



Année Universitaire : 2016-2017



Master Sciences et Techniques en Génie Industriel

PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et
Techniques

**OPTIMISATION DES DEUX CHAÎNES DE
PRODUCTION LONGERON PCU DAE ET CTP EN
APPLIQUANT LE CONCEPT LEAN
MANUFACTURING.**

Lieu : YAZAKI Meknès

Référence : 17/17-MGI

Présenté par:

 Loubaba MRANI ALAQUI
 Soukaïna RHMARI-TLEMCANI

Soutenu Le 16 Juin 2017 devant le jury composé de:

- Pr. Anas CHAFI (Encadrant)
- Pr. Brahim HERROU (Encadrant)
- Pr. Abarkane (Examineur)

DEDICACE

Nous avons le plaisir de dédier ce modeste travail,

À nos très chers parents,

Pour votre amour, votre affection, vos prières et vos conseils. Que ce travail soit

le fruit de toutes vos peines et vos sacrifices.

Acceptez ce travail comme témoignage de l'estime, le respect et le grand amour que nous éprouvons pour vous.

Dieu seul capable de vous récompenser pour tout ce que vous avez fait pour nous.

À nos frères et sœurs,

Symboles de fraternité, de soutien et d'encouragement en témoignage de notre profond respect et affection. A toutes nos familles avec toutes nos affections, et nos souhaits de bonheur et de réussite.

À tous nos fidèles amis,

Que notre amitié puisse durer éternellement. Puisse ce travail vous exprime nos souhaits de succès.

À tous ceux qui nous soutiennent encore,

Un merci spécial à tous nos formateurs, à nos professeurs, à tous le personnel de FST Fès, à tous les membres de l'entreprise YAZAKI Meknès et à toute personne nous ayant consacré un jour, un moment de sa vie pour nous aider, nous conseiller et nous encourager.



Nous dédions ce travail

REMERCIEMENTS

Avant de tout dire ou introduire, je remercie ‘ DIEU ’ le tout miséricordieux, qui nous a donné grâce et bénédiction pour la réalisation de ce projet.

C’est parce que nous avons beaucoup estimé tous ceux qui nous a écouté, conseillé, critiqué et encadré que nous tenons à leur faire part de toute nos gratitude, et plus particulièrement, nous tenons à remercier à travers ces courtes lignes :

- ☞ Nos encadrants à la FST Fès **M. Anas CHAFI** et **M. Brahim HERROU**, pour nous avoir incitées à mener à bien ce travail, pour leurs aide, leurs temps passé pour nous guider, leurs efforts pour nous intégrer dans l’environnement, et leurs conseils dans plusieurs étapes du projet.

- ☞ Notre encadrante au sein de YAZAKI Meknès **Mme Ilham NAJA**, pour les conseils qu’elle nous a prodigués, son judicieux encadrement ainsi que son assistance pour la rédaction de ce rapport.

- ☞ Tous les personnels de YAZAKI Meknès, et plus particulièrement les personnes suivantes : **M. Kamal ABOU** et **M. Bachir ABBAS** pour l’expérience enrichissante et pleine d’intérêts qu’ils nous ont fait vivre tout au long de la période de stage sachant répondre à toutes nos interrogations.

Avant d’entamer ce travail, nous tenons à remercier aussi les membres du jury qui ont voulu accepter d’assister à l’exposition du projet et de juger notre travail de fin de formation.

Nous tenons aussi à remercier toute autre personne ayant contribué d’une façon ou d’une autre, au bon déroulement de notre projet de fin d’étude.

Table des matières :

Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : Présentation de l'organisme d'accueil.....	2
I. Présentation de YAZAKI Morocco	3
I-1. Historique	3
I-2. Présentation de YAZAKI Meknès.....	3
I-3. Fiche signalétique de YAZAKI Meknès	4
I-4. Projets de YAZAKI Meknès	4
I-5. Organigramme de YAZAKI Meknès	4
I-6. Départements de YAZAKI Meknès	5
II. Câblage automobile.....	6
II-1. Généralités	6
II-2. Composants d'un câble électrique.....	6
II-3. Processus de production à YAZAKI Meknès.....	7
Chapitre 2 : Méthodes utilisées et contexte général du projet.....	11
I. Introduction.....	12
II. Le concept du Lean Manufacturing	12
III. L'approche DMAIC	13
IV. Les méthodes utilisées.....	14
IV-1. La méthode d'équilibrage des tâches	14
IV-2. La méthode 5M	15
IV-3. La méthode des 5S	16
IV-4. La méthode QQQOCP	16
V. Présentation du projet.....	17
V-1. Contexte général	17
V-2. Périmètres du projet.....	17
1 Contexte globale du projet.....	17
2 Cahier de charges du projet	17
3 Besoin et objectifs du projet	17
V-3. Démarche utilisée	18
VI. Conclusion.....	19
Chapitre 3 : Diagnostic et analyse de l'existant des deux chaînes de production longeron PCU DAE et CTP	20
I. Introduction.....	21
II. Phase : « Définir ».....	21

II-1.	Description de la chaîne longeron PCU DAE	21
1	Line concept de la chaîne longeron PCU DAE	21
2	Etude d'espace	22
3	Description des postes	23
II-2.	Description de la chaîne CTP	25
1	Line concept de la chaîne CTP	25
2	Etude d'espace	26
3	Description des postes	26
II-3.	Fixation de l'objectif	27
II-4.	Justification du transfert	28
II-5.	Définition de la problématique	28
III.	Conclusion.....	28
IV.	Phase : « Mesurer »	29
IV-1.	Etude de l'existant des chaînes longeron PCU DAE et CTP.....	29
1	Convoyeur speed	29
2	Man-hour (MH)	30
3	Cycle time (CT)	30
4	Output	31
IV-2.	Etude du nombre d'opérateurs	32
IV-3.	Takt time (TT).....	35
V.	Conclusion.....	36
VI.	Phase : « Analyser »	36
VI-1.	Analyse du CT	36
VI-2.	Analyse du nombre d'opérateurs à partir du cycle time	38
VI-3.	Analyse "Value and non value added"	40
VI-4.	Problèmes rencontrés	43
VI-5.	Etude de l'espace dans les postes (équipements, tubes)	46
Chapitre 4 : Implantation de la nouvelle chaîne DAE PCU CTP		48
I.	Phase : « Innover »	49
I-1.	Takt time (TT) de la nouvelle chaîne	49
I-2.	Elaboration du plan d'action.....	49
I-3.	Détails sur les solutions proposées	50
1	Problème du nombre d'opérateurs.....	50
2	Problème du cycle time (CT).....	50
3	Problème des tâches des opérateurs.....	51



4	Output de la nouvelle chaîne longeron PCU DAE CTP.....	53
5	Problème des postes et des tubes.....	54
6	Vitesse de la nouvelle chaîne longeron PCU DAE CTP.....	56
7	Manque du jig pour le câble CTP dans la chaîne actuelle.....	57
8	Satisfaction réduite du besoin des clients en cas ou la demande est croissante	57
9	Problème du personnel dû aux différentes anomalies provenant des opérations du convoyeur.....	58
10	Problèmes techniques.....	59
II.	Analyse des problèmes des valeurs ajoutées et valeurs non ajoutées	59
II-1.	Les problèmes qui peuvent être éliminés ou réduits.....	59
1	Problème des composants (clips + connecteurs +pvc +ruban blanc+pistolet).....	59
2	Retard du poste test électrique.....	60
3	Problèmes informatiques	61
4	Problèmes de marche pour installer et démonter le câble	61
II-2.	Analyse des problèmes qui ne peuvent être ni éliminés ni réduits	62
III.	Conception de la nouvelle chaîne.....	62
IV.	Plan d'actions 5S.....	62
V.	Conclusion.....	63
VI.	Phase : « Contrôler »	64
VI-1.	Analyse des différents paramètres	64
1	Nombre d'opérateurs	64
2	Output et productivité.....	64
3	Cycle time (CT).....	65
VII.	Gains escomptés.....	66
VII-1.	Gains en termes d'effectif.....	66
VII-2.	Gain en termes de coût.....	66
VII-3.	Gain en termes d'espace	66
VIII.	Investissements.....	67
	Conclusion générale	70
	Références webographiques.....	71
	Annexes.....	71
	Résumé.....	72

Liste des figures

Figure 1 : Entreprise YAZAKI Meknès	3
Figure 2 : Projets XFB - XFA - JFC	4
Figure 3 : Organigramme de YMM	4
Figure 4 : Types de câblage dans l'automobile.....	6
Figure 5 : Différents composants d'un câble	7
Figure 6 : Schéma du processus de production.....	7
Figure 7 : Différentes zones dans YAZAKI Meknès.....	8
Figure 8 : Ligne d'assemblage	9
Figure 9 : Tableau (Jig).....	10
Figure 10 : Sources de gaspillages (8mudas).....	12
Figure 11 : Méthode DMAIC.....	14
Figure 12 : Diagramme bête à cornes.....	18
Figure 13 : Line Concept de la chaîne longeron PCU DAE	21
Figure 14 : Cartographie de la chaîne longeron PCU DAE	22
Figure 15 : Processus de réalisation du câble longeron dans le poste 1	23
Figure 16 : Poste 1 d'insertion dans la chaîne longeron DAE	23
Figure 17 : Processus de réalisation du câble dans le poste 2	24
Figure 18 : Processus de réalisation du câble dans le poste 3	24
Figure 19 : Line Concept de la chaîne CTP	25
Figure 20 : Cartographie de la chaîne CTP	26
Figure 21 : Processus de réalisation du câble dans le poste 1	26
Figure 22 : Processus de réalisation du câble dans le poste 2	26
Figure 23 : Distance prise entre deux jigs	29
Figure 24 : MH des différents postes	33
Figure 25 : CT en fonction du TT des différents postes de DAE et PCU	37
Figure 26 : CT en fonction du TT des différents postes de CTP	37
Figure 27 : Fichier Excel du value and no val7e added	41
Figure 28 : Graphique de valeurs ajoutées et non ajoutées	41
Figure 29 : Types des boxes.....	46
Figure 30 : Nouvelle structure des postes d'insertion	56
Figure 31 : Concept du double take off.....	58
Figure 32 : Nouvelle structure des boxes	60
Figure 33 : Imprimante dans le poste test électrique.....	60
Figure 34 : Emplacement de l'imprimante à côté du scan	61



Figure 35 : Nouveau line concept de la chaîne longeron PCU DAE CTP	62
Figure 36 : Cartographie de la nouvelle chaîne PCU DAE CTP	67

Liste des tableaux

Tableau 1 : Fiche signalétique de YAZAKI Meknès	4
Tableau 2 : Démarche suivie	19
Tableau 3 : Méthode QQQOCP	28
Tableau 4 : MH de chaque PN fixé par le client	30
Tableau 5 : Moyenne des CT chronométrés pour les trois familles	31
Tableau 6 : Moyenne de l'output et de la productivité	31
Tableau 7 : Données de chaque PN	32
Tableau 8 : Nombre d'opérateurs de chaque PN	33
Tableau 9 : Justification du nombre d'opérateurs	35
Tableau 10 : TT fixé pour les différentes familles	36
Tableau 11 : Nombre d'opérateurs dans chaque poste	38
Tableau 12 : CT des différents opérateurs pour les familles CTP DAE et PCU	39
Tableau 13 : Nombre d'opérateurs calculé pour chaque famille	40
Tableau 14 : Pourcentage des VA et VNA dans la chaîne DAE	42
Tableau 15 : Pourcentage des VA et VNA dans la chaîne PCU	43
Tableau 16 : Pourcentage des VA et VNA dans la chaîne CTP	43
Tableau 17 : Problèmes trouvés à partir de l'analyse "value and non value added"	45
Tableau 18 : Nombre des tubes et des boxes occupés dans chaque poste	46
Tableau 19 : TT calculé	49
Tableau 20 : Nombre d'opérateurs obtenu pour chaque famille	51
Tableau 21 : Répartition des tâches des opérateurs en fonction du CT	52
Tableau 22 : Répartition des tâches des opérateurs en fonction du CT	52
Tableau 23 : Répartition des tâches des opérateurs en fonction du CT	53
Tableau 24 : Répartition des tubes de la nouvelle chaîne	54
Tableau 25 : Répartition des postes de la nouvelle chaîne	55
Tableau 26 : Vitesse de la nouvelle chaîne DAE PCU CTP	56
Tableau 27 : Plan d'action 5S	63
Tableau 28 : Nombre d'opérateurs avant et après le transfert	64
Tableau 29 : Output avant et après le transfert	65
Tableau 30 : Productivité avant et après le transfert	65
Tableau 31 : CT avant et après le transfert	65



Tableau 32 : Nombre d'opérateurs optimisé	66
Tableau 33 : Coût d'investissement des postes	67



LISTE DES ACRONYMES

CT :	Cycle Time
CTP :	Chauffage Thermique Plongeur
DAE :	Direction Assistée Electrique
DMAIC :	Définir, Mesurer, Analyser, Innover, Contrôler.
IE :	Industrial Engineering
JFC :	Renault Espace
NYS :	New Yazaki System
P1 :	Zone de coupe
P2 :	Zone de pré-assemblage
P3 :	Zone d'assemblage
Pack :	Packaging
PCU :	Pompe Control Unit
QOQOCP:	Qui? Quoi? Où? Quand? Comment? Pourquoi?
SPS :	Standard Packaging Size
TE :	Test Electrique
TT:	Takt Time
VA :	Valeur Ajoutée
VNA :	Valeur Non Ajoutée
XFA :	Renault Scénic
XFB :	Renault Mégane
YMM:	Yazaki Morocco Meknès
YMO:	Yazaki Morocco

GLOSSAIRE

Jig : Tableau placé dans le convoyeur comportant le lay-out du câble fini.

Joints : Un ensemble de fils liés par soudage.

Lay-out : Schéma d'implantation.

Line concept : Une cartographie qui représente tous les postes de la chaîne, et le nombre d'opérateurs pour chaque poste.

Output : Nombre de faisceaux de câble produits.

Smalls : Zone consacré pour la production des petits câbles.

Shift : Equipe de travail travaillant 7,67 h = 460 min = 480 min - 20 min (pause)

Introduction générale

Lors des dernières années, le monde industriel de la production d'automobile devient de plus en plus exigeant envers ses collaborateurs. Le Lean Manufacturing est la démarche qui répond le plus à ces défis. En effet, il consiste à identifier et à éliminer toutes les pertes d'efficacité qui jalonnent la chaîne depuis la réception de la matière jusqu'à l'expédition du produit fini.

Face à cette situation, l'entreprise espère donc identifier des pistes d'amélioration pour l'ensemble de ses processus de production et de ses coûts. C'est le cas notamment de YAZAKI MORROCO MEKNES, leader dans le domaine du câblage automobile qui s'est lancée dans un projet d'optimisation et d'exploitation des espaces des chaînes de production afin de pouvoir intégrer de nouvelles familles de production et de maintenir des améliorations rentables pour l'entreprise.


C'est dans ce cadre que ce présent projet nous a été confié par le département IE & NYS et qui s'intitule « **Optimisation des deux chaînes de production longeron PCU DAE et CTP en appliquant le concept Lean Manufacturing** ». Afin d'atteindre l'objectif prédéfini au début du projet, nous avons subdivisé le travail en 4 grands chapitres qui révèlent la démarche suivie. Dans un premier temps nous avons présenté YMM au sein duquel nous avons effectué notre stage. Dans le même chapitre, nous avons détaillé le processus de fabrication des câbles dans le même site. Par la suite, nous avons présenté la problématique et le besoin de l'entreprise, ainsi que les étapes adoptées pour sa résolution.

Dans le deuxième chapitre, nous avons présenté la démarche DMAIC ainsi que les différents outils que nous avons appliqués au cours de la réalisation du projet.

Dans le troisième chapitre nous avons réalisé une étude détaillée des chaînes de production pour identifier la problématique afin de cibler l'objectif et de relever les opportunités d'amélioration. Une mesure des différents paramètres des chaînes concernées (nombre d'opérateurs, takt time, vitesse du convoyeur, cycle time, output et la productivité). A la fin de ce chapitre, nous avons analysé chaque paramètre mesuré pour mettre en œuvre les problèmes rencontrés au cours du processus de production des trois familles.

Finalement, nous avons consacré le quatrième chapitre pour présenter les solutions possibles et réalistes pour atteindre l'objectif d'améliorer le processus de production par le transfert de la chaîne CTP à la chaîne longeron PCU DAE, et d'optimiser le nombre d'opérateurs et aussi estimer les gains escomptés.

Chapitre 1 : Présentation de l'organisme d'accueil

A decorative graphic consisting of several overlapping horizontal and vertical lines in a light gray color.

Dans ce premier chapitre, nous allons présenter l'organisme d'accueil : YAZAKI Meknès

- son activité,
- sa structure,
- ses projets,
- son organigramme,
- ses départements et son processus de production.



I. Présentation de YAZAKI Morocco

I-1. Historique

En 2001, le Maroc a été le premier pays africain auquel Mr. YAZAKI a fait honneur, par l'inauguration de son site opérationnel YMO pour la production du câblage automobile, en présence de sa majesté le Roi MOHAMMED VI.

Vu la performance de son personnel, des résultats réalisés depuis ses débuts, et sa certification par la maison mère et par plusieurs organismes de renommée mondiale, YAZAKI Saltano de Portugal, Succursale du Maroc, a été transformée en mai 2003 en une entité indépendante appelée « **YAZAKI MORROCO S.A** ».

Avec deux importantes unités de production à Tanger et à Kenitra, YAZAKI Morocco a réalisé un chiffre d'affaires de 150 millions d'euros en 2010 pour un total d'emplois supérieur à 4500 postes.

En 2013, YAZAKI Morocco a renforcé son existence au Maroc par un nouveau site de production à Meknès.

La devise de YAZAKI est: **“One for all, All for one”**

I-2. Présentation de YAZAKI Meknès



Figure 1 : Entreprise YAZAKI Meknès

YAZAKI a lancé la première usine pilote YAZAKI Meknès Maroc YMM1 à Ilot UL2 Zone Agropolis BP S72 Meknès, l'objectif était de préparer le noyau dur afin de tester sa capacité et sa performance de production des nouveaux projets qui sont la raison de sa création.

L'objectif du lancement de l'usine pilote est de préparer le noyau dur sur place qui va assurer le lancement de la grande usine. La majorité de la population actuelle a été transférée du site de Tanger (Usine mère). Le seul client de YMM est Renault.

I-3. Fiche signalétique de YAZAKI Meknès

Raison sociale	YAZAKI MOROCCO Meknès SA
Forme juridique :	Société Anonyme
Activité :	Câblage automobile
Date de création :	Mars 2016
Siège social :	ILOT UL2 Zone Agropolis BP S72 CD 50000, Meknès.
Tél :	N° +212(0)535514817
Investissement :	269 100 000 DHs
Effectif :	2900 personnes (F : 63.6% ; H : 36.4%)
Production surface :	19,656 m ²
Superficie :	49,484 m ²

Tableau 1 : Fiche signalétique de YAZAKI Meknès

I-4. Projets de YAZAKI Meknès

L'activité principale du site YMM est le câblage pour automobile et la totalité de sa production de câbles électriques est destinée aux équipements des 3 marques de RENAULT, qui sont présentées dans la figure 2 :



Figure 2 : Projets XFB - XFA - JFC

I-5. Organigramme de YAZAKI Meknès

La dimension organisationnelle au sein de YAZAKI Maroc se caractérise par un dosage équilibré entre la structure fonctionnelle et celle opérationnelle, ce qui justifie l'existence de plusieurs départements présentés sur la figure 3:

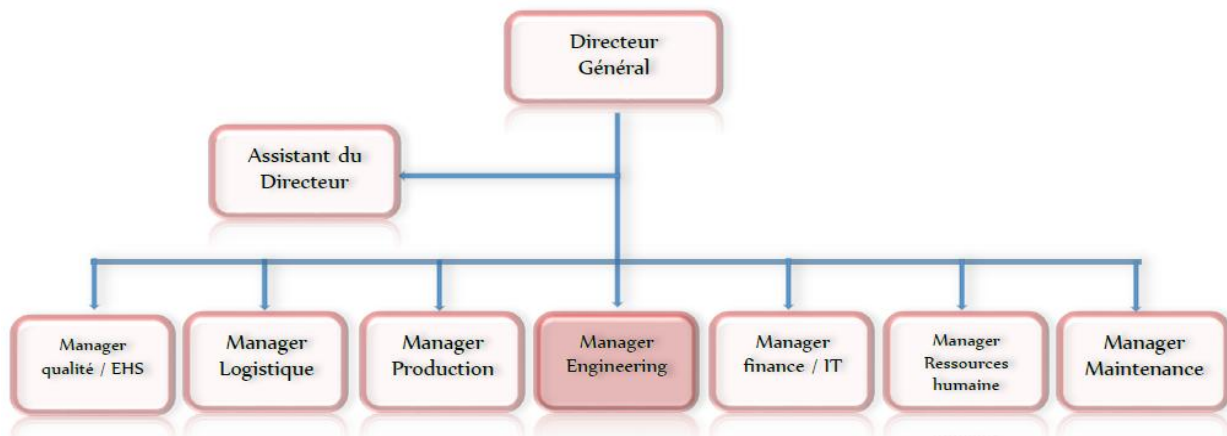


Figure 3 : Organigramme de YMM

I-6. Départements de YAZAKI Meknès

Le groupe YAZAKI a une structure, une organisation et un règlement intérieur propre à lui. YAZAKI Meknès est organisée suivant sept départements. Nous pouvons résumer les missions de chaque département comme suit :

↻ Département qualité:

Qualifié comme observateur et détecteur des anomalies de qualité, ce département qui se décompose de quatre services, assure l'amélioration continue de la société dans le cadre de la qualité totale.

↻ Département administratif et financier:

Permet d'assurer les fonctions financières et comptables de l'entreprise, de développer et d'implanter les procédures financières et le contrôle de gestion qui affectent la santé financière de la compagnie.

↻ Département informatique et technologique (IT):

Ce département se charge d'analyser, de concevoir, de mettre en œuvre, d'exploiter et d'administrer les systèmes informatiques et technologiques de la société.

