



كلية العلوم والتقنيات فاس
+04ΣΠοι+ | +Eο00οιΣΙ Λ +0ΙΣΧΣ+ΣΙ
Faculté des Sciences et Techniques de Fès



جامعة سيدي محمد بن عبد الله
+ο0ΛοΠΣ+ 0ΣΛΣ ΕΒΑCΕοΛ ΘΙ ΗΘΑ8ΜΗο0
Université Sidi Mohamed Ben Abdellah



Faculté des Sciences et Techniques de Fès

Département de Génie Industriel

LST de Génie Industriel



Projet de Fin d'Etudes

*L'amélioration de la productivité
D'une ligne de production par le concept
du Lean Manufacturing.*

Lieu : Société

Référence : 16/19GI

Préparé par :

-Mr. EL BOUKHRISSI Otmane.

Soutenu le 12 Juin 2019 devant le jury composé de :

- Pr Mr. GADI MOHAMMED FOUAD (Encadrant FST)
- Pr M.EL HAMMOUMI (Examineur)
- Pr F. KAGHAT (Examineur)
- Mlle. EL KASSIMI Soukayna (Encadrante Société)



DEDICACES :

À Nos chers Parents en reconnaissance

De leur dévouement déployé pour notre

Bonheur, de leur patience

Et soutien indéfini.

À ma sœur, Qui n'a jamais cessé

De m'encourager et soutenir dans

Les pires moments.

À toutes nos ami(e), Qui avec eux,

Nous avons partagé Les moments de souffrance et de joie.

À tous nos professeurs, Pour leurs soutiens et leurs directives

Au cours de notre formation.

À Tous ceux Qui nous ont cédé leur temps et leur Connaissances

Pour satisfaire Nos interrogations.



Remerciements :

Avant d'entamer mon présent rapport, je tiens à adresser mes sincères remerciements à l'ensemble des enseignants qui m'ont assisté pour que ce projet de fin d'études soit fructueux et profitable.

Ensuite, toutes mes pensées de gratitude se dirigent vers Mr GADI MOHAMMED FOUDAD pour bien avoir voulu encadrer mon projet, pour son aide et ses renseignements précieux.

Mes remerciements vont aussi à Mlle EL KASSIMI Soukaina mon encadrante professionnel qui a bien voulu assurer la responsabilité de mon stage et qui, surtout, par ses conseils et son aide précieux, m'a guidé tout au long de mon travail.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à tout le cadre administratif et professoral qui ont fait de leurs mieux afin de nous offrir une bonne qualité des études et qui se sont montrés très compréhensifs à notre égard.

Enfin, que toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, trouve ici l'expression de mes sincères sentiments.



Table des matières :

Dédicace :	i
Remerciement :	ii
Table des matières :	iii
Liste des figures :	iii
Liste des tableaux :	iii
Glossaire :	iiiiii
Liste des acronyme :	iiiiiii
.....	
Introduction générale :	1

1. Chapitre 1 : Contexte du Projet & Présentation de l'entreprise

Introduction :	2
<u>1.1 Contexte du Projet :</u>	2
1.1.1. Contexte global du projet	2
1.1.2. Objectif du projet :	2
1.1.3. Problématique :	2
<u>1.2. Présentation de YURA Morocco:</u>	3
1.2.1. Représentation de YURA Meknès	3
1.2.2. Les clients de YURA	3
1.2.3. Fiche Signalétique	4
1.2.4. Organigramme de YURA:	4
1.2.5. Les différents départements de l'entreprise :	5
1.2.6. Processus de production :	6
1.2.7. Les ateliers de production :	6



1.3. Câblage automobile	7
1.3.1 Généralité :	7
1.3.2. Types de câblage :	8
1.3.3. Composants d'un câble :	8
1.4. Le Concept du Lean Manufacturing :	9
1.4.1. Qu'est-ce que le Lean Manufacturing :	9
1.4.2. Les outils du Lean Manufacturing utilisés :	10
1.5. Démarche utilisée :	10
1.5.1. Définition de la démarche PDCA	11
1.5.2. Définition de la démarche DMAIC	11
CONCLUSION	12

Chapitre 2 : Améliorer la productivité d'une ligne De production dans la zone d'assemblage

1. Introduction :	13
2. Démarche utilisée :	13
2.1. La démarche de la méthodologie DMAIC :	13
2.1.1 Définir :	14
2.1.1.1. Objectif	14
2.1.1.2. Choix du projet	14
2.1.1.3. Description du projet QLE-PE.....	15
2.1.1.4. Définir la problématique	17
2.1.2 Mesurer :	18
2.1.2.1. Objectif	18
2.1.2.2 Choix de part	18
2.1.2.3 Choix du process	19
2.1.2.4. Postes SUB et CONV (Avant l'amélioration).....	20
2.1.2.5. Calcul des indicateurs de performance UPH et UPMH	24



2.1.3. Analyser :	26
2.1.3.1. Objectif	26
2.1.3.2. Diagramme Ishikawa	26
2.1.3.3. AMDEC Processus	28
2.1.4. Innover :	31
2.1.4.1 Introduction	31
2.1.4.2 Réalisation des améliorations proposées	31
2.1.4.3 Résolution du problème des Jigs	35
2.1.5. Contrôler :	36
2.1.5.1 Chronométrage du contrôle :	36
2.1.5.2 Comparaison entre la situation initiale et la situation améliorée et la quantification des gains de cette amélioration :	39
Conclusion :	42
Conclusion générale	43
Bibliographies et webographies	44



Liste des figures :

o Figure 1 : Représentation de YURA Maroc.	3
o Figure 2 : Organigramme de Yura.....	4
o Figure 3: Processus de production	6
o Figure 4: Types de câblage.....	8
o Figure 5 : LES 7 MUDAS	10
o Figure 6 : Diagramme représentant la quantité produite en janvier 2019.....	15
o Figure 7 : Layout de la ligne QLE DCT.....	16
o Figure 8 : Problématique exprimée par la méthode QQOQCP.....	17
o Figure 9: Les temps de cycle des processus du projet QLE-DCT	19
o Figure 10 : Temps des taches en s au niveau sub QLE -DCT(Avant).....	22
o Figure 11 :Temps des tâches au niveau Convoyeur Du projet QLE-DCT (Avant)....	24
o Figure 12 :Diagramme Ishikawa.....	27
o Figure 13 :Pareto de la criticité	30
o Figure 14: Temps des taches en s au niveau sub QLE -DCT(Après).....	32
o Figure 15 : Temps des taches en s au niveau convoyeur QLE -DCT(Après).....	34
o Figure 16 :Anciens Jigs.....	35
o . Figure 17 :Nouveaux Jigs.....	36
o Figure 18: Temps des taches en s au niveau sub QLE -DCT.....	38
o Figure 19 : Temps des taches en s au niveau convoyeur QLE -DCT.....	39

Liste des tableaux:

o <i>Tableau 1: Fiche signalétique de YURA Corporation Meknès.....</i>	4
o Tableau 2 : la Démarche DMAIC suivie pour améliorer la productivité	14
o Tableau 3 : Quantité produite en janvier 2019.....	15
o Tableau 4 : contexte général du projet Avant l'amélioration.....	20
o Tableau 5 : Chronométrages des tâches du SUB du projet QLE-DCT (Avant).....	21
o Tableau 6: Chronométrages des tâches du Convoyeur du projet QLE-DCT(Avant).23	
o Tableau 7: Récapitulatif des indicateurs UPH et UPMH du projet QLE-DCT.....	25
o Tableau 8 : classification des causes.....	29



- o Tableau 9 : représente les valeurs de la criticité trouvées.....30
- o Tableau 10 : contexte général du projet (après).....32
- o Tableau 11 : Chronométrages des tâches du SUB du projet QLE-DCT(Après).....33
- o Tableau 12 : Chronométrages des tâches du Convoyeur du projet QLE-DCT(Après).34
- o Tableau 13 : Chronométrages des tâches du Sub du projet QLE-DCT.....37
- o Tableau 14 : Chronométrages des tâches du Convoyeur du projet QLE-DCT.....38
- o Tableau 15 : Comparaison entre la situation initiale et la situation améliorée.....39

Glossaire :

Processus : Ensemble des ressources et des activités liées qui transforment des éléments entrants en éléments sortant.

SUB : Première étape du processus d'assemblage dans laquelle on fait l'insertion des fils dans les connecteurs.

SUB-Drawing : Document sur lequel on schématise les connecteurs et les emplacements des fils.

JIG : Support du montage des fils sur le tableau du convoyeur.

Lay-Out : Schéma en dimensions réelle du faisceau mettant en évidence ces différents constituants.

Shift : Equipe qui travail une durée de 8 h.

Takt Time : Le « Takt Time » est la vitesse à laquelle les pièces doivent être produites pour satisfaire la demande client.

Cycle time : le temps réel que passe chaque opérateur pendant l'exécution de ses tâches, il est obtenu par chronométrage.



Liste des acronymes :

CC : Cutting and Crimping (coupe et sertissage).

PDCA : Plan, Do, Check & Act (Préparer, Réaliser, Vérifier et Ajuster).

DMAIC : Définir, Mesurer, Analyser, Innover et Contrôler.

UPH : Units Per Hour (Unités par heure).

UPMH : Units Per Man Hour (Unités par homme par heure).

□ **DMAAC**: Définir, Mesurer, Analyser, Améliorer et Contrôler. DMAAC est une méthode que l'on peut considérer comme un processus d'amélioration continue à part entière. Elle vise l'élimination systématique de toutes les sources de non qualité.



كلية العلوم والتقنيات فاس
+04ΣΠοι+ | +Eο00ο|Σ| Λ +0ΙΣΧΣ+Σ|
Faculté des Sciences et Techniques de Fès



جامعة سيدي محمد بن عبد الله
+ο0ΛοΠΣ+ 0ΣΛΣ ΕΒΑCΕοΛ ΘΙ ςΘΛ8ΠΠο0
Université Sidi Mohamed Ben Abdellah



Introduction générale :

Le marché international automobile a connu, depuis longtemps, la prédominance de quelques industriels classiques qui aujourd'hui redoutent de plus en plus l'arrivée de la concurrence des pays asiatiques, notamment la Chine, la Corée et l'Inde qui promettent de "casser les prix". Le Maroc a ainsi une opportunité d'affaire à saisir. Notre Royaume se positionne parmi les pays LCC (Low Cost Countries, pays à faible coût), il attire ainsi les activités de sous-traitance et de délocalisations des équipementiers européens et américains qui doivent rester compétitifs.

Tout comme les autres entreprises, YURA Corporation Morocco se dirige vers l'excellence. À savoir, le développement de la méthode du travail, l'implantation de la méthode des 5S, la formation continue des opérateurs et la standardisation des postes de travail. Pour remédier à son déficit en volume de production et pour faire face à la concurrence due à la mondialisation, Yura Morocco a intérêt à penser à améliorer la productivité et l'équilibrage des postes de travail, en visant la minimisation des temps improductifs, l'optimisation de l'effectif et l'amélioration de la capacité de production .

Pour ce faire, le présent rapport comporte deux grands chapitres présentant la démarche suivie pour la mise au point et l'organisation de cette mission.

Le premier chapitre décrit l'organisme d'accueil en présentant le système de production, ses objectifs et les moyens utilisés pour son déploiement ainsi que la problématique du projet

Le second chapitre met le point sur la chaîne qui nécessite un intérêt spécifique et les différentes étapes suivies pour atteindre l'objectif qui est d'améliorer la productivité.

Le bilan des travaux effectués et les perspectives viennent conclure ce rapport.



Chapitre 1 : Contexte du Projet & Présentation de l'entreprise.

Introduction :

Au cours de ce chapitre nous allons présenter le contexte du projet, le groupe Yura Corporation dans le monde, ses pôles de production ainsi que l'entreprise d'accueil au Maroc tout en mentionnant son historique, l'organisation de sa direction, l'activité principale du site ainsi que le processus de la production.

1.1. Contexte et l'intérêt du Projet :

1.1.1. Contexte global du projet :

Ce projet est un prérequis d'obtention de ma licence en Génie Industriel en liant entre ce que j'ai appris au cours de mes études à la fst d'une part et ce que j'ai appris durant la période de stage d'autre part .

1.1.2. Objectif du projet :

Le Système de Production YURA table sur le développement de ses unités de production en cherchant à éliminer les gaspillages dans ses chaînes d'assemblage. Dans ce cadre et pour répondre aux exigences constantes du marché, mon projet de fin d'étude s'inscrit sur l'application du concept du Lean Manufacturing pour améliorer la productivité d'une lignes de production en optimisant les postes de travail et en éliminant tout type de gaspillages au sein du processus de production pour augmenter l'indicateur UPMH

1.1.3. Problématique :

L'amélioration de la productivité de l'entreprise nécessite plusieurs actions. L'élimination des gaspillages et l'amélioration continue sont des besoins indispensables pour que l'entreprise maintienne une position privilégiée par rapport aux concurrents dans

le marché de câblage. Nous nous sommes focalisées sur un certain nombre d'objectifs : coût, qualité, délais pour améliorer les indicateurs de performances. C'est dans ce cadre que s'inscrit mon projet.

1.2. Présentation de YURA Morocco :

1.2.1. Représentation de YURA Meknès:

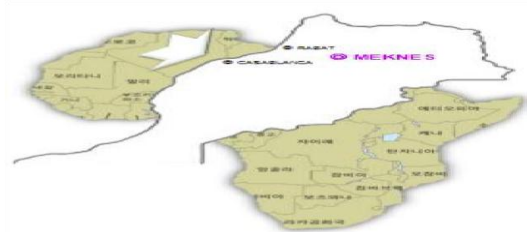


Figure 1: Représentation de YURA Maroc.

✚ Les projets de YURA sont :

Projet JD/YN – (Décembre 2017) ; **Kia Cee'D** ;

Projet PDE – (Décembre 2017) ; **Hyundai i30**;

Projet TLE – (septembre 2016) ; **Hyundai Tucson** ;

Projet QLE– (Novembre 2017) ; **Kia Sportage**;

Projet CD– **Kia Cee'D 2018**;

1.2.2. Les clients de YURA :

En tant que fondateur des systèmes de liaisons électriques modernes, YURA ne cesse de dominer le marché en présentant des produits dotés d'une excellente fiabilité et des performances qui ne cessent de satisfaire les plus grands constructeurs de l'industrie automobile tel que : **Hyundai motor** :



Kia motor :



1.2.3. Fiche Signalétique :

<i>Raison Sociale</i>	YURA Corporation Morocco
<i>Date De Création</i>	4 Avril 2016
<i>Forme Juridique</i>	SARL à associé unique
<i>Activité</i>	Câblage automobile
<i>Capital</i>	10 850 200 DHS
<i>Effectif</i>	900
<i>Adresse</i>	Quartier industriel, Marjane li, 5000-Meknès
<i>Surface</i>	8.876 m ²

Tableau 1: Fiche signalétique de YURA Corporation Meknès

1.2.4. Organigramme de yura Meknès :

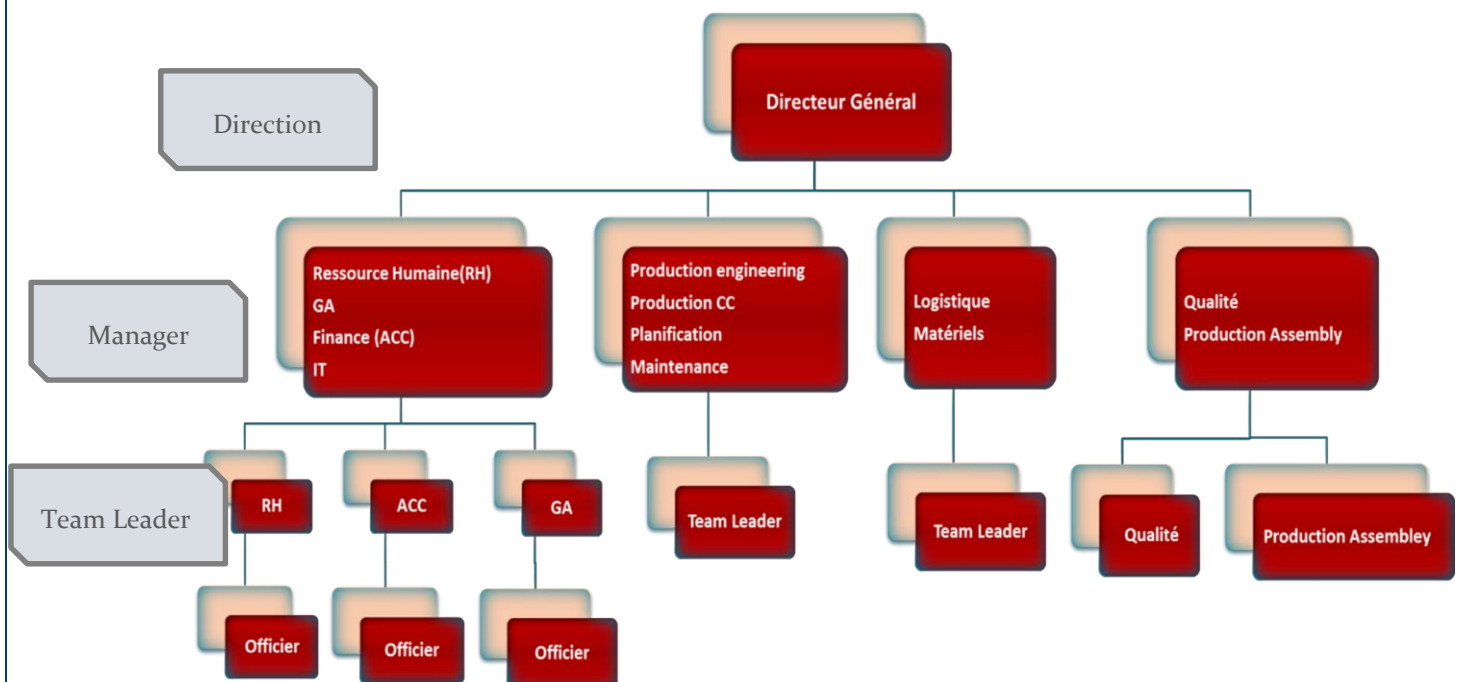


Figure 2 : Organigramme de Yura.



1.2.5. Les différents départements de l'entreprise :

- ★ Département des ressources humaines et finance
- ★ Département logistique et matériel
- ★ Département quality / production Assembly

● Mon Projet a été effectué au sein du **service de maintenance** qui appartient au **département d'ingénierie**

- ★ Département engineering : production CC, planification et Maintenance :

Il 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. Ainsi, il 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. C'est aussi un département qui assure l'installation et la maintenance de tous les équipements de l'usine avec une fiabilité optimale et une efficacité maximale d'équipement de la société.

1.2.6. Processus de production:

Le processus de production du faisceau, se constitue des étapes suivantes : □ Réception de la matière première ; □ La coupe ; □ L'assemblage ; □ Le montage ; □ Emballage et expédition.

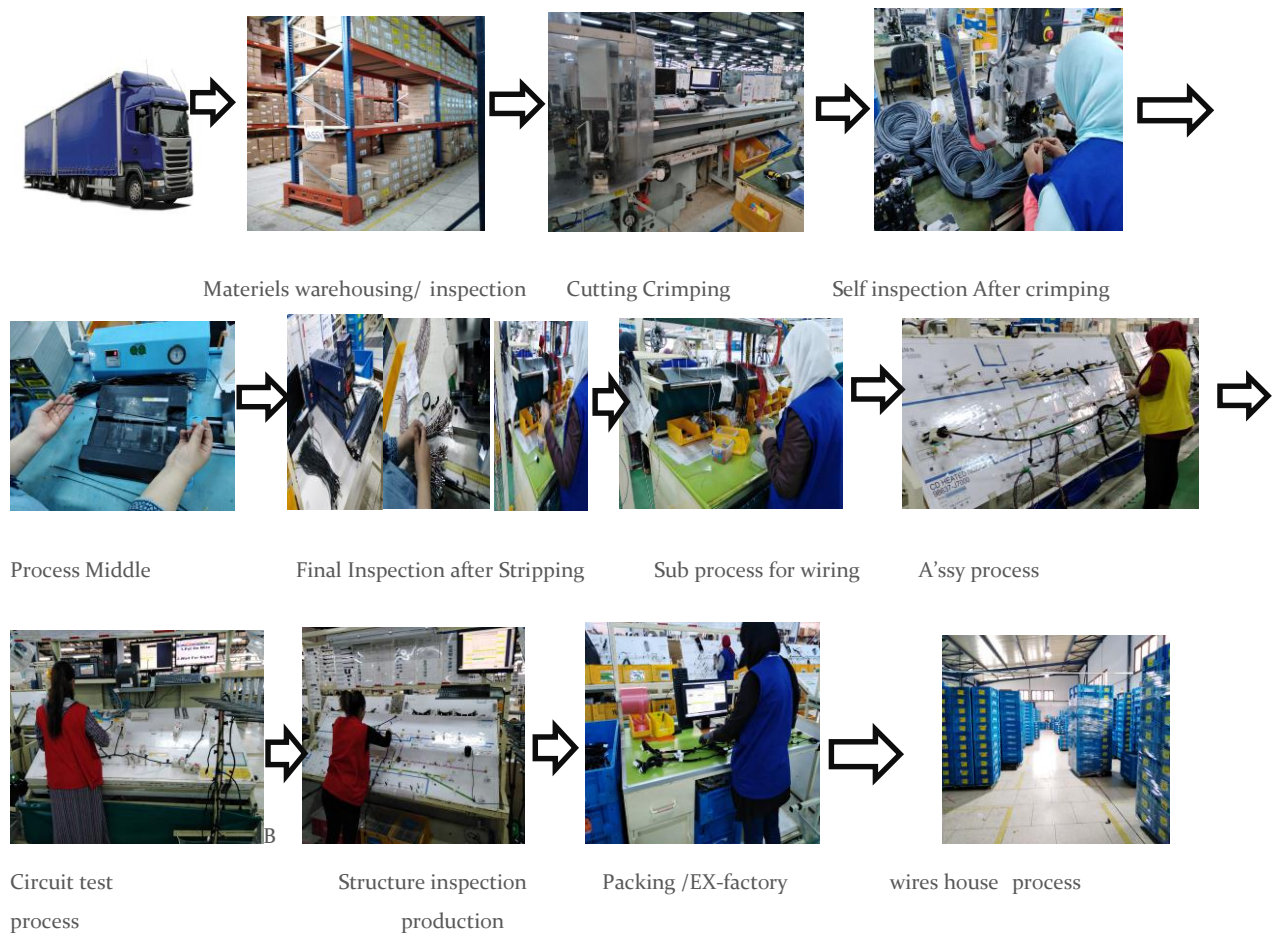


Figure 3: PROCESSUS DE PRODUCTION.

1.2.7. Les ateliers de production :

Le déroulement de l'activité productif de la société passe en principe par trois ateliers qui travaillent en enchainement organisé et contrôlé par les agents d'inspection :



Atelier Coupe

Elle consiste à couper selon des longueurs définies, dénuder et sertir les fils avec les terminaux correspondants.

Atelier Sertissage

Une fois coupés, une partie des fils conducteurs passe par la phase de pré-assemblage. Dans cette phase, plusieurs opérations sont réalisées : **Sertissage manuel** , **les joints ou épissures** , **Le torsadage**
Les deux ateliers de coupe et sertissage sont appelés Ateliers Cutting and Crimping (CC).

Atelier Assemblage (dans lequel j'ai réalisé mon projet)

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

Les câbles passent généralement par trois étapes principales lors du montage : Processus du SUB, Processus du CONVOYEUR et l'inspection. Chacune de ces étapes comporte des opérations qui varient en fonction de la nature du câble.

- **Le processus du SUB** : C'est le processus où on fait l'insertion des fils dans les connecteurs pour devenir des câbles.
- **Le processus Convoyeur** : C'est le processus ayant comme matière première les fils insérés dans des connecteurs, dans ce processus, ces câbles sont montés sur des tableaux pour faire l'enrubannage des câbles avec les rubans d'isolement et d'autres accessoires afin d'avoir un produit fini auprès de l'inspection.
- **L'inspection** est constituée par deux étapes : le **circuit test** où on teste la circulation du flux électrique dans le produit et le **structure test** où on teste les dimensions du produits et l'emplacements des accessoires.

1.3. Câblage automobile :

1.3.1 Généralité :

Le câblage est un ensemble de conducteurs électriques, terminaux, connecteurs et matériels de protection. Il a pour objectif d'assurer la conductivité électrique entre des différents points dans l'automobile de la source d'énergie (la batterie) aux consommateurs de cette énergie. Par exemple : Actionner le moteur, les essuie-glaces, allumer les fards...

1.3.2 Types de câblage :

On peut distinguer entre plusieurs types de câblages comme représenté dans la figure ci-dessous :



- ◆ Câblage principal (Main).
- ◆ Câblage moteur (Engine).
- ◆ Câblage sol (Body).
- ◆ Câblage portes (Doors).
- ◆ Câblage toit (Roof).
- ◆ Câblage planche de bord (Instrumental panel).

Figure 4: Type de câblage.

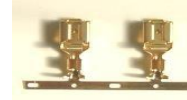
1.3.3. Composants d'un câble :

Un câble est constitué d'un ensemble de conducteurs électroniques, terminaux, connecteurs et matériels de protection. Les composants constituant un câble :

Fil Conducteur : « WIRE » Utilisé pour conduire le courant électrique avec le minimum de perte possible, il est composé des filaments de cuivre et de l'isolant. Il est défini par : sa caractéristique thermique, sa couleur et sa section.



Terminale : « TERMINAL » Assure une bonne connexion entre deux câbles (l'un est une source d'énergie, l'autre est un consommateur d'énergie):



Connecteur : « HOUSING » Ce sont des pièces où les terminaux seront insérés pour établir un circuit électrique, établir un accouplement mécanique séparable et isoler électriquement les parties conductrices



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



Les clips ou agrafes : « BAND CABLE » 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 en provoquant des bruits et sera exposé aux détériorations à cause des frottements.



GROMMET : Ce sont des composants qui assurent la protection et l'isolation du câble



Rubans d'isolement : « TAPE » Ce sont des composants pour faire la protection et l'isolation du câblage.



1.4. Le concept du Lean Manufacturing :

1.4.1. Qu'est-ce que le Lean Manufacturing :

Le Lean Manufacturing est une philosophie de gestion provenant principalement du Système de Production Toyota. La traduction de Lean Manufacturing est "fabrication maigre", au sens de réduction des gaspillages. Cette chasse aux gaspillages conduit naturellement à la fluidification de la production et donc à une meilleure flexibilité. Le Lean Manufacturing lie donc la performance à la souplesse d'une entreprise, qui doit être capable de reconfigurer en

permanence l'ensemble de ses processus afin de fournir au client ce qu'il veut, quand il veut, en utilisant un minimum de ressources (matières premières, équipement, main-d'œuvre, espace).

1.4.2 Les outils du Lean Manufacturing utilisés :

A. Les 7 gaspillages :

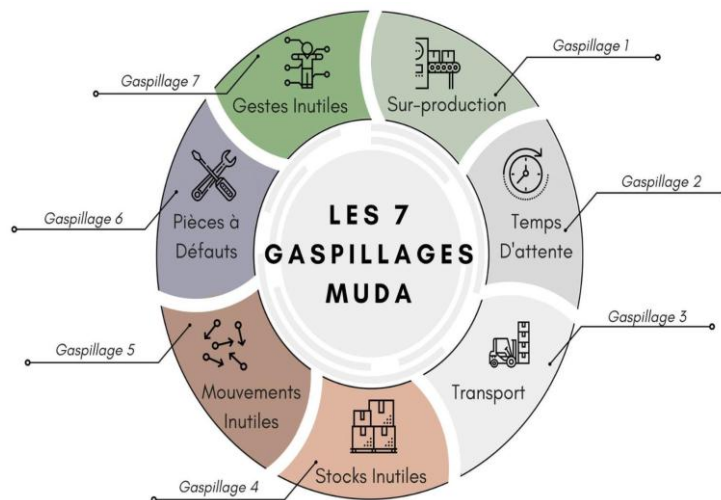


Figure 5 : LES 7 MUDAS .

B. Le management Visuel

C. **Les 5S** : Seiri (Eliminer) ,Seiton (Ranger) ,Seiso (Nettoyer) ,Seiketsu (Standardiser) and Shitsuke (Auto discipline)

D. **Les 3J** : Le bon produit (Right item) // La bonne quantité (Right quantity) // La bonne place (Right place).

1.5. Démarche utilisée :

Parmi les démarches les plus utilisées pour réaliser un projet Lean Manufacturing, on trouve les deux démarche PDCA et DMAIC. Alors laquelle des deux démarches je vais choisir pour réaliser mon projet ?



1.5.1. Définition de la démarche PDCA :

Le PDCA est un modèle à quatre étapes répétitif (Plan, Do, Check et Act) utilisé pour améliorer continuellement la gestion des processus d'affaires et a été introduit par le Dr. Edward Deming en 1950. Les étapes de PDCA forment la base de TQM (Gestion de la qualité) et les normes de qualité ISO 9001. Ce modèle est largement et avec succès mis en œuvre dans de nombreux domaines d'activité, y compris mais non limité à la gestion de la production, la gestion de la chaîne d'approvisionnement, la gestion de projet et la gestion des ressources humaines.

1.5.2. Définition de la démarche DMAIC :

DMAIC fait référence à un cycle d'amélioration axé sur les données utilisées pour améliorer, améliorer et stabiliser les processus d'affaires. DMAIC contient 5 étapes séquentielles : Définir, mesurer, analyser, améliorer et contrôler. Le cycle DMAIC est l'outil central utilisé pour piloter les projets Six Sigma.

Chacune des étapes peut être élaborée comme ci-dessous.

- **Définir :**

Cela implique d'identifier le problème et pourquoi une telle amélioration est nécessaire. Les décideurs devraient spécifier des objectifs clairs à ce stade.

- **Mesure :**

Cette étape consiste à quantifier le problème identifié dans l'étape Définir. Ceci est important car il est difficile de comprendre la quantité de ressources qui sera nécessaire pour corriger le problème sans mesurer le problème.

- **Analyse :**

L'étape d'analyse est consacrée à la compréhension de la cause première du problème, c'est-à-dire du principal contributeur au problème actuel. Une fois que cela est identifié, il devient facile de comprendre les autres facteurs qui affectent le problème en raison de la cause fondamentale.



- **Améliorer :**

C'est l'étape où les améliorations planifiées sont mises en œuvre. Les compétences de gestion du changement des décideurs sont importantes à ce stade afin de communiquer clairement avec les employés touchés par le changement afin d'obtenir leur soutien pour le processus de changement.

- **Contrôler :**

Elle consiste en une surveillance continue des modifications apportées afin de s'assurer que le changement de procédé mis en œuvre se poursuit et que les avantages attendus sont atteints comme prévu.

=>La principale différence entre PDCA et DMAIC est basée sur les étapes des deux modèles. La gestion du changement demeure une partie importante de PDCA et de DMAIC car le succès de la gestion du changement affecte directement le succès de la mise en œuvre de l'amélioration du processus. En fait, le DMAIC va être particulièrement utile lorsque les relations de cause à effet entre les paramètres du processus et ses performances sont complexes, et que les avis d'experts et le « gros bon sens » ne suffisent pas à trouver des solutions efficaces pour une percée véritable. C'est alors qu'il faut Mesurer et Améliorer (la 2e et la 3e phase du DMAIC).

>C'est la raison pour laquelle nous avons choisi la démarche DMAIC car mon projet nécessite une analyse détaillée des données avant de proposer des solutions.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté le groupe Yura Corporation et ses différentes usines ainsi que son activité et ses processus de production, en plus d'une présentation de notre projet et les méthodes utilisées pour le réussir. Nous devons par la suite commencer la démarche utilisée afin d'atteindre les objectifs fixés.



Chapitre 2 : Améliorer la productivité d'une ligne de production dans la zone d'assemblage

Dans ce chapitre, nous allons collecter les données existantes et effectuer une analyse approfondie et globale de la situation. Puis analyser ces données et chercher des pistes d'amélioration et enfin faire le suivi de ces améliorations.

Vous trouvez dans cette partie :

1 .Introduction :

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

2. Démarche utilisée :

2.1. La démarche de la méthodologie DMAIC :

Pour répondre à l'objectif fixé, nous avons adopté la démarche du concept Lean Manufacturing : DMAIC, basée sur un ensemble de tâches présentées comme suit :

2.1.1 phase 1 : Définir

Etapes	Problème	Tâches
<u>Définir</u>	Comprendre le problème	Description de la ligne choisie
		Définir la problématique
		Fixer l'objectif
<u>Mesurer</u>	Recueillir les données nécessaires	Mesurer l'état actuel de la productivité et de l'UPMH
		Mesurer les sources de gaspillages
<u>Analyse</u>	Générer, analyser et vérifier les données relatives au problème	Analyse du cycle time
<u>Innover</u>	Trouver des solutions au problème	Plan d'actions du cycle time
<u>Contrôler</u>	Faire le contrôle et le calcul de gain .	Identifier les gains d'amélioration sur plusieurs niveaux

Tableau 2 : la Démarche DMAIC suivie pour améliorer la productivité .

2.1.1.1. Objectif :

Cette phase va nous permettre de définir la problématique, les objectifs du projet, le processus du projet et les ressources nécessaires pour commencer notre étude.

2.1.1.2. Choix du projet :

Afin de justifier le choix du projet, nous avons analysé la quantité produite de chaque projet du mois de janvier présentée dans le tableau et le graphe ci-dessous, il faut mentionner que la société travaille selon la demande client :

Model de voiture	Quantité /mois
JD	45453
YN	7132
QLE PE	46756
TLE	34640
PDE N	1273
PDE	40202
CD	655

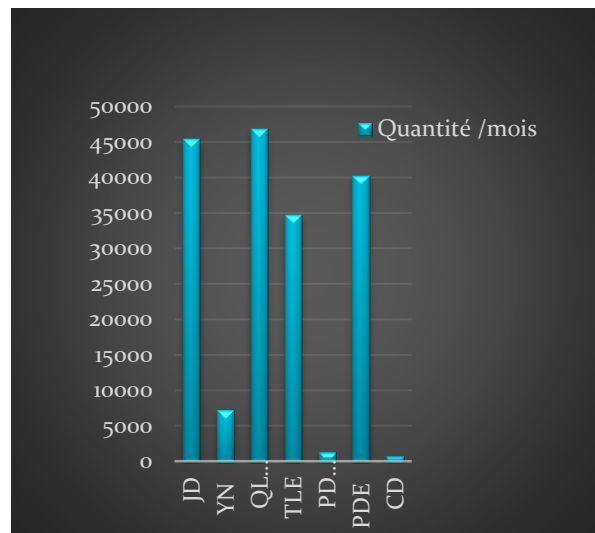


Tableau3 : Quantité produite en janvier 2019.

Figure 6: Diagramme représentant la quantité produite en janvier 2019.

D'après la quantité produite des projets présentée précédemment, nous avons décidé de travailler sur le projet qui est le plus demandé qui est QLE PE.

2.1.1.3. Description du projet QLE PE:

Le projet QLE PE a commencé la production en Décembre 2017.

Il se compose de quatre chaînes d'assemblage qui produisent des différentes familles de faisceau de câble.

- QLE-FPAS/RPAS //QLE/TLE-DCT // QLE-T-GATE //QLE-LAMP/LED

Dans mon projet, Nous avons se focaliser sur la famille de produits QLE DCT, Cette famille travaille maintenant en trois shifts avec un objectif d'outputs de 400 câbles /shift.

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

- ✦ **Composants** : sont des connecteurs récupérés directement du fournisseur et alimentés dans les postes de SUB.
- ✦ **Accessoires** : sont des accessoires utilisés dans la partie montage (CONVOYEUR) de la chaîne et récupérés également du fournisseur. Ces accessoires sont : Rubans d'isolement, Cover, Lever , Corrugate, Protecteur , Band Strip , Vignell sheet et Band cable
- ✦ **Fils** : sont la base de chaque faisceau de câble produit, ils sont récupérés de la phase de coupe et du pré-assemblage muni de leurs accessoires.

La ligne d'assemblage est composée de 7 postes de SUB contenant 12 opérateurs, 10 tableaux tournant dans une chaîne contenant aussi 13 opérateurs, un chef

D'équipe (trainer) et 3 opérateurs opérant sur les postes Circuit Test, Structure Test et Packing.

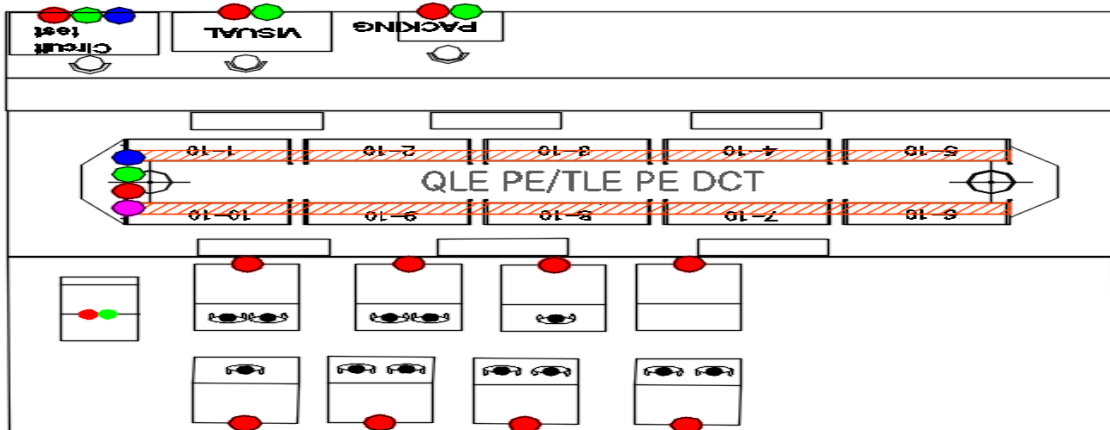


Figure 7 :Layout de la ligne QLE-PE-DCT

Fixer l'objectif (Objectif de l'entreprise) :

Objectif : Améliorer la productivité de la zone DCT pour atteindre un but de **430 câbles / shift** en optimisant l'effectif et augmenter les indicateurs de performance UPH et UPMH.

Productivité actuelle **400 câbles / shift.**

2.1.1.4. Définir la problématique :

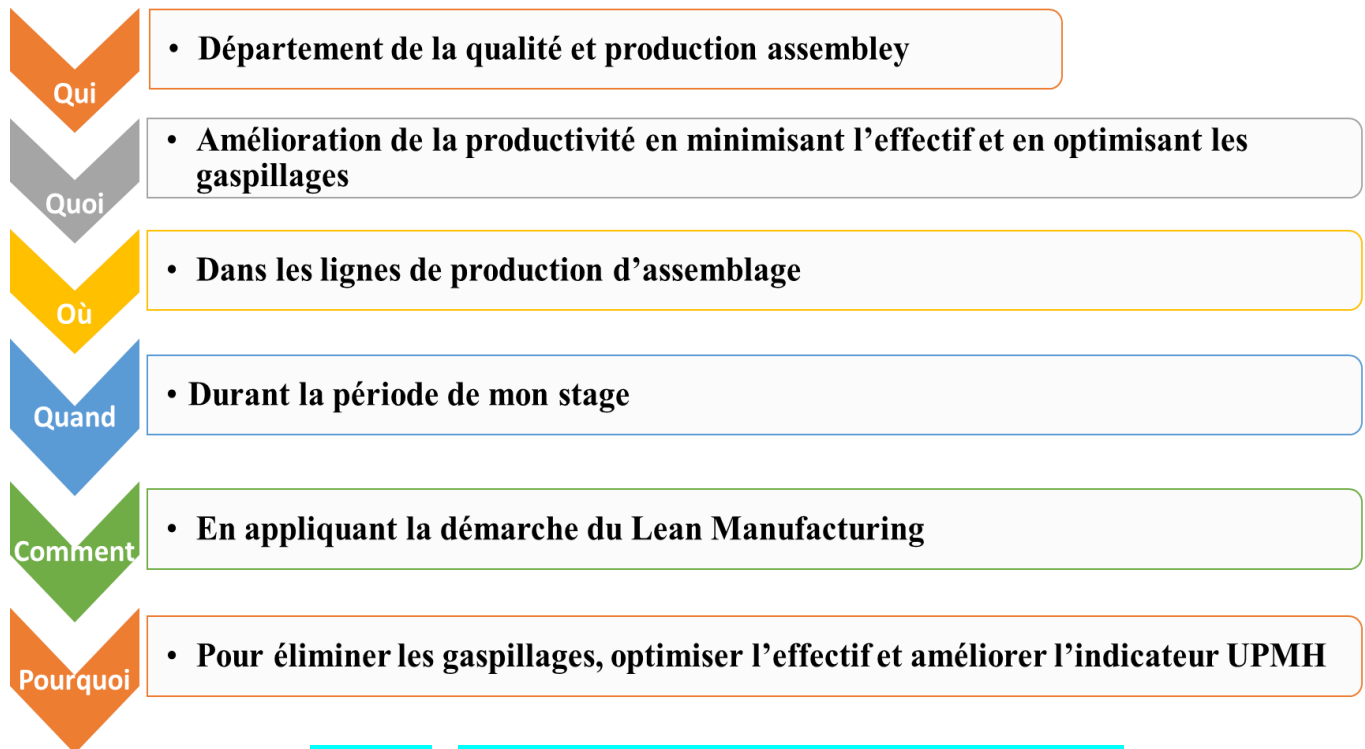


Figure 8 : Problématique exprimée par la méthode QQQQCP

Dans le but de décrire d'une manière structurée notre problématique, nous avons utilisé les principales questions - réponses de l'outil QQQQCP décrit comme suit :

Des réponses plus détaillées aux questions QQQQCP sont formulées dans ce qui suit :

- **Qui ? Qui est concerné par problème ?** La ligne QLE-DCT connaissent un déséquilibre dans les tâches et n'atteint pas l'objectif de productivité fixé par les responsables ; Ce qui importe l'ensemble des départements de la société YURA Morocco Meknès tout particulièrement ceux de la production, l'ingénierie et qualité.
- **Quoi ? C'est quoi le problème ?** L'assemblage est la partie la plus importante du processus de production. Dans la ligne QLE-DCT les postes de SUB émettent un temps de production très élevé par rapport au CONVOYEUR qui est dû aux plusieurs causes de gaspillages et au



déséquilibre des tâches ce qui influence le reste du processus de production, et donc la productivité de cette ligne.

- Où ? Où apparaît le problème ? Au niveau des postes de travail de QLE-DCT.
- Quand ? Quand est-ce qu'apparait le problème ? Lors du calcul du temps de cycle et de la productivité planifié.
- Comment ? Comment mesurer le problème et ses solutions ? En se basant sur la démarche DMAIC, nous allons étudier toutes les sources des gaspillages dans le flux de production, et établir des chronométrages sur chaque poste de production de la ligne QLE-DCT, du premier poste de SUB jusqu'au dernier poste du CONVOYEUR, afin de trouver l'écart entre le temps planifié et le temps réel mesuré.
- Pourquoi ? Pourquoi il faut résoudre ce problème ? L'industrie automobile évolue, le marché est devenu de plus en plus exigeant en termes d'impérativités du développement durable et les exigences clients, c'est dans cette optique que ce travail est focalisé, il vise à augmenter la productivité en minimisant le temps de fabrication, en éliminant toutes sources de gaspillages et en optimisant l'effectif.

2.1.2. Phase 2 : Mesurer :

2.1.2.1 Objectif :

Cette phase consiste à collecter les données, mesurer la performance du processus et variabilité. La mesure et la collecte des données doivent se faire de manière critique pour obtenir des résultats fiables.

2.1.2.2-Choix de part :

Vu que le projet QLE-DCT contient beaucoup de parts qui se réalisent. Nous avons vu nécessaire de choisir les parts les plus produites c'est-à-dire les plus demandées par le client surtout que l'entreprise produit selon la demande client.

Selon le plan de productivité des trois mois Décembre 2018, Janvier et Février 2019 des parts, nous avons eu que la part la plus demandée est 91875-D7010 ; Donc le chronométrage sera effectué sur cette référence.

2.1.2.3- choix du process :

Nous avons utilisé la méthode du chronométrage pour définir les temps de production pour chaque processus et en suivant cette méthode nous avons chronométré les durées des opérations effectuées par un opérateur sur chaque poste afin de définir son temps de cycle et le comparer avec le Target qu'on va définir par la suite.

➤ **Le temps de cycle** (cycle time) 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. Lors du chronométrage des temps de productions, nous avons constaté que les opérations du processus d'assemblage sont les opérations les plus critiques car elles représentent un retard remarquable par rapport aux autres. En modélisant les durées moyennes de chaque dans le diagramme ci-dessous :

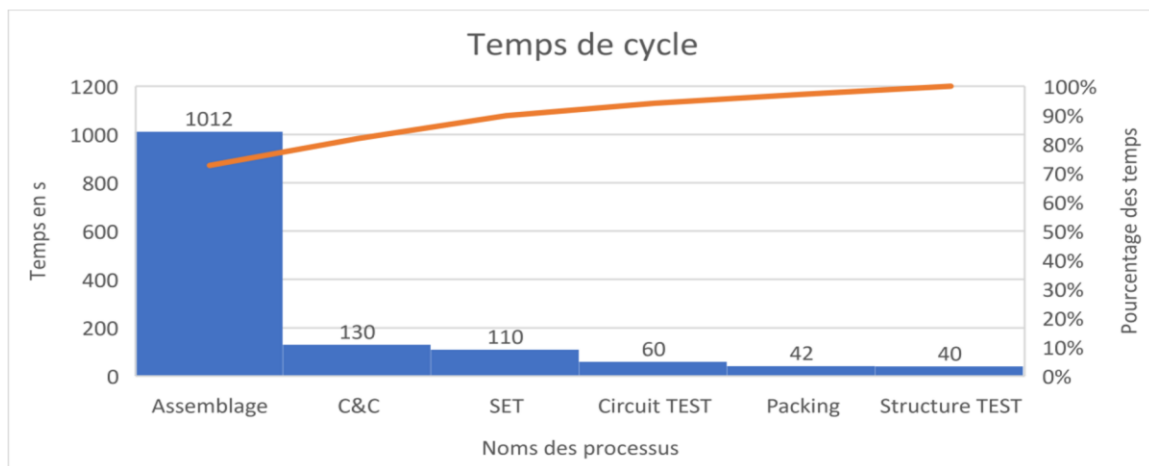


Figure 9: Les temps de cycle des processus du projet QLE-DCT .

Ce diagramme représentant les temps de cycle des différents processus par lesquels passe un câble du projet QLE-PE-DCT avant de devenir un produit fini montre que le processus d'assemblage de cette ligne qui a le temps de cycle le plus élevé par rapport aux autres processus. Ce qui me ramène à travailler sur le processus d'assemblage. Les graphes justifient mon choix du processus de l'assemblage puisqu'il occupe le plus de temps comme présenté sur les cartographies de toutes les lignes étudiées.

Le retard d'un opérateur n'influence pas que sur son poste et le poste qui le suit mais sur toute la chaîne puisqu'on travaille en succession.

2.1.2.4- Postes SUB et CONV : (AVANT L'AMELIORATION)

Pour mieux illustrer la criticité du processus d'assemblage pour chaque projet, nous avons commencé avec un chronométrage des tâches des opérateurs travaillant dans ce processus pour ne pas avoir des faux calculs.

➤ Contexte général :

Car	QLE PE DCT UII
Part number	91875-D7011
Effective SUB	12
Effective CONV	13
Effectif QC	2
Effectif Packing	1
Cycle time (s)	66

Tableau 4 : contexte général du projet Avant l'amélioration.

Le Cycle time (target) se calcul selon la formule donnée par la documentation interne de l'entreprise :

Cycle Time = Temps disponible / Demande client .

Le temps disponible correspond au temps d'ouverture qui est égale à 7.4h = 26 640 s.

La demande Client c'est la quantité de produits vendus au cours du temps d'ouverture.

Productivité actuelle : 400 câbles / shift. On trouve alors:

$$\text{CycleTime} = 26640 / 40 = 66\text{s}$$

Les taches doivent être équilibrées en tenant en compte de la valeur du Target, afin de satisfaire la demande client , Tous les temps de cycle des différents processus de la production doivent être inférieurs ou égales au Target. Les chronométrages réalisés pour les tâches de l'assemblage réalisant le produit ayant l'item 91875-D7010 du projet QLE-DCT sont présentés dans les tableaux ci-dessous :



➤ Chronométrage du SUB :

N	Tasks	t1 (s)	t2 (s)	t3 (s)	Average (s)	TARGET
SUB						
1	Insert seal in 4 housing (7DCT-A & DCT-SELECT & INHIBITOR-SW-DCT and JC-DCT) -SUB 01-	73	72	72	72	66
2	Insert wires in 2 housing(DCT-CLUTCH-MTR & 7DCT-A) -SUB 02-	41	42	43	42	66
3	Insert wires in 2 housing(DCT-CLUTCH-MTR & 7DCT-A)+ retainer -SUB 02-	50	50	51	50	66
4	Insert wires in 2 housing(DCT-SELECT & 7DCT-A) -SUB 03-	42	43	46	44	66
5	Insert wires in 2 housing(DCT-SELECