et analyse de la productivité.
OU ?	La Zone montage a la ligne Engine Ford.
Pourquoi ?	-Atteindre la productivité désirée -satisfaire les clients.
COMMENTS ?	-Identification des sources de gaspillage a la zone montage Ford. -Améliorer la productivité et l'efficience en travaillant sur les indicateurs TRS et (taux de rendement synthétique). -améliorer la performance de l'équipement. En se focalisant sur les <<down time>>.

Tableau 4:définition du projet par 3Q+OPC

II-3 La carte de processus.

Pour réaliser cette carte on va se servir de la méthode SIPOC.

Un diagramme SIPOC est un outil de visualisation pour identifier tous les éléments pertinents associés à un processus P : son périmètre (frontières, début et fin), les sorties (O) les entrées (I), les fournisseurs (S) et les clients (C). Il est recommandé d'employer le SIPOC dans la phase initiale d'un projet d'amélioration d'un processus. Il fournit plus d'information qu'une cartographie («mapping») qui se concentre sur la description sommaire des étapes. Il oblige à définir qui sont les fournisseurs et es clients.

Les étapes pour créer un diagramme SIPOC :

1. commencer par identifier le processus P et lui donner un nom descriptif;
2. identifier les étapes principales (haut niveau) qui le définit (cartographie
3. identifier les sorties O du processus;
4. identifier les clients C qui reçoivent les sorties du processus;
5. identifier les entrées I qui sont requises par le processus;
6. identifier les fournisseurs S requises par les entrées du processus;
7. valider toutes les informations précédentes par les intervenants impliquées dans le processus.

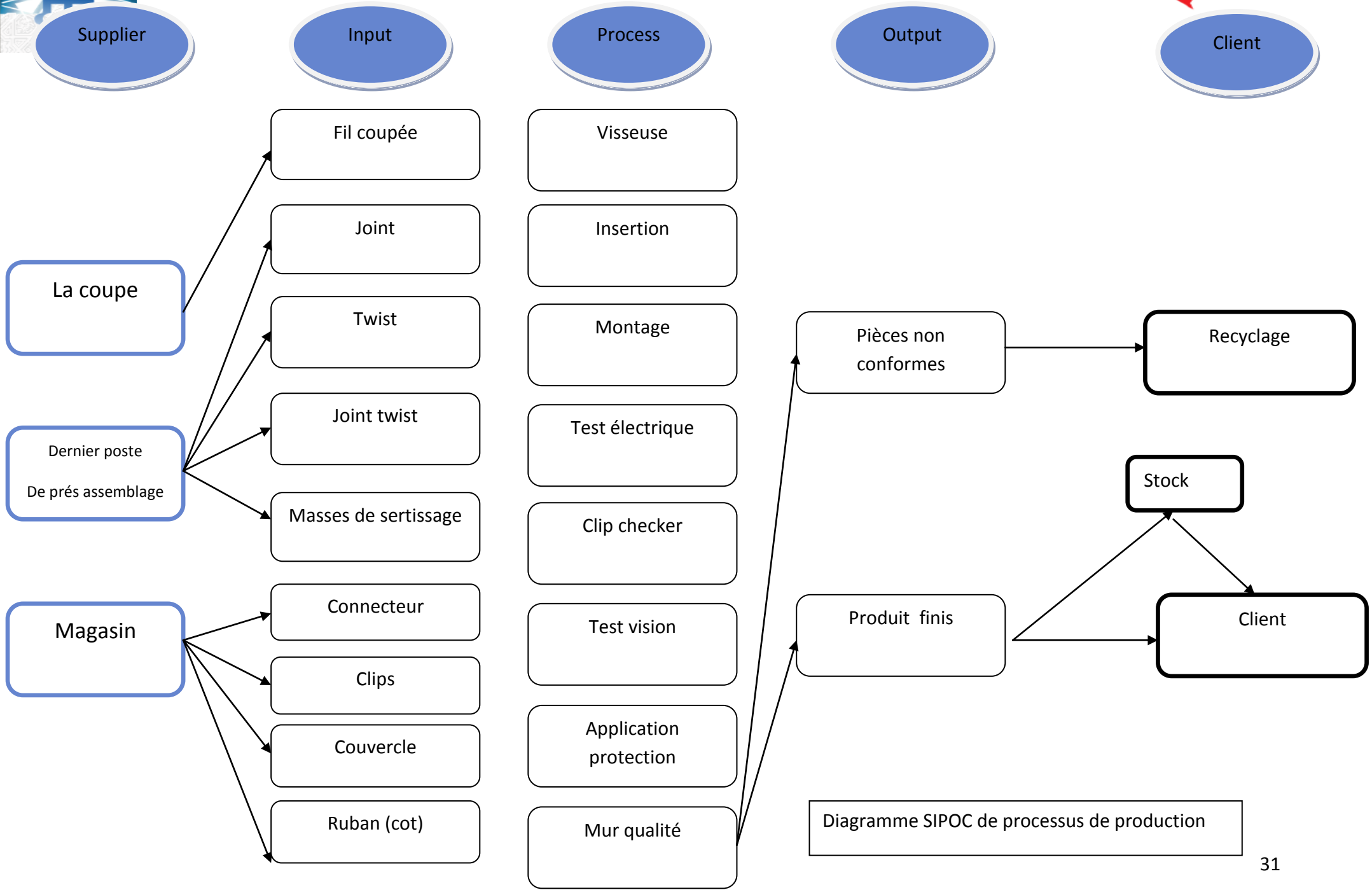


Diagramme SIPOC de processus de production

Phase 2-Mesure et Analyse :

I- Analyse de processus actuel

Il faut lister tout ce qui se fait actuellement et essayer d'en mesurer l'impact. On pourra donc décrire la situation actuelle préciser les insatisfactions, les mesures les objectifs les limites de problème afin d'en situer ainsi de vérifier la pertinence de la formulation de problème.

Dans cette partie on va se focaliser sur les résultats de production durant le mois de janvier.

L'objectif c'est qu'à la fin de cette phase nous allons avoir une situation chiffrée de la production à la famille Ford et analyser ces chiffres afin d'arriver à identifier les origines des pertes et éliminer les mudas

Les mesures sur lesquelles on va réagir par la suite sont :

- La productivité journalière (FOLLOW UP)
- NPT, DOWN Time par l'outil Pareto.
- YAMAZUMI (Diagramme des temps de cycle).
- VSM actuelle.
- TRS (taux de rendement synthétique).

Avant de discuter les sources de gaspillage, on va définir d'abord les types de gaspillages afin de les projeter sur notre étude.

I-1 Définitions des mudas :

Un muda est une activité improductive qui n'apporte pas de valeur aux yeux de client. Mais tout le monde accepte et pratique cette activité, sans la remettre en question.

Les 7 Gaspillages :

1- La Surproduction

- Produire plus que le besoin du client.
- Produire avant la commande.
- Réaliser une tâche qui ne répond à aucune demande ni exigence du client.

Le pire des gaspillages car source d'autres gaspillages Provoque le ralentissement, voire l'arrêt du flux.

2- Le Sur stockage ou Stocks Inutiles

- Tout ce qui n'est pas indispensable à la réalisation de la tâche, au bon moment.
- Causé par la surproduction, mais aussi une mauvaise planification.
- Causé par des temps d'attente non maîtrisés.
- Capital immobilisé (WIP).

3-Les Déplacements Inutiles

- Déplacement de matériaux, de pièces, de produits, de documents ou d'informations qui n'apporte pas de valeur pour le client.
- Consommateur de ressources et de temps.

4-Les Traitements Inutiles ou Surprocessing

- Tâches, étapes réalisées pour rien
- Processus trop complexe par rapport au prix de vente.
- Trop de qualité, trop de matières, trop d'informations... .
- Manque d'instructions ou de spécifications claires et standardisées.

5-Les Mouvements Inutiles

Déplacement de personnes physiques, inutile et qui n'apporte pas de valeur au client.

Causé par une mauvaise ergonomie du poste de travail.

Mauvais rangement, désordre, désorganisation.

Matériel ou informations mal répertoriés.

6-Les Erreurs, les Défauts et les Rebut

- Défauts qui nécessitent une retouche, un contrôle supplémentaire, une mise au rebut, une insatisfaction du client... .
- Retour client.
- Perte de temps, d'argent et risque de ne pas pouvoir fournir le client.
- Perte de crédibilité.

7-Le Temps d'Attente

- Produits ou personnes qui doivent attendre entre 2 tâches ou étapes.
- Opérateur inactif pendant que la machine fonctionne ou pendant une interruption.
- Cadence machine ralentie.

-Temps de changement de série trop long.

-Étapes mal synchronisées.

II- La Productivité :

II-1 Définition :

La productivité est le rapport entre une production de bien ou le service et les moyens qui ont été nécessaires pour sa réalisation (humaines énergie machines, matières premiers, capital.....).Elle mesure l'efficacité avec laquelle une économie ou une entreprise utilise les ressources dont elle dispose pour fabriquer des biens ou offrir des services.

La productivité de travail est le rapport entre la quantité ou la valeur ajoutée de la production et le nombre d'heures nécessaire pour la réaliser. Elle dépend de la capacité de personnel à produire une quantité dite standard, de biens ou de services selon les normes et les règles prédéfinis.

Dans notre cas c'est le rapport entre la quantité de câbles bons produits et le nombre d'heures de travail.

Elle se calcule d'une manière journalière par le responsable de chaque ligne de production selon cette formule :

$$Productivité = \frac{\text{Nombre de câbles produits} * MH}{\text{Nombre d'opérateurs} * 7.66} = \frac{\sum \text{Heures produites}}{\sum \text{heures payés}}$$

Avec MH (main hour) est une unité statistique équivalent a la durée nécessaire pour produire un câble.

Exemple de calcule :

Le rapport de production d'une équipe est le suivant :

Part number	Nombre de câbles produits	MH(heure)	Effectif
JCC	31	1.64	39
JJC	81	1.72	
KJC	1	1.67	
ASC	20	1.42	
BXB	60	1.5	
JKC	1	1.66	

Tableau 5 : Rapport de production d'une équipe de production

productivité

$$= \frac{(31 * 1.64) + (81 * 1.72) + (1 * 1.67) + (20 * 1.42) + (60 * 1.5) + (1 * 1.66)}{7.66 * 39}$$

=104%

Remarque : avant l'installation du projet le département ingénierie définit l'effectif capable de réaliser 105% de la productivité

Etude de la productivité actuelle :

Afin d'améliorer la productivité au projet Ford, on doit tout d'abord commencer par l'état actuelle de la production, pour avoir des chiffres décrivant l'état actuelle de la production.

Donc j'ai choisi de travailler sur l'output du mois janvier en se basant sur l'historique de département de production.

Productivité du mois de Janvier : (voir annexe 1)

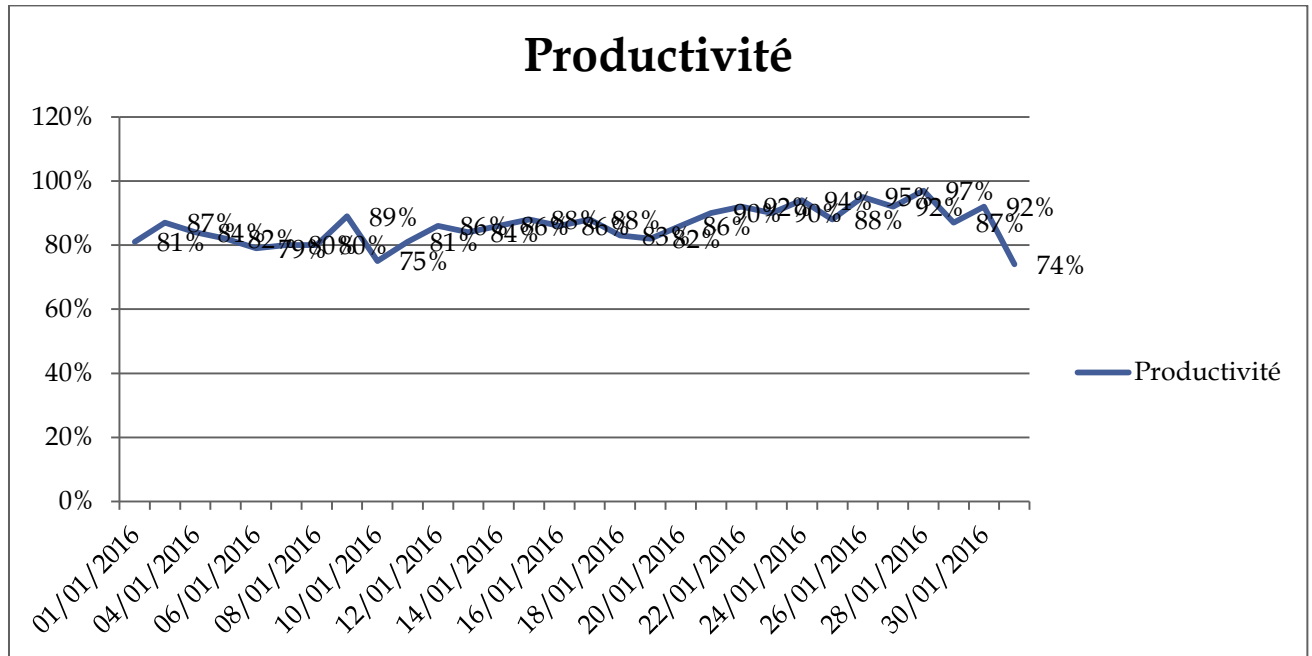


Figure 14:la productivité du mois janvier

La moyenne de la productivité du mois janvier :

Productivité moyenne=84.37%.

Nous allons par la suite se baser sur ce chiffre pour atteindre les objectifs tracés.

V- Efficience :

L’efficience est la capacité d’un individu, d’un ensemble d’individus, d’une machine ou d’une technique a obtenir le maximum de résultat avec le minimum des moyens , de couts, d’efforts ou d’énergie ,c’est l’aptitude a réaliser de manière rationnelle de bonnes performances pour une activité ou un travail donné a optimiser les moyens disponibles ou alloués pour atteindre un résultat.

$$Efficience = \frac{\text{Nombre de cables produits} * \text{MH}}{\text{Nombre d’opérateurs} * (7.66 - \text{downtime})} = \frac{\sum \text{heures produites}}{\sum \text{heures directes}}$$

Dow time=Les arrêts, les pannes, changement d’équipement, changement de références.

(voir annexe1)

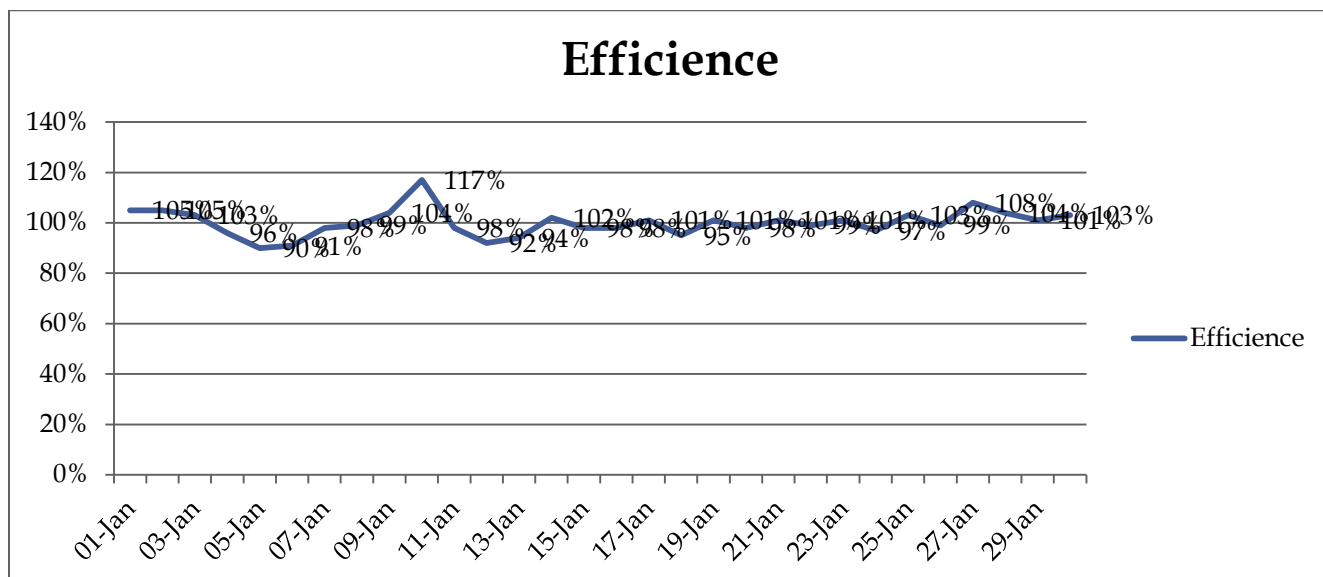


Figure 15: L'efficience du mois janvier

Efficience moyenne = 100.03%

III-Analyse des causes :

Un taux de productivité autour du 84% ne répond pas aux objectifs du service de production. Donc, pour améliorer cet indicateur on doit détecter les causes principales de ce problème. Pour cela on a effectué un brainstorming avec des personnes qui possèdent une bonne expérience dans le domaine au sein de l'usine à savoir : Un ingénieur production, un ingénieur méthode, un chef de ligne, un chef de secteur et un responsable qualité, et on a pu générer l'ensemble des causes pouvant affecter la productivité et l'efficience du secteur. Ce qui nous a permis de construire un diagramme « ISHIKAWA » en liant les causes relevées aux 5M : Matière, Main d'œuvre, Moyen, Méthode et Milieu de travail.

Diagramme d'Ishikawa

Le diagramme d'Ishikawa est un outil développé par Kaoru Ishikawa utilisé dans la gestion de la qualité qui représente de façon graphique les causes aboutissant à un effet. Il peut être utilisé comme outil de visualisation synthétique et de communication des causes identifiées sous cinq aspects différents, résumés par le sigle et moyen mnémotechnique 5M :

- 1. Matière** : les matières et matériaux utilisés et entrant en jeu, et plus généralement les entrées du processus.
- 2. Matériel** : l'équipement, les machines, le matériel informatique, les logiciels et les technologies.
- 3. Méthode** : le mode opératoire, la logique du processus et la recherche et développement.

- 4. **Main-d'œuvre** : les interventions humaines.
- 5. **Milieu** : l'environnement, le positionnement, le contexte.

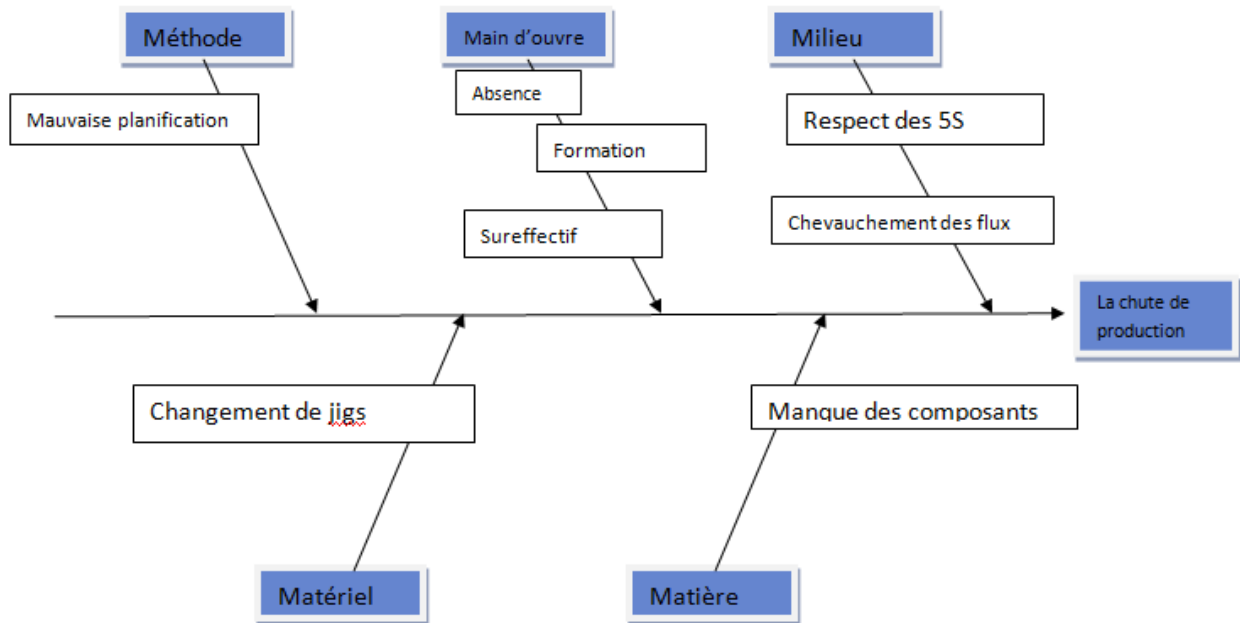


Figure 16:diagramme causes effets de la production

Les causes impactant la productivité et l'efficacité sont : sureffectif, manque de stock P2, attentes matières premières, ergonomie des postes des travaux, l'absence, les arrêts...

III-1 Sureffectif :

L'effectif de chaque zone est affecté de façon à ce qu'il arrive à assurer la commande client. Or, pour la zone du câble Engine le besoin du client est en moyenne 1440 câbles par jour et l'effectif affecté à la zone est 315 opérateurs.

On va comparer les heures produites avec les heures directes. En effet, les heures produites sont calculées par la somme des quantités des câbles produites par jour pondéré par le **Man Hour** de chaque câble, et les heures directes sont le nombre des opérateurs multiplié par le temps d'ouverture qui est de 7,66 heures/ jour moins le temps des arrêts.

La figure ci-dessous présente une comparaison entre les heures produites et les heures payes au mois du janvier 2016

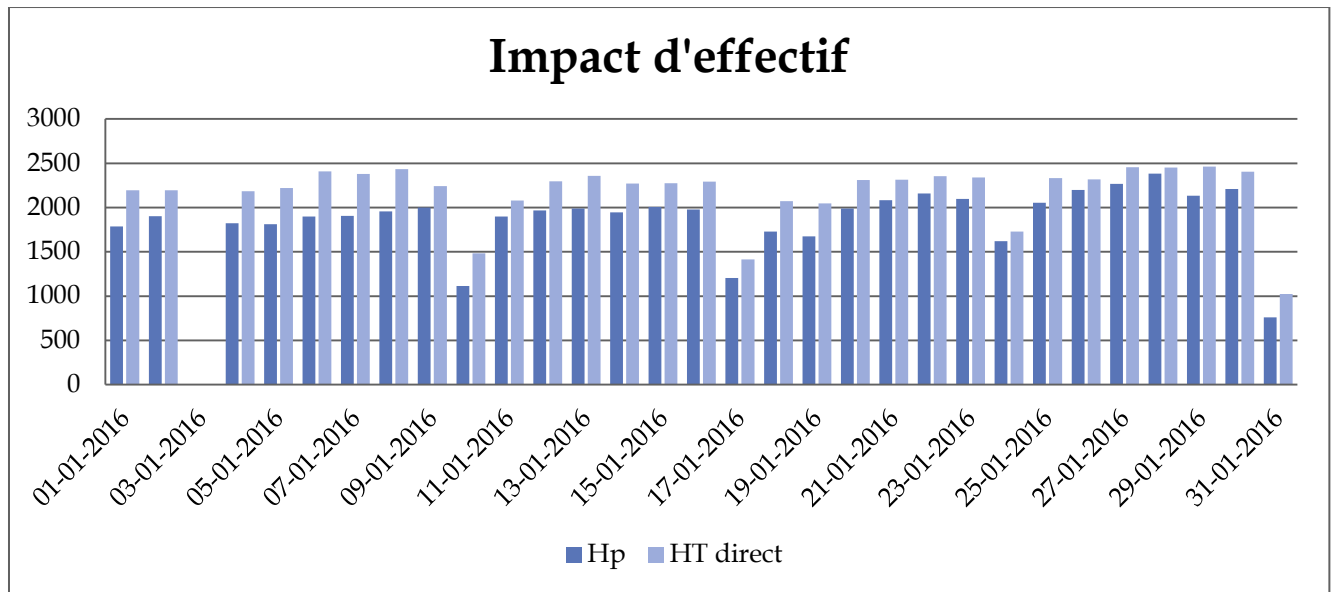


Figure 17: Les heures produites, et les heures payés

On remarque que le maximum des HT direct est 2463.6, et le maximum des heures produites est 2384.45 donc le sureffectif est une cause principale de l'insuffisance de la productivité.

Impact de sureffectif

Pour avoir un taux de productivité égale à 100% on doit avoir les heures produites égale aux heures directes.

On calcule l'effectif nécessaire pour répondre au besoin journalier de client

$$x = \frac{1440 * 1.56 (\text{main hour moyenne de réalisation de cable})}{7.66}$$

$$= 294$$

Donc la production de 1440 câbles nécessite 294 opérateurs équivalents à 2247 heures directes, et pour le mois de janvier on avait un moyen de 315 opérateurs équivalents à 2412

Donc l'impact de sureffectif sur le taux de production $\frac{315 - 294}{315} = 6.66\%$

III-2 Muda des arrêts :

Projet	Famille	Origine de panne	Main hour (heure)
Ford	Engine	Maintenance	1484
		RH	1262
		Assemblage	944
		Prés assemblage	664
		Qualité	474
		Ingénieries	474
		Logistique	192
		Programmation	188
		Stock	25
		Inspection	5
			Somme

Tableau 6: les origines des pannes du projet FORD

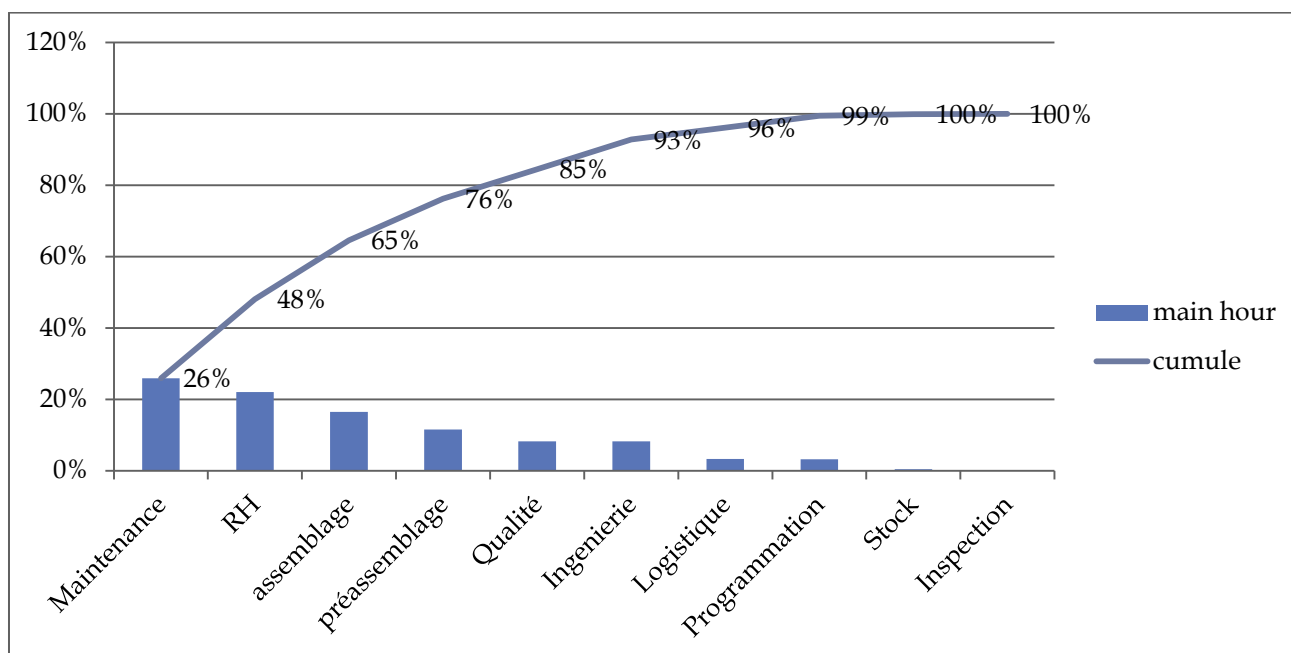


Figure 18: Diagramme Pareto des origines des arrêts

L'impact des arrêts

D'après l'historique des arrêts du mois de janvier, la moyenne du taux des arrêts constitue 8,68% de la productivité totale.

Donc les arrêts ont un impact important sur le taux de productivité.

Les arrêts peuvent être dus aux problèmes de maintenance, d'ingénierie, qualité, RH (absence, retard de transport..), stock P2, manque de matière.

Pour agir sur la productivité on doit classifier les arrêts en se basant sur le diagramme pareto déjà fait dans la partie mesurer

Résultat :

D'après le diagramme de pareto, on remarque que les temps d'arrêts dus à la maintenance, RH, Assemblage, prés assemblage, qualité présentent 84% des arrêts et les problèmes dus au logistique, programmation, magasin, inspection ne présentent que 16%.

Commentaire :

Les défauts de maintenance et Qualité sont les plus critiques vus l'importance de ces 2 départements et vus la nature des arrêts qui peuvent arrêter la chaîne de production ou refuser le câble.

Alors j'ai fait un classement par diagramme de pareto pour les arrêts de maintenance et les défauts Qualités afin de poser des solutions par la suite.

Les Arrêts maintenance

Origine de problème	Problème	Fréquence
Maintenance	Panne test électrique	60
	Panne clip checker	20
	Panne visseuse	17
	Afficheur Q.L	9
	Panne test vision	7
	Panne chaîne	6

Tableau 7:les fréquences des pannes de maintenance

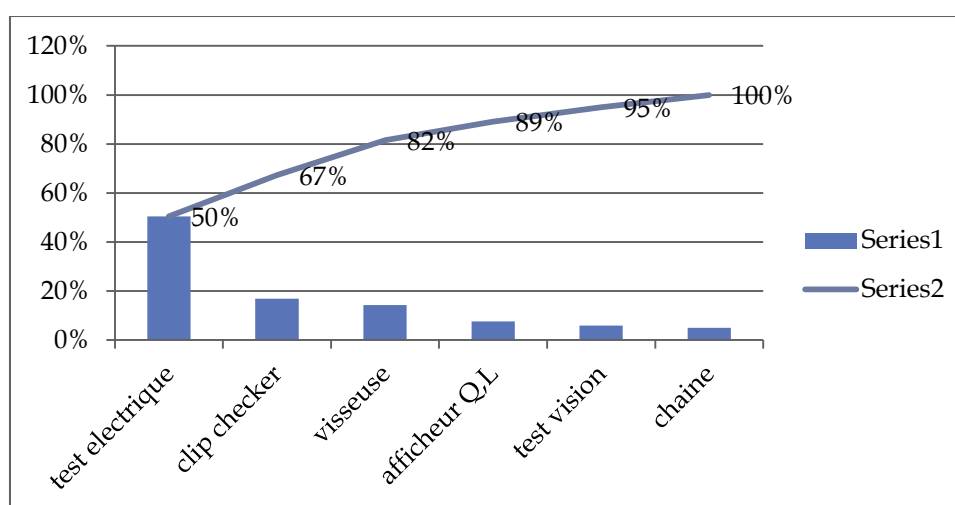


Figure 19:Diagramme Pareto des arrêts maintenance

Analyse des arrêts de maintenance

D'après l'historique des arrêts et le diagramme ABC on remarque que les pannes de teste électrique clip checker, visseuse présentent 82% de l'ensemble des arrêts de maintenance, donc on va traiter ces 3 arrêts, afin de diminuer les temps de pertes

Les défauts Qualités :

Code	Défaut	fréquence	pourcentage	Cumul
AW40	circuit croisé	416	65%	65%
AG2	Connecteur endommagé	77	12%	77%
AW26	Circuit manquant	54	8%	86%
AZ11	mesure incorrecte	31	5%	91%
AB36	terminal détaché	18	3%	93%
AA2	fil endommagé	15	2%	96%
AD2	Bouchon endommagé	10	2%	97%
AB2	terminal endommagé	6	1%	98%
AA1	fil coupé	9	1%	100%
AB5	terminal déformé	2	0%	100%
		638		

Tableau 8: Les défauts Qualité

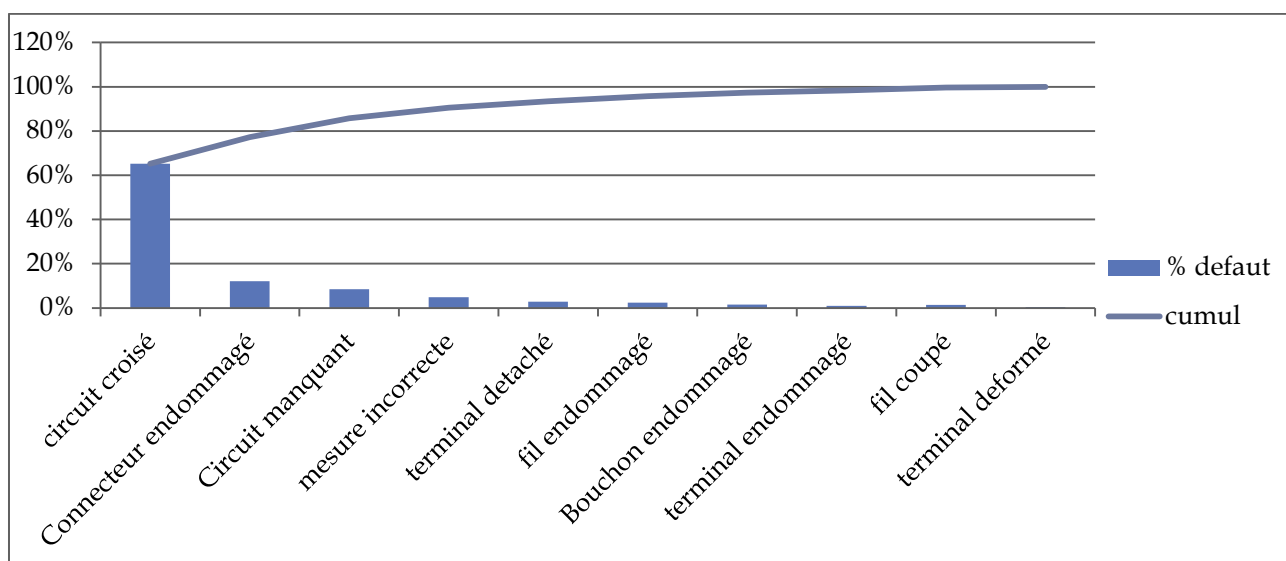


Figure 20: Diagramme Pareto des défauts qualité

Résultat :

D'après le diagramme ABC il ya 3 défauts présentent plus de 85% de l'ensemble des défauts qualité et sont les défauts sur laquelle on va réagir par la suite.

IV-Diagramme des temps de cycles :(YAMAZUMI Chart)

Définition :

C'est un graphique à barres empilées qui montre la répartition des temps de travail entre un certain nombre d'opérateurs dans une chaîne de production (montage , prés assemblage, coupe).

Yamazumi est un mot japonais qui signifie <Empiler>.

Choix de famille de produits.

Avant de commencer la construction du diagramme des temps de cycles, il est nécessaire de choisir quel sera l'objectif de l'étude, le choix se porte habituellement sur le produit qui représente les plus grosses ventes. Il s'agit d'un groupe de produits qui subissent des traitements semblables, c'est-à-dire qui passent sur des équipements similaires.

Le projet FORD comporte 84 références de faisceau des câbles à produire. Donc face a cette diversité de références, on doit choisir une famille qui soit représentative de toutes les références.

Temps cycle : le temps nécessaire a effectuer la tâche.

YAZAKI utilise Yamazumi afin de visualiser les tâches de chaîne de travail et faciliter l'équilibrage des postes, pour arriver par la suite a isolé et éliminer la non-valeur sur les postes.

Démarche :

On utilise la méthode de chronométrage pour chaque poste, pour identifier les durées des opérations effectuées par un opérateur, sur chaque poste afin de définir son temps de cycle et le comparer avec le Takt time*.

VI-1 Takt time :

C'est le temps nécessaire pour produire un bien dans le but de satisfaire la demande de client

Il se calcule par la formule suivante :

$$Takt\ time = \frac{\text{Le temps de production}}{\text{Demande de client}}$$

Tous les temps de cycle de différents processus de production doivent être inférieurs ou égales au takt time, afin de répondre au besoin du client.

Dans notre cas le temps de production c'est $480-20=460$ min et l'objectif de production par shift c'est 180 câbles.

$$Takt\ time = 460/180 = 2.55\text{min}$$

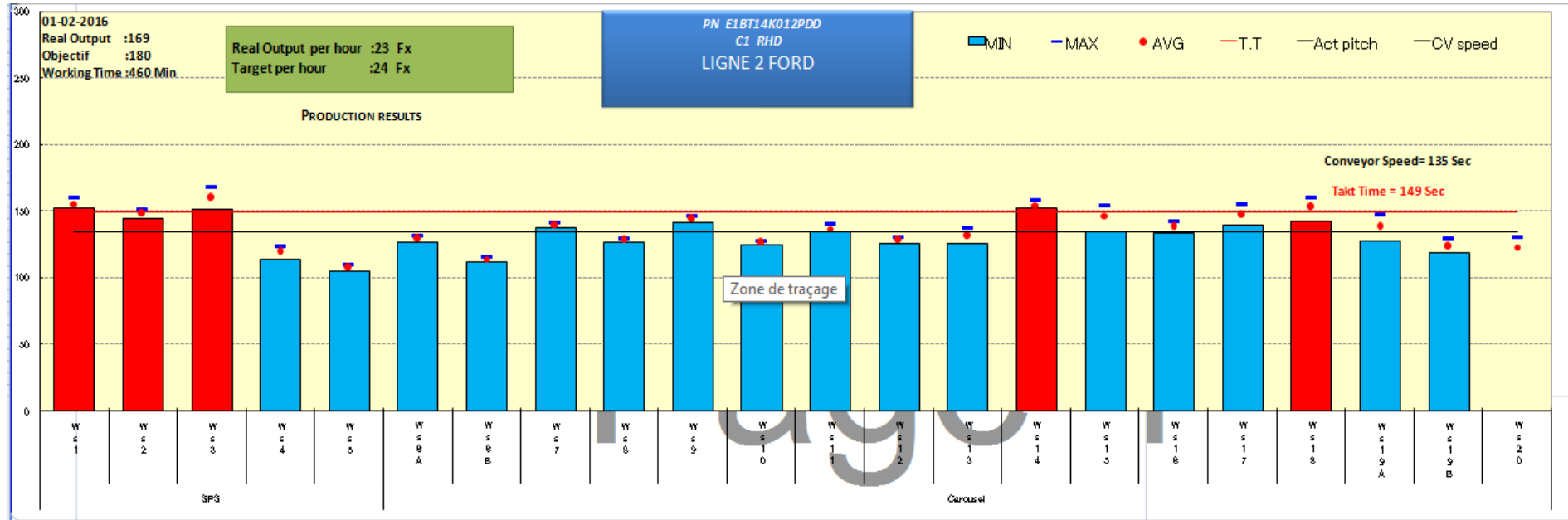


Figure 21:diagramme des temps de cycle des parties SPS et enrubannage

SPS					Carousel																
Ws1	Ws2	Ws3	Ws4	Ws5	Ws6A	Ws6B	Ws7	Ws8	Ws9	Ws10	Ws11	Ws12	Ws13	Ws14	Ws15	Ws16	Ws17	Ws18	Ws19A	Ws19B	Ws20
154	151	152	114	107	132	112	141	130	144	128	136	131	128	154	151	139	150	143	147	119	114
157	148	160	119	110	127	116	139	129	146	125	140	126	138	158	154	134	155	160	128	121	120
153	150	162	122	105	129	114	138	127	142	127	135	128	20+1	153	149	140	145	156	145	125	125
155	148	168	124	108									134	155	135	142	140	155	136	130	131
160	145	159	120	110									126	153	144	138	146	152	135	123	125

Tableau 9: les cycles time des postes SPS et Enrubannage

V-Analyse des postes :

Afin d'analyser les pertes de temps dans les postes WS1, WS3 on va utiliser la technique d'observation qui serve à décrire le poste de travail pour éliminer ses mudas.

V-1 Observation du poste de travail :

L'observation du poste de travail est l'observation d'un travailleur dans son environnement de travail. Elle consiste à identifier les différentes actions –cycliques et non cycliques - du travailleur afin de compléter sa tâche. L'observation donne une vision claire et globale sur l'environnement du travailleur, l'ergonomie du poste, la Disponibilité des ressources et des outils, afin d'étudier les opportunités d'amélioration et de dégager les mauvaises pratiques qui peuvent influencer négativement la performance et la qualité du travail.

L'observation du poste de travail permet aussi de :

- S'inscrire dans le monde réel du travail, de façon à pouvoir analyser les écarts entre le cadre théorique prédéfini et le cadre réel concret.
- Assurer la transmission de l'information.
- Motiver le personnel. Cette mission, comme n'importe quel projet, doit être planifiée et préparée et doit passer des étapes suivantes :
 - Cadrer le milieu à observer : préparer une description du poste, les opérations requises (selon le mode opératoire), l'environnement du travailleur (les outils nécessaires, le code vestimentaire)
 - Collecter les documents nécessaires pour la mission : mode opératoire, état de référence du poste.
 - Préparer une Check-list : elle doit comprendre les axes générales de la mission, les points clés à observer et les différentes remarques à relever au cours de la mission
 - Déclencher de la mission : se déplacer vers le terrain, faire le premier contact avec le travailleur et noter les premières impressions et l'état initial du poste.
 - Recueillir et organiser les différentes remarques : les différents aperçus doivent être notés dans un tableau préparé : ils doivent être classés selon la conformité avec le mode opératoire et selon la valeur ajoutée qu'ils donnent à la qualité et l'efficacité du travail.
 - Préparer un rapport de mission : les différentes informations collectées doivent faire partie du rapport qui sera communiqué aux parties prenantes (dans certains cas, il est nécessaire que le rapport soit approuvé par le travailleur et son supérieur).

V-2 Analyse des pertes des postes goulots :

Identification du processus des postes SPS :

Après avoir identifié les postes goulots en utilisant le diagramme yamazumi, on a focalisé notre intention sur la zone SPS dans un premier temps, alors qu'une première visite a été faite, afin de les identifier les différentes opérations des ces postes, ils sont comme suit :

-Insertion du fil dans les connecteurs.

-insertion du passe fil.

-différents mouvements de l'opérateur.

-tirer les fils.

-séparer les fils.

-fixer les fils dans les trajets.

-Insertion des tubes.

-Insertion du support trajet.

-Insertion du connecteur trajets.

-séparer les joints et les joints twist.

-réclamations fréquents.

Lesquelles des actions n'ajoutent pas de valeur au processus de production ?

Après l'observation du poste de travail, la modélisation des tâches du poste à l'aide d'un logigramme va nous aider à déterminer les actions à non-valeur ajoutée, afin de pouvoir, par la suite réduire leur fréquence ou bien les éliminer définitivement. Dans ce logigramme, on a présenté une action cyclique que l'opérateur effectue d'une manière répétitive pour accomplir sa tâche

Classification des taches :

Au cours de plusieurs observations des postes de SPS, on a défini les différentes taches cycliques de chaque poste, on les a classé par la suite en 3 catégories.

- Action principales : ce sont les actions mentionnées dans le mode opératoire de chaque poste
- Opérations à non valeur ajoutée obligatoires : ce sont les opérations qui lient les actions principales entre eux.
- Action à non valeur ajoutée : ce sont les actions que le travailleur exerce qui ne porte aucune valeur ajoutée à son produit.

Action principales	<p>Insertion du fil simple dans le connecteur.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Insertion de l'autre extrémité du fil simple dans le connecteur. - Insertion du clip dans le connecteur 55 - Insertion du passe-fils - Enrubanner les fils simples
Opération à non valeur ajouté obligatoire	<ul style="list-style-type: none"> -Tirer le fil -insertion du connecteur sur le trajet -insertion du support trajet
Actions à non valeur ajoutée	<ul style="list-style-type: none"> -séparer les joints et les joints twist -les mouvements. -Réclamations fréquentes

Tableau 10:classification des actions des postes Insertion

Calcul de LBE : (Line balancing efficiency)

$$LBE = \frac{\sum CT}{\text{Efficience} * TT * PT}$$

$$LBE \text{ (avant équilibrage des postes de SPS)} = \frac{1739.5}{149 * 13 * 1} = 89.8\%$$

V-3 Identification du processus des postes w14 et W18 du montage :

Après avoir analysé les postes goulots dans la partie SPS, on va passer à identifier les actions sans valeur ajouté dans les 2 postes goulots d'enrubannage. Mais premièrement on doit citer les différentes opérations en générale de ces 2 postes, afin de les classer selon la valeur donnés de chaque action.

+Les actions du poste W14 (en globale) :

-fixer le tube oblique.

-Taping spirale.

-Taping spirale (set-cut).

-take out penalty no cross Taping.

-placer la bande pour fixer le tube.

-Taping chevauchement.

-Taping non visible fils

Après avoir tirée les opérations de poste W14, on a fait le chronométrage des opérations afin de faire le balancing avec les autres postes.

Actions	Temps	Importance
Fixer le tube oblique	0.2033	Principale
Fixer le tube oblique	0.2121	Principale
Taping spirale	0.023	Principale
Taping spirale	0.0368	Principale
Taping spirale	0.046	Principale
Taping spirale	0.0506	Principale
Taping spirale	0.0874	Principale
Taping spirale (set-cut)	0.3185	Principale
Take out penalty-no cross tapping	0.0517	Principale
Take out penalty-no cross tapping	0.0517	Principale
Tapping spirale	0.0195	Principale
Taping spirale	0.0195	Principale
Taping spirale	0.0574	Principale
Tapping spirale	0.0625	Principale
Tapping spirale	0.1173	Principale
Tapping spirale (set-cut)	0.1273	Principale
Take out penalty-no cross tapping	0.0517	Principale
Take out penalty-no cross tapping	0.0517	Principale
Placer la bande pour fixer le tube	0.1837	A non valeur ajouté obligatoire
Taping chevauchement	0.1584	A non valeur ajouté obligatoire
Placer la bande pour fixer le tube	0.1837	A non valeur ajouté obligatoire
Placer la bande pour fixer le tube	0.1837	A non valeur ajouté obligatoire

Tableau 11:routine report de poste WS14

Analyse des actions de poste W18

Action	Temps	Classification
Fixer le cot oblique	0.1622	Principale
Fixer le cot oblique	0.1529	Principale
Fixer le cot oblique	0.167	Principale
Fixer le cot oblique	0.1443	Principale
Tapping chevauchement	0.0294	A non valeur ajouté obligatoire
Tapping spirale (set-cut)	0.1273	Principale
Tapping spirale (set-cut)	0.1273	Principale
Spirale tapping	0.0496	Principale
Placer le bande pour fixer le tube	0.1837	A non valeur ajouté obligatoire
Placer le bande pour fixer le tube	0.1749	A non valeur ajouté obligatoire
Fixer le cot oblique	0.1718	Principale
Fixer le cot oblique	0.1455	Principale
Placer le bande pour fixer le tube	0.1837	A non valeur ajouté obligatoire
Placer le bande pour fixer le tube	0.1837	A non valeur ajouté obligatoire
Tapping fil non visible 3 branches	0.1793	Principale
Tapping chevauchement	0.1584	A non valeur ajoutée obligatoire
Placer le bande pour fixer le tube	0.1749	Anon valeur ajouté obligatoire
Tapping spirale	0.0195	Principale

Tableau 12:routine report de poste ws18

$$\text{LBE (enrubannage)} = \frac{1256.5}{149 \times 9 \times 1} = 93.6\%$$

VI-VSM actuel :

VI-1 VSM c'est quoi ?

Cartographier l'état actuelle = prendre une photo du moment présent.

C'est une méthode qui permet de cartographier visuellement le flux de matériaux et de l'information allant de la matière première jusqu'au produit finis, il inclut toute les activités qui créent de la valeur depuis la matière première jusqu'au consommateur finale.

VI-2 Les étapes de réalisation de la VSM :

-Définir la famille de produit et leur ordre de production depuis la réception de la matière première jusqu'a l'expédition.

-Dessiner l'état actuel et faire ramasser de l'information sur un processus de façon rapide

Et visuelle afin d'aider a cibler les problèmes.

-Analyser l'état actuel représenté sur la cartographie et faire d'amélioration ainsi détecter les flux sans valeur ajoutée et les flux avec une valeur ajoutée.

-représenter l'état futur avec tous les types de modification et suppression des flux sans valeur ajoutée.

Famille de produits

A part si vous travaillez dans une usine qui fabrique un mono produit, ce qui se fait de plus en plus rare, vous devrez vous focaliser sur une famille de produit significative de votre production.

Une famille de produit est un regroupement de produits dont le processus de fabrication et les équipements utilisés sont similaires.

Cartographie de l'état actuel

La cartographie de la chaîne de valeur est un outil utilisant papiers et crayons pour aider à voir et à comprendre le flux de matières et d'informations lorsqu'un produit ou un service parcourt la chaîne de valeur.

Cette cartographie ne prend pas seulement en considération les activités reliées à la transformation d'un produit, mais également les systèmes de gestion et d'information qui supportent les processus de base. Cela s'avère particulièrement important lorsqu'on vise à réduire le temps de cycle puisqu'on obtient des indications sur le flux des informations, en plus du flux des produits.

Elle utilise 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 et la compréhension de l'ensemble des flux d'informations et flux physiques.

Donc pour réaliser la Cartographie de l'Existant il est nécessaire de :

- Choisir un flux de valeur.
- Constituer une équipe multidisciplinaire.
- Former l'équipe aux principes de base du Lean et à la réalisation de la Cartographie.

- Aller tous ensemble sur le terrain et faire l'analyse du flux de valeur en partant de la fin du processus et en remontant le flux de valeur.
- Collecter à chaque étape un certain nombre d'informations (ex : Stocks, nombre d'Opérateurs, temps travaillé, etc....).
- Utiliser les icônes standards du LEI (Lean Enterprise Institute) pour tracer la cartographie du flux de valeur.

Exemple de données à recueillir :

- taille des lots de production.
- Nombre de variantes de produits.
- Le temps opératoire (moins les pauses, les réunions, les nettoyages).
- La capacité du procédé actuel.
- temps de cycle qui est le temps entre les pièces sortant de la fin du processus et non pas le temps totale nécessaire a une pièce pour franchir toute les étapes.
- Temps Valeur Ajouté ensemble des activités qui ajoutent de la valeur du point de vue du client.
- Les stocks et les temps d'attente. En parcourant le flux de la matière, vous trouverez des endroits où les stocks s'accumulent. Il est important de noter ces points sur la carte VSM parce qu'ils indiquent là où le flux s'arrête. Nous utilisons un icône "triangle" pour capturer l'emplacement et la quantité des stocks.

$$Stock\ en\ jour = \frac{Quantité\ stockée}{la\ demande\ quotidienne\ moyenne}$$

L'importance de la VSM dans l'entreprise :

Il permet de visualiser la répartition, du temps sur l'ensemble du processus de fabrication entre ce qui relève de la valeur ajoutée et ce qui relève de la perte du temps .il permet aussi de cerner les goulots




Procès	Cycle time				Muda
Coupe	5s				
Entre coupe et visseuse				1100	
Visseuse	98s				
Entre visseuse et insertion					
Insertion	1871.03s		1300		Mouvement Inutiles
Entre insertion et enrubannage					
Enrubannage	1256.5s				
Entre enrubannage et T.E		5			Surstock
T.E	121s				
Entre T.E et C.C		3			
C.C	108				
Entre C.C et T.V		0			Attente
T.V	119				
Entre T.V et protect					Attente
Protection	80				
Entre protection et 2 T.V		5			
T.V	129				

Tableau 13:le flux de production

 Commun flow

 circuit S001407342

 fil simple S001407012

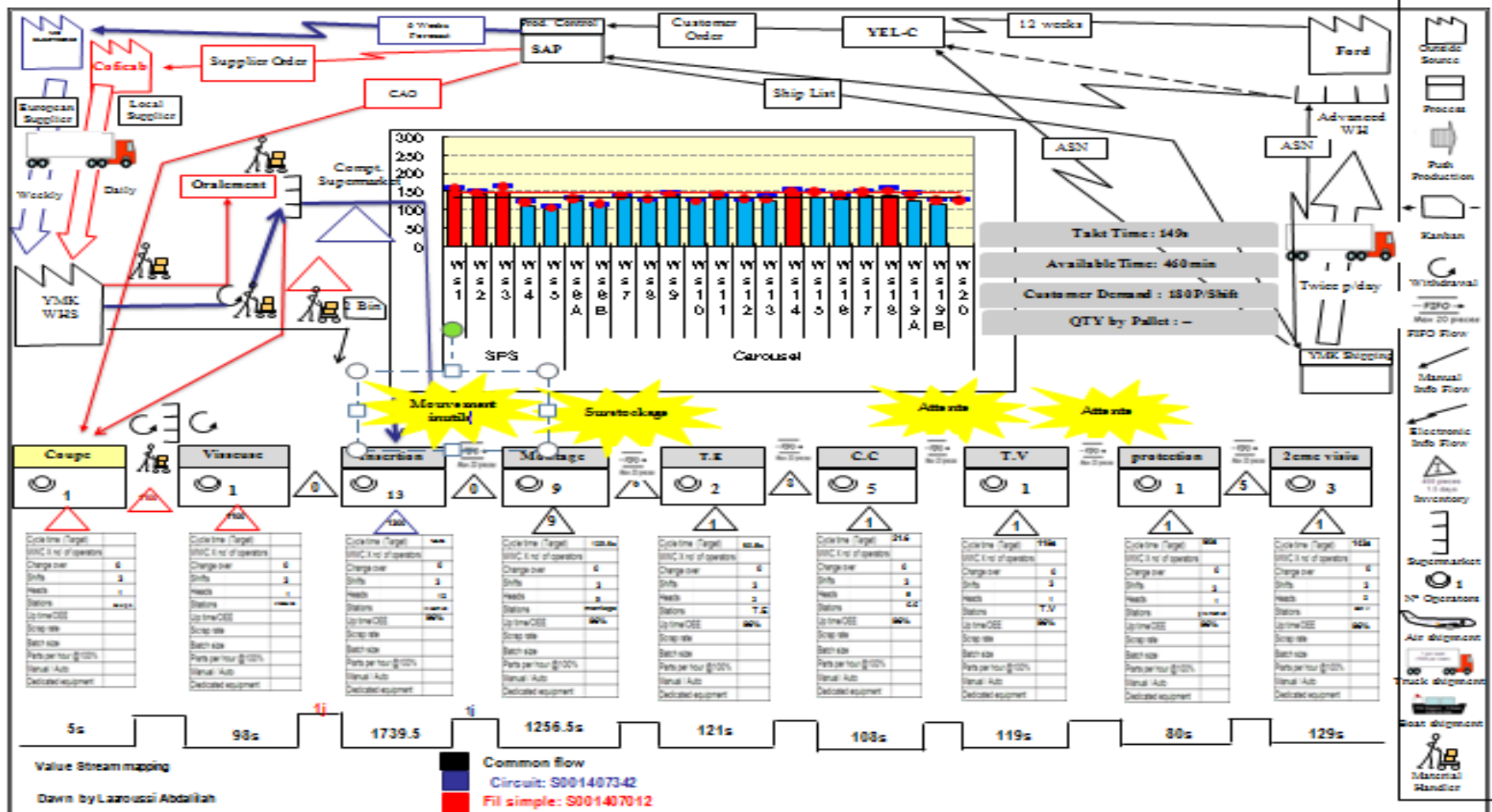


Figure 22:cartographie du flux VSM (Etat actuel)

VI-3 Analyse de la VSM :

Dans cette partie on va suivre le flux déjà présenté sur la VSM, et tirer les mudas correspondants aux flux physique et d'information.

Les flux sans valeur ajouté :

- Entre les parties insertion et montage on remarque l'existence des mudas.
- Entre le montage et le post test électrique.
- Entre le poste clip checker et le poste test visuel.
- Entre le test visuel et le poste protection.
- Entre le poste protection et le poste 2ieme visuel.

Suppression des mudas :

Muda de mouvement :

D'après la cartographie de l'état du flux actuel, on a remarqué des mouvements inutiles entre quelques postes, et au sein de quelques postes, notamment dans les postes d'insertion, et entre l'insertion et le montage, et entre les postes d'inspection, en effet l'opérateur fait des mouvements qui n'ajoutent aucune valeur à la production, par exemple il doit se déplacer à chaque fois, s'il a besoin d'un composant donc le flux d'information entre ses postes n'est pas flexible, ainsi que les déplacements de matières qui n'ajoutent pas de valeur dans certains cas.

Muda de Sur stockage :

Par observation de la cartographie (VSM), on peut aussi constater entre les postes qu'il y a des surstocks de câbles, au sein de l'atelier on trouve des chariots entre l'enrubannage et le test électrique et entre ce dernier le clip checker et entre le poste protection et le 2ieme visuel



On trouve ces chariots pleins de câbles en attente (5 ou 6 câbles), et on doit au maximum trouver 1 ou 2 câbles.

Muda d'attente :

-Entre le poste clip checker et le test visuel l'opérateur doit attendre que les actions de clip checker finissent pour pouvoir remplir sa tâche.

-Entre le test visuel et le poste protection il ya aussi muda d'attente

VII-Taux de rendement synthétique :

VII-1 Calcul TRS :

Le TRS ou le taux de rendement synthétique est un indicateur de l'outil de production qui mesure l'efficacité de l'utilisation de nos machines. Il indique non seulement combien de pièces une machine a produit mais combien de temps cette machine a réellement fonctionné et avec quel pourcentage des pièces bonnes au premier coup. Il compare aussi la production réelle à la capacité de production théorique d'une machine ou d'un équipement.

$$TRS = EA * PE * QR.$$

Avec :

EA = Taux de disponibilité = Temps productif (Uptime) / Temps total

Temps productif = Temps total - Arrêts (panne, réglage, manque matière, manque personnel, manque ordre, réunion,....)

PE = Taux de performance = Quantité produite réelle / Quantité exigée pendant le temps productif

QR = Taux de qualité = (Quantité produite - Quantité défectueuse) / Quantité produite.

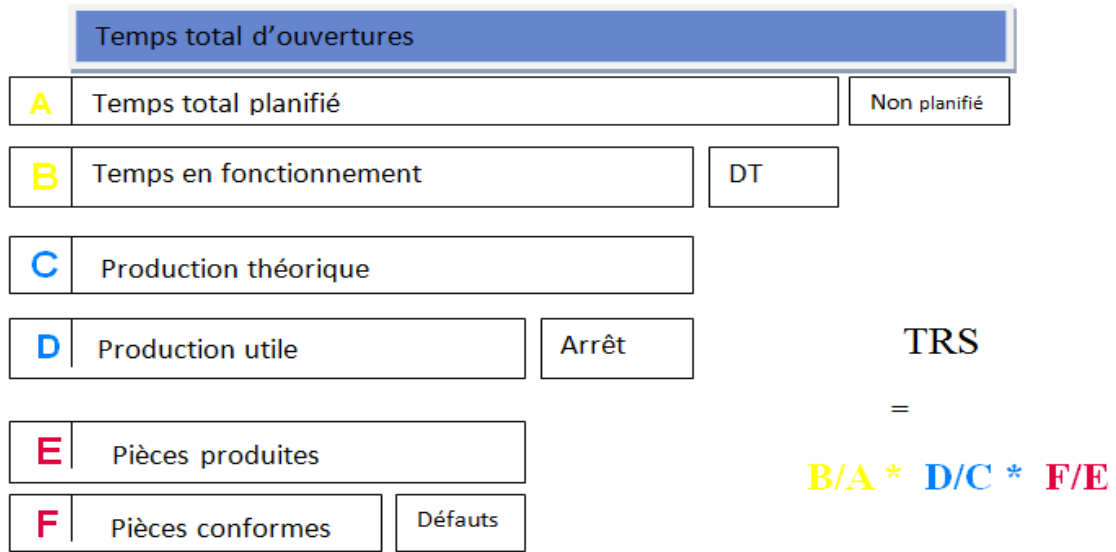


Figure 23:calcul de taux de rendement synthétique

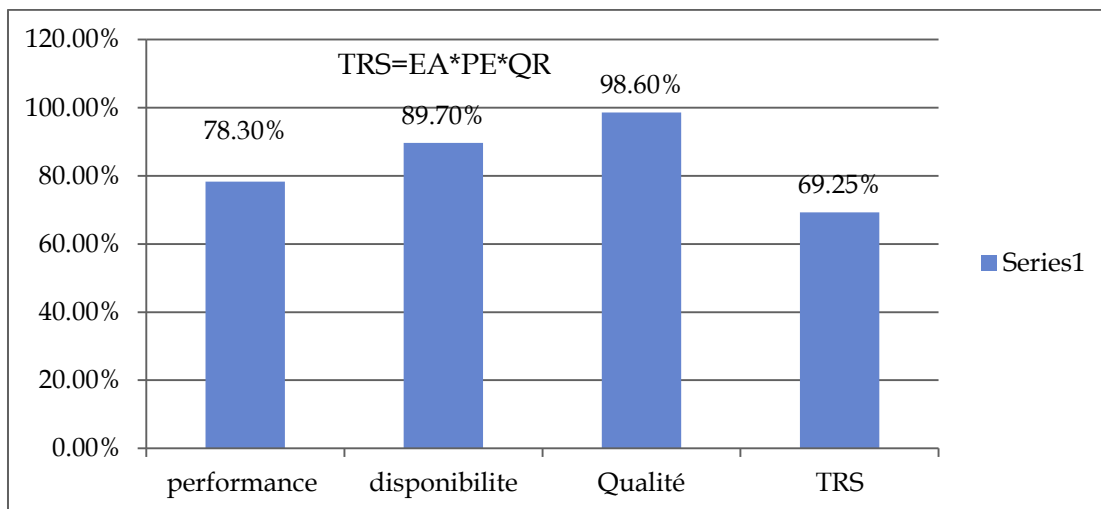


Figure 24:les différents taux de TRS

Une démarche d'amélioration commence toujours par la mesure du TRS, pour trouver des solutions aux problèmes de la chaîne de production, maintenant les pertes deviennent visibles, le calcul de TRS va nous aider à savoir notre situation, car les résultats des actions menées seront visibles de tous par une augmentation du TRS immédiate.

VIII-Conclusion :

-la productivité de mois janvier est 84.37%

-L'efficienne 100.03%

-Le maximum des heures produites 2384.45

-Le maximum des heures directes 2463.6

-L'impact des arrêts est 8.68%.

-Les arrêts maintenance, RH, Qualité sont les plus importants.

-Les WS1 WS2, WS3 SPS et WS14, WS18 enrubannage sont les poste goulot dans la phase montage.

-VSM montre des problèmes du flux physique et de flux de matière.

$$\text{-TRS}=69.25\% = 78.30\% * 89.70\% * 98.6\%$$

PE EA QR

Chapitre 4 : Amélioration de la productivité et l'efficacité

Après avoir collecté les données et analysé les causes de pertes, de production, on va essayer dans cette partie de proposer des solutions, et des systèmes de travail afin d'améliorer l'output de la chaîne, ainsi que le calcul de TRS après l'application des actions d'amélioration

le chapitre concerne les phases :

- Améliorer (améliorer)
- Contrôler

Phase 3 : Améliorer

I-Introduction

Ce chapitre est consacré pour l'amélioration du taux de productivité, et d'efficacité, et par la suite améliorer les taux de performance et disponibilité. Pour avoir une augmentation considérable au taux de rendement synthétique.

$$productivité = \frac{\text{Cables produits} * MH}{\text{Effectif} * 7.66}$$

D'après la formule de la productivité adaptée par l'entreprise, pour améliorer ce taux on doit soit augmenter le volume produit ou bien diminuer l'effectif

Or, d'après l'étape de diagnostic on a constaté que l'une des causes principales d'avoir une productivité inférieure à celle envisagée est le sureffectif. Donc la première action d'amélioration sans investissement est la réduction d'effectif. Ce qui revient à l'augmentation du taux d'occupation des postes tout en éliminant toutes les types du muda, en gérant les flux de matière, d'information, et en minimisant les arrêts.

II-Optimisation d'effectif :

L'affectation des opérateurs est la mission du service d'ingénierie. En effet, au début de démarrage de chaque projet les responsables déterminent le nombre des opérateurs nécessaires pour assurer la demande client d'une part et d'autre part pour avoir un taux de productivité satisfaisant.

D'après les calculs qu'on a faits a la partie précédente, on a trouvé que 1440 câbles nécessitent 294 opérateurs

Donc on aura besoin que de 294 opérateurs ou moins pour répondre au besoin du client.

	315 opérateurs	294 operateurs
heures produites	1967,52	2246.4
Heures payées	2412.9	2252.04
Productivité	83%	99%

La réduction d'effectif de 21 opérateurs augmente le taux de productivité de 16%

La réduction d'effectif sur terrain n'est pas facile a appliquer, vu la nature de travail par équipe (shift), donc on va essayer de travailler par 7 équipe au lieu de 8, et ca va nous

permettre de garder l'esprit d'équipe et en même temps réduire l'effectif afin d'augmenter le taux de productivité, mais le premier problème qu'on peut l'affronter c'est la surcapacité des équipes c'est la ou on va penser a l'état de stock.

II- 1 L'effectif après réduction des équipes :

Chef de lignes	Nombre d'opérateur		
	Direct	Indirect	Global
1	40	2	42
2	37	3	40
3	39	2	41
4	40	3	43
5	41	2	43
6	39	2	41
7	40	2	42

Tableau 14:Effectif après réduction

Après la réduction d'effectif l'objectif de production devient 183 câbles par shift en s'appuyant sur l'état de stock et les jours de travaille de clients et les heures produites ainsi que les heures payées pour avoir un impact positif sur la productivité

$$productivité = \frac{\text{Heures produites}}{\text{Heures payés}}$$

Donc la réduction d'effectif va diminuer les heures payées et cela va nous aider a augmenter le taux de productivité, mais d'autre part cette diminution de nombre d'opérateurs ne doit pas avoir un grand impact sur l'output.

Démarche d'optimisation d'effectif :

Afin d'éliminer une équipe, on va se baser sur l'output de chaque équipe durant le mois de janvier.

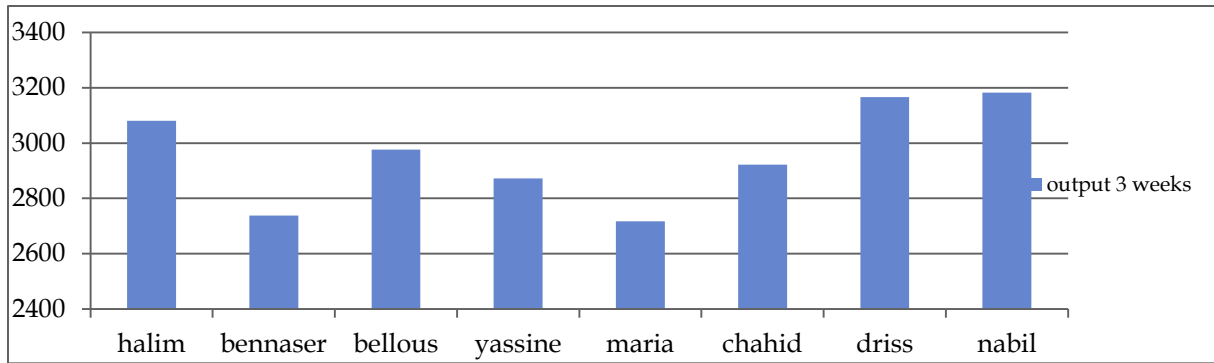


Figure 25:Output 3 weeks

Commentaire : d'après le graphe on va éliminer la 5ieme équipe.

-Après avoir réduit le nombre des équipes de production, c'est logique qu'on va renforcer les autres équipes par ajouté un opérateur Qualifié (formé sur tous les postes de partie enrubannage) dans la partie enrubannage pour chaque équipe.

-L'objectif de production devient 183 câbles/shift.

-on va se baser sur les jours de travail a noter que les jours de travail sont 5.75 par semaine au Maroc et 5 jours par semaine pour le client, et ca va nous donner 3 jours de plus par mois par rapport au client.

- ajouter un opérateur qualifié dans la partie enrubannage.

III Optimisation des arrêts :

III-1 Optimisation du poste test électrique :

En général les machines utilisé dans les processus de câblage ne sont pas complexes en terme des systèmes électromécanique, Donc pour réagir face aux problèmes de ces machines il fallait voir la coté main d'œuvre, c'est-à-dire il faut assurer le bon travail des opérateurs par les étapes suivantes :

- Assurer l'application de la maintenance de 1er niveau par l'opérateur.
- Nettoyer la machine pour éviter les problèmes de continuité.
- Vérifier l'état de la machine au début du travail : c'est-à-dire vérifier l'état des contres pièces, l'état des pins, l'état des micros...
- Assurer la fermeture des sécurités...
- Réclamer le plus vite possible dans le cas d'un problème.

III-2 Optimisation de poste Clip checker :

Pour minimiser les temps d'arrêts, et l'attente causé par les changements de la base de clip checker, plus les mouvements et les actions inutiles, donc il est nécessaire de faire rentrer des améliorations, et pour arriver a notre objectif on va utiliser quelque méthodes se process de développement du produit (PDP),afin de bien traiter ce poste et entrer les modifications.

Recherche de fonction

Diagramme pieuvre :

Le digramme pieuvre ou méthode APTE, désigne une méthode d'analyse fonctionnelle pour la conduite des projets, il nous Permet de tirer les différentes fonctions de notre produit.

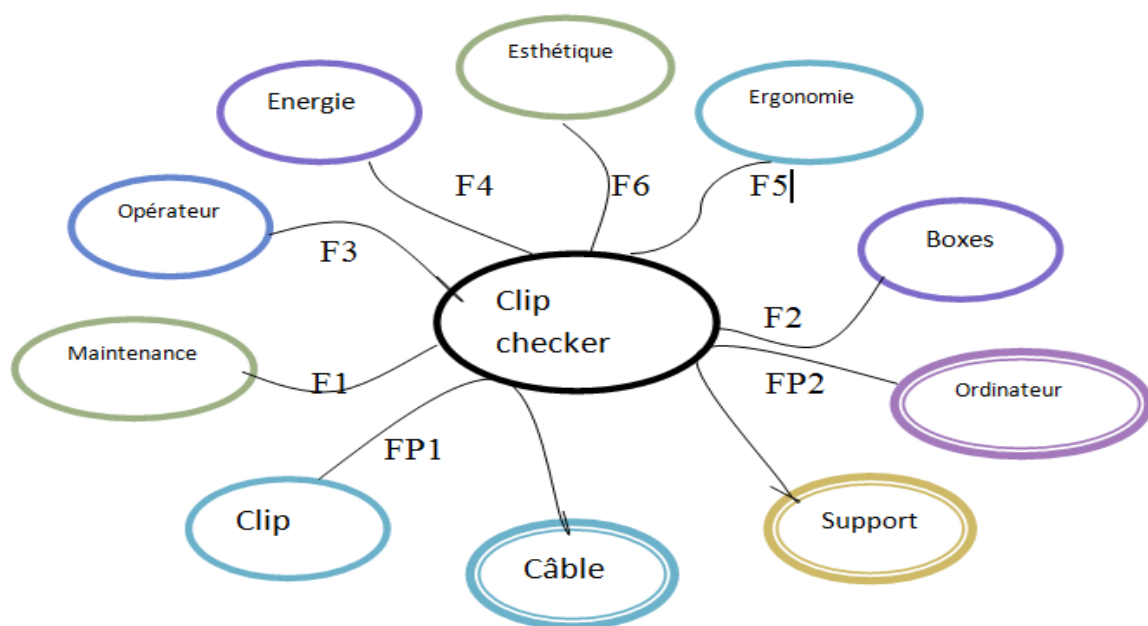


Figure 26:diagramme pieuvre de poste clip checker

Fonction d'interaction :

- Fp1 : Vérifier les emplacements des clips sur le câble.
- Fp2 : Positionner l'ordinateur sur le support.

Fonction d'adaptation :

- | | |
|---|---------------------------------------|
| F1 : Etre facile à maintenir. | F4 : S'adapter a la source d'énergie. |
| F2 : comporter le maximum des boxes. | F5 : Assurer l'ergonomie. |
| F3 : Faciliter le travail de l'opérateur. | F6 : Etre esthétique. |

Classification des fonctions selon Kano :

Fonction de base : correspond au descriptif standard du produit/service. Elle correspond aux attributs que doit posséder le produit pour rencontrer les besoins du client. Sans de tels attributs, le produit est réputé inutilisable

Fonction de performance : identifie ce qui va permettre de se distinguer de la concurrence non pas par une innovation, mais par une amélioration des attributs. Cela permet au client d'identifier le produit, et la marque comme performante.

Fonction d'excitation : Les attributs d'excitation du client ne sont pas des attributs facilement identifiables par une enquête ou par une étude de marché, ce sont des besoins inexprimés et non attendus par le client.

Fonction	Classification
Vérifier les emplacements des clips sur le câble	Base
Positionner l'ordinateur sur le support	Base
comporter le maximum des boxes	Excitation
Faciliter le travail de l'opérateur	Performance
Etre simple a maintenir	Performance
S'adapter a la source d'énergie	Base
Assurer l'ergonomie	Performance
Etre esthétique	Excitation

Tableau 15:classification des fonctions selon le modèle de Kano

Proposition des solutions :

- Assurer la rotation de la table du Clip Checker sans temps additionnel ; en effet, la structure comportera tous les boxes de composants du poste, les opérateurs devront juste soulever la structure, faire tourner la table vers la base voulue, puis rabaisser la structure au niveau de leur espace de travail.
- Garantir un box défini pour chaque composant selon le besoin en composants.
- Rassembler de chaque côté les composants spécifiques à chaque opérateur.
- Libérer l'espace de travail des opérateurs, en effet, la structure comportera tous les boxes de composants, de ce fait les opérateurs n'auront plus à déposer les boxes sur l'espace de travail et réaliseront leurs tâches sans obstacles.
- Assurer l'ergonomie du poste de travail, la structure est glissante, les opérateurs régleront sa position selon leur confort au travail, en effet, la structure ne sera ni trop élevée, ce qui causera la fatigue des opérateurs, ni trop basse pour ne pas gêner leur travail.
- Eviter le gaspillage des composants ; les opérateurs n'auront plus à déplacer les boxes sur la table ce qui crée des chutes de composants par la suite leur détérioration.
- Assurer la sécurité des opérateurs ; la structure protégera les opérateurs de tout accident de trébuchement ou de glissement à cause des boxes positionnés par terre lors de l'opération de rotation.

III-3 Quelques solutions pour le problème circuit croisé

- Identification des postes critiques.
- préparation des Pareto pour identifier l'origine de problème
- changement de séquence des postes.
- L'ajout des aides visuelles pour les filles similaire.

IV-Line balancing :

IV-1 : Définition

Line balancing est une technique de résolution de problème qu'une ligne d'assemblage peut rencontrer. C'est une technique pour minimiser la marge d'inactivité d'un poste de travail et équilibrer la charge de travail pour chaque poste dans le but d'atteindre la cadence requise (H.Jay and R.Barry, 2006). Cela peut être atteint par le balancement de la quantité du travail pour chaque poste en attribuant le minimum de travailleurs pour une tâche quelconque. Le travail doit être divisé de façon à avoir des sous-tâches, appelées « éléments du métier ». L'objectif est de maintenir la production à niveau préfixé. (G.Andrew, 2006)

Le line balancing peut être appliqué sous deux conditions :

La contrainte de la précession

Le produit ne peut pas passer d'un poste à l'autre si le travail du poste antécédent n'était pas accompli. Il ne peut pas tout de même avancer dans la chaîne d'assemblage si certaines tâches doivent être faites avant. L'acheminement doit être respecté.

Les restrictions du temps cycle :

Le temps cycle est le temps maximum requis qu'une tâche ait besoin dans un poste de travail. Le temps cycle diffère d'un poste à l'autre.

Le line balancing a pour objectifs de gérer les charges de travail entre les postes, d'identifier les postes goulots, de déterminer le nombre adéquat des postes de travail et de réduire les charges de production.

Les étapes de line balancing :

- Déterminer le Takt time .
- Accorder les tâches aux postes de travail.
- Classifier les actions de chaque poste.(action a valeur ajouté, action a non valeur ajouté obligatoire, action a non valeur ajouté)
- Poser les actions de balancing.

IV-2 Equilibrage du poste SPS :

Après avoir réalisé la routine des postes goulot (WS1 et WS3) dans la phase SPS, maintenant on va essayer de réduire les actions faites dans ses postes soit par les éliminer soit par les ajouter à un autre poste SPS, pour cela on va tracer un diagramme de temps de cycle pour la phase SPS

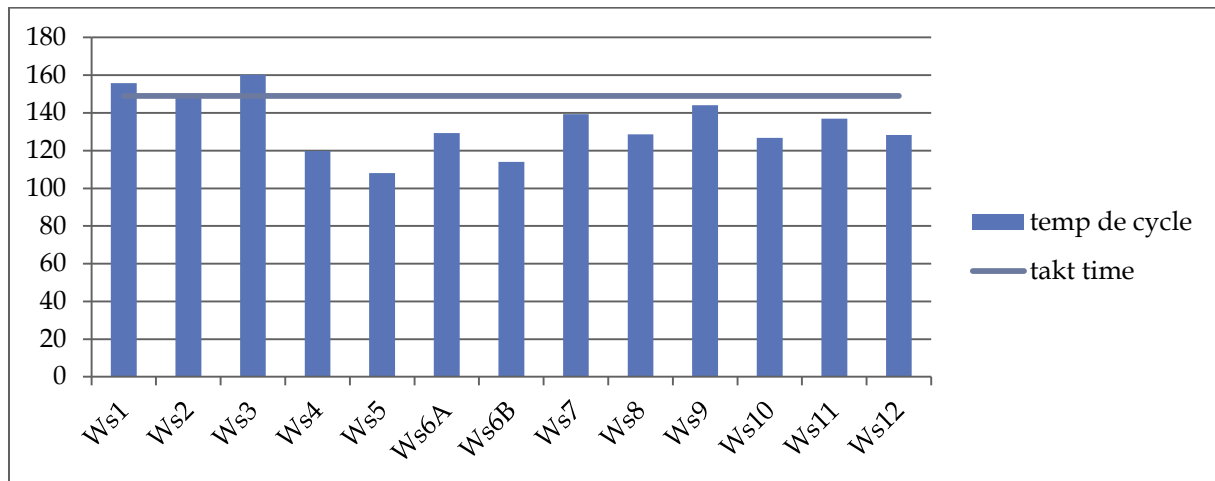


Figure 27:diagramme des temps de cycle des postes SPS

Poste	WS1	Ws2	Ws3	Ws4	Ws5	Ws6A	Ws6B	Ws7	Ws8	Ws9	Ws10	Ws11	Ws12
Moye	155.8	148.4	160.2	119.8	108	129.3	114	139.3	128.6	144	126.6	137	128.3
A réduire	-6.8		-11.2										

Tableau 16:les temps de cycle des postes SPS

Résultat :

Il est claire que le poste Ws4 et Ws5 bénéficient d'un temps d'inactivité de presque 1 min en globale, alors que le poste Ws1 et Ws3 travaillent avec un temps qui dépasse takt time (149s).

Alors on va éliminer les mudas des postes 1 et 3 SPS après on va essayer de faire un glissement des actions vers les postes 4 et 5.

Dans le tableau ci dessous on va identifier les actions a éliminer et les actions a glisser.

A Eliminer	A glisser	Poste avant	Poste après
Mouvement inutile		WS1-WS3	
réclamation		WS1-WS3	
Séparer le joint et joint twist		WS1-WS3	

Tableau 17:Equilibrage des postes

En effet on peut éliminer ces actions de tous les postes d'insertion, a condition que la distribution des composants préparer a P2 (partie pré assemblage) et les composants qui viennent directement de magasin, donc pour le poste ws1et ws3on va éliminer les 3 actions a non valeur ajouté, et pour les autres postes on va éliminer justes les mouvements inutiles.

IV-2 Equilibrage des postes enrubannage :

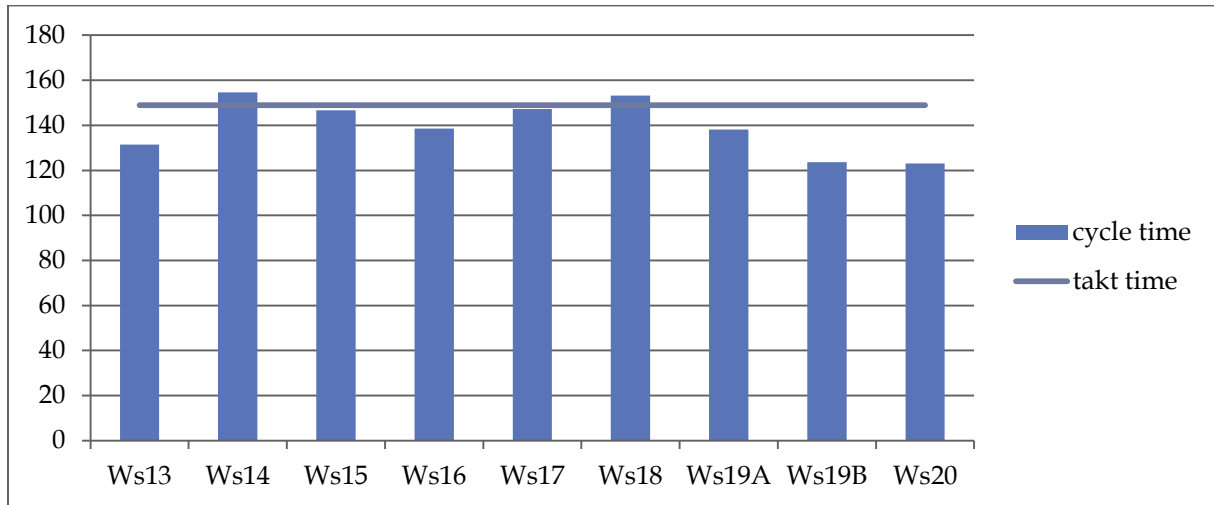


Figure 28:diagramme des temps de cycle des postes d'enrubannage

poste	Ws13	Ws14	Ws15	Ws16	Ws17	Ws18	Ws19A	Ws19B	Ws20
moyen	131.5	154.6	146.6	138.6	147.2	153.2	138.2	123.6	123
A réduit		5.6				4.2			

Tableau 18:les temps de cycle des postes Enrubannage

Commentaire :

On peut glisser des actions des postes goulots sur d'autres postes d'enrubannage.

Action	A éliminer	A glisser	P avant	P après
Taping chevauchement		×	Ws14	Ws19b
Taping chevauchement		×	Ws18	Ws20

Tableau 19:équilibrage des postes Enrubannage

V-Création d'un poste de distribution (WAZRUEMBO) :



Figure 29:le poste de distribution (wazurembo)

Au lieu d'avoir les box de tubes distribués dans toute la ligne, les tubes seront concentrés dans un poste de travail unique et indépendant **V-1 Identification de besoin** :

Diagramme bête a corne :

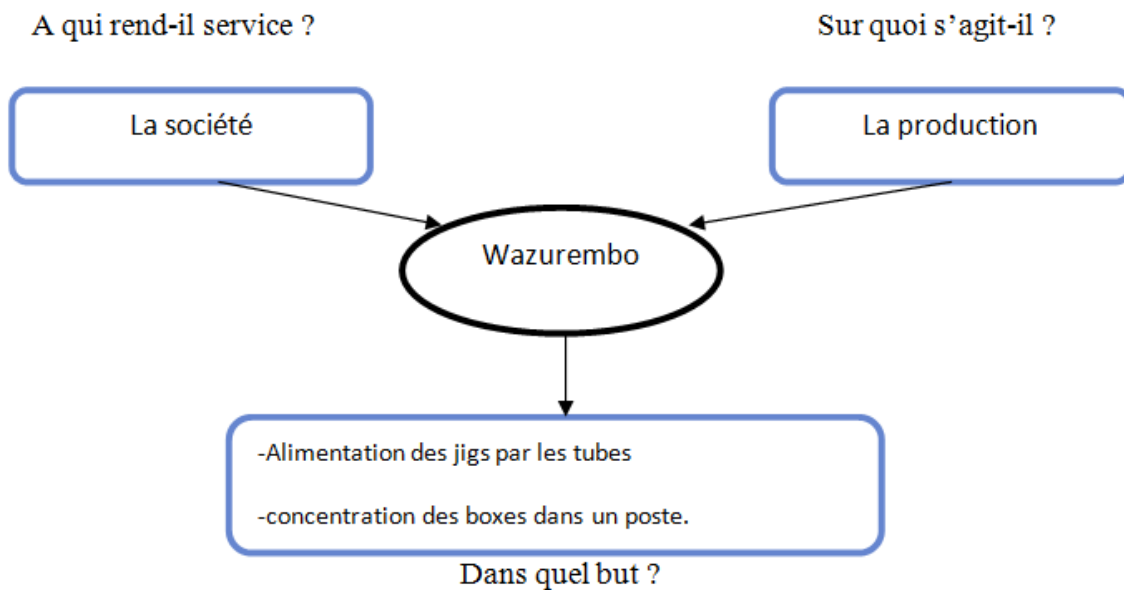


Figure 30:diagramme bête a corne de poste wazurembo

V-2 Analyse fonctionnelle

Diagramme de pieuvre :

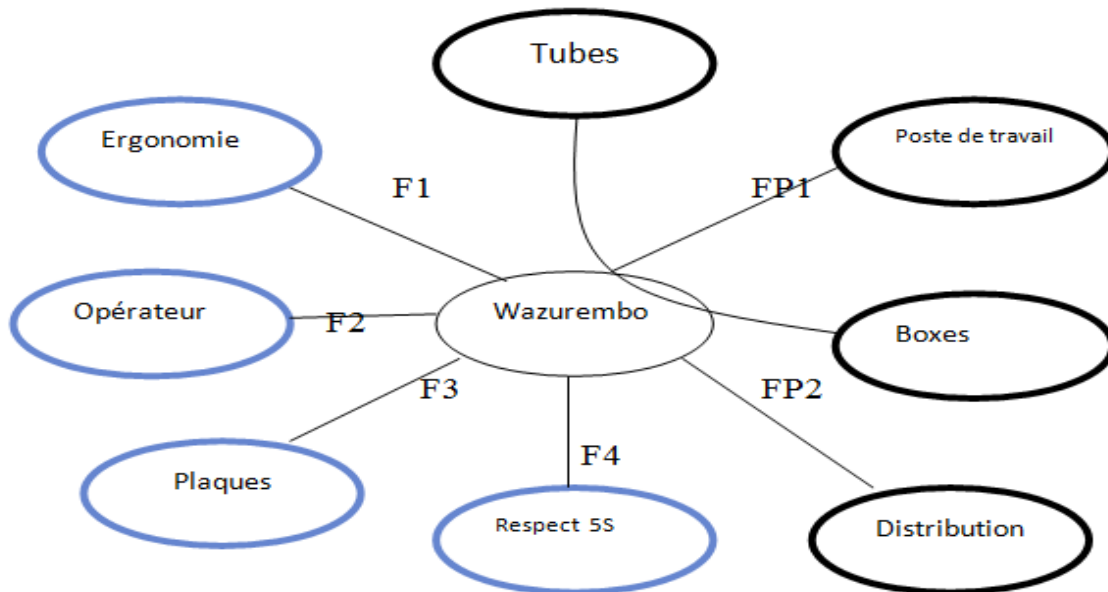


Figure 31:diagramme pieuvre du poste wazurembo

FP1 : Concentration des boxes de tubes dans un unique poste de travail
FP2 : alimentation des postes par les tubes.
F1 : la position des plaques sur les jigboards facilite le travail
F2 : l'opérateur trouve les tubes facilement et son faire des mouvements inutiles
F 3 : les plaques comportes
F4 : organisation de travail et respect des 5S

Tableau 20:classification des fonctions de poste wazurembo

Diagramme de Fast :

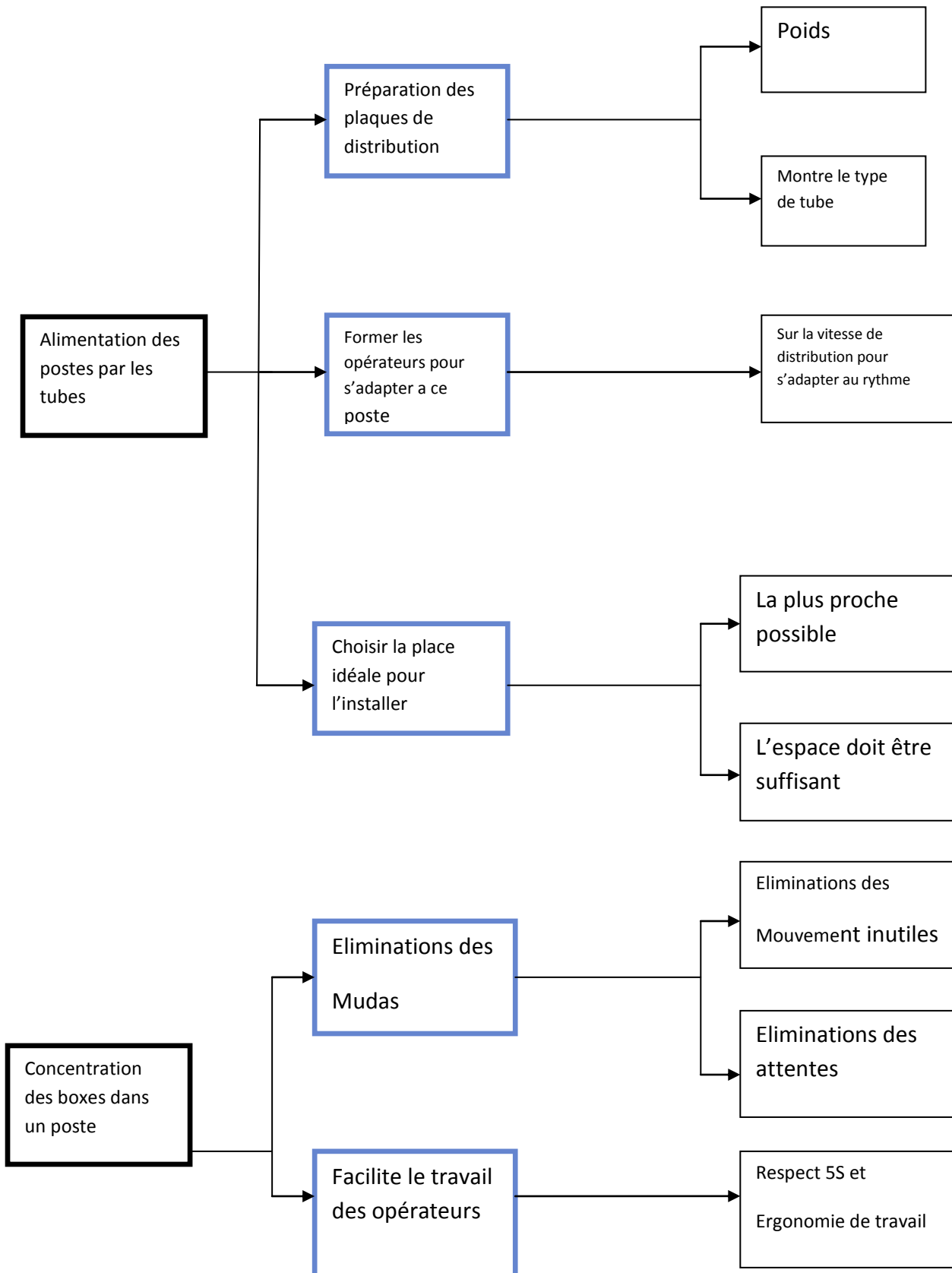
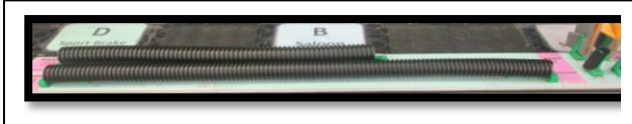
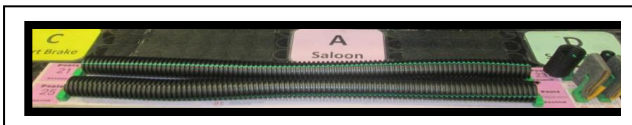


Diagramme FAST de poste wazurembo



Le besoin :

La photo montre l'état des ligne de montage avant l'installation de wazurembo, durant 2mois on a remarqué beaucoup de problème liée a l'etat des boxes de tubes.



Les plaques :

Les plaques contiennent l'emplacement de chaque référence de tubes par un dessin (gestion visuelle).



La position des plaques sur les jigboards est ergonomique et facilite le travail de l'operateur

Tableau 21:Analyse de poste wazurembo

V-3 Conclusion :

L'installation du poste wazurembo va permettre aux opérateurs de se concentrer plus sur leurs tâches principales, sans ajout de tâches à non valeur ajoutée et la je parle de la recherche des tubes et la mal organisation des emplacements des boîtes, cette installation est une amélioration simple, mais il a un grand impact sur le processus de production et sur l'efficacité car comme on sait l'efficacité c'est un mélange entre l'efficacité et le coût.

Phase 4 : Contrôler

VI -Contrôler le plan d'action :

Dans cette partie on va discuter l'impact de plan d'action sur la productivité pour cela on va réagir sur :

- les heures produites.
- les heures directes.
- le yamazumi chart de l SPS et l'enrubannage. (Après Action).
- Le VSM modifié
- la productivité mois avril (après l'installation du nouveau poste).
- L'efficience
- Le taux de rendement synthétique.

VI-1 L'impact de réduction d'effectif :

La réduction d'effectif au projet Ford débute le 12 avril, pour cela on va concentrer sur la période de 12 au 30 avril pour montrer l'impact de cette action.

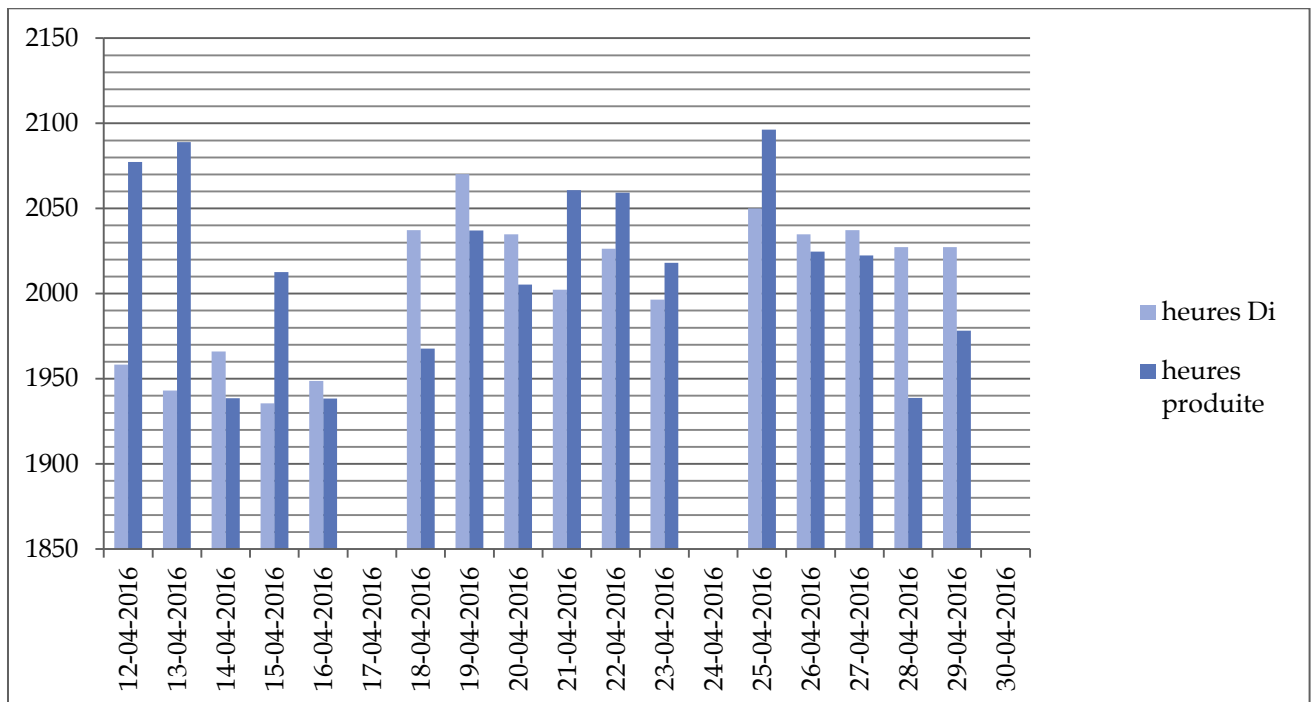


Figure 32:les heures produites et les directes après réduction d'effectif

Commentaire :

On remarque qu'après l'optimisation d'effectif le max des heures produites est 2096,35, est le max des heures directes 2070,2 donc les heures produites dépassent les heures directes, et le moyen des heures produites arrive à 2016 heures par jours qui couvrent la demande client.

VI-2 Le yamazumi chart de l'SPS et l'enrubannage. (Après Action).

La partie SPS :

Après avoir éliminé les actions à non valeur ajoutée le cycle time de tous les postes devient moins de Takt time (149s).

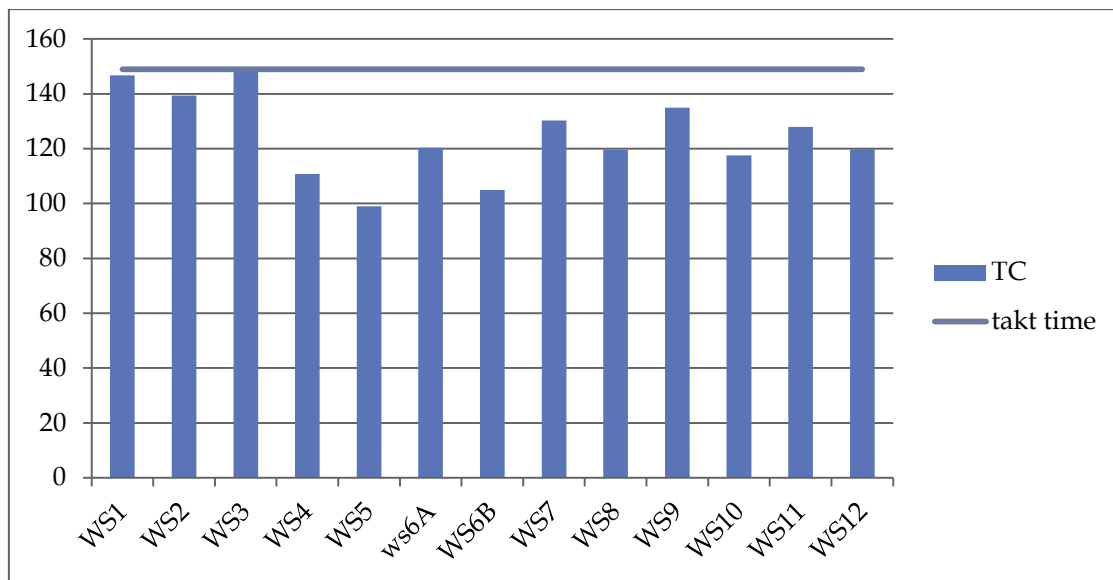


Figure 33: Yamazumi chart des postes SPS (après amélioration)

En plus le temps de cycle de partie SPS devient 1619,8 au lieu de 1736,8

La partie enrubannage :

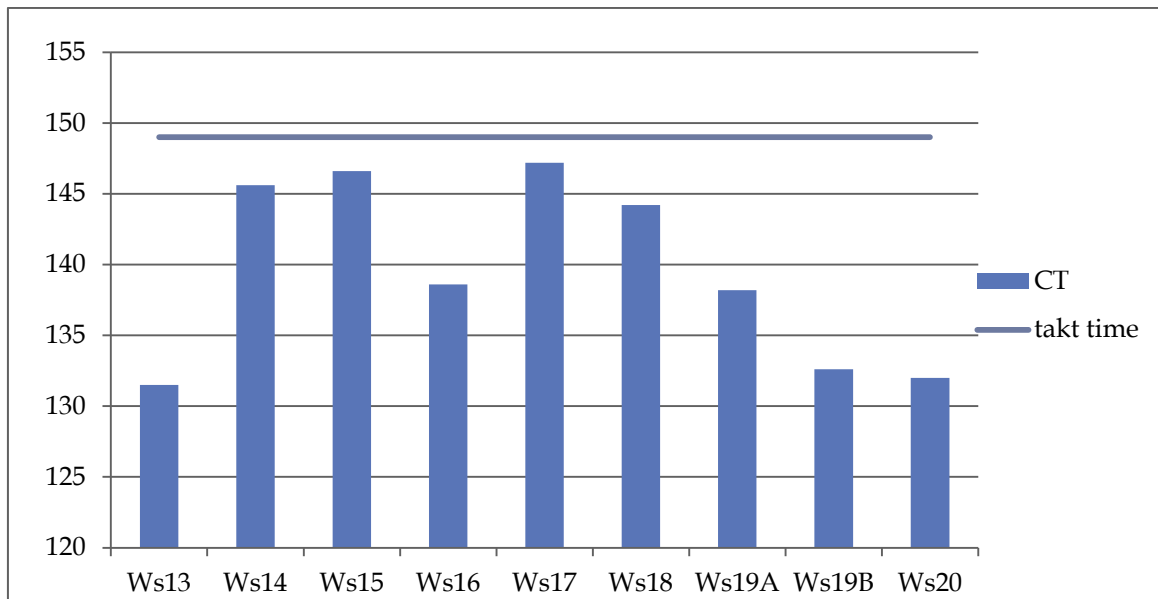


Figure 34: Yamazumi chart des postes enrubannage (après amélioration)

Commentaire :

Dans le cas d'enrubannage on ne peut pas éliminer des actions, mais on a pu balancer les postes par des glissements des actions vers autres postes de même nature, maintenant tout les (cycles times) des postes sont inferieur au Takt time.

VI-3 la cartographie de flux (VSM après amélioration).

Après l'installation du poste wazurembo, et le balancing des postes, ainsi que la réduction d'effectif le flux devient plus

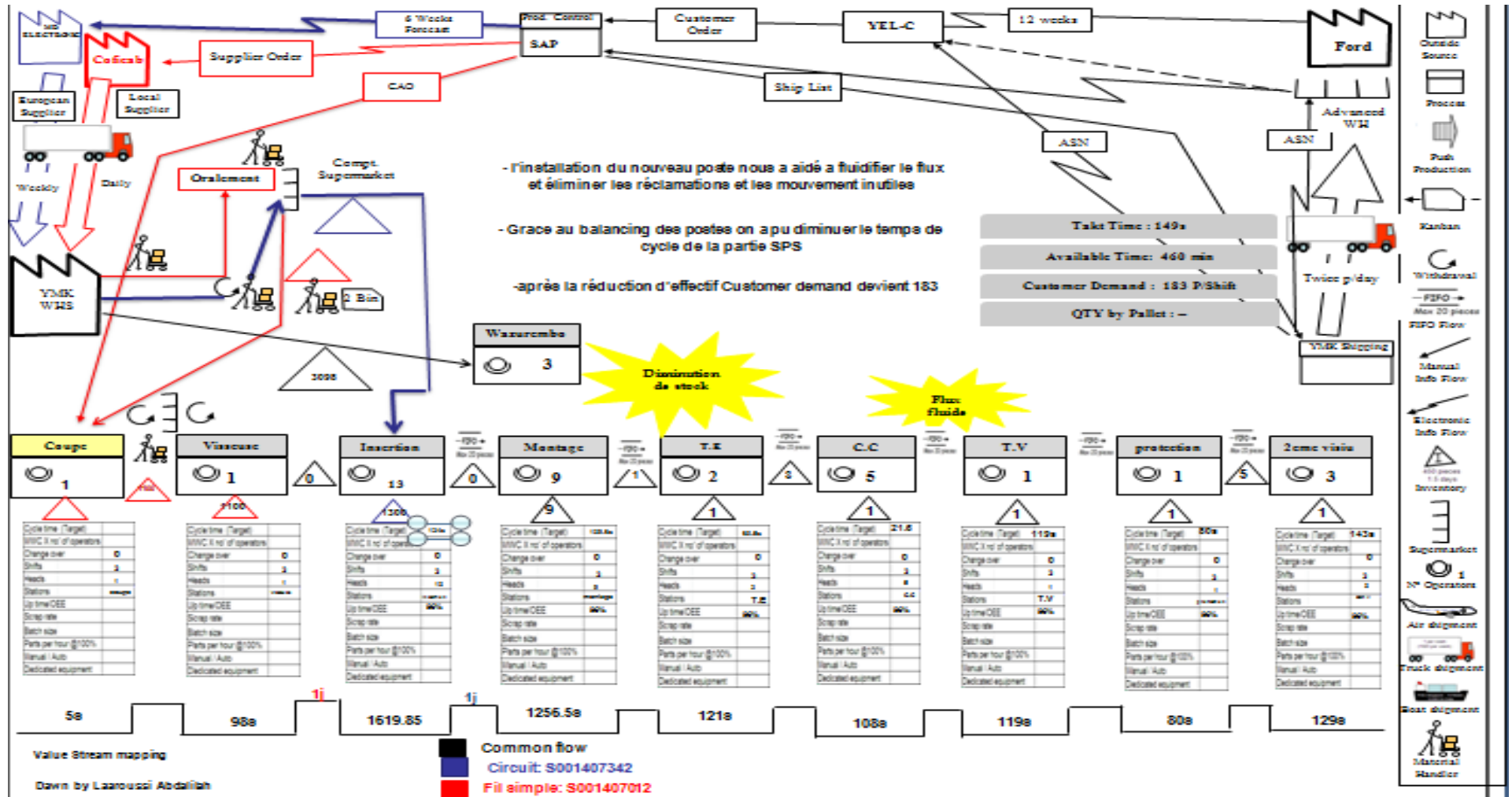


Figure 35:VSM état future

VI-4 La productivité et l'efficacité (après plan d'action).

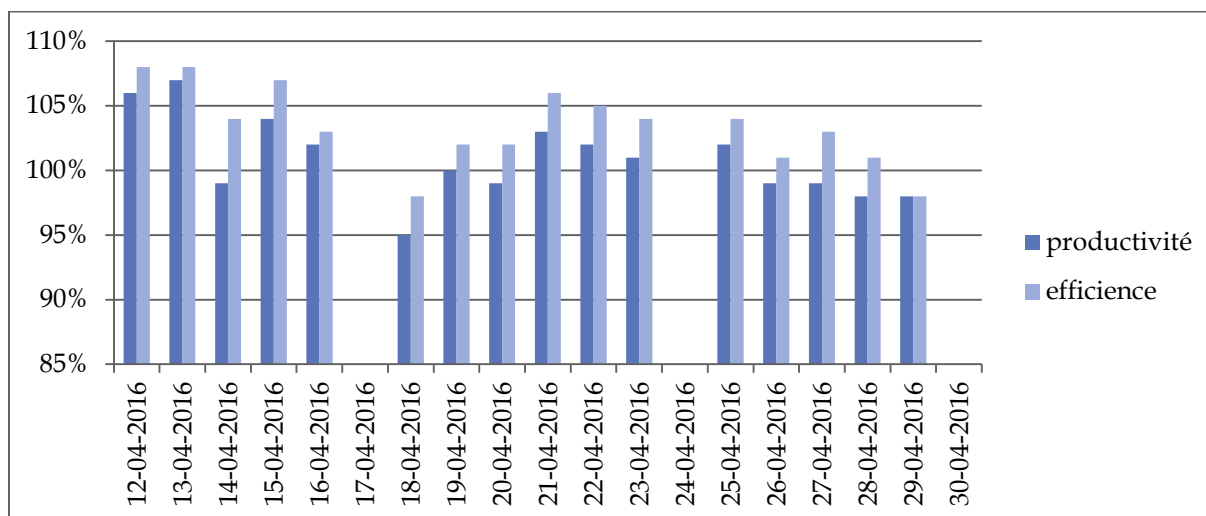


Figure 36:l'impact de palan d'action sur la productivité et l'efficience

Commentaire :

Le minimum de taux de productivité depuis 12 avril est 95%, est le maximum est 107%, aussi la productivité est très proche de l'efficience et cela signifie qu'on est arrivé à minimiser les temps d'arrêts d'une manière considérables.

VI-5 le taux de rendement synthétique.

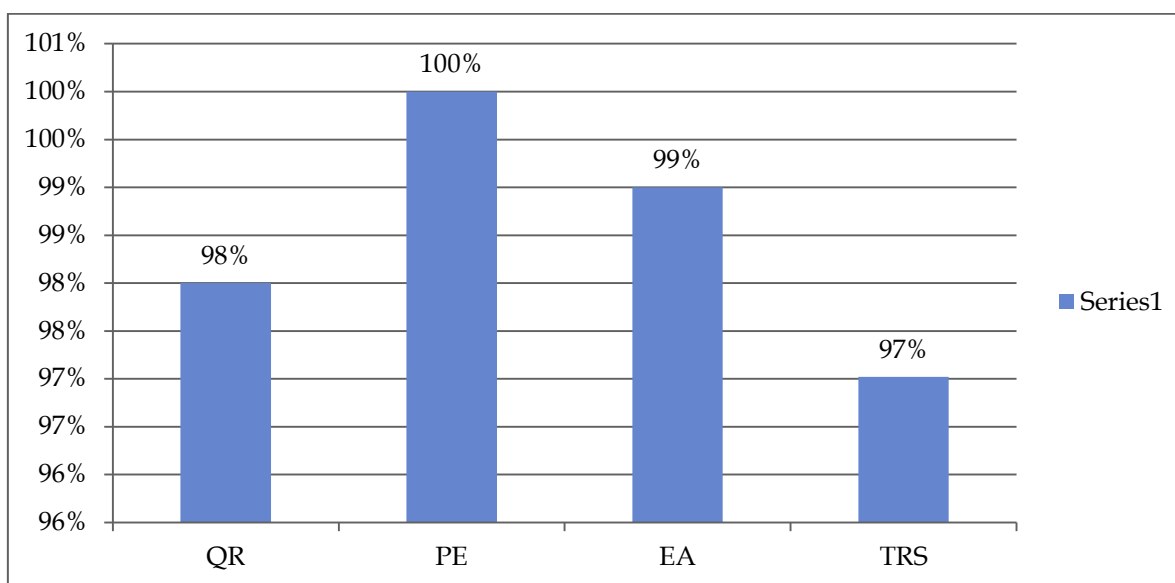


Figure 37:l'impact des actions sur le taux de rendement synthétique

VI-6 conclusion :

Après la mise en place des actions d'amélioration, sur terrain les indicateurs de productivité augmentent de façon considérable, ainsi que la diminution des temps d'arrêts de la chaîne de production.

Les résultats sont les suivants :

-le max des heures produits : 2096.35

-le max des heures directes : 2070.2

C'est clair que l'impact de réduction d'effectif se voit sur les heures produits qui dépassent les heures directes.

-après le balancing des postes SPS on a réduit le temps de cycle de 117s et pour un main hour moyen de 1.56h, on peut dire que 117s est considérable.

-le taux de productivité dépasse parfois 100%.

Un minimum de 95% et 107% max.

-le taux de disponibilité atteint 99%.

-le taux de qualité 98%

- le taux de performance 100%

-le taux de rendement synthétique 97%.

Conclusion Générale

Ce projet de fin d'études a été l'occasion de mettre en œuvre un certain nombre de connaissances.

Au terme de ce projet, on est arrivé à atteindre et même dépasser les objectifs fixés au début du stage par les responsables de production à savoir une productivité de 100% dans la zone assemblage P3 du câble Engine FORD.

On a tout d'abord commencé par une analyse de la situation actuelle de la zone P3 du câble Engine étudiée pour bien cerner tous les aspects du projet. On a calculé la productivité moyenne du janvier et on a trouvé comme résultat 84%, ce chiffre montre qu'on avait besoin de penser à des améliorations afin d'atteindre les objectifs, après on a analysé notre effectif de production pour l'optimiser par la suite en se basant sur l'output de chaque équipe, et passer de 7 à 8 équipes de production, et on a réalisé une cartographie d'atelier pour détecter les problèmes liés au flux physique et d'information, et on a fait un chronométrage des postes pour les équilibrer en se basant sur la notion de Takt time. Ensuite on a abordé la phase d'amélioration avec une démarche adéquate adaptée à ses besoins et à sa problématique initiale. Par la suite nous étions amenés à établir des processus suivant les standards de l'entreprise afin de faciliter la tâche aux responsables lors de la phase d'application des améliorations proposées. En dernier lieu et pour une gestion plus efficace des variations de la productivité, par la suite on a sur un mini projet d'installation d'un poste d'alimentation des jigs par les tubes, afin d'optimiser le flux physique et d'information.

Incontestablement ce stage, a été, au-delà de la contribution que me fut offerte au sein de Yazaki Morocco Kenitra, l'occasion pour une réelle intégration professionnelle. Il constitue pour moi une expérience enrichissante et complète qui conforte mon désir d'exercer mon futur métier de « ingénieur en production » dans un environnement multinational.

Bibliographie

- 1. Documentation du Yazaki Kenitra*
- 2. Gestion de production 5ieme idition.*
- 3. 7 muda.pdf*
- 4. Value Stream Mapping Formation.*

Webographie

1-<http://www-igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2002/6sigma/definition.htm>

2-http://www.pilotageindustriel.fr/Maintenance/trs_trg_tre.htm

Annexes :

La date	Opérateurs directs	Absence	Absence%	HT direct +indirect	Down time	Productivité	Efficienc
01/01/2016	309	45.9	2%	2325.6	390.2	81%	105%
02/01/2016	309	45.9	3%	2310.3	181.57	87%	105%
04/01/2016	309	66.2	3%	2312.95	280.93	84%	103%
05/01/2016	309	53.55	3%	2342.45	288.22	82%	96%
06/01/2016	317	53.55	2%	2536.65	112.98	79%	90%
07/01/2016	316	99.45	4%	2507.6	142.55	80%	91%
08/01/2016	318	71.85	3%	2564.6	233.7	80%	98%
09/01/2016	318	68.85	2%	2379.15	191.77	89%	99%
10/01/2016	217	99.45	6%	1575.9	240.37	75%	104%
11/01/2016	274	0	0%	2200.45	226.32	81%	117%
12/01/2016	318	84.15	3%	2433.2	183.27	86%	98%
13/01/2016	319	38.25	2%	2479.1	156.24	84%	92%
14/01/2016	319	55.55	3%	2393.35	175.19	86%	94%
15/01/2016	318	76.5	3%	2405.2	272.09	88%	102%
16/01/2016	318	68.65	3%	2415.45	245.96	86%	98%
17/01/2016	201	45.9	3%	1499.4	144.67	88%	98%
18/01/2016	319	88.15	4%	2211	300.94	83%	101%
19/01/2016	321	68.85	3%	2185.25	207.98	82%	95%
20/01/2016	322	76.5	3%	2447.6	240.9	86%	101%
21/01/2016	322	91.8	4%	2452	143	90%	98%
22/01/2016	321	68.85	3%	2492	157.8	92%	101%
23/01/2016	321	53.55	2%	2478.6	177.3	90%	99%
24/01/2016	240	61.2	3%	1836	78.94	94%	101%
27/01/2016	364	88.15	4%	2586.35	109.91	92%	99%
28/01/2016	364	91.8	4%	2603.05	150.71	97%	108%
29/01/2016	321	70.85	4%	2563.05	191.25	87%	104%
30/01/2016	321	72.85	4%	2520.35	40.92	92%	101%
31/01/2016	120	32,6	3%	1076,65	72	74%	103%

Annexe 1:productivité et effienc

La date	Temps total	total down time	Temps produit	Câbles produits	Câble défauts	EA	PE	QR	Trs
01/01/2016	2321,04	390,2	1930,84	1059	8	0,831885706	0,7354167	0,9924457	0,607161026
02/01/2016	2321,04	181,57	2139,47	1182	12	0,921772137	0,8208333	0,98984772	0,748939861
04/01/2016	2300,74	280,93	2019,81	1198	11	0,877895807	0,8319444	0,99081803	0,723654391
05/01/2016	2313,39	288,22	2025,17	1115	11	0,875412274	0,7743056	0,99013453	0,67114941
06/01/2016	2374,67	112,98	2261,69	1200	13	0,952422863	0,8333333	0,98916667	0,785087457
07/01/2016	2321,11	142,55	2178,56	1168	11	0,938585418	0,8111111	0,99058219	0,754127312
08/01/2016	2364,03	233,7	2130,33	1179	14	0,901143387	0,81875	0,98812553	0,729050031
09/01/2016	2367,03	191,77	2175,26	1204	11	0,91898286	0,8361111	0,99086379	0,761351773
10/01/2016	1562,77	240,37	1322,4	584	11	0,846189778	0,4055556	0,98116438	0,336713016
11/01/2016	2098,84	226,32	1872,52	1161	13	0,892169008	0,80625	0,98880276	0,711256959
12/01/2016	2351,73	183,27	2168,46	1229	14	0,922070136	0,8534722	0,98860862	0,777996677
13/01/2016	260,49	156,24	104,25	1219	13	0,400207302	0,8465278	0,98933552	0,335173615
14/01/2016	2387,99	175,19	2212,8	1198	13	0,926637046	0,8319444	0,98914858	0,762545069
15/01/2016	2359,38	272,09	2087,29	1227	11	0,88467733	0,8520833	0,99103504	0,747060857
16/01/2016	2367,23	245,96	2121,27	1191	7	0,896097971	0,8270833	0,99412259	0,736791665
17/01/2016	1493,76	144,67	1349,09	925	13	0,903150439	0,6423611	0,98594595	0,571995278
18/01/2016	2355,39	300,94	2054,45	1065	8	0,872233473	0,7395833	0,99248826	0,640243598
19/01/2016	2390,01	207,98	2182,03	983	12	0,912979444	0,6826389	0,98779247	0,615627111
20/01/2016	2390,02	240,9	2149,12	1195	19	0,899205864	0,8298611	0,98410042	0,734351456
21/01/2016	2374,72	143	2231,72	1242	19	0,939782374	0,8625	0,98470209	0,798162392
22/01/2016	2390,01	157,8	2232,21	1275	17	0,933975172	0,8854167	0,98666667	0,815931087
23/01/2016	2405,31	177,3	2228,01	1311	14	0,926288088	0,9104167	0,98932113	0,834302534
24/01/2016	1777,2	78,94	1698,26	966	8	0,955581814	0,6708333	0,99171843	0,635727346

25/01/2016	2374,71	158,09	2216,62	1229	22	0,933427661	0,8534722	0,98209927	0,782393879
26/01/2016	2382,36	126,01	2256,35	1294	13	0,94710707	0,8986111	0,98995363	0,842530665
27/01/2016	2700,09	109,91	2590,18	1427	18	0,959293949	0,9909722	0,98738612	0,938642482
28/01/2016	2696,44	150,71	2545,73	631	12	0,944107787	0,4381944	0,98098257	0,405835222
29/01/2016	2388,01	191,25	2196,76	1425	18	0,919912396	0,9895833	0,98736842	0,89883107
30/01/2016	2386,01	40,92	2345,09	631	13	0,98285003	0,4381944	0,97939778	0,421806471
31-1-2016	919.2				8	VALEUR!	#VALEUR!		#VALEUR!

annexe 2:calcul de TRS de mois janvi

Date	cable produits	Objectif	Effectif	absence	heures total	total D	Defect	Temp P	EA	PE	QR
12/04/2016	1334	1281	275	61,2	2045,3	25,74	7	2019,56	99%	104%	100%
13/04/2016	1358	1281	275	68,85	2037,65	6,08	11	2031,57	100%	106%	100%
14/04/2016	1223	1281	278	68,85	2060,63	91,2	9	1969,43	96%	95%	100%
15/04/2016	1308	1281	277	76,5	2045,32	44,8	5	2000,52	98%	102%	100%
16/04/2016	1263	1281	277	70,85	2050,97	5,8	12	2045,17	100%	99%	100%
17/04/2016		1281			0			0			
18/04/2016	1214	1281	279	53,55	2083,59	21,87	6	2061,72	99%	95%	100%
19/04/2016	1297	1281	279	56,55	2080,59	19,11	7	2061,48	99%	101%	100%
20/04/2016	1296	1281	284	61,2	2114,24	42,24	15	2072	98%	101%	100%
21/04/2016	1281	1281	285	93,8	2089,3	8,11	4	2081,19	100%	100%	100%
22/04/2016	1321	1281	285	70,85	2112,25	28,75	6	2083,5	99%	103%	100%
23/04/2016	1269	1281	285	103,45	2079,65	24	3	2055,65	99%	99%	100%
24/04/2016		1281			0			0			
25/04/2016	1306	1281	285	45,9	2137,2	20,8	10	2116,4	99%	102%	100%
26/04/2016	1286	1281	285	61,2	2121,9	27	5	2094,9	99%	100%	100%
27/04/2016	1284	1281	285	68,85	2114,25	51,82	9	2062,43	98%	100%	100%
28/04/2016	1249	1281	285	76,5	2106,6	58,71	8	2047,89	97%	98%	100%
29/04/2016	1268	1281	285	10,65	2172,45	0	4	2172,45	100%	99%	100%
									99%	100%	98%

annexe 3:calcul TRS apres amelioration