↻ Département maintenance:

Ce département est chargé d'établir les plans de maintenance des machines et équipements existant dans l'usine et assurer la maintenance corrective des équipements en cas de défaillance. Sa mission est d'assurer le bon fonctionnement des machines.

↻ Département production:

Ce département a pour principale mission la réalisation des programmes de production tout en assurant une bonne qualité du produit en respectant les délais fixés au préalable et en optimisant les performances pour augmenter la capacité de production.

↻ Département NYS & Industrial Engineering :

Ce département a pour mission d'adapter les procédés de fabrication conformément aux règles définies par les Directions Engineering et Qualité (plans de surveillance, control plan, ...) du groupe.

↻ Département logistique :

Gère l'approvisionnement, la réception, l'expédition et le stockage de la matière première et doit assurer la livraison du produit fini avec le minimum de charges possibles. La structure de ce département se décompose en cinq services : Service Planification, Service Approvisionnement, Service Achat, Service Import & Export et Service Magasin.

II. Câblage automobile

II-1. Généralités

Le faisceau électrique d'un véhicule a pour fonctions principales d'alimenter en énergie ses équipements de confort (lève-vitres) et certains équipements de sécurité (Airbag, Eclairage), et aussi de transmettre les informations aux calculateurs. Ce produit qui est le câble est constitué d'un ensemble de conducteurs électroniques, terminaux, connecteurs et matériels de protection. Un câblage se subdivise en plusieurs parties qui sont liées entre elles. Ainsi on peut distinguer entre plusieurs types de câblage :

- Câblage principal (Main) ;
- Câblage moteur (Engine) ;
- Câblage sol (Body) ;
- Câblage porte (Door) ;
- Câblage toit (Roof) ;
- Autres ;

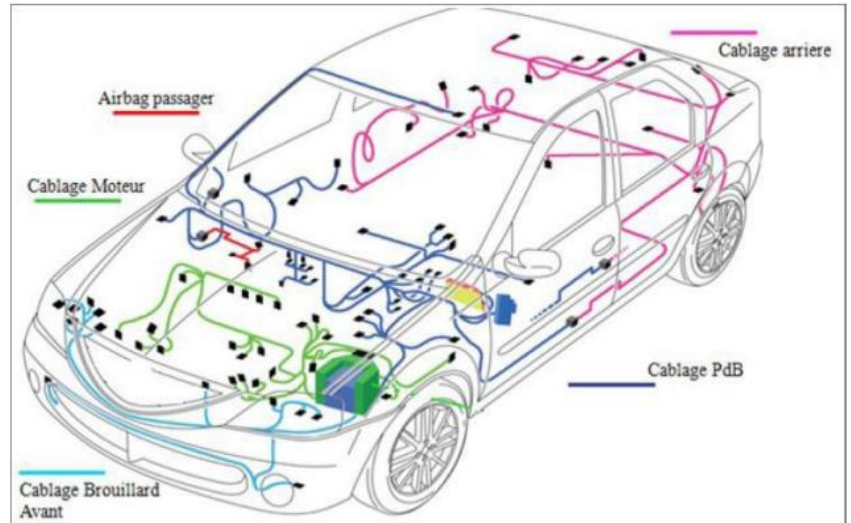


Figure 4 : Types de câblage dans l'automobile

II-2. Composants d'un câble électrique

Un câble est composé des éléments suivants :

- **Fil conducteur** : Constitué d'un nombre défini de filaments et un revêtement isolant en PVC. Ce dernier sert à transmettre le courant électrique d'un point à un autre, avec une perte minimale d'énergie.
- **Terminal**: Assure une bonne connexion entre deux câbles (l'un est une source d'énergie, l'autre est un consommateur d'énergie).
- **Connecteurs** : Ce sont des pièces où les terminaux seront insérés, ils permettent de :
 - Établir un circuit électrique débranchable.
 - Établir un accouplement mécanique séparable.
 - Isoler électriquement les parties conductrices.
- **Matériels de protection (Fusibles)** : Ce sont des pièces qui protègent le câble et tous ses éléments de la surcharge du courant qui pourrait l'endommager.
- **Clips ou agrafes** : Ce 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 exposé aux détériorations à cause des frottements.

- **Accessoires** : Ce sont des composants qui assurent la protection et l'isolation du câble au moyen des rubans d'isolement et des tubes.

La figure 5 représente l'ensemble des composants du câble déjà cités :



Figure 5 : Différents composants d'un câble

II-3. Processus de production à YAZAKI Meknès

Après notre visite guidée à l'usine de production et au magasin, nous avons pu avoir une idée générale sur le processus de production que nous allons décrire à partir de ce schéma simplifié :

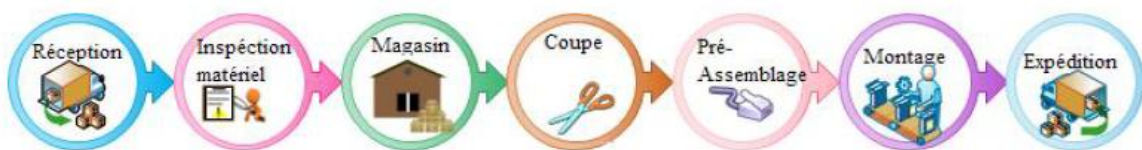


Figure 6 : Schéma du processus de production

Dans cette partie, nous allons présenter le flux de la production depuis la planification jusqu'à l'expédition du produit fini :

a. Planification

La planification de la production se fait suivant la commande client, le département logistique exploite ces commandes à l'aide du logiciel SAP pour déterminer les quantités des matières premières nécessaires suivant la méthode MRP.

b. Réception de la matière première :

La matière première passe par l'inspection qui consiste à contrôler un échantillon de la matière première à l'aide des essais mécaniques et du contrôle visuel.

c. Production :

La production se divise en trois étapes : la coupe (P1), le pré-assemblage (P2) et l'assemblage (P3) (voir figure 7).



Figure 7 : Différentes zones dans YAZAKI Meknès

❖ La coupe:

Après la réception de la matière première, la première étape dans le processus de production commence : Elle s'agit de la coupe, appelée aussi zone P1. Cette première étape consiste à découper de la matière première (les fils électriques qui arrivent sous formes de bobines à partir du magasin), selon l'ordre de fabrication lancé par un système appelé Cutting Area Optimisation (CAO).

- ☞ **Dénudage** : C'est l'opération permettant d'enlever l'isolant à l'extrémité du fil afin de dégager les filaments conducteurs.
- ☞ **Sertissage automatique** : Processus qui permet la jonction d'un terminal à un ou plusieurs fils conducteurs.
- ☞ **Insertion des bouchons** : Les bouchons sont des dispositifs permettant d'assurer l'étanchéité lors de l'insertion dans le connecteur.

❖ Pré-assemblage :

Une fois coupés, une partie des fils conducteurs passe par la phase de pré-assemblage. Dans cette phase, plusieurs opérations sont réalisées :

- ☞ **Sertissage manuel** : dans certain cas, il s'avère impossible de sertir les terminaux aux extrémités des fils automatiquement.

- ✎ **Twist / Torsadage** : le twist est l'opération qui permet de torsader deux fils pour les protéger des champs magnétiques.
- ✎ **Joint par ultrason** : Les joints ou épissures sont des soudures ultrason unissant un ou plusieurs fils entre eux.
- ✎ **Soudure de masse** : La soudure de masse consiste à souder les extrémités de plusieurs fils à un seul terminal.
- ✎ **Postes d'accessoires** : pour l'insertion des accessoires (par exemple le bouchon).

❖ L'assemblage / Le montage :

L'assemblage ou le montage est la phase finale qui consiste à assembler l'ensemble des composants pour obtenir le câble final. Les lignes de montage se caractérisent généralement par l'emploi d'un convoyeur ou d'une chaîne de tableaux mécanisés qui sont au même temps en fonction du nombre de circuits que contient le câble et en fonction de sa complexité. La figure 8 présente une chaîne d'assemblage.

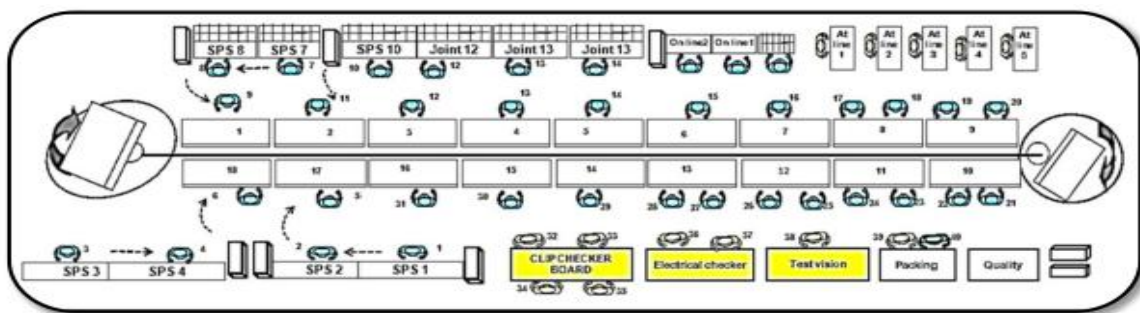


Figure 8 : Ligne d'assemblage

Les câbles passent généralement par quatre étapes principales lors du montage : l'insertion, le soudage ultrason, l'enrubannage et l'inspection. Chacune de ces étapes comporte des opérations qui varient en fonction de la nature du câble :

- ✎ **L'insertion** : Cette étape consiste à insérer les terminaux des circuits dans les connecteurs qui leurs correspondent manuellement.
- ✎ **Le soudage** : cette opération consiste à souder les extrémités des fils dénudés afin de réaliser une jonction.
- ✎ **L'enrubannage** : Cette opération qui permet de recouvrir les fils une fois insérés par des rubans et protecteurs.

Ces trois premières étapes du montage, sont réalisées sur des Jigs. La figure 8 présente l'image d'un tableau (Jig).

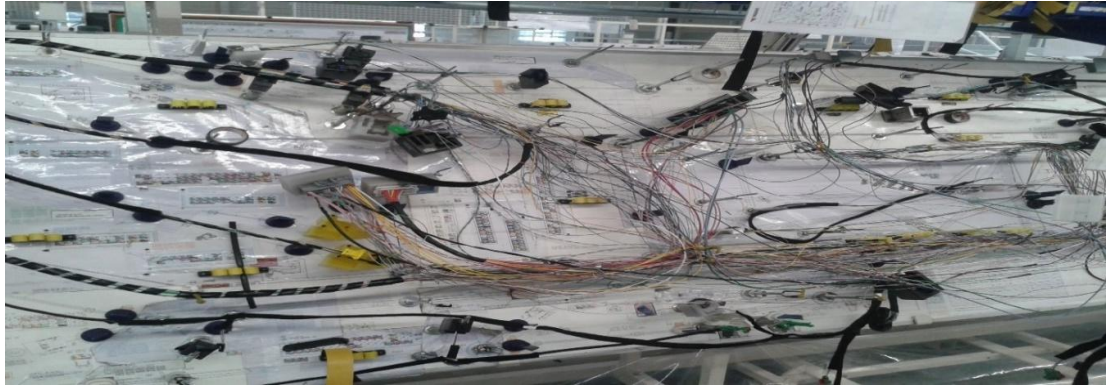


Figure 9 : Tableau (Jig)

∞ **L'inspection et les tests** : Ce processus est destiné à la détection des problèmes dans le câble, pour cela il existe des sous-processus, qui sont :

➔ **Sous-processus Test Electrique :**

Ce sous-processus est inéluctable avant d'emballer le câblage fini et consiste à tester le câble au niveau de la continuité électrique, et détecter les défauts provenant du processus d'insertion.

➔ **Sous-processus Test Vision :**

Ce sous-processus qui réalise le test sur le montage des fusibles et aide à identifier l'emplacement correcte des fusibles, s'ils sont bien placés, le câble est validé et il passe par la suite au sous processus "Mur Qualité".

∞ **Processus Mur Qualité** : Ce processus qui confirme et valide la qualité du câble à tout niveau en inspectant la longueur des branches, la présence de l'enrubannage, des accessoires et le respect de l'architecture finale exigée. Comme le processus "Mur Qualité" est chargée aussi d'emballer le câble et le mettre dans la caisse des produits finis.


d. L'expédition des produits finis :

Après être emballé les faisceaux se rassemble dans des palettes qui ont une capacité de 32 câbles, une fois que la palette soit remplie et emballée, on l'envoie à l'expédition, ce service s'occupe de l'envoi de la marchandise aux clients de YAZAKI et s'assure de son arrivée.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté une description de l'organisation au sein de YAZAKI MEKNES, des missions de ses départements ainsi qu'une description détaillée de son processus de production.

Chapitre 2 : Méthodes utilisées et contexte général du projet

A decorative graphic consisting of several overlapping horizontal and vertical lines in a light gray color, positioned to the left of the text.

Dans ce chapitre, nous allons présenter les plus importants outils de la gestion industrielle que nous avons utilisés pour la réalisation du présent projet.

Premièrement, nous allons commencer par une définition du concept Lean Manufacturing, ainsi que les méthodes que nous allons appliquer par la suite afin de mettre en évidence toutes les sources des gaspillages rencontrées dans les lignes de production concernées.

Deuxièmement, nous allons aborder le cadre général de notre Projet de Fin d'Etudes qui contient essentiellement les éléments suivants :

- Le contexte du projet ;
- La problématique ;
- Le cahier de charges du projet ;
- La démarche suivie pour la réalisation du projet.



I. Introduction

Afin de rester compétitif face à un marché en constante évolution, YAZAKI est appelée, à définir une stratégie bien ciblée et appropriée qui prend en compte l'état de son existant pour améliorer sa productivité.

Effectivement, la tâche qui nous a été confiée durant ce stage réside dans l'optimisation de la chaîne CTP et longeron PCU DAE, tout en s'inspirant du concept du Lean Manufacturing, et en éliminant toute source de gaspillage qui influence le processus de production.

II. Le concept du Lean Manufacturing

❖ Qu'est-ce que le Lean Manufacturing ?

Le Lean Manufacturing est un système de production à flux tendus. Il vise à organiser la production d'une entreprise en optimisant ses ressources productives. Il repose sur une élimination systématique des gaspillages : réduction des stocks, des déplacements, des temps d'attente, des déchets, des défauts...

L'objectif du Lean est d'optimiser la qualité, les coûts et les délais de livraison, tout en améliorant la sécurité du personnel. Pour atteindre un tel objectif, il convient d'agir sur les trois sources d'inefficacité de tout système opérationnel : les gaspillages (mudas), la variabilité et le manque de flexibilité.

❖ Définition des mudas (gaspillages)

Muda (gaspillage) est une activité improductive, qui n'apporte pas de valeur aux yeux du client, mais tout le monde accepte et pratique cette activité sans la remettre en question. Néanmoins, certaines tâches sans valeurs ajoutées sont obligatoires (archivage, sauvegarde...).

La pensée Lean suggère que pour créer efficacement de la valeur, il est indispensable d'identifier les gaspillages et de les éliminer ou de les réduire, afin d'optimiser les processus de l'entreprise. Les 7 gaspillages : en fait, il y en a 8 !



Figure 10 : Sources de gaspillages (8mudas)

A. La Surproduction

- Produire plus que le besoin du client ;
- Réaliser une tâche qui ne répond à aucune demande ni exigence du client ;

B. Le Surstockage ou Stocks Inutiles

- Tout ce qui n'est pas indispensable à la réalisation de la tâche au bon moment ;
- Causé par des temps d'attente non maîtrisés ;

C. 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.

D. Les Traitements Inutiles ou Surprocessing

- Tâches, étapes réalisées pour rien ;
- Processus trop complexe par rapport au prix de vente ;

E. Les Mouvements Inutiles

- Déplacement de personnes physiques, inutile et qui n'apporte pas de valeur au client ;
- Mauvais rangement, désordre, désorganisation ;

F. Les Erreurs, les Défauts et les Rebut

- Défauts qui nécessitent une retouche, un contrôle supplémentaire, une mise au rebut et une insatisfaction du client ;
- Retour client ;

G. 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 ;

On ajoute aux 7 gaspillages originaux, un 8ème gaspillage :

H. La sous-utilisation des compétences

Un manque de formation, un management rigide et autoritaire, peu de motivation, de reconnaissance et d'implication entraînent une sous-utilisations des compétences des employés, c'est ce qui nuit gravement à la créativité et à l'esprit.

III. L'approche DMAIC

DMAIC est une méthode d'amélioration continue, basée sur la résolution du problème, utilisée par les entreprises industrielles. Elle permet une meilleure exploitation des ressources humaines, financières et des outils de production afin d'améliorer la

performance. Elle permet également d'accroître la productivité par la réduction de la non-qualité.

DMAIC est une abréviation qui présente les cinq étapes de la démarche de réduction de la variation des processus :

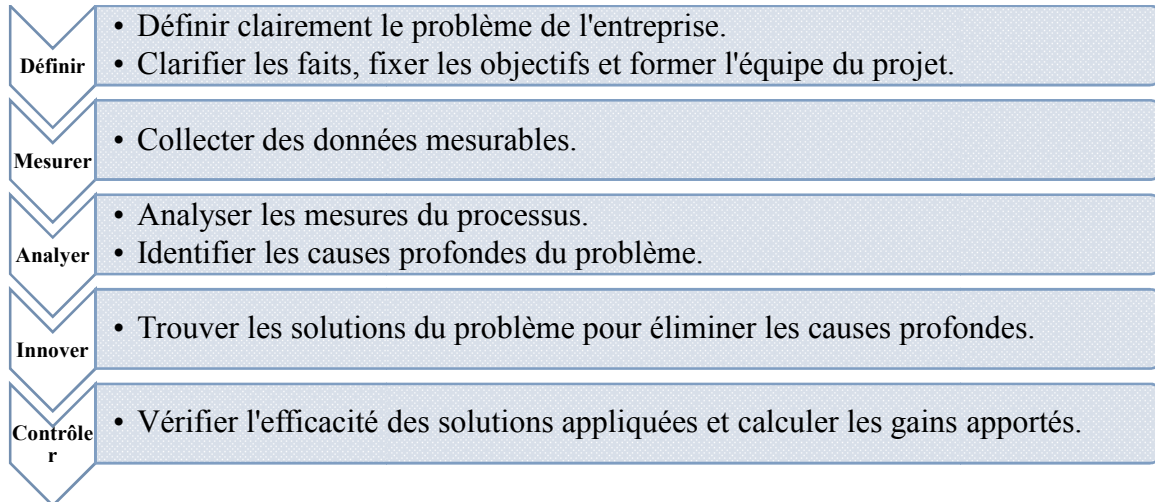


Figure 11 : Méthode DMAIC

IV. Les méthodes utilisées

Pour pouvoir mener à bien un projet, il est nécessaire de sélectionner un panel de méthodes permettant de simplifier le travail.

Les principales méthodes de travail que nous allons adapter à notre projet, afin de répondre au besoin de l'ensemble des parties prenantes sont les suivants :

IV-1. La méthode d'équilibrage des tâches

Le concept de l'équilibrage est plutôt simple. Il repose sur le fait de concevoir une suite d'opérations d'un même flux de valeur ayant la même durée. Par ce fait, on peut produire en pièce-à-pièce, éviter les goulots d'étranglements et avoir une production fluide nous permettant de travailler au plus près du Takt Time (TT).

L'équilibrage est la répartition des activités séquentielles en postes pour une utilisation optimale des moyens et des hommes : réduction des temps morts et des goulots d'étranglement.

Les activités compatibles sont regroupées par postes dont les temps sont approximativement équivalents.

❖ Les 2 approches de l'équilibrage :

- Approche 1 : toutes les tâches ont une durée identique

Cette première approche consiste à mettre en place un équilibrage parfait entre les opérationnels où toutes les tâches ont la même durée. Cette approche n'est possible que si les processus ou la demande ont une variabilité très faible auquel cas un tel équilibrage sera trop complexe.

- Approche 2 : un goulot est « forcé »

Cette seconde approche consiste à créer volontairement un goulot. Cela s'adapte en particulier aux situations où la variabilité dans les processus ou la demande est importante. Les caractéristiques de cet équilibrage sont :

- Le goulot est connu et maîtrisé.
- Le temps de takt est ajusté par rapport au goulot.
- Le management a une facilité à gérer les aléas et les ressources car un degré de latitude est donné.

❖ Equilibrer les opérations :

L'équilibrage des tâches aide les groupes de travail à organiser efficacement les tâches. Il met en avant les opportunités d'amélioration en rendant l'ensemble des tâches plus visuelles et donc plus faciles à améliorer. La première étape d'un équilibrage des tâches est donc de pouvoir recueillir l'ensemble des données du processus dans un tableau et de les classer en valeurs ajoutées et valeurs non ajoutées.

-Tâche à valeur ajoutée (VA) : Ce sont les tâches que le client est prêt à payer. Elles visent à augmenter la valeur du produit (forme, propriété mécanique...).

-Tâche sans valeur ajoutée (NVA) : Tâche qui ne modifie pas la valeur du produit. Ce sont des tâches purement mudas (gaspillages) que l'on doit éliminer ou des tâches qui sont nécessaires à la réalisation du produit fini.

IV-2. La méthode 5M

La méthode 5M est une méthode d'analyse qui sert à représenter de manière synthétique les différentes causes possibles d'un problème. Elle utilise une représentation graphique pour matérialiser de manière structurée les liens entre les causes et leurs effets. Cette méthode classe les différentes causes d'un problème en 5 grandes familles :

- **Matière :** les différents consommables utilisés, matières premières...
- **Milieu :** le lieu de travail, son aspect, son organisation physique...

- **Méthodes** : les procédures et normes, le flux d'information...
- **Matériel** : les équipements, machines, outillages, pièces de rechange...
- **Main d'œuvre** : les ressources humaines, les qualifications de la personne...

IV-3. La méthode des 5S

La méthode des 5S est une technique de management japonaise visant à l'amélioration continue des tâches effectuées dans les entreprises, elle tire son appellation de la première lettre de chacune des cinq opérations constituant autant de mots d'ordre ou principes simples :

→ **Seiri (Eliminer)** : Lors de cette étape, il faut distinguer ce qui est utile et ce qui ne l'est pas en triant et en éliminant. On ne gardera que le strict nécessaire sur le poste de travail et dans son environnement.

→ **Seiton (Ranger)** : Il s'illustre par cette célèbre maxime "Une place pour chaque chose et chaque chose à sa place», il faut donc disposer les objets de façon à trouver ce qu'il faut quand il le faut.

→ **Seiso (Nettoyer)** : Une fois l'espace de travail dégagé (Seiri) et ordonné (Seiton), il faut donc éliminer les déchets, les saletés et les objets inutiles pour une propreté irréprochable du poste de travail et son environnement, le rendant ainsi plus agréable pour travailler.

→ **Seiketsu (Standardiser)** : Une fois les trois étapes précédentes accomplies, il faut combattre la tendance naturelle au laisser-aller et le retour aux anciennes habitudes en mettant au point des méthodes permettant de maintenir cet état et d'éviter les déviations.

→ **Shitsuke (Auto discipline)** : Pour faire vivre les 4 premiers S et repousser leurs limites initiales dans une démarche d'amélioration continue, il faut surveiller régulièrement l'application des règles, les remettre en mémoire et en corriger les dérives.

IV-4. La méthode QQOQCP

QQOQCP : C'est un questionnaire qui permet de bien identifier notre problématique ainsi que les différentes parties prenantes :

- **Qui** : Quelles sont les personnes impliquées dans le problème ?
- **Quoi** : Quel est le problème ?
- **Où** : Où se pose le problème ? À quel endroit ? Dans quel lieu ?
- **Quand** : Quand apparait le problème ? À quel moment ?
- **Comment** : Comment a-t-on détecté le problème ?
- **Pourquoi** : pourquoi doit-on résoudre le problème ?

La méthode QQQCP permet d'avoir une idée sur toutes les dimensions du problème, des informations élémentaires suffisantes pour identifier ses aspects essentiels.

V. Présentation du projet

V-1. Contexte général

Une grande multinationale comme YAZAKI vise toujours à l'amélioration continue de son processus de production avec les méthodes adéquates et le minimum des moyens. En outre, une telle amélioration ne peut être réalisée sans collaboration avec le département IE & NYS qui veille toujours à ce que l'entreprise reste compétitive et satisfait ses clients par l'amélioration régulière de ses processus de production.

Dans cette partie, nous allons présenter le cahier de charges, l'objectif et l'approche adoptée dans notre projet.

V-2. Périmètres du projet

1 Contexte globale du projet

Ce projet est un pré-requis d'obtention de notre diplôme de Master en Génie Industriel en liant entre ce que nous avons appris au cours de nos études à la FST de Fès d'une part et ce que nous avons appris au domaine de travail d'autre part.

2 Cahier de charges du projet

Notre projet de fin d'études consiste à assurer l'optimisation de la chaîne longeron PCU DAE et la chaîne CTP en appliquant le concept du Lean Manufacturing pour améliorer l'output et la productivité de ces chaînes en éliminant tout type de gaspillage

Au sein du processus de production pour augmenter la cadence, avoir une meilleure qualité, moins de dommages et une plus grande flexibilité grâce à une organisation autour du processus de production des faisceaux électriques dans la zone des Smalls.

3 Besoin et objectifs du projet

Le besoin exprimé par le département IE & NYS est l'amélioration continue des chaînes de production, des flux de l'information et de la matière afin de maintenir, corriger et innover le flux général pour une meilleure optimisation des chaînes de production, et cela en éliminant tout type de gaspillages au sein des processus de production pour augmenter la cadence, avoir une meilleure qualité, moins de dommages et une plus grande flexibilité.

Le diagramme bête à cornes présenté dans la figure 12 exprime les besoins du département en termes de fonctions à réaliser :

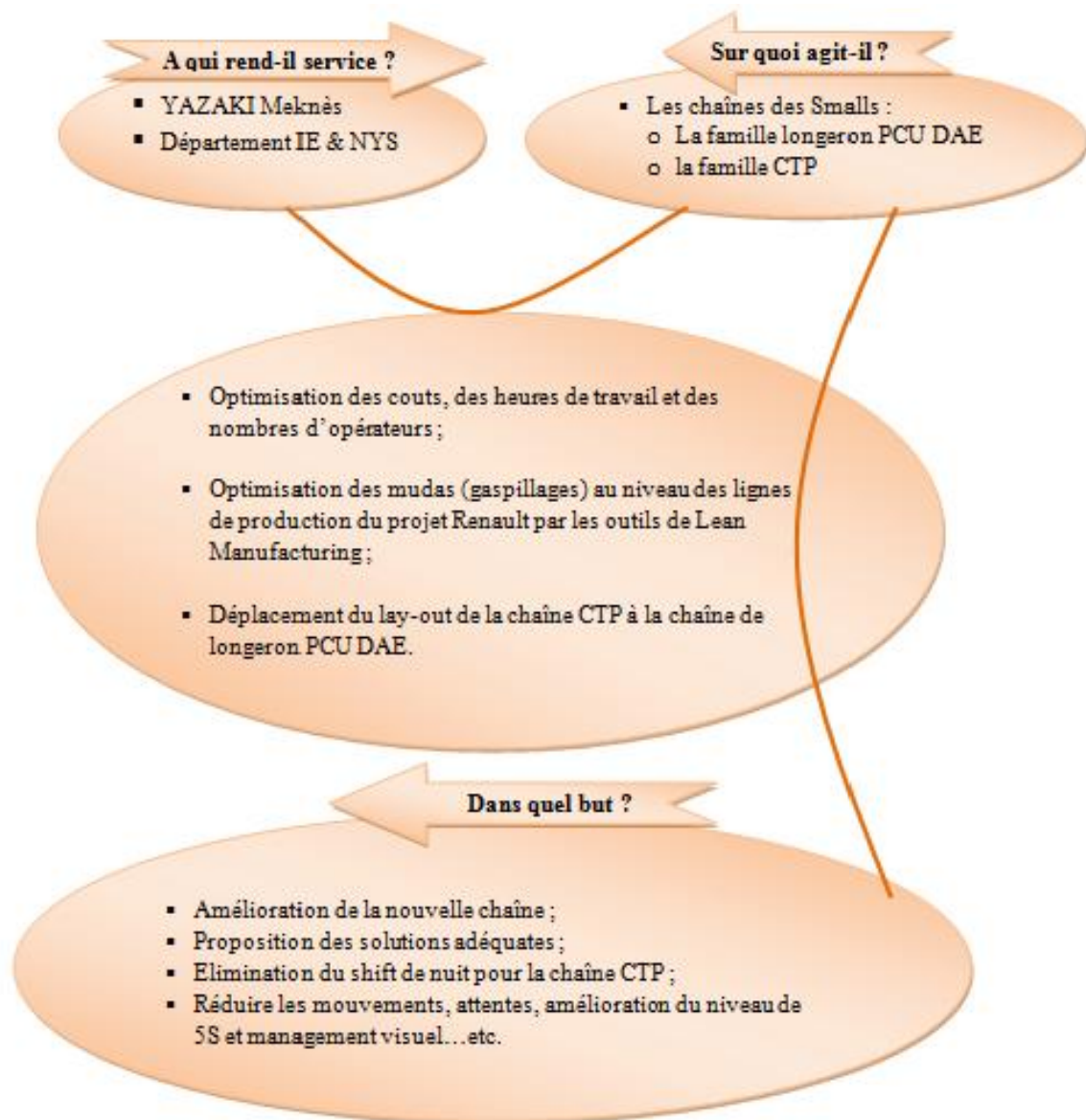


Figure 12 : Diagramme bête à cornes

V-3. Démarche utilisée

Pour répondre à l'objectif fixé, nous avons adopté la démarche DMAIC, qui est une méthode d'amélioration continue basée sur la **résolution du problème utilisée par les entreprises industrielles**. Elle permet une meilleure exploitation des ressources humaines, financières et des outils de production afin d'améliorer la performance. Elle permet également d'accroître la productivité par la réduction de la non-qualité.

Cette méthode est basée sur un ensemble de tâches présentées dans le tableau 2 :


Etapes	Problèmes	Tâches
Définir	Comprendre le problème.	-Description détaillée du processus de la chaîne CTP et la chaîne longeron PCU DAE. -Définir la problématique. -Fixer les objectifs.
Mesurer	Recueillir les données nécessaires.	-Mesurer le temps de cycle et le takt time de chaque chaîne et calculer la productivité. -Mesurer les sources de gaspillages.
Analyse	Générer, analyser et vérifier les données relatives au problème.	-Analyse du cycle time et du nombre d'opérateur.
Innover	Trouver des solutions au problème.	-Mettre en œuvre les solutions proposées.
Contrôler	Calculer le gain.	-Générer les gains escomptés.

Tableau 2 : Démarche suivie

VI. Conclusion

Après avoir présenté la société YAZAKI MOROCCO Meknès, le processus de production et la nature des produits, et expliqué le contexte général du projet et le cahier de charges, nous allons procéder à l'analyse de l'existant de notre projet qui est « Optimisation des deux chaînes de production longeron PCU DAE et CTP en appliquant le concept Lean Manufacturing ».


Chapitre 3 : Diagnostic et analyse de l'existant des deux chaînes de production longeron PCU DAE et CTP

A decorative graphic consisting of several horizontal and vertical lines of varying lengths, resembling a stylized staircase or a set of brackets.

Ce chapitre a pour objectif d'étudier la situation actuelle à travers un diagnostic de l'état de lieu en décrivant l'ensemble des étapes de production.

Pour cela, nous allons établir une analyse approfondie du flux, en vue de dégager les dysfonctionnements du système de production ainsi que les causes qui les génèrent.

Afin de réussir la définition et l'analyse de la problématique, nous allons exploiter dans ce chapitre les trois premières bases de la méthode DMAIC : Définir, Mesurer, et Analyser.

A decorative graphic consisting of several horizontal and vertical lines of varying lengths, resembling a stylized staircase or a set of brackets.

I. Introduction

Afin de répondre à l'augmentation de la demande du marché en câbles de véhicules industriels, YAZAKI est amenée à augmenter la productivité de son usine.

Un projet d'amélioration ne peut pas être conduit sans une étude et une analyse de l'existant afin de détecter les points défaillants. Le diagnostic de la ligne de production va nous permettre de relever quelques problèmes à savoir les problèmes liés aux moyens matériels, humaines et aux méthodes de travail.

II. Phase : « Définir »

L'étape 'D' de la démarche DMAIC est une phase d'une importance cruciale car elle permet de bien cerner et comprendre la problématique, les objectifs du projet, le processus du projet et les ressources nécessaires pour commencer notre étude. Cette phase repose sur trois phases essentielles :

- ✓ Récolter les données nécessaires pour caractériser les différentes activités du processus de chaque chaîne ;
- ✓ Présenter le line concept actuel de chaque chaîne ;
- ✓ Identifier la problématique et fixer l'objectif.

II-1. Description de la chaîne longeron PCU DAE

1 Line concept de la chaîne longeron PCU DAE

La chaîne travaille avec 2 shifts et se compose de 3 postes, 12 jigs (tableaux) et de 10 opérateurs dont 3 opérateurs travaillent dans l'insertion, 3 dans le convoyeur et 4 dans l'inspection (2 test électrique et 2 dans inspection visuelle + packaging).

La figure 13 représente le line concept de la chaîne longeron PCU DAE.

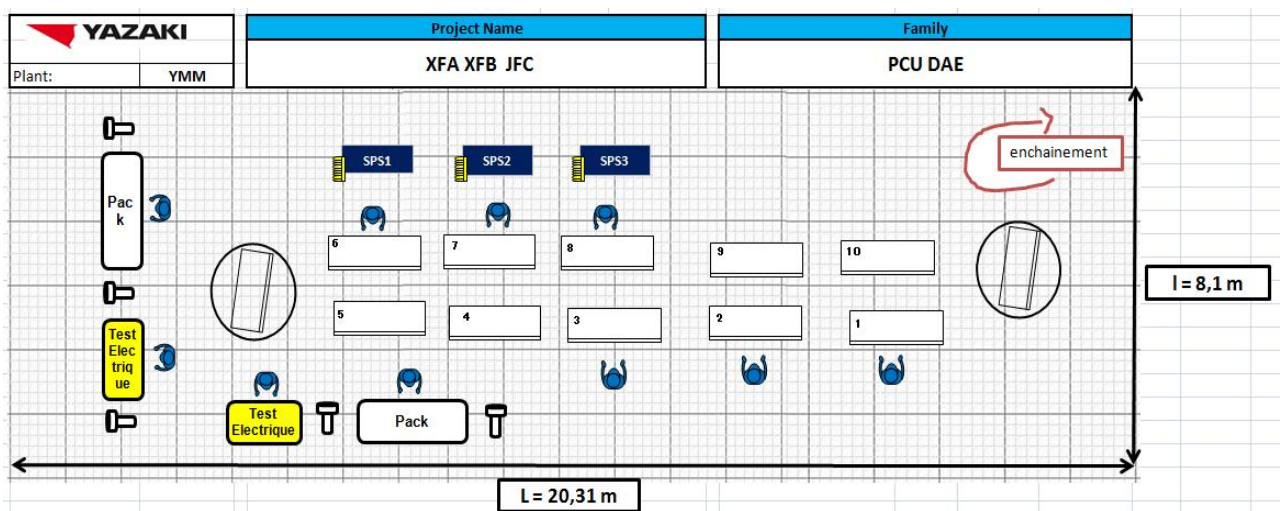

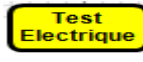


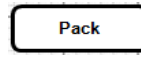
Figure 13 : Line Concept de la chaîne longeron PCU DAE

 : Opérateur de la zone de production (1^{er} shift)

SPS1 : Poste 1

 : Test électrique

SPS2 : Poste 2

 : Inspection visuelle et Packaging

SPS3 : Poste 3

La surface de la chaîne longeron PCU DAE est : 165 m².

2 Etude d'espace

Pour réaliser une étude détaillée de l'espace qui répond au besoin défini, nous avons tout d'abord cartographié l'emplacement actuel de la chaîne longeron PCU DAE en interaction avec les différents postes (Figure 14). Cette cartographie nous permettra de visualiser de près l'espace occupé et l'espace libre et réfléchir aux éventuelles implantations qui optimiseront l'espace dans la chaîne.

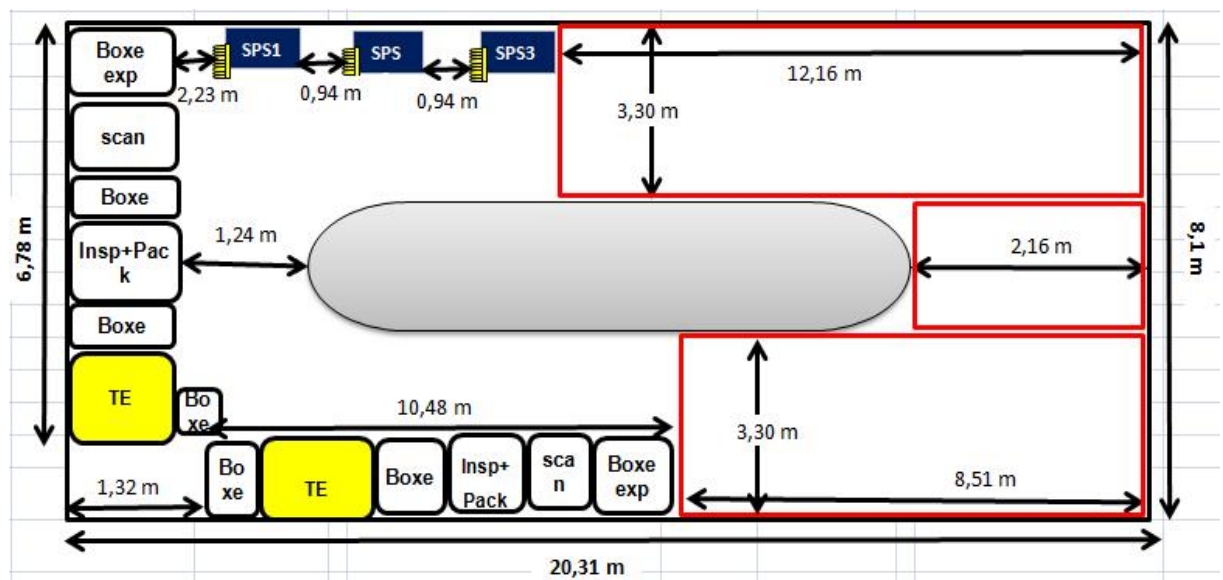


Figure 14 : Cartographie de la chaîne longeron PCU DAE

Interprétations :

La chaîne longeron PCU DAE dispose d'un espace libre et non exploité.

Nous calculons la surface de cet espace :

- Surface du rectangle en haut : $12,16 * 3,30 = 40,13 \text{ m}^2$
- Surface du rectangle en milieu : $3,3 * 8,51 = 28,08 \text{ m}^2$
- Surface du rectangle en bas : $2,16 * 1,5 = 3,24 \text{ m}^2$
- Surface de l'espace libre : $40,13 + 28,08 + 3,24 = 71,45 \text{ m}^2$

Donc la surface de l'espace libre dans la chaîne longeron PCU DAE est 71,45 m².

3 Description des postes

Pour bien mener notre étude, nous allons présenter une description détaillée de la chaîne.

❖ Poste 1 :

L'opératrice réalise deux opérations :

Insertion manuelle des fils dans les connecteurs.



Montage dans les jigs.

Figure 15 : Processus de réalisation du câble longeron dans le poste 1

La 1^{ère} opération consiste à insérer :

- le fil rouge '961 et le fil noir '941 dans le connecteur '130.
- le fil rouge '961 dans le connecteur '730.
- le fil twist '962 dans le connecteur1 '230 avec et le fil '960 dans le connecteur2 '230.
- le fil noir '941 dans la cote '949 et les autres fils dans la cote '206.

Remarque : Les différents composants du câble ainsi que leurs références dans chaque poste sont présentés dans l'annexe [1].

La figure 16 représente le poste d'insertion dans la chaîne longeron PCU DAE.



Figure 16 : Poste 1 d'insertion dans la chaîne longeron DAE

❖ **Poste 2 :**

L'opératrice réalise trois opérations :



Figure 17 : Processus de réalisation du câble dans le poste 2

La 1^{ère} opération consiste à insérer plusieurs fils dans le connecteur 030 qui est composé de 6 cavités :

- Les deux premières cavités : les petits textiles '260,
- Les autres cavités : le fil blanc '110, le fil noir '111, le fil mauve '103 et le fil rose '104. (voir Annexe [1])

→ Les fils blancs et noirs sont insérés dans le même connecteur '230.

→ Les fils mauves et roses ainsi que les fils gris ruban blanc et les fils marron ruban blanc sont insérés dans connecteur '330. Ces deux derniers fils sont reliés au connecteur '130.

❖ **Poste 3 :**

L'opératrice réalise trois opérations :



Figure 18 : Processus de réalisation du câble dans le poste 3

La 1^{ère} opération consiste à insérer la sécurité '611 qui a pour rôle d'empêcher l'endommagement des fils dans le connecteur '140 qui est composé de 6 cavités :

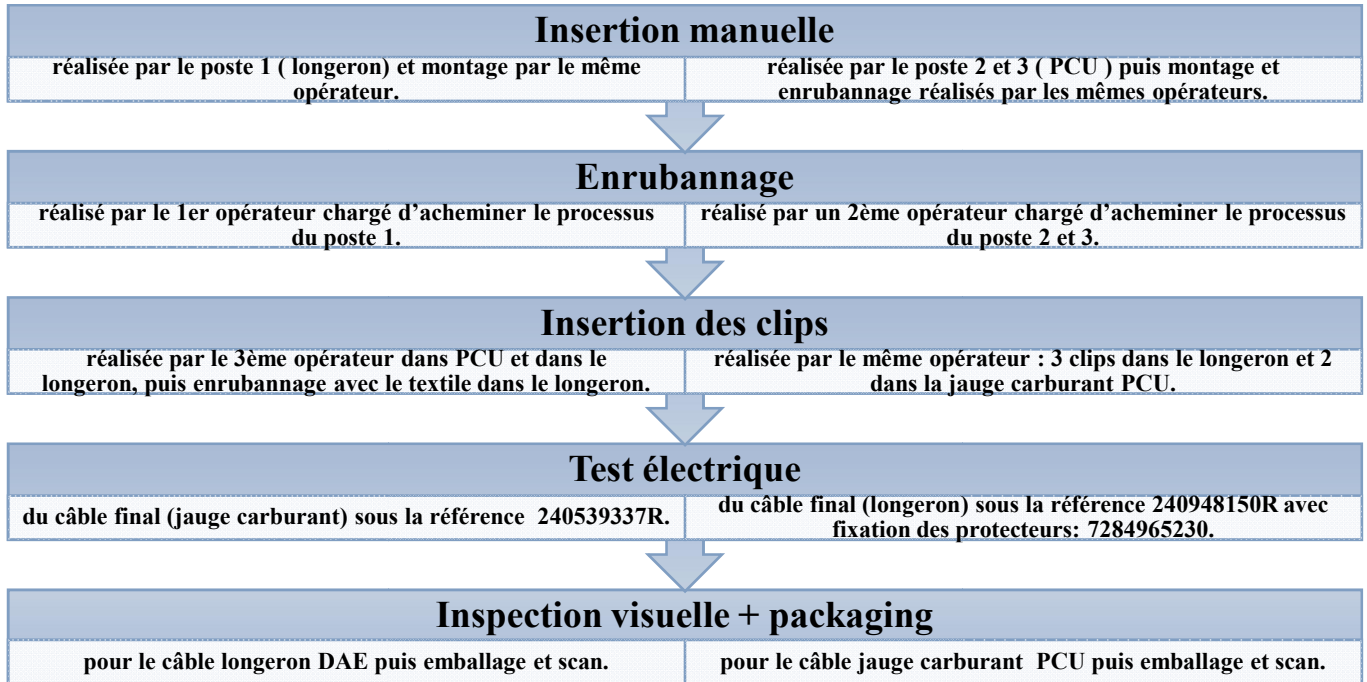
- Les 2 premières cavités : le fil vert/blanc '318, le fil marron/blanc '317
- Les autres cavités : le fil twist '321 et le fil vert '314.

Remarque :

Tous les types de fils utilisés et leurs références sont présentés dans l'annexe [1].

❖ **Processus de la chaîne longeron PCU DAE.**

La réalisation du câble longeron DAE et PCU suivent le processus suivant :



Résultat obtenu :

Le processus permet d'obtenir 4 câbles : 2 câbles longeron DAE et 2 câbles jauge carburant PCU par jig (tableau).

II-2. Description de la chaîne CTP

1 Line concept de la chaîne CTP

La chaîne travaille avec 3 shifts et se compose de 2 postes, 8 jigs (tableaux) et de 9 opérateurs dont 2 opérateurs travaillants dans l'insertion, 4 dans le convoyeur et 3 dans l'inspection (2 dans le poste test électrique et 1 dans le poste inspection visuelle + packaging).

La figure 19 représente le line concept de la chaîne CTP :

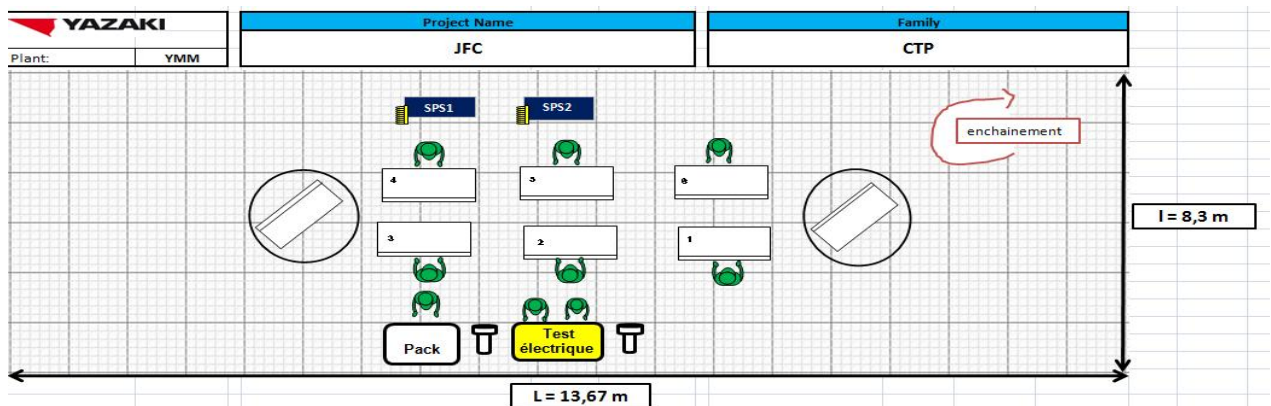


Figure 19 : Line Concept de la chaîne CTP

: Opérateur de la zone de production (1^{er} shift)

Interprétation :

La surface de la chaîne CTP est : $8,3 \text{ m}^2 * 13,67 \text{ m}^2 = 113,46 \text{ m}^2$.

2 Etude d'espace

Nous avons aussi réalisé une cartographie de l'emplacement actuel de la chaîne CTP présentée dans la figure 20.

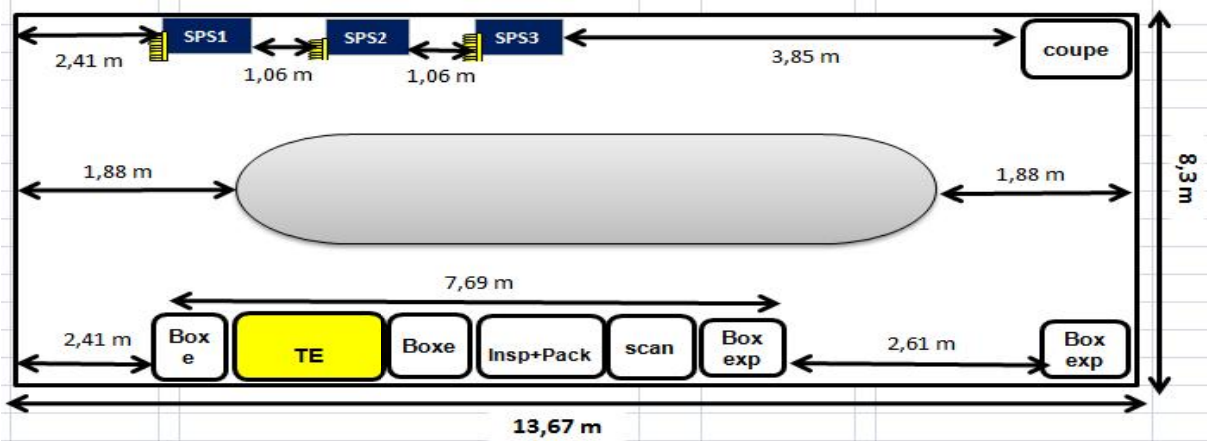


Figure 20 : Cartographie de la chaîne CTP

Remarque :

La chaîne CTP ne dispose pas assez d'espace pour ajouter les postes et les équipements d'une nouvelle famille et surtout de la chaîne longeron PCU DAE.

3 Description des postes

❖ Poste 1 :

L'opératrice réalise deux opérations :

Insertion manuelle des fils dans les connecteurs.



Montage dans les jigs.

Figure 21 : Processus de réalisation du câble dans le poste 1

La 1^{ère} opération consiste à insérer :

- Le fil blanc '944, le fil joint '947 et le fil joint '013 dans le connecteur '930.
- Le fil blanc '944 les 2 cotés du fil joint '947, le fil gris '942 et le fil bleue '943 dans le connecteur '230. (voir Annexe [2])
- Le fil joint '013, le fil gris '942 et le fil bleu '943 dans le connecteur '630.

❖ Poste 2 :

L'opératrice réalise trois opérations :

Insertion manuelle des fils dans les connecteurs.



Montage dans les jigs.



Enrubannage.

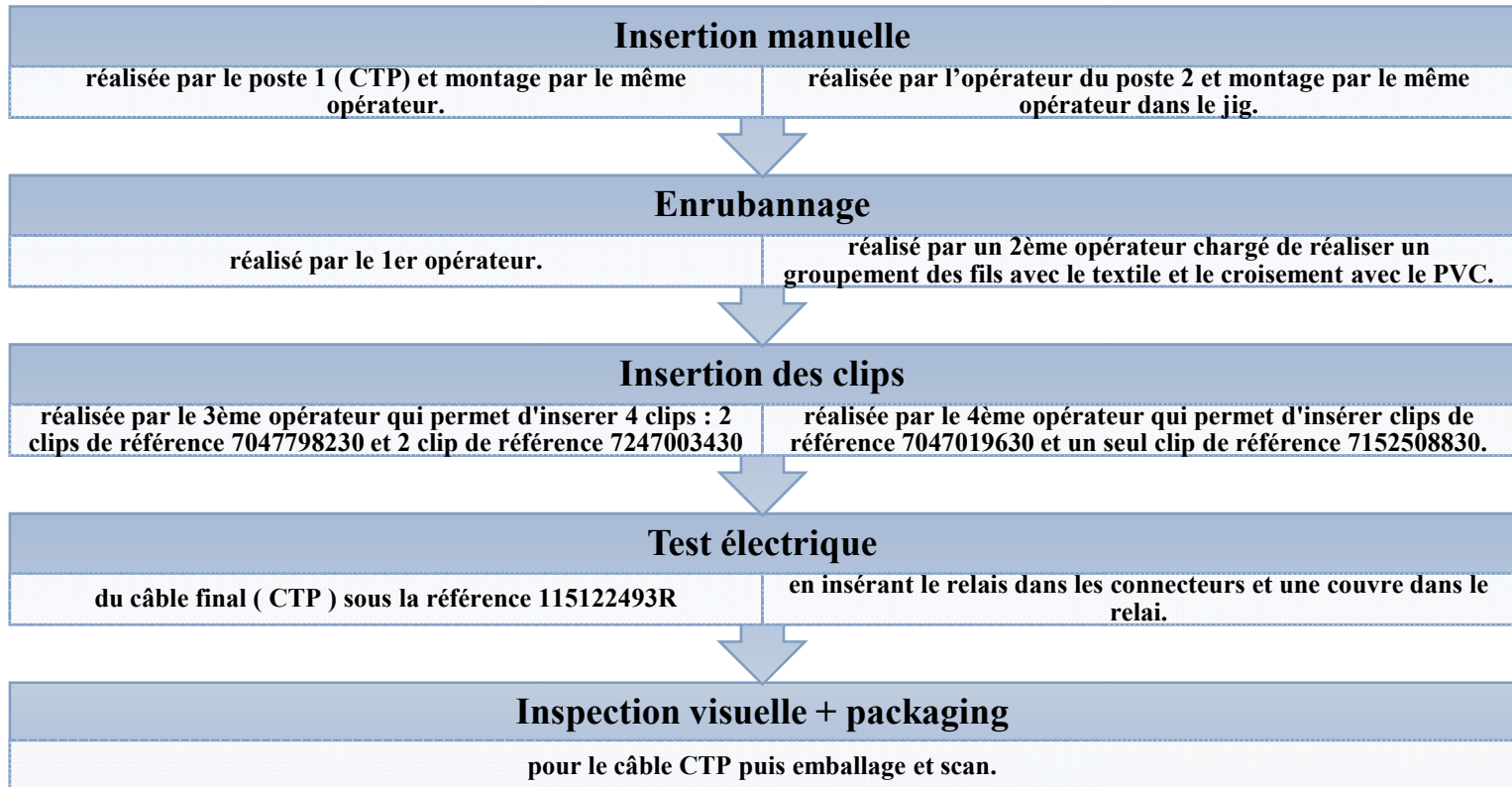
Figure 22 : Processus de réalisation du câble dans le poste 2

La 1^{ère} opération consiste à insérer :

- les fils joints '946 et '948 dans le connecteur '640.
- une couvre '930 dans le connecteur '640. (voir Annexe [2])

❖ **Processus de la chaîne CTP :**

La réalisation du câble CTP suit le processus suivant :



Résultat obtenu :

Le processus permet d'obtenir 1 câble CTP par jig (tableau).

II-3. Fixation de l'objectif

1) Les chaînes longeron PCU DAE et CTP suivent un processus de production commun :
Insertion → Enrubannage → Insertion des clips → Test électrique → Inspection visuelle + packaging.

2) A partir des cartographies représentées précédemment, nous pouvons conclure que l'espace consacré pour la chaîne longeron PCU DAE n'est pas exploité, contrairement à la chaîne CTP, dont son espace est en grande partie exploité.

3) Chaîne CTP console télématique → démarre avec 3 familles dans 3 shifts.

Chaîne longeron PCU DAE → démarre avec 2 familles dans 2 shifts.

Objectif : Transfert de la chaîne CTP à la chaîne longeron PCU DAE.

II-4. Justification du transfert

Les raisons du transfert de la chaîne CTP à la chaîne longeron PCU DAE sont :

- La chaîne longeron PCU DAE est la seule chaîne dans la zone Smalls qui ne travaille pas avec le shift de nuit c'est-à-dire juste avec 2 shifts.
- Le processus de réalisation du câble CTP est identique avec celui du câble longeron et jauge carburant (insertion, enrubannage, clip,...) ce qui permet d'optimiser le coût de la formation du personnel et de faciliter l'adaptation des opérateurs avec chaque changement de famille.
- La chaîne CTP sera remplacée par une nouvelle chaîne dans laquelle les opérations de production sont semblables à la chaîne console+ télématique.

II-5. Définition de la problématique

Dans le but de décrire d'une manière structurée notre problématique, nous avons réalisé un QQQQCP qui est une démarche d'analyse critique constructive basée sur le questionnaire systématique présenté dans le tableau 3 :

Qui ?	<u>C'est qui le responsable ?</u> Département IE & NYS.
Quoi ?	<u>C'est quoi le problème ?</u> -Surcharge de la chaîne console + télématique + CTP qui travaille en 3 familles sur 3 shifts. -Augmentation de la demande client dans cette chaîne. -Existence d'un espace libre non exploité dans la chaîne longeron PCU DAE.
Où ?	<u>Lieu du problème ?</u> -La zone de production des Smalls.
Quand ?	<u>Quand apparait le problème ?</u> -Lors de l'augmentation des besoins clients durant ces derniers mois.
Comment ?	<u>Comment mesurer le problème et ses solutions ?</u> -Etude capacitaire de la chaîne longeron PCU DAE et CTP.
Pourquoi ?	<u>Pourquoi devons-nous résoudre ce problème ?</u> -Pour optimiser et améliorer la production. -Pour équilibrer entre les deux chaînes.

Tableau 3 : Méthode QQQQCP

III. Conclusion

L'étape Définir nous a permis de nous familiariser avec le processus de réalisation du câble des deux chaînes longeron PCU DAE et CTP et de comprendre l'opération de chaque poste ainsi que les références de chaque fil utilisé.

IV. Phase : « Mesurer »

La 2^{ème} étape du DMAIC est une phase de « Mesure » particulièrement complexe dont l'objectif principal consiste à recueillir des données dans le but de mieux quantifier les processus et comprendre la manière de leur fonctionnement. Cette phase consiste à mesurer la performance du processus, la variabilité et à obtenir des données fiables sur lesquelles va être basé le reste de l'étude DMAIC, et plus particulièrement l'analyse au cours de la phase suivante.

« Si on ne peut pas ou si on ne sait pas mesurer, on ne peut pas comprendre le processus en cours d'analyse. Et bien évidemment, si on ne le comprend pas, on ne pourra pas le transformer... »

Autrement dit et pour résumer : **"Si on peut mesurer on peut corriger."**

IV-1. Etude de l'existant des chaînes longeron PCU DAE et CTP

L'étude de capacité nécessite la connaissance et le calcul de plusieurs paramètres. Donc nous allons définir chaque nouveau terme utilisé dans cette étude :

1 Convoyeur speed

C'est la vitesse du dispositif tournant autour d'une chaîne de production permettant d'assurer le montage des câbles, elle se calcule par la relation suivante :

$$\text{Vitesse} = \frac{\text{Distance}}{\text{Temps}}$$

- **Vitesse de la chaîne longeron PCU DAE et la chaîne CTP :**

Au cours de notre étude sur terrain nous avons mesuré la distance et le temps du convoyeur afin de calculer la vitesse actuelle.

La figure 23 illustre la méthode que nous avons utilisée pour calculer la vitesse du convoyeur :

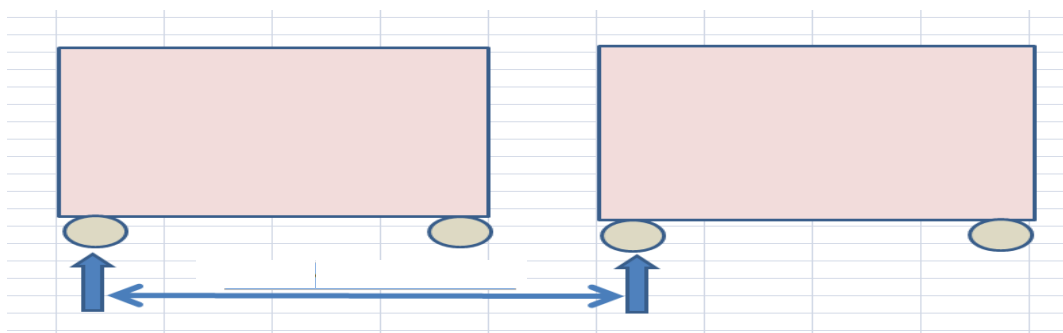


Figure 23 : Distance prise entre deux jigs (tableaux)

Nous avons trouvé que : **Distance = 2,34 m** et des temps différents dans les deux chaînes de production.

- **La chaîne longeron PCU DAE :**

Temps = 124 sec, donc :
$$\text{Vitesse} = \frac{2.34}{124} = 0,019 \text{ m/s}$$

- **La chaîne CTP :**

Temps = 50.37 sec, donc :
$$\text{Vitesse} = \frac{2.34}{50.37} = 0,046 \text{ m/s}$$

Remarque :

La vitesse du convoyeur de la chaîne longeron PCU DAE est très lente par rapport à la famille CTP, ce qui nécessite une étude détaillée dans la 3^{ème} étape de notre étude, afin de définir la vitesse de la nouvelle chaîne après la détermination de ses nombres d'opérateurs.

La vitesse du convoyeur varie en fonction de la demande client.

2 Man-hour (MH)

C'est une unité d'œuvre correspondant au temps nécessaire pour un seul opérateur pour produire un seul produit ou juste accomplir sa tâche quand il y a plusieurs opérateurs qui contribuent au processus de production d'un seul produit.

Le MH de chaque opération est fixé par le client.

Le tableau 4 représente les types de familles concernés avec leur PN et leur MH dans le convoyeur :

Types de famille	Part Number (PN)	MH convoyeur (min)
Longeron DAE	240948150R	4,4635
Jauge carburant PCU	240539337R	4,6391
CTP (chauffage additionnel)	115122493R	7,8648

Tableau 4 : MH de chaque PN fixé par le client

Remarque :

Le MH du câble CTP est plus important que le MH des câbles PCU et DAE, vue que le câble CTP est plus long par rapport au câbles PCU et DAE.

3 Cycle time (CT)

Le temps de cycle ou cycle time (CT) d'un câble est le temps nécessaire pour compléter un cycle de montage du câble du début à la fin, c'est-à-dire jusqu'à obtention du produit fini.

Le CT est le rapport entre le temps d'ouverture et la demande client. En effet, cette demande est susceptible de varier un peu, c'est pour cela que nous avons effectué une étude

sur le terrain qui consiste à réaliser un chronométrage au niveau des différents postes de chaque chaîne en vue de déterminer leur cycle time.

Le tableau 5 récapitule les moyennes des CT chronométrés (voir Annexe [3]) des différentes familles au cours de notre étude sur terrain :

DAE	Insertion +montage	Enrubannage +croisement	Clip	TE	Inspection Vis+Pack
CT (min)	1,25	1,13	0,35	0,74	0,51
CT (sec)	75	67,8	21	44,65	30,62

PCU	Insertion+mont +enrubannage	Insertion+mont +enrubannage	Enrubannage +clip	TE	Inspection Vis+Pack
CT (min)	2,42	2,42	0,78	0,37	0,38
CT (sec)	145,2	145,2	46,8	22,29	22,56

CTP	Insertion +montage	Insertion+mont +enrubannage	Enrubannage +clip	TE	Inspection Vis+Pack
CT (min)	0,82	1,69	1,04	0,85	0,81
CT (sec)	49,2	101,4	62,4	51,12	48,44

Tableau 5 : Moyenne des CT chronométrés pour les trois familles

Remarque :

Les mesures prises pour le CT du test électrique et inspection visuelle + packaging sont effectuées par un seul opérateur.

4 Output

A partir d'un historique réalisé du 01/01/2017 au 18/04/2017 concernant les familles longeron DAE, jauge carburant PCU et CTP, nous avons calculé une moyenne des "outputs" (sorties) (voir tableau 6) pour 1 shift afin d'avoir une idée sur la quantité de câbles obtenue. (Voir Annexe [4]).

	DAE	PCU	CTP
Moyenne de l'output	331,47	432,16	384,74
Moyenne de la productivité	95%		89,37%

Tableau 6 : Moyenne de l'output et de la productivité

Remarque :

L'output calculé ne signifie pas le nombre maximum de câble. Lorsque la demande des clients est croissante, l'output peut augmenter et cela entraîne une augmentation du nombre des heures produites.

Conclusion :

La chaîne longeron DAE et jauge carburant PCU se produisent en même temps dans le même jig (tableau), cela n'implique pas que nous obtenons le même nombre de câble à la fin de chaque shift car le nombre de câble varie en fonction de la demande client.

IV-2. Etude du nombre d'opérateurs

L'objectif de notre étude est de réaliser un transfert de la chaîne CTP à la chaîne longeron PCU DAE en vue d'avoir une seule chaîne qui démarre avec trois familles, donc un calcul du nombre d'opérateurs est nécessaire pour démarrer cette nouvelle chaîne.

Pour déterminer le nombre des opérateurs ainsi que le nombre des jigs (tableaux) du nouveau processus, nous avons procédé à une étude capacitaire des chaînes actuelles. En outre, cette étude est indispensable sur les plans stratégiques et décisionnels basés sur un système de production fonctionnel, efficace et rentable. De la même manière, comprendre la capacité permet à l'organisation de définir ses limites et opportunités en termes de compétitivité.

Le tableau 7 représente les données regroupées concernant les références de chaque PN, le MH pour chaque poste, le **"take rate"** pour chaque projet, ainsi que le volume journalier de production :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Productivité	100%	Man Hour (min)			Take rate			
2	Description longeron PCU	Part Number	Assembly	Elect.	Vis & Pack	Total	XFA	XFB	JFC
3	DAE_REPS 1540 JFC DG PT2	240948150R	4,4635	0,8330	0,3681	5,6646	100%	4%	100%
4									
5	JAUGE_CARB 1540 JFC MA	240539337R	4,6391	0,8307	0,5528	6,0226	84%	72%	79%
6									
7	CTP(chauffage additionnel)	115122493R	7,8648	1,0772	0,5281	9,4701	90%	64%	83%
8						Volume journalier	521	824	110

Tableau 7 : Données de chaque PN

***Take rate** : Le pourcentage à produire d'une référence parmi les références d'une famille.

***Part Number** : C'est un code qui sert à l'identification du câble finale. (Produit fini de la zone d'assemblage).

La figure 24 représente les MH de chaque référence et de chaque poste :

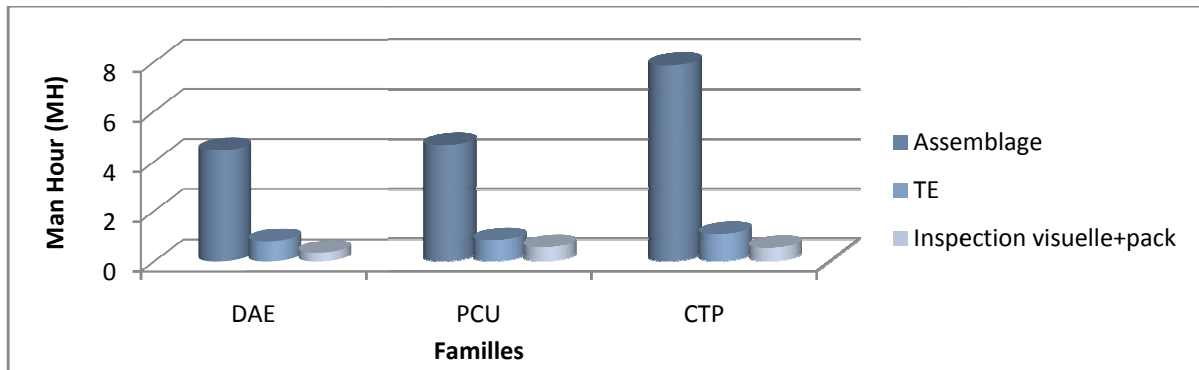


Figure 24 : MH des différents postes

D'après la figure 24 des MH de chaque poste et de chaque chaîne, nous avons constaté que le processus d'assemblage et du test électrique sont les opérations les plus critiques car ils représentent un retard remarquable par rapport au inspection visuelle+packaging or ce dernier n'est pas exigé par le client et YAZAKI ajoute cette opération pour assurer un produit fini fiable à 100% avant sa livraison.

Ensuite, nous avons calculé le volume journalier pour chaque PN en appliquant la relation suivante :

$$\text{Volume du PN} = \sum \text{take rate} * \text{volume journalier}$$

Puis, nous avons calculé le nombre d'opérateurs pour chaque poste et pour chaque PN en utilisant la relation suivante :

$$\text{Nb d'opérateurs} = \frac{\text{Man hour} * \text{Volume du PN}}{\text{Heures de production} * \text{Productivité}}$$

Avec: Heures de production = 480 min – 20 min (pause) = 460 min et MH (voir tableau 8)

Dans notre cas, nous avons réalisé un calcul pour une productivité de 100%

Le tableau 8 représente le nombre d'opérateurs calculé pour chaque poste dans les 3 PN :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Productivité	100%	Man Hour (min)				Take rate			Volume	Nb d'opérateurs		
2	Description longeron PCU	Part Number	Assembly	Elect.	Vis & Pack	Total	XFA	XFB	JFC		Assemblage	TE	Vis & Pack
3	DAE_REPS 1540 JFC DG PT2	240948150R	4,4635	0,8330	0,3681	5,6646	100%	4%	100%	663,96	6,44	1,20	0,53
4													
5	JAUGE_CARB 1540 JFC MA	240539337R	4,6391	0,8307	0,5528	6,0226	84%	72%	79%	1117,82	11,27	2,02	1,34
6													
7	CTP(chauffage additionnel)	115122493R	7,8648	1,0772	0,5281	9,4701	90%	64%	83%	1087,56	18,59	2,55	1,25
8						Volume journalier	521	824	110	Somme	36,31	5,77	3,12

Tableau 8 : Nombre d'opérateurs de chaque PN

D'après le tableau 8 et après avoir calculé le nombre d'opérateur dans chaque poste, nous avons constaté que la production journalière de deux faisceaux nécessite:

- 36 ou 37 opérateurs dans le poste d'assemblage ;
- 5 ou 6 opérateurs dans le poste test électrique ;
- 3 ou 4 opérateurs dans le poste inspection visuel+packaging.

Remarque :

Les résultats obtenus ne sont pas définitifs. C'est pour cela, nous allons aborder une étude de cas (voir tableau 9) concernant le nombre d'opérateurs trouvés précédemment dans chaque poste en calculant le volume du 1^{er} PN dans les différents cas par la relation suivante :

$$\text{Volume du PN} = \frac{\text{Heures de production} * \text{Nb d'opérateurs}}{\text{Man Hour} * \text{Productivité}}$$

Poste d'assemblage	Poste test électrique	Poste packaging
Nous avons la somme des opérateurs obtenu qui est : $36,31 = 36 + 0,31$	Nous avons la somme des opérateurs obtenu qui est : $5,77 = 5 + 0,77$	Nous avons la somme des opérateurs obtenu qui est : $3,12 = 3 + 0,12$
Nous allons étudier le nombre 0,31 pour savoir si on peut le prendre en considération ou non.	Nous allons étudier le nombre 0,77 pour savoir si on peut le prendre en considération ou non.	Nous allons étudier le nombre 0,12 pour savoir si on peut le prendre en considération ou non.
- 36 opérateurs :	- 5 opérateurs :	- 3 opérateurs :
Nous avons 6,44 qui représente le nombre d'opérateurs obtenu.	Nous avons 1,2 qui représente le nombre d'opérateurs obtenu.	Nous avons 0,53 qui représente le nombre d'opérateurs obtenu.
Donc si nous choisissons 36 opérateurs, nous devons retrancher 0,31 c.à.d:	Donc si nous choisissons 5 opérateurs, nous devons retrancher 0,77 c.à.d:	Donc si nous choisissons 3 opérateurs, nous devons retrancher 0,12 c.à.d:
$6,44 - 0,31 = 6,13$	$1,2 - 0,77 = 0,43$	$0,53 - 0,12 = 0,41$
Avec 6,13 = nb d'opérateur pour le 1 ^{er} PN. D'où :	Avec 0,43 = nb d'opérateur pour le 1 ^{er} PN. D'où :	Avec 0,41 = nb d'opérateur pour le 1 ^{er} PN. D'où :
Volume du PN = $\frac{460 * 6,13}{4,4635} = 631,74 \text{ câbles}$	Volume du PN = $\frac{460 * 0,43}{0,8330} = 237,45 \text{ câbles}$	Volume = $\frac{460 * 0,41}{0,3681} = 512,36 \text{ câbles}$
- 37 opérateurs :	- 6 opérateurs :	- 4 opérateurs :
Nous avons : $1 - 0,31 = 0,69$	Nous avons : $1 - 0,77 = 0,23$	Nous avons : $1 - 0,12 = 0,88$
Donc si nous choisissons 37 opérateurs, nous devons ajouter 0,69 aux 6,44 opérateurs, c.à.d:	Donc si nous choisissons 6 opérateurs, nous devons ajouter 0,23 aux 1,2 opérateurs, c.à.d:	Donc si nous choisissons 4 opérateurs, nous devons ajouter 0,88 aux 0,53 opérateur, c.à.d:
$6,44 + 0,69 = 7,13$	$1,2 + 0,23 = 1,43$	$0,53 + 0,88 = 1,41$
Avec 7,13 = nb d'op pour le 1 ^{er} PN. D'où :	Avec 7,13 = nb d'op pour le 1 ^{er} PN. D'où :	Avec 1,41 = nb d'op pour le 1 ^{er} PN. D'où :
Volume du PN $= \frac{460 * 7,13}{4,4635} = 734,80 \text{ câbles}$	Volume = $\frac{460 * 1,43}{0,8330} = 789,68 \text{ câbles}$	Volume = $\frac{460 * 1,41}{0,3681} = 1762,02 \text{ câbles}$

Tableau 9 : Justification du nombre d'opérateurs

Interprétations :

❖ Poste d'assemblage :

Nous remarquons que le nombre **734,80** est loin de notre objectif de production qui est **663,96 câbles** et le nombre **631,74** est proche de cet objectif. Donc nous allons choisir **36 opérateurs**.

❖ Poste test électrique :

Nous remarquons que le nombre **237,45** est loin de notre objectif de production qui est **663,96 câbles** et le nombre **789,68** est proche de cet objectif. Donc nous allons choisir **6 opérateurs**.

❖ Poste packaging :

Nous remarquons que le nombre **1762,02** est loin de notre objectif de production qui est **663,96 câbles** et le nombre **512,36** est proche de cet objectif. Donc nous allons choisir **3 opérateurs**.

Remarque :

Le nombre d'opérateurs déterminé dans chaque poste représente un calcul mesuré à partir des données théoriques que la chaîne de production doit respecter.

IV-3. Takt time (TT)

Le **takt time (TT)** est le temps nécessaire pour produire un bien dans le but de satisfaire la demande du client, ce temps est exigé par le client pour les nouveaux projets, et se calcule suivant la formule :

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

Avec le temps de production est $8\text{h} = 480\text{ min} - 20\text{ min (pause)} = 460\text{ min}$

Afin de satisfaire la demande client, tous les temps de cycle des différents processus de la production doivent être inférieurs ou égaux au TT.

▪ **Takt time pour DAE :**

Sachant que le temps de production est 460 min et que la demande du client est de 332 faisceaux par shift, le TT est :

$$\text{Takt time} = \frac{460}{332} = 1,38\text{ min}$$

▪ **Takt time pour PCU:**

Sachant que le temps de production est 460 min et que la demande du client est de 559 faisceaux par shift, le TT est :

$$\text{Takt time} = \frac{460}{559} = 0,93 \text{ min}$$

▪ **Takt time pour CTP :**

Sachant que le temps de production est 460min et que la demande du client est de 362 faisceaux par shift, le TT est :

$$\text{Takt time} = \frac{460}{362} = 1,27 \text{ min}$$

Remarque :

Tous les processus n'ont pas la même demande client, donc ils ne peuvent pas avoir le même TT.

V. Conclusion

L'étape « Mesurer » nous a permis de faire une étude capacitaire des deux chaînes ainsi que le nombre d'opérateurs journaliers et maximal dans la nouvelle chaîne. L'étape suivante va nous permettre d'analyser les différents paramètres de cette étude et le processus de réalisation des câbles de chaque chaîne afin d'éviter tout type de mudas (gaspillages).

VI. Phase : « Analyser »

Après les deux premières phases « Définir » et « Mesurer », dans ce chapitre nous allons analyser le CT des différentes opérations afin d'augmenter notre connaissance des deux processus longeron PCU DAE et CTP et de les regrouper dans une chaîne, par la suite nous allons présenter les anomalies qui empêchent le bon déroulement de la production dans le but de les traiter pour les éliminer lors du démarrage de la nouvelle chaîne.

VI-1. Analyse du CT

Le tableau 10 représente le TT fixé pour les différentes familles qui doit être respecté pour chaque opération :

Famille	TT (min)	TT (sec)
DAE	1,38	82,8
PCU	1,38	82,8
CTP	1,27	76,2

Tableau 10 : TT fixé pour les différentes familles

Remarque :

Les familles PCU et DAE se produisent en même temps, c'est pour cela YAZAKI utilise le TT le plus élevé qui est 1,38 min pour standardiser la chaîne.

Par la suite, nous allons réaliser un graphe qui représente les différents temps du cycle mesurés pour chaque poste et le TT exigé par le client.

Les figures 25 et 26 visualisent les temps de cycles des processus mesurés dans la 2^{ème} phase par rapport au TT :

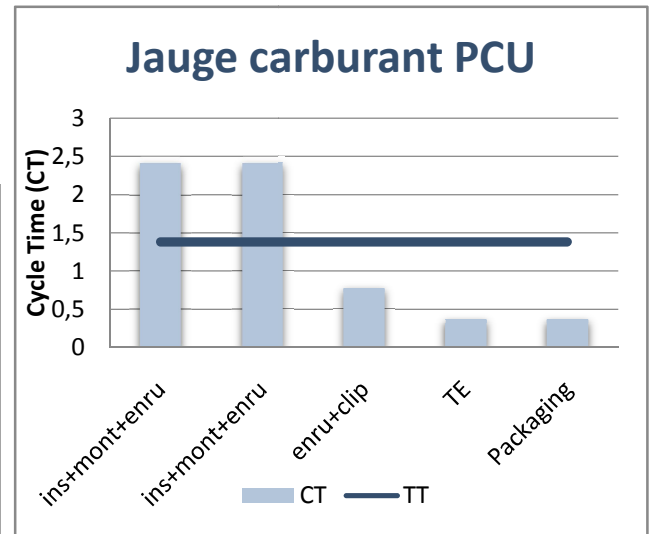
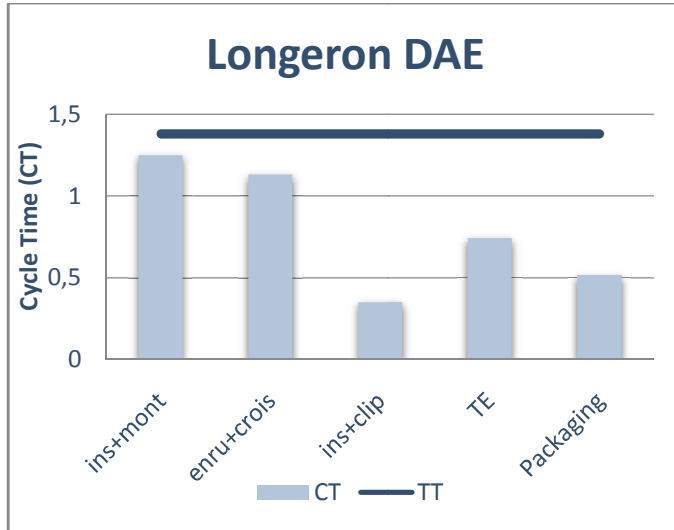


Figure 25 : CT en fonction du TT des différents postes de DAE et PCU

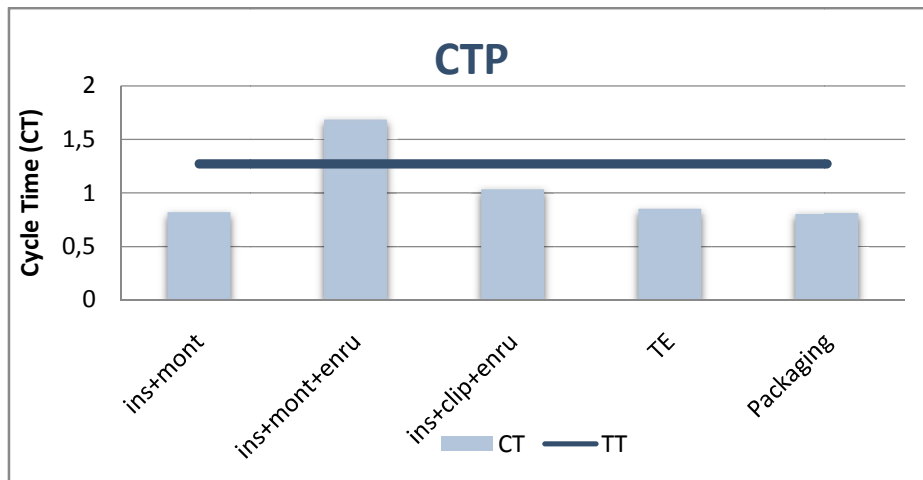


Figure 26 : CT en fonction du TT des différents postes de CTP

Remarque :

Nous remarquons qu'il existe des postes goulots au niveau de :

- insertion+montage+enrubannage dans la chaîne jauge carburant PCU.
- insertion+montage+enrubannage dans la chaîne CTP.

Conclusion :

Le retard d'un opérateur n'influence pas seulement sur son poste et le poste qui le suit mais sur toute la chaîne puisqu'on travaille en succession. Cela veut dire que tous les opérateurs du projet de chaque chaîne doivent avoir des tâches qui ne dépassent pas le TT, chacun devrait être sensé terminer ces tâches avant 1,38 minutes pour longeron PCU DAE et 1,27 minutes pour CTP, ce qui n'est pas le cas.

Existence des mudas (gaspillages) : le temps de cycle des différents postes n'est pas équilibré, ce qui nous oblige à faire un "balancing time" (temps d'équilibre) et d'appliquer la méthode d'équilibrage des tâches. Donc nécessité de trouver des solutions de ces postes goulots afin de minimiser les causes racines de ce dépassement, d'éviter ces types d'erreurs dans la nouvelle chaîne et d'assurer un équilibrage entre les chaînes.

VI-2. Analyse du nombre d'opérateurs à partir du cycle time

Parmi les objectifs de notre étude est de répartir le nombre des opérateurs qui vont travailler dans la nouvelle chaîne afin d'éliminer le shift de nuits pour la chaîne CTP.

Dans un premier temps, nous allons analyser le nombre d'opérateurs qui vont travailler dans chaque poste représenté dans le tableau 11.

	Poste d'assemblage	Poste test électrique	Poste packaging
Nb d'opérateurs journaliers pour 2 faisceaux	36	6	3
Nb d'opérateurs journaliers pour 1 faisceau	$36/2=18$	$6/2=3$	$3/2=1,5$
Nb d'opérateurs pour 1 faisceau et 1 shift	$18/2=9$	$3/2=1,5$	$1,5/2=0.75$

Tableau 11 : Nombre d'opérateurs dans chaque poste

Remarque :

Ces résultats ne sont pas définitifs et pour avoir des résultats fiables nous devons calculer le CT de chaque poste et appliquer la condition suivante pour assurer une production enchaînée :

$$(CT \text{ test électrique}) \text{ et } (CT \text{ inspection visuelle+packaging}) \leq (CT \text{ d'assemblage})$$

Pour atteindre cette condition, nous avons effectué une étude sur le terrain dans la phase « Mesurer » qui consiste en un chronométrage des postes tests électriques et inspection

visuelle + packaging en vue de choisir le nombre d'opérateurs convenables pour chaque poste de la chaîne.

Est-ce que à partir de notre étude sur terrain nous allons minimiser le nombre d'opérateurs et garantir un processus homogène entre les différents postes et pour plusieurs familles ?

Nous allons calculer le CT des différents nombre d'opérateurs dans le convoyeur afin de le comparer avec les CT mesurés précédemment.

D'après ce que nous avons constaté précédemment à propos des opérations les plus critiques, nous allons comparer juste le CT du test électrique avec le CT du convoyeur car le mur qualité est une étape qui n'est pas exigée par le client et YAZAKI la intégrer pour éviter tout type d'erreur dans le câble fini qui entraîne une réclamation client.

Le tableau 12 représente le CT du convoyeur pour les différents opérateurs et les différentes familles en faisant varier le nombre d'opérateurs dans la relation suivante :

$$CT = \frac{\text{Man Hour (MH)}}{\text{Nb d'opérateurs}} \quad \text{avec MH (CTP)} = 7,8648 \text{ min et MH (PCU)} = 4,4635 \text{ min}$$

$$MH (\text{DAE}) = 4,6391 \text{ min}$$

	nb opérateur	CT CTP (min)	nb opérateur	CT PCU (min)	nb opérateur	CT DAE (min)
7						
8	1	7,86	1	4,46	1	4,64
9	2	3,93	2	2,23	2	2,32
10	3	2,62	3	1,49	3	1,55
11	4	1,97	4	1,12	4	1,16
12	5	1,57	5	0,89	5	0,93
13	6	1,31	6	0,74	6	0,77
14	7	1,12	7	0,64	7	0,66
15	8	0,98	8	0,56	8	0,58
16	9	0,87	9	0,50	9	0,52
17	10	0,79	10	0,45	10	0,46

Tableau 12 : CT des différents opérateurs pour les familles CTP DAE et PCU

A partir des différents calculs réalisés dans le tableau 12 et après avoir comparé le CT du test électrique avec le CT du convoyeur, nous avons déduit le nombre d'opérateurs obtenu pour chaque famille (tableau 13).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Famille	MH Convoyeur	nb Op	CT Convoyeur (min)	CT TE (th)	CT TE (mes)	CT Pack (th)	CT Pack (mes)
2	CTP	7,8648	9	0,87	1,08	0,85	0,53	0,81
3	PCU	4,6391	10	0,45	0,83	0,37	0,55	0,38
4	DAE	4,4635	6	0,77	0,83	0,74	0,37	0,51

Tableau 13 : Nombre d'opérateurs calculé pour chaque famille

Remarque :

Le CT du convoyeur est l'élément essentiel de la chaîne de production car il représente la majorité des opérations effectuées par les opérateurs.

L'objectif de notre étude est d'avoir le même nombre d'opérateurs entre les différentes familles et un CT du convoyeur qui doit être supérieur ou égal aux autres CT pour avoir une production régulière et continue et pour atteindre notre objectif nous allons aborder un traitement de cas représenté dans la phase « Innover ».

VI-3. Analyse “Value and non value added”

Non Value Added (NVA) est un terme de gestion lié au mouvement Lean Manufacturing tel que codifié dans les années 1980 par une étude intéressante de l'industrie automobile, qui a expliqué la production maigre pour la première fois.

La première étape de cette analyse est de lister les différentes tâches effectuées dans un poste d'une chaîne de production afin de répartir les tâches à valeur ajoutée d'une part et d'autre part les tâches à valeur non ajoutée.

Les tâches à valeur non ajoutée nécessitent d'être minimisées au maximum à travers un plan d'action qui sera traité dans la phase suivante.

Au cours de notre étude sur terrain, nous avons filmé une vidéo de l'ensemble du processus de production du longeron DAE, jauge carburant PCU et CTP afin de réaliser l'analyse « value and non value added ». Cette vidéo nous a permis de décrire chaque tâche en détail de chaque poste et son cycle time pour chaque famille en vue de les analyser et d'éliminer tous les mudas (gaspillages) possibles.

-La chaîne longeron DAE :

La figure 27 représente les différentes opérations du poste 1 de la chaîne longeron effectuées par les opératrices, leur cycle time ainsi que leurs représentations dans un graphique pour avoir une idée sur le pourcentage de la valeur ajoutée dans le poste concerné.

Value added work evaluation sheet													
Position	Poste 1			W/H Parts No.									
Shift				Date of video taking	12/04/2017								
Operator				Video file name									
Analized by				Cycle Time (s)	1,23 min								
Op. Seq.	time (Sec)	Operation	Category	Value added			Non-value added						
				Lagouting	Insertion	Taping	Take & locate	coiling	separate	Walk	Quality chec	Abnormality	
1	2	prendre le connecteur					1						
2	6	insertion des joints dans le connecteur		1									
3	2	prendre le connecteur					1						
4	3	insertion des joints dans le connecteur		1									
5	2	prendre le connecteur					1						
6	4	insertion des fils dans le connecteur		1									
7	2	prendre le connecteur					1						
8	5	insertion des fils dans le connecteur		1									
9	4	coiling							1				
10	15	insertion des gorges dans les joints		1									
11	6	marche									1		
12	5	montage dans le jig		1									
13	2	prendre le pvc					1						
14	16	petit enrannage						1					
Somme	74												

Figure 27 : Fichier Excel de l'analyse "value and non value added"

Ensuite, nous avons décomposé les opérations effectuées pour distinguer le temps productif du temps non productif. La figure 28 représente le pourcentage des opérations analysées sur le poste 1.

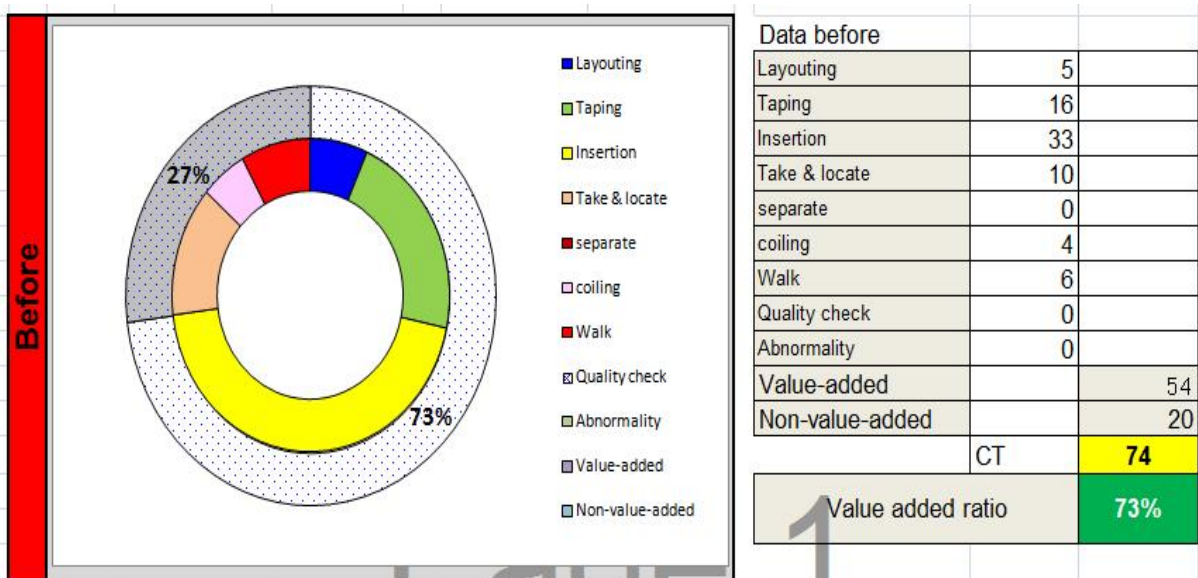


Figure 28 : Graphique des valeurs ajoutées et des valeurs non ajoutées

Méthode de calcul :

Le graphe de la figure 28 récapitule les pourcentages des valeurs ajoutées et des valeurs non ajoutées de chaque tâche de l'opération.

Le tableau représente la somme des valeurs ajoutées dans lesquelles sont inclus :

- **Layouting** : Montage du câble dans le jig (tableau).
- **Taping** : Enrubannage (recouvrement des fils avec pvc et ruban blanc).
- **Insertion** : Insertion des terminaux des circuits dans les connecteurs.

Ainsi que la somme des valeurs non ajoutées dans lesquelles sont inclus :

- **Take and locate** : Prendre et poser les équipements / les câbles.
- **Separate** : Separation d'un ensemble de fils.
- **Coiling** : Rassemblement des fils.
- **Walk** : Marche.
- **Quality check** : Verification de la qualité du câble.
- **Abnomability**: Anomalie dans le câble.

CT = 74 sec représente la somme des valeurs ajoutées et non ajoutées pour le poste 1.

Le pourcentage de la valeur ajoutée par rapport au poste 1 se calcul par la formule suivante :

$$VA = \frac{VA}{VA+VNA}$$

Remarque :

Cette méthode d'analyse des valeurs ajoutées et non ajoutées est réalisée pour chaque poste de chaque famille représentée dans l'annexe [5].

Interprétations :

- **Chaîne longeron DAE :**

A partir de cette analyse des valeurs ajoutées et des valeurs non ajoutées, nous avons pu faire un récapitulatif des pourcentages des valeurs ajoutées dans chaque postes de la famille longeron représentée dans le tableau 14.

Postes	Valeurs ajoutées	Valeurs non ajoutées
Poste 1	73%	27%
Enrubannage+croisement	85%	15%
Insertion+clip	71%	29%
Test électrique	35%	65%
Packaging	0%	100%

Tableau 14 : Pourcentage des VA et VNA dans la chaîne DAE

Nous remarquons que les valeurs non ajoutées pour le test électrique et packaging sont plus importantes par rapport aux autres postes.

- **Chaîne jauge carburant :**

A partir de cette analyse des valeurs ajoutées et des valeurs non ajoutées, nous avons pu faire un récapitulatif des pourcentages des valeurs ajoutées dans chaque postes de la famille jauge carburant représentée dans le tableau 15 :

Postes	Valeurs ajoutées	Valeurs non ajoutées
Insertion+ montage+enrubannage	84%	16%
Insertion+clip	96%	4%
Test électrique	18%	82%
Packaging	0%	100%

Tableau 15 : Pourcentage des VA et VNA dans la chaîne PCU

Nous remarquons que les valeurs non ajoutées pour le test électrique et packaging sont importantes par rapport aux autres postes.

- **Chaîne CTP :**

A partir de cette analyse des valeurs ajoutées et des valeurs non ajoutées, nous avons pu faire un récapitulatif des pourcentages des valeurs ajoutées dans chaque poste de la famille CTP représenté dans le tableau 16 :

Postes	Valeurs ajoutées	Valeurs non ajoutées
Insertion+montage	77%	23%
Insertion+montage+enrubannage	85%	15%
Insertion+enrubannage+clip	97%	3%
Insertion+clip	95%	5%
Test électrique	60%	40%
Packaging	0%	100%

Tableau 16 : Pourcentage des VA et VNA dans la chaîne CTP

Nous remarquons que les valeurs non ajoutées pour le test électrique et packaging sont plus importantes par rapport aux autres postes.

Interprétations :

- Dans chaque poste du processus des valeurs non ajoutées sont présentes.
- Cette étape de notre étude consiste à analyser chaque valeur non ajoutée, de trouver les causes racines afin de proposer des solutions dans la prochaine étape.

VI-4. Problèmes rencontrés

Nous avons réalisé le tableau 17 qui récapitule les problèmes rencontrés dans les différents processus de chaque chaîne et leurs causes.

Type du problème	Causes	Effets	Possibilité d'élimination	Possibilité de réduction
Prendre le connecteur, le textile et sécurité.	-	Effet positif, les connecteurs sont nécessaires pour la production du câble.	Non	Non
Coiling.	-	Effet positif, elle permet de rassembler les différents fils afin de l'insérer dans le jig.	Non	Non
Marche pour insertion dans le jig.	Le jig du départ se trouve loin du poste de l'insertion ce qui oblige l'opératrice à se déplacer.	Ralentissement du processus de production.	Non	Oui
Marche pour prendre le pvc, ruban blanc.	Le pvc ne se trouve pas à coté du jig.	Retard dans le convoyeur.	Oui	Oui
Prise et pose du pvc, du du ruban blanc.	-	Effet positif pour assurer l'enrubannage du câble.	Non	Non
Marche pour prendre le pistolet et pour le poser.	Existence d'un seul pistolet dans la chaîne qui oblige l'opératrice à se déplacer souvent d'un jig à un autre.	Retard dans l'enchaînement du processus.	Non	Oui
Marche pour démonter le câble.	La sortie du câble final dans le jig est loin du poste du test électrique ce qui oblige l'opératrice de se déplacer pour démonter le câble.	-Influence sur le poste du test électrique.	Non	Oui
Prise du câble.	-	Effet positif permet de prendre le câble pour effectuer une inspection visuelle + packaging.	Non	Non
Coupe des clips.	-	Effet positif parce que c'est nécessaire pour la réalisation du câble.	Non	Non

Marche pour prendre la référence de l'imprimante.	L'emplacement de l'imprimante est loin du poste du TE, ce qui oblige l'opératrice à se déplacer 2 fois au cours de l'exécution.	Blocage dans le poste test électrique.	Oui	Oui
Scan.	-	Effet positif afin de scanner la référence du câble dans le système.	Non	Non
Checklist.	Opération répétitive qui consiste à lister chaque nombre de câble manuellement.	Gaspillage du temps lors de l'inspection.	Oui	Non
Dépôt du câble dans la boîte.	-	Effet positif, nécessaire pour que l'opératrice débute l'exécution d'un autre câble.	Non	Non
Opération de l'inspection.	-	Effet positif pour se rassurer que le câble est fiable.	Non	Non
Dépôt dans le packaging.	-	Effet positif, nécessaire pour assurer l'expédition du câble.	Non	Non

Tableau 17 : Problèmes trouvés à partir de l'analyse 'value and non value added'

Remarque :

Nous remarquons que certaines valeurs non ajoutées se répartissent en deux types :

- Valeurs non ajoutées qui doivent être éliminées ou réduites ;
- Valeurs non ajoutées qui sont complémentaires des valeurs ajoutées pour réaliser les câbles.

Ces problèmes ci-dessus ne sont pas les seuls problèmes existants dans la chaîne, certes il existe d'autres problèmes déduits depuis la phase « Mesurer » qui vont empêcher la combinaison de la chaîne CTP avec la chaîne longeron PCU DAE.

Conclusion :

Cette analyse des valeurs ajoutées et des valeurs non ajoutées nous a permis de détecter les différentes anomalies qui peuvent déclencher des ralentissements de la chaîne de production, et pour assurer un bon déroulement dans le processus de la nouvelle chaîne

longeron PCU DAE CTP, nous allons proposer des solutions qui vont être traitées dans la phase suivante.

VI-5. Etude de l'espace dans les postes (équipements, tubes)

Les équipements dans les différents postes sont utilisés pour stocker les connecteurs, les gorges et les textiles, et les tubes sont utilisés pour stocker les fils. Pour ce faire, nous avons calculé le nombre de tubes et des boxes existants dans les postes de la chaîne CTP et de la chaîne longeron PCU DAE.

L'espace de la famille longeron PCU DAE concernée par notre étude se compose de 3 postes, et l'espace de la famille CTP se compose de 2 postes.

L'emplacement des connecteurs :

Les boxes de composants sont de 4 types différents (A, B, C, G) comme étant présentés dans la figure 29. Chaque composant est destiné à un type défini selon le besoin en composant calculé et la fréquence d'utilisation.



Figure 29 : Types des boxes

Le tableau 18 représente les nombres des différents tubes consacrés pour les fils et le nombre des boxes consacrés pour les connecteurs :

	Postes	Nombre des tubes	Nombre de tubes occupés	Type et nombre des boxes occupés
Longeron PCU DAE	Poste 1	24	6	A-G-B-B (4 boxes)
	Poste 2	24	10	B-A-B-B-A (5 boxes)
	Poste 3	24	10	B-A-B-B-A (5 boxes)
CTP	Poste 1	24	6	A-A-B (3 boxes)
	Poste 2	24	2	A-A (2 boxes)

Tableau 18 : Nombre des tubes et des boxes occupés dans chaque poste

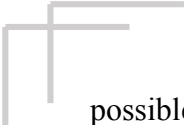
Interprétation :

La combinaison des deux chaînes nécessite le transfert des boxes et des tubes de la chaîne CTP à la chaîne longeron PCU DAE et cela nécessite une étude sur le nombre d'opérateurs de la nouvelle chaîne et sur les tâches des différents postes afin de déterminer les nombres de tubes et des boxes de la nouvelle chaîne.

Conclusion :

Cette étape nous a permis d'analyser les différents paramètres mesurés dans la 2^{ème} phase et de détecter les différents problèmes de chaque chaîne et leurs causes racines afin de trouver des solutions adéquates pour assurer une combinaison fiable des deux chaînes


Chapitre 4 : Implantation de la nouvelle chaîne DAE PCU CTP

A decorative graphic consisting of several horizontal and vertical grey lines forming a stepped shape.

Dans ce chapitre, nous allons mettre en œuvre toutes les solutions possibles et réalistes pour assurer le démarrage de nouvelle chaîne longeron PCU DAE.

Ensuite, nous allons évaluer les gains de toutes les améliorations proposées pour valoriser l'ensemble des travaux effectués au sein de la chaîne et montrer l'intérêt de l'application des outils du Lean Manufacturing à cette dernière.

Enfin, nous allons présenter l'investissement nécessaire pour l'implantation de la nouvelle chaîne.

A decorative graphic consisting of several horizontal and vertical grey lines forming a stepped shape.

I. Phase : « Innover »

Cette étape est très importante dans notre étude puisqu'elle nous permet d'identifier tous les paramètres nécessaires pour le démarrage de la nouvelle chaîne DAE PCU CTP et de mettre en œuvre les solutions possibles et réalistes et atteindre les objectifs du projet en se basant sur l'analyse effectuée dans la phase précédente pour ensuite commencer l'étape « contrôler » qui a pour but de suivre les actions mises en place et d'identifier les gains apportés.

Pour assurer le transfert de la chaîne CTP à la chaîne longeron PCU DAE, nous allons :

- Calculer l'output et le TT de chaque famille ;
- Standardiser un nombre d'opérateurs fixes entre les 3 familles ;
- Analyser les tâches de chaque opérateur et les répartir de façon équilibrée ;
- Calculer la vitesse du convoyeur pour chaque famille ;
- Proposer des solutions des différentes anomalies à l'aide d'un plan d'action.

I-1. Takt time (TT) de la nouvelle chaîne

D'après une prévision donnée des demandes clients pour les 10 mois suivants, et ainsi présentées dans l'annexe [6], nous avons calculé le TT de la nouvelle chaîne pour chaque famille par la relation suivante :

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Heures de production}}{\text{Demandes clients}}$$

avec heures de production = 480 min – 20 min (pause) = 460 min

Le tableau 19 représente le TT calculé pour différentes familles :

	Moyenne des demandes clients/semaine	Moyenne des demandes clients/jour	Moyenne des demandes clients/shift	Takt time (min)	Takt time (sec)
DAE	2826,79	471,13	235,57	1,95	117,16
PCU	4172,18	695,36	347,68	1,32	79,38
CTP	4358,38	726,40	363,20	1,27	75,99

Tableau 19 : TT calculé

I-2. Elaboration du plan d'action

A l'aide d'un fichier Excel regroupant les différents problèmes observés au cours de la production dans les deux chaînes, nous avons proposé des solutions pour chaque problème rencontré afin de les éviter dans la nouvelle chaîne. (Voir Annexe [7])

I-3. Détails sur les solutions proposées

1 Problème du nombre d'opérateurs

Pour assurer le transfert de la chaîne CTP à la chaîne longeron PCU DAE, nous devons déterminer le nombre d'opérateurs qui vont travailler dans la nouvelle chaîne.

Après avoir calculé le nombre d'opérateurs de chaque famille dans la phase «Analyser», nous avons trouvé un nombre différent d'opérateurs dans la nouvelle chaîne, cela nécessite d'effectuer un traitement de cas afin de standardiser ce nombre définitivement.

Cas 1 : 10 opérateurs

	CT convoyeur (min)	CT test électrique (min)	CT inspection visuelle +packaging (min)	CT conv > CT TE, CT pack
CTP	0,79	0,85	0,81	Non
PCU	0,45	0,37	0,38	Oui
DAE	0,46	0,74	0,51	Non

→ Donc le convoyeur ne peut pas démarrer avec 10 opérateurs dans la chaîne DAE PCU CTP.

Cas 2 : 9 opérateurs

	CT convoyeur (min)	CT test électrique (min)	CT inspection visuelle +packaging (min)	CT conv > CT TE, CT pack
CTP	0,87	0,85	0,81	Oui
PCU	0,50	0,37	0,38	Oui
DAE	0,52	0,74	0,51	Non

→ Donc le convoyeur ne peut pas démarrer avec 9 opérateurs dans la chaîne DAE PCU CTP.

Cas 3 : 6 opérateurs

	CT convoyeur (min)	CT test électrique (min)	CT inspection visuelle +packaging (min)	CT conv > CT TE, CT pack
CTP	1,31	0,85	0,81	Oui
PCU	0,74	0,37	0,38	Oui
DAE	0,77	0,74	0,51	Oui

→ Donc le convoyeur peut démarrer avec 6 opérateurs dans la chaîne DAE PCU CTP.

Conclusion :

La nouvelle chaîne DAE PCU CTP va démarrer avec 6 opérateurs dans le convoyeur, 1 opérateur dans le poste test électrique et 1 opérateur dans le poste inspection visuelle + packaging.

2 Problème du cycle time (CT)

L'objectif de notre étude est d'avoir un CT proche entre la famille CTP, PCU et DAE, la question qui se pose est : combien de câble nous pourrions fabriquer à la fin de chaque cycle ?

Le tableau 20 représente le nombre d'opérateurs et le nombre de faisceaux produits :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Famille	MH Convoyeur	nb Opérateur	CT Convoyeur (min)	CT TE (th)	CT TE (mes)	CT Pack (th)	CT Pack (mes)	CT conv*2	Nb de câble
2	CTP	7,8648	6	1,31	1,08	0,85	0,53	0,81	1,31	1 câble
3	PCU	4,6391	6	0,74	0,83	0,37	0,55	0,38	1,48	2 câbles
4	DAE	4,4635	6	0,77	0,83	0,74	0,37	0,51	1,54	2 câbles

Tableau 20 : Nombre d'opérateurs obtenu pour chaque famille

→ Nous avons conclu qu'à la fin de chaque cycle nous obtenons :

- 1 câble pour la famille CTP.
- 2 câbles pour la famille PCU.
- 2 câbles pour la famille DAE.

3 Problème des tâches des opérateurs

Après avoir déterminé le nombre d'opérateurs dans la nouvelle chaîne « longeron PCU DAE CTP », et en se basant sur la méthode d'équilibrage des tâches, nous avons effectué un suivi des CT des différentes tâches effectuées par les opérateurs dans les différentes chaînes, en vue de les répartir d'une façon équilibrée en fonction des nombres d'opérateurs obtenus dans la nouvelle chaîne.

L'ingénieur méthode prépare les documents du montage pour chaque opérateur de façon que la séquence de toutes les opérations effectuées par l'opérateur ne dépasse pas le CT exigé dans chaque chaîne.

La division des tâches sur les opérateurs est une démarche très importante pour le bon déroulement du projet.

❖ La chaîne longeron DAE :

Le tableau 21 illustre la répartition des nombres d'opérateurs qui vont travailler dans chaque tâche.

Répartition des tâches	Nb opérateur	Temps (sec)
insertion+montage	1	49
insertion+montage	1	49
enrubannage 1	1	50
enrubannage 2	1	61
enrubannage 2	1	61
clips+démontage	1	62
test électrique	1	80
packaging	1	68
somme	8	480

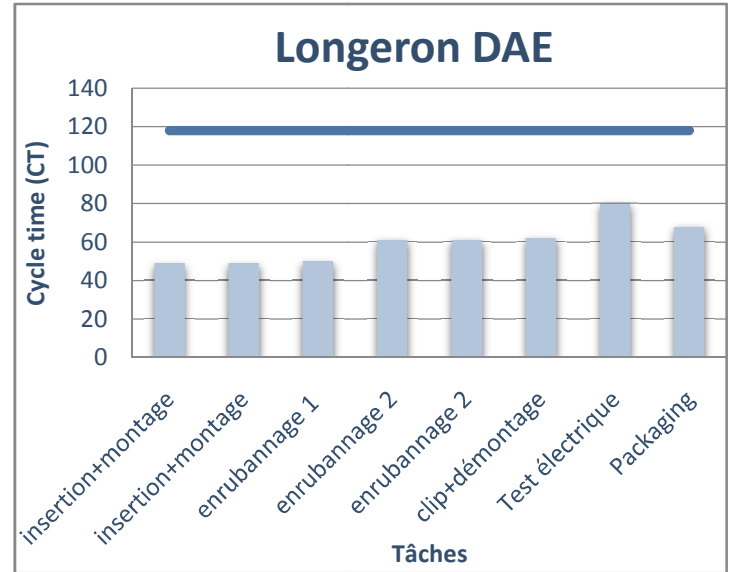


Tableau 21 : Répartition des tâches des opérateurs en fonction du CT

Remarque :

L'objectif de notre étude est d'éviter le maximum de gaspillages pour avoir un CT équilibré entre les différents postes.

Nous remarquons que le CT du test électrique est élevé, donc nous devons trouver des solutions pour le réduire et améliorer le processus de la chaîne.

❖ **La chaîne jauge carburant :**

Le tableau 22 illustre la répartition des nombres d'opérateurs qui vont travailler dans chaque tâche :

Répartition des tâches	Nb opérateur	Temps (sec)
insertion	1	82
insertion	1	82
montage+enrubannag+clip	1	65
montage+enrubannage+clip	1	65
croisement	1	76
test électrique+démontage	1	60
packaging	1	50
somme	7	480

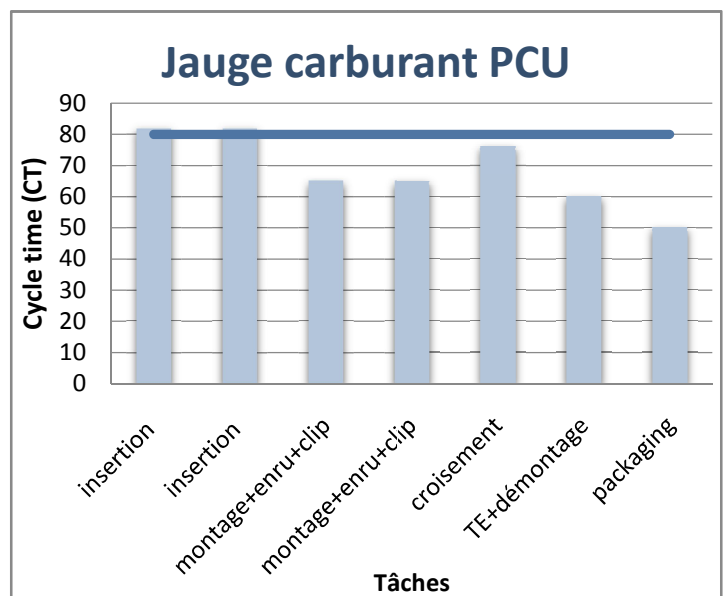


Tableau 22 : Répartition des tâches des opérateurs en fonction du CT

Remarque :

La répartition des nombres d'opérateurs nous a entraînés 7 opérateurs alors que la chaîne démarre normalement avec 8 opérateurs, et pour équilibrer entre les postes d'insertion et les autres postes, nous avons ajouté l'opérateur qui manque dans le poste d'insertion pour progresser dans la production.

❖ **La chaîne CTP :**

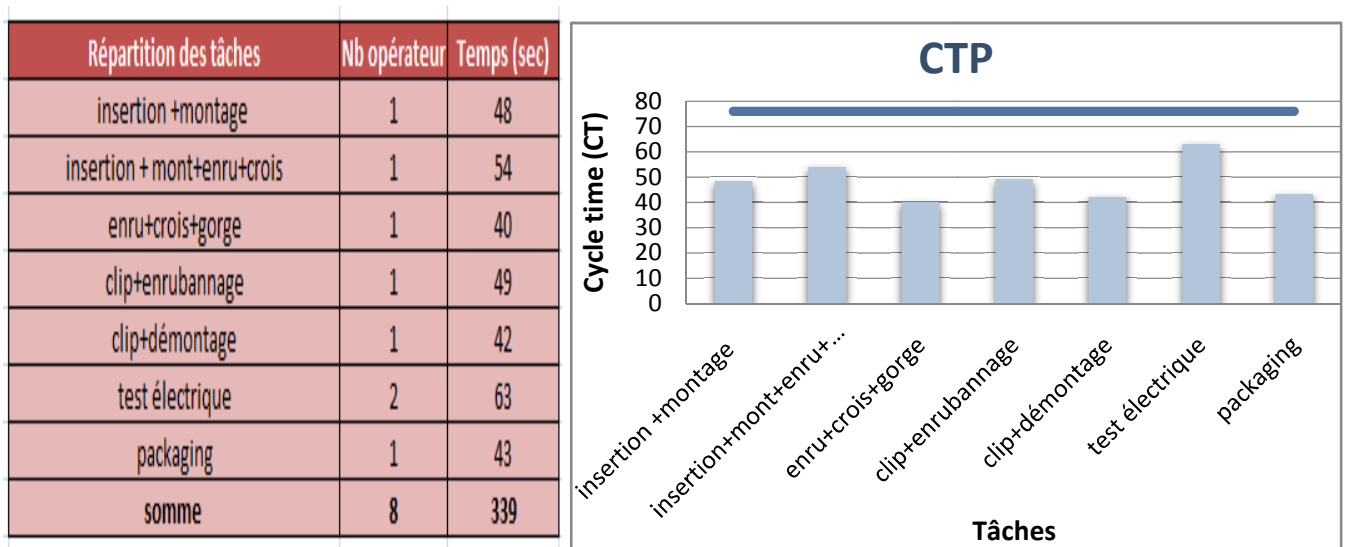


Tableau 23 : Répartition des tâches des opérateurs en fonction du CT

Remarque :

Nous avons consacré deux opérateurs pour le test électrique parce que le câble de CTP est long et nécessite plus d'un opérateur afin d'éviter tout type de blocage et de mudas (gaspillages).

4 Output de la nouvelle chaîne longeron PCU DAE CTP

On sait que :

$$\text{Nb d'opérateurs} = \frac{\text{Man hour} * \text{Volume du PN}}{\text{Heures de production} * \text{Productivité}}$$

Donc :

$$\text{Volume du PN} = \frac{\text{Heures de production} * \text{Nb d'opérateurs} * \text{Productivité}}{\text{Man Hour}}$$

Avec Productivité=100% et Heures de production : 480 min – 20 min (pause) = 460 min et Man Hour = MH total (voit tableau 7) :

- MH total (DAE) = 5,6646 min
- MH total (PCU) = 6,0226 min
- MH total (CTP) = 9,4701 min

❖ **Chaîne longeron DAE :**

$$\text{Volume du PN} = \frac{460 * 8 * 1}{5,6646} = 650 \text{ câbles / shift}$$

❖ **Chaîne jauge carburant PCU :**

$$\text{Volume du PN} = \frac{460 * 8 * 1}{6,0226} = 611 \text{ câbles / shift}$$

❖ **Chaîne CTP :**

$$\text{Volume du PN} = \frac{460 * 8 * 1}{9,4701} = 389 \text{ câbles / shift}$$

Remarque:

Le volume obtenu est suffisant pour répondre à la demande client programmée dans les 10 futurs mois (voir Annexe [6]).

En général, dans une nouvelle chaîne, le département planning utilise un ‘ramp up’ pour fixer le nombre de câble à produire dans un shift pour répondre au besoin client.

5 Problème des postes et des tubes

Après le calcul du nombre des opérateurs de la nouvelle chaîne, nous avons effectué une autre répartition des postes et nous avons déduit que nous avons besoin de :

- 2 postes d’insertion pour la chaine DAE ;
- 2 postes d’insertion pour la chaine PCU ;
- 2 postes d’insertion pour la chaine CTP.

Chaque poste doit contenir des références fixes et bien identifiées pour chaque famille afin d’éviter tout type de désordre et d’erreur au cours de l’insertion.

Notre objectif est de répartir les équipements et les fils de la nouvelle chaîne dans les différents postes, et pour répartir les différents postes dans chacune des chaînes, nous devons déterminer le nombre de tubes et le nombre de boxes demandés pour chaque famille.

Le tableau 24 représente la répartition des tubes de la nouvelle chaîne :

Postes	Type de familles	Tubes occupées	Tubes vides restants
Poste 1	Longeron	6	12
	CTP	6	
Poste 2	Longeron	10	12
	CTP	2	
Poste 3	Jauge carburant	10	10

Tableau 24 : Répartition des tubes de la nouvelle chaîne

Remarque :

Chaque poste ne doit pas dépasser 2 familles. La famille jauge carburant doit être répartie en 2 postes, donc le poste 3 ne peut pas regrouper la même famille de jauge carburant pour ne pas avoir une condensation dans le poste.

Solution : Ajouter un autre poste d'insertion pour la famille jauge carburant.

Les équipements ne sont pas suffisants pour insérer les connecteurs lors de cette répartition dans la nouvelle famille.

Le tableau 25 représente la répartition des postes de la nouvelle chaîne :

Postes	Type	Tubes occupées	Tubes vides	Nombre de boxes
Poste 1	Longeron	6	12	1(A), 1(G), 2(B)
	CTP	6		3(A)
Poste 2	Longeron	6	16	1(A), 1(A), 2(B)
	CTP	2		1(A), 1(B)
Poste 3	Jauge carburant	10	10	2(A), 3(B)
Poste 4	Jauge carburant	10	10	2(A), 3(B)

Tableau 25 : Répartition des postes de la nouvelle chaîne

Remarque :

Les tubes vides restants vont être consacrés pour avancer dans la production et vont permettre d'éviter le déplacement des distributeurs au cours de la production.

❖ **Problème et solution des boxes :**

Dans la nouvelle chaîne nous avons constaté que l'espace est insuffisant pour l'installation des boxes de la nouvelle famille, pour se faire nous allons modifier la structure des postes d'insertion en ajoutant un étage au dessous du plan de travail qui va être consacré pour l'autre famille. La figure 30 illustre la nouvelle structure que nous allons appliquer pour la nouvelle chaîne.



Figure 30 : Nouvelle structure des postes d'insertion

6 Vitesse de la nouvelle chaîne longeron PCU DAE CTP

Dans l'ancien processus, la chaîne longeron DAE et la chaîne jauge carburant PCU se produisent en même temps dans le même jig (tableau) même si la vitesse de DAE est inférieure à celle de PCU. Pour éviter tout type de risque, le chef de ligne démarre la chaîne avec la vitesse la plus élevée, ceci entraîne :

- ❖ Des mudas (gaspillages) par rapport à la chaîne longeron DAE qui doit attendre la production des câbles de PCU.
- ❖ Blocage dans le convoyeur car les opérateurs travaillent en même temps pour les deux familles dans le même jig (tableau).

Nous rappelons que la vitesse se calcule par la relation suivante :

$$\text{Vitesse} = \frac{\text{Distance}}{\text{Temps}} \quad \text{avec :} \quad \text{Temps} = \frac{1 \text{ h}}{\text{Nb de câbles demandés/h}}$$

Distance = 2.34 m : c'est-à-dire que la distance est constante entre chaque jig (tableau).

Nb de câbles demandés/h = le nombre de câbles demandés par le client dans chaque heure.

Le tableau 26 représente la vitesse de la nouvelle chaîne DAE PCU CTP:

	Nb de câbles / shift	Nb de câbles / h	Temps (sec)	Vitesse (m/s)
DAE	235,57	$235,57 / 7,67 = 30,71$	$3600 / 30,71 = 117,22$	$2,34 / 117,22 = 0,019$
PCU	347,68	$347,68 / 7,67 = 45,33$	$3600 / 45,33 = 79,42$	$2,34 / 79,42 = 0,029$
CTP	363,20	$363,20 / 7,67 = 47,35$	$3600 / 47,35 = 76,03$	$2,34 / 76,03 = 0,031$

Tableau 26 : Vitesse de la nouvelle chaîne DAE PCU CTP

Remarque :

La demande client varie d'une semaine à l'autre, donc la vitesse du convoyeur varie aussi en fonction de l'objectif.

Solution :

D'après les effets qui sont déjà cités de ce problème, l'objectif de notre étude consiste en le transfert de la chaîne CTP à la chaîne longeron PCU DAE. Pour cela, nous avons proposé que chaque famille doit démarrer indépendamment parce que la vitesse de chaque famille est différente de l'une de l'autre et le fait de standardiser une vitesse commune entraîne beaucoup de gaspillage et ralentissement de la référence qui a une vitesse faible et des anomalies dans la production.

7 Manque du jig pour le câble CTP dans la chaîne actuelle

Le transfert de la chaîne CTP à la chaîne longeron PCU DAE consiste aussi à transférer son lay-out, par contre la chaîne actuelle longeron PCU DAE ne dispose pas d'espace suffisant pour intégrer un autre convoyeur d'une autre famille.

Solution :

Nous avons proposé d'installer un jig (tableau) rotatif en parallèle avec le jig (tableau) de la famille longeron PCU DAE pour le faire tourner en fonction de chaque famille concernée au cours de la production.

8 Satisfaction réduite du besoin des clients en cas ou la demande est croissante

La chaîne longeron PCU DAE démarre actuellement avec 2 shifts et la chaîne CTP +console+télématique démarre avec 3 shifts. Le transfert de la chaîne CTP à la chaîne longeron PCU DAE risque de ne pas atteindre l'objectif journalier du client et va créer une surcharge sur le processus de production, ce qu'elle va permettre à la chaîne console+télématique d'éliminer le shift de nuit.

Solution :

Pour rester compétitive nous avons proposé deux solutions :

- Ajouter un shift de nuit et le consacrer pour le CTP. Cette solution n'est pas rentable car lorsque la demande des clients est croissante, un seul shift n'est pas suffisant pour répondre au besoin des clients.
- Appliquer le concept double take off qui consiste à produire une seule famille en regroupant deux shifts en un seul, cela permet à la chaîne de rester en sécurité dans le cas ou la demande des clients est croissante.

La figure 31 représente le principe de la production dans le concept double take off :

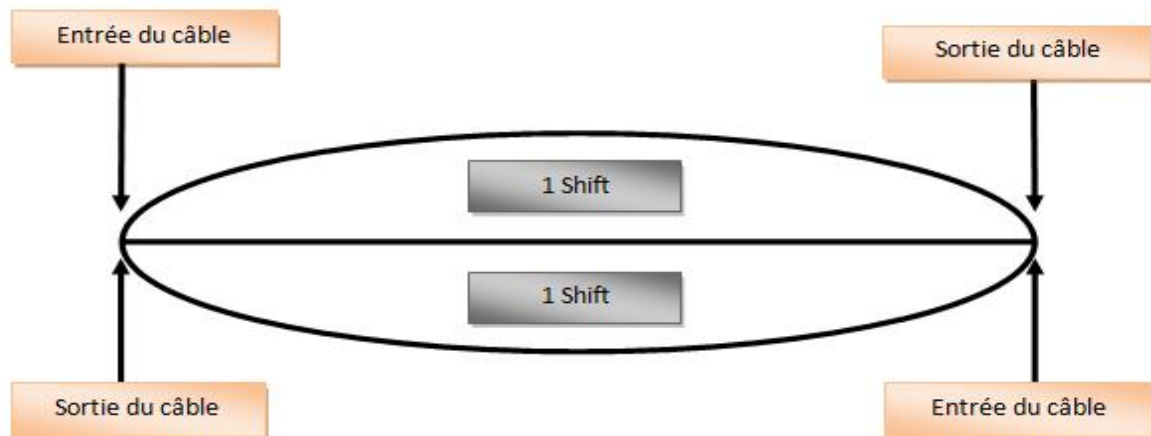


Figure 31 : Concept du double take off

Nous avons mis en place la deuxième solution car elle va permettre de garantir une production régulière et continue de la nouvelle chaîne longeron PCU DAE CTP. Le concept double take off permet d'éviter d'avoir un besoin dans une famille et de rester compétitive en réponse aux besoins des clients.

Remarque :

Le concept de double take off nous a obligée d'ajouter :

- 4 postes d'insertions pour chaque solution.
- 1 poste de test électrique pour chaque solution.
- 1 poste de packaging pour chaque solution.

Donc le démarrage de la nouvelle chaîne avec les trois familles oblige YMM à investir par l'installation de 5 postes d'insertion, 1 poste de test électrique et 1 poste de packaging pour chacune des familles DAE PCU CTP appartenant à la deuxième solution.

9 Problème du personnel dû aux différentes anomalies provenant des opérations du convoyeur

Parfois le poste test électrique et le packaging (emballage) dépasse le TT exigé, ceci revient aux différentes anomalies créées par les opérateurs dans le convoyeur. Nous pouvons citer :

- mauvais enrubannage,
- erreur dans l'insertion des clips,
- mauvaise conductivité électrique.

Ces différentes anomalies entraînent un blocage dans le poste test électrique et le poste packaging.

Solutions :

- Ajouter des modules de formation pour la réalisation de l'enrubannage et spécialement les tâches critiques comme l'enrubannage des nœuds pour les nouvelles recrues.
- Définir un test d'évaluation d'enrubannage afin d'obtenir la qualification pour les postes d'enrubannage.
- Accompagner les nouveaux opérateurs lors de leur travail, pour s'assurer qu'ils effectuent bien leurs tâches.

10 Problèmes techniques

- Problème régulier des contres pièces du clip qui s'endommagent régulièrement et entraînent un retard de production dans le convoyeur et dans le test électrique nécessitant une intervention d'un technicien de maintenance.
- Mauvais fonctionnement de l'aspirateur qui permet d'absorber la poussière et faciliter la rapidité du test.

Solution :

- Maintenance préventive des contres pièces de chaque poste avant de commencer la production pour éviter tout type d'arrêt qui entraîne un ralentissement de production.
- Disponibilité et intervention des techniciens de maintenance en cas de panne soit pour les réparer soit pour les remplacer par de nouveaux aspirateurs.

II. Analyse des problèmes des valeurs ajoutées et valeurs non ajoutées

L'analyse des valeurs ajoutées et des valeurs non ajoutées nous a permis de détecter 2 types de problèmes :

- Des problèmes qui peuvent être éliminés ou réduits.
- Des problèmes qui ne peuvent être ni éliminés ni réduits.

II-1. Les problèmes qui peuvent être éliminés ou réduits

1 Problème de marche pour prendre les composants (clips+connecteurs+pvc +ruban blanc+pistolet)

A partir de l'analyse des valeurs ajoutées et des valeurs non ajoutée nous avons remarqué qu'il existe beaucoup de déplacements inutiles des opératrices dans le convoyeur dûs à la marche pour prendre le pvc, connecteurs, ruban blanc, pistolet et les clips.

Solution :

Pour éliminer le déplacement inutile de l'opératrice et optimiser le temps pour la production nous avons proposé une structure qui va être placée en haut de chaque jig tableau) et qui consiste à fixer des boxes remplis de pvc, connecteurs, ruban blanc, pistolet et clips dans les grilles.



Figure 32 : Nouvelle structure des boxes

2 Retard du poste test électrique

Ceci revient à l'écart entre l'imprimante (figure 33) et l'écran qui est important, ce qui oblige l'opérateur à se déplacer deux fois au cours de l'exécution du processus et par suite entraîne un retard au niveau du test de chaque câble.



Figure 33 : Imprimante dans le poste test électrique

Solution :

Déplacer l'imprimante à côté de l'opératrice pour diminuer le temps du test en ajoutant un étage à côté du scan (figure 34).



Figure 34 : Emplacement de l'imprimante à côté du scan

3 Problèmes informatiques

- Muda (gaspillage) dans la "checklist" (liste de contrôle et de vérification) pour le poste test électrique et packaging qui se réalise manuellement en énumérant chaque câble après son inspection pour le garder dans l'archive de la société.
- Ralentissement du système de scan dû aux problèmes dans le système d'exploitation.

Solution :

- Installation d'un logiciel qui permet d'énumérer chaque câble passé dans le scan automatiquement.
- Rafraîchissement régulier du système de scannage afin d'effectuer l'opération d'une façon rapide.

4 Problèmes de marche pour installer et démonter le câble

Le transfert du câble du poste d'insertion au convoyeur et du convoyeur au poste test électrique nécessite un déplacement des opératrices.

Au cours de notre étude sur terrain et à partir d'une vidéo que nous avons prise sur le déroulement du processus de production, nous avons remarqué que la distance est importante entre le poste d'insertion, le convoyeur, ainsi que entre le convoyeur et le poste test électrique ce qui entraîne une perte de temps de l'opérateur au cours de la production.

Solution :

Le déplacement de l'opérateur du poste d'insertion au convoyeur peut être :

- **Réduit :** l'entrée du câble dans le jig (tableau) pour le montage doit être au même niveau que le poste d'insertion.

- **Éliminé** : installation du poste d'insertion dans le convoyeur afin que l'opérateur effectue toutes ses tâches dans le jig (tableau).

→ La deuxième solution n'a pas été validée par l'équipe de projet car il n'existe pas d'espace suffisant pour l'installation.

Le déplacement de l'opérateur du convoyeur au poste test électrique peut être :

- **Réduit** : installation du poste test électrique en parallèle avec le point de sortie du jig (tableau), ce qui mène à appliquer le concept de double take off.

II-2. Analyse des problèmes qui ne peuvent être ni éliminés ni réduits

Prendre le connecteur textile et sécurité dans l'insertion, coiling, prise du câble, coupe des clips, dépôt du câble dans la boîte, opération de l'inspection, dépôt dans le packaging

→ Ces valeurs non ajoutées ne peuvent être ni éliminés ni réduites parce qu'elles sont nécessaires à la réalisation du câble.

III. Conception de la nouvelle chaîne

A partir des résultats obtenus concernant le nombre d'opérateurs dans chaque poste, nous avons pu réaliser le line concept présenté dans la figure 33.

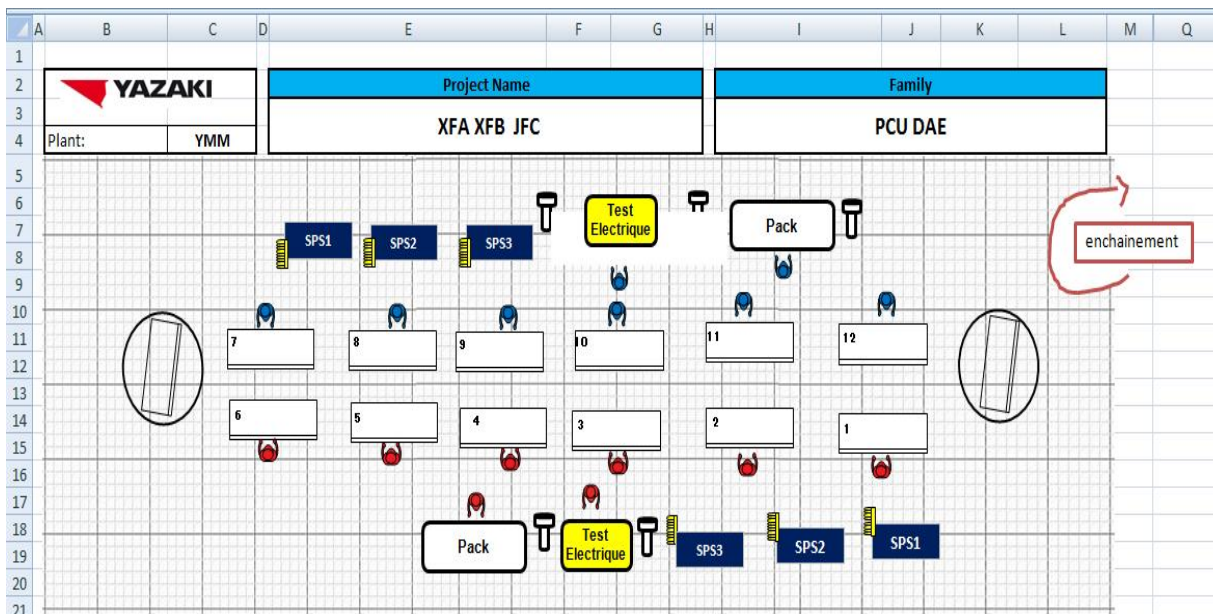


Figure 35 : Nouveau line concept de la chaîne longeron PCU DAE CTP

IV. Plan d'actions 5S

Dans le but d'améliorer autant que possible l'état actuel de la zone des Smalls, et suite à l'analyse réalisée, nous avons formulé plusieurs actions à mener présentées dans le tableau 27.

Catégories	Actions
1S = Eliminer	<ul style="list-style-type: none"> o Changer et remplacer tout matériel endommagé et obsolète par un nouveau plus fiable. o Eliminer tout ce qui est inutile sur le poste de travail et dans son environnement.
2S = Ranger	<ul style="list-style-type: none"> o Délimiter et repérer chaque objet dans un emplacement bien défini de façon à faciliter le travail. o identifier chaque poste, chaque boîte et sa place avec des étiquettes et faire correspondre à chaque place un espace précis et bien entretenu. o réaliser des accessoires et supports permettant de trouver les outils plus rapidement. o Accrocher des fiches (symboles & images) indiquant le bon emplacement des objets. o peindre sur le sol un emplacement bien entretenu de la poubelle, et proche le plus possible du poste correspondant. o Ranger les documents dans un emplacement bien défini et accessible et les mettre dans des plastiques de protection dure, transparente et durable. o suivre régulièrement le remplissage du plan de production à chaque début de travail.
3S= Nettoyer	<ul style="list-style-type: none"> o A chaque début et fin de travail, l'opérateur doit éliminer s'il y'a des déchets et des objets inutiles pour la netteté du poste de travail. o Mettre en évidence des consignes de nettoyage et de rangement.
4S = Standardiser	<ul style="list-style-type: none"> o Imprimer sur des étiquettes autocollantes le numéro de chaque poste et les coller sur la surface de supérieur pour pouvoir les fixer d'une manière permanente. o Mettre à jour les fiches d'instruction pour faire correspondre à l'état actuel les derniers développements. o Maintenir le poste de travail en ordre et propre à l'aide des règles de travail. o Pour que les règles soient respectées, il est préférable de les faire écrire et visualiser par les opérateurs eux-mêmes.
5S = Auto discipline	<ul style="list-style-type: none"> o Réaliser un panneau comportant un plan d'action 5S et le résultat d'audit de chaque mois. o Impliquer le personnel dans la démarche de progrès. o S'appliquer à appliquer les règles définies.

Tableau 27 : Plan d'action 5S

V. Conclusion

Cette phase nous a permis de déterminer tous les paramètres nécessaires pour le démarrage de la nouvelle chaîne DAE PCU CTP, ainsi que de sélectionner les solutions qui sont adéquates à chaque problème proposé afin de calculer le gain et l'investissement mis en place.

VI. Phase : « Contrôler »

L'objectif de ce chapitre est d'évaluer les gains apportés par les solutions que nous avons proposées au sein de la chaîne longeron PCU DAE et CTP dans la zone P3.

De ce fait, et dans le but d'apprécier l'efficacité de ce projet, nous allons évaluer le gain apporté en terme de coût, d'espace et de ressources humaines.

VI-1. Analyse des différents paramètres

1 Nombre d'opérateurs

L'étude capacitaire nous a permis de déterminer le nombre d'opérateurs définitif de la nouvelle chaîne, cela nous a permis de le comparer avec celle de l'ancienne chaîne.

La nouvelle chaîne repose sur le concept double take off qui consiste à démarrer une famille avec deux solutions en même temps.

Le tableau 28 représente le nombre d'opérateurs par jour avant et après le transfert :

	Avant le transfert	Après le transfert
DAE	20 opérateurs/jour	16 opérateurs/jour
PCU	18 opérateurs/jour	16 opérateurs/jour
CTP	38 opérateurs/jour	32 opérateurs/jour
Somme		

Tableau 28 : Nombre d'opérateurs avant et après le transfert

D'après le tableau ci-dessus, nous constatons que le nombre d'opérateurs journaliers a diminué de 6 opérateurs.

Remarque :

Dans l'ancienne chaîne, le processus de CTP+console+télématique se produit avec le shift de nuit, et avec le transfert de la chaîne CTP à la chaîne longeron PCU DAE, nous allons éliminer le shift de nuit et consacrer le shift matin et soir pour la production de console+télématique et une autre série.

2 Output et productivité

La productivité est un indicateur de performance qui mesure l'efficacité d'un processus à transformer un ou des facteurs entrants en un résultat, il se calcule par la formule suivante :

$$\text{Productivité} = \frac{\text{Man Hour} * \text{Output}}{\text{Heures de production} * \text{Effectif}}$$

Man Hour (MH) : MH (DAE)=0,09 h ; MH (PCU)=0,1 h ; MH (CTP)=0,16 h

Output : Quantité de câbles produite ;

Effectif : Nombre d'opérateurs de la zone de pré-assemblage dans ce cas ;

Heures de production : Heures de travail pour chaque shift qui sont égales à 7,67 h.

YMM essaie à tout prix d'améliorer la productivité de ses chaînes de production. Le transfert proposé contribuera à cette amélioration en augmentant l'output et la productivité. Cela est dû à la bonne répartition des nombres d'opérateurs et l'élimination de tout type de gaspillage. Afin de montrer l'apport de notre projet dans l'amélioration de cet indicateur, nous avons calculé l'output et la productivité sur une période de 3 mois et demi de l'année 2017, ensuite nous avons estimé l'output après l'intégration pour en déduire le nouvel output.

Le tableau 29 représente l'output avant et après le transfert :

Familles	Avant le transfert (câbles)	Après le transfert (câbles)
DAE	433	610
PCU	332	650
CTP	385	389

Tableau 29 : Output avant et après le transfert

Le tableau 30 représente la productivité avant et après le transfert :

Familles	Avant le transfert	Après le transfert
DAE		89,47%
PCU	95%	105,93%
CTP	89,37%	101,43%

Tableau 30 : Productivité avant et après le transfert

D'après les tableaux 29 et 30, nous constatons que l'output et la productivité des différentes familles ont augmenté. Cette amélioration va apporter des gains importants pour l'entreprise.

Remarque :

Après le transfert et après une adaptation des opérateurs avec le nouveau processus de fonctionnement de la nouvelle chaîne, le pourcentage de productivité et l'output vont augmenter. Les responsables méthodes utilisent un "ramp up" (montée en production ou accélération) qui consiste à accroître la production pour satisfaire la demande client vue que les opérateurs seront habitués aux processus de fabrication des 3 familles.

L'ancienne chaîne produisait les deux familles DAE et PCU en même temps. Dans la nouvelle chaîne, la production de DAE et PCU sera indépendante pour rester en réponse à la demande des clients sachant que cette dernière peut varier d'un jour et d'une famille à l'autre.

3 Cycle time (CT)

Le tableau 31 représente l'évolution du cycle time avant et après le transfert :

Avant le transfert	Après le transfert
Répartition non équilibrée des tâches des opérateurs	Répartition équilibrée des tâches des opérateurs.
Existence des mudas (gaspillages) : attentes, marche, déplacement,...	Proposition des solutions afin d'éliminer les mudas (gaspillages).

Tableau 31 : CT avant et après le transfert

VII. Gains escomptés

VII-1. Gains en termes d'effectif

Les gains engendrés par le transfert de la chaîne CTP à la chaîne longeron PCU DAE apparaissent également au niveau de l'effectif. Au niveau de la nouvelle chaîne, nous aurons 6 opérateurs de moins, ainsi une élimination de 9 opérateurs du shift de nuit au niveau de la chaîne CTP+console+télématique qui engendre un coût élevé pour YAZAKI par rapport au shift matin et soir.

Sachant que chaque opérateur du shift matin et soir est rémunéré par **400 €** et chaque opérateur de nuit est rémunéré par **480 €**. Le tableau 32 présente le nombre d'opérateurs réduits après le transfert ainsi que le coût total annuel:

	Nb d'opérateurs optimisé dans le shift matin et soir	Nb d'opérateurs optimisé dans le shift de nuit
Nb optimisé	6	9
Coût total annuel	$400 * 6 * 12 = 28\ 800\ €$	$480 * 9 * 12 = 51\ 840\ €$
Somme	$28\ 800\ € + 51\ 840\ € = 80\ 640\ € / \text{an}$	

Tableau 32 : Nombre d'opérateurs optimisé

Nous avons généré un gain au niveau des salaires de **80 640 € / an**, ce qui représente une somme importante pour l'entreprise.

VII-2. Gain en termes de coût

Les gains engendrés par le transfert de la chaîne CTP à la chaîne longeron PCU DAE apparaissent également au niveau du transport et de la cantine.

Sachant que le coût journalier d'un seul opérateur dans la cantine est **0,56 €**, nous avons déduit le coût total annuel obtenu de la cantine après le transfert:

$$\text{Coût de la cantine /an} = 0,56 * 15 * 275 = 2\ 310\ € / \text{an}$$

Avec **15** = nombre d'opérateurs optimisés et **275** = nombre de jours ouvrables par an.

Donc, nous avons généré un gain au niveau de la cantine de **2 310 € / an**.

Conclusion :

Notre étude nous a permis de générer un gain annuel au niveau des charges personnels de :

$$80\ 640\ € + 2\ 310\ € = 82\ 950\ € / \text{an}$$

VII-3. Gain en termes d'espace

La mise en place du concept double take off nous a permis de combiner la famille CTP avec la famille longeron PCU DAE, d'exploiter l'espace libre dans la chaîne longeron PCU

DAE et d'ajouter les postes nécessaires afin d'assurer un démarrage fiable. La figure 36 représente la cartographie qui illustre la disposition des postes de la nouvelle chaîne.

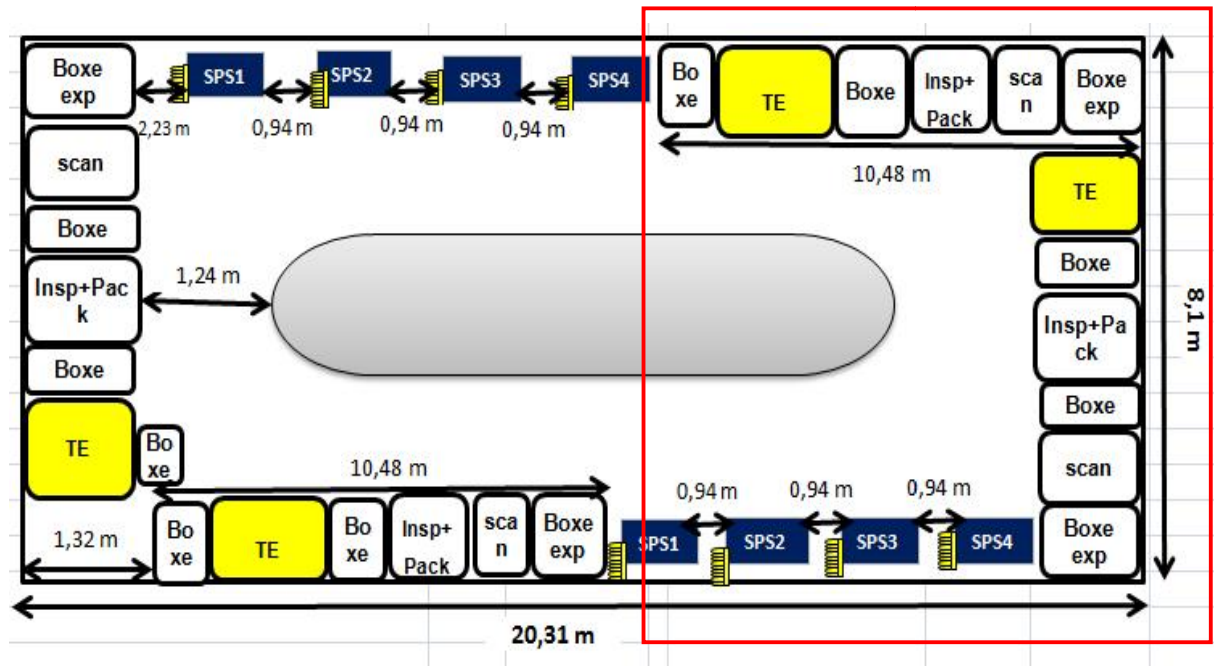


Figure 36 : Cartographie de la nouvelle chaîne PCU DAE CTP

Interprétation :

La mise en place du concept double take off nous a permis d'optimiser l'espace libre de la chaîne longeron PCU DAE en ajoutant les postes et les équipements nécessaires pour le démarrage de la nouvelle chaîne.

VIII. Investissements

C'est l'acte par lequel une entreprise dépense de l'argent pour en gagner plus. Au contraire d'une charge qui est la résultante de l'exploitation, l'investissement est un engagement de l'entreprise.

Sachant que le coût d'achat du poste d'insertion est **584 €**, le poste inspection visuelle est **226 €** et le poste packaging est **246 €**, le tableau 33 représente le coût des investissements et des charges mis en place lors de ce transfert :

	Poste d'insertion	Poste test électrique	Poste inspection visuelle	Poste packaging
Nb de postes à ajouter	5	3	3	3
Coût d'achat	584 € * 5 = 2920 €	-	226 € * 3 = 678 €	246 € * 3 = 738 €

Tableau 33 : Coût d'investissement des postes

Remarque :

A propos du poste test électrique, son coût d'achat est relié au nombre des contres pièces nécessaires pour chaque famille : chaque 6 contres pièces coûtent **8900 €**. Dans notre cas :

- La famille DAE nécessite 10 contres pièces → Coût d'achat= $(10 \times 8900)/6=14833,33 \text{ €}$
- La famille PCU nécessite 7 contres pièces → Coût d'achat= $(7 \times 8900)/6=10383,33 \text{ €}$.
- La famille CTP nécessite 17 contres pièces → Coût d'achat= $(14 \times 8900)/6=25216,66 \text{ €}$

Donc le coût d'achat du poste test électrique est **50433,32 €**.

Conclusion :

Notre étude a engendré un investissement de :

$$2920 \text{ €} + 50433,32 \text{ €} + 678 \text{ €} + 738 \text{ €} = 54\,769,32 \text{ €}.$$

Retour sur investissement :

Le retour sur investissement (ROI en anglais) est un ratio qui permet de calculer le pourcentage de gain à attendre d'un investissement par rapport à la mise de départ et se traduit par le rapport entre le montant d'un investissement et les bénéfices escomptés sur une durée donnée. On calcule en combien de temps l'investissement initial sera remboursé par les revenus bruts de l'entreprise.

Autrement dit, le retour sur investissement (ROI) est la mesure de l'efficacité d'un investissement en termes de rentabilité.

Le ROI ne se mesure pas qu'en pourcentage, il se mesure aussi en **durée**, c'est-à-dire : le délai de recouvrement de l'investissement initial « **Quel temps faut-il pour que la courbe des gains dépasse celle des coûts (directs et indirects) cumulés ?** », et se calcule par la relation suivante :

$$\text{Retour sur investissement} = \frac{\text{Somme des coûts}}{\text{Somme des gains réalistes rapportés à l'année}}$$

Sachant que le coût d'investissement engendré est de **54 769,32 €** et les gains générés par notre étude sont **82 950 €**, donc :

$$\text{Retour sur investissement} = \frac{54\,769,32 \text{ €}}{82\,950 \text{ €}} = 0,66 \text{ an} = 7,92 \text{ mois}$$

Le retour sur investissement en temps sera de 7,92 mois, c'est-à-dire que l'entreprise aura récupéré son investissement en 8 mois.



Conclusion :

Cette phase nous a permis de déterminer les améliorations des différents indicateurs de performance de l'entreprise dans les deux chaînes concernées par l'augmentation de la cadence de la production des 3 familles longeron PCU DAE et CTP, ce qui a engendré une augmentation de l'output et de la productivité de ces familles. Nos améliorations ont généré des gains aussi bien chiffrables (coûts, délai,...) et un retour d'investissement sur une courte durée. Avec cette amélioration, YMM va atteindre la satisfaction de la demande du marché en câbles de véhicules industriels.

Conclusion générale

Nous avons effectué notre stage de fin d'étude de master en génie industriel au sein du département IE & NYS de l'entreprise YMM. Ce stage a été une expérience professionnelle très enrichissante pour l'approfondissement de nos connaissances théoriques ainsi que par la découverte de nouvelles techniques d'analyse comme la méthode DMAIC.

En premier lieu, et dans l'objectif d'optimiser les deux chaînes de production par la minimisation de la surcharge de la chaîne CTP + console + télématique et l'exploitation de l'espace libre dans la chaîne longeron PCU DAE en assurant le transfert de la chaîne CTP vers la chaîne longeron PCU DAE, nous avons effectué un diagnostic de l'existant en commençant tout d'abord par la définition et la description des processus de production des 3 chaînes, la mesure du cycle time, la détermination des nombres d'opérateurs de la nouvelle chaîne, l'analyse des différentes tâches effectuées par ces derniers ainsi que la détermination des postes goulots.

Par la suite, nous avons proposé des améliorations en se basant sur les principes du Lean Manufacturing. Ces améliorations consistent à mettre en œuvre le concept double take off, la répartition des tâches équilibrées en fonction des nombres d'opérateurs et la réduction des gaspillages.

En outre, nous avons appliqué la démarche 5S, et nous avons défini des standards pour les postes et nous avons programmé une formation appropriée au personnel afin de faciliter la tâche aux responsables lors de l'application des améliorations proposées.

Pour conclure notre travail, nous avons identifié tous les paramètres nécessaires pour le démarrage de la nouvelle chaîne et nous avons comparé entre les deux situations avant et après le transfert. Nous avons également évalué les gains que va apporter notre projet en termes de coût, d'effectif et d'espace.

Le démarrage de la nouvelle chaîne a permis à YAZAKI de réduire 9 opérateurs dans le shift de nuit et 6 opérateurs dans le shift matin et soir, d'économiser le coût de la cantine, de générer un gain total de **56 997,936 € / an** et un investissement par l'achat des différents postes de **54 769,32 €** que YAZAKI va récupérer après 8 mois selon le calcul du retour sur investissement. A cet effet, nous recommandons à YMM d'appliquer ce projet pour bénéficier des gains évalués et des améliorations que nous avons proposées.

Références webographiques

- <http://www.journaldunet.com/business/pratique/dictionnaire-economique-et-financier/16564/lean-production-definition-traduction-et-synonymes.html>
- <http://mannicette.over-blog.com/article-6517910.html>
- <http://www.wikilean.com/Articles/Le-Juste-A-Temps/Equilibrage-de-taches#sthash.X91gjDaR.dpuf>
- <http://www.logistiqueconseil.org/Articles/Methodes-optimisation/5m-ishikawa.htm>
- <http://www.faq-logistique.com/Capacite-Unite-Production.htm>
- http://www.chambreuil.com/public/2012/06/04-Du_temps_standard_%C3%A0_la_gestion_de_la_capacit%C3%A9.pdf
- <http://asq.org/learn-about-quality/six-sigma/overview/dmaic.html>
- <https://www.manager-go.com/finance/ROI-retour-sur-investissement.htm>

Annexes

Annexe [1] : Composants et références utilisés dans la chaine longeron PCU DAE.....	1
Annexe [2] : Composants et références utilisés dans la chaine CTP.....	2
Annexe [3] : Cycle time des différents postes des familles longeron DAE, PCU et CTP.....	3
Annexe [4] : Historique des outputs et de la productivité des différentes familles.....	6
Annexe [5] : L'analyse "Value and non value added" des différentes familles.....	8
Annexe [6] : Demande client des différentes familles dans les 10 futurs mois.....	22
Annexe [7] : Fichier Excel du plan d'action	23

Résumé

Dans le but de satisfaire les attentes du client, et afin d'améliorer la gestion interne de ses ressources, YAZAKI Meknès, à l'instar de beaucoup d'entreprises de câblage, œuvre perpétuellement pour la mise en place des projets d'amélioration continue.

C'est dans cette optique que YAZAKI nous a confié ce projet de fin d'études intitulé « Optimisation des deux chaînes de production longeron PCU DAE et CTP en appliquant le concept Lean Manufacturing ».

Le présent travail s'inscrit dans le but d'optimiser l'espace par le transfert de la chaîne CTP à la chaîne longeron PCU et DAE et consacré l'espace CTP pour la production d'une autre série, tout en se basant sur la démarche de Lean Manufacturing qui consiste à éliminer tout type de gaspillage dans la chaîne et sous l'application de leurs outils d'amélioration continue ainsi que la méthode DMAIC pour structurer notre étude.

En vue d'atteindre ces objectifs, nous nous sommes focalisées dans la première étape par une étude détaillée des trois chaînes, en se basant sur l'étude de ces chaînes au niveau de leur processus de production, l'espace non exploitée, et les raisons du transfert.

Dans la deuxième étape, nous avons calculé le nombre d'opérateurs et les différents paramètres des trois chaînes (vitesse, cycle time, output, takt time, productivité) puis nous avons analysé chaque problème rencontré.

Finalement, nous avons calculé tous les paramètres nécessaires pour assurer la combinaison des deux chaînes et proposer toute les solutions possibles et réalistes pour éviter tout type de gaspillage et assurer une amélioration continue ensuite nous avons estimé les gains obtenus par le transfert de la chaîne CTP à la chaîne longeron PCU DAE et un calcul du retour sur investissement qui est de 8 mois.

Mots clés : entreprise de câblage, amélioration continue, DMAIC, chaîne longeron PCU DAE, chaîne CTP, gaspillage, gain, investissement, retour sur investissement

In order to satisfy the client's expectations and to improve the internal management of its resources, YAZAKI Meknes, like many cable companies, is constantly working on the implementation of continuous improvement projects.

It is with this in mind that YAZAKI has entrusted us with this end-of-studies project entitled "Optimization of the two chains of production PCU DAE and CTP by applying the Lean Manufacturing concept".

The aim of this work is to optimize space by transferring the CTP chain to the chain channel PCU and DAE and dedicating the CTP space for the production of another series, all based on the Lean Manufacturing's approach to eliminate any type of waste in the chain and under the application of their continuous improvement tools as well as the DMAIC method to structure our study.

In order to achieve these objectives, we focused on the first stage by a detailed study of the three chains, based on the study of these chains at the level of their production process, the unexploited space, and the Reasons for the transfer.

In the second step, we calculated the number of operators and the various parameters of the three chains (speed, cycle time, output, takt time, productivity) and analyzed each problem encountered. Finally, we calculated all the parameters necessary to ensure the combination of the two chains and proposed all the possible and realistic solutions to avoid any type of waste and ensure a continuous improvement then we estimated the gains obtained by the transfer of the CTP chain to The chain spar PCU DAE and a calculation of the return of investment which is 8 months.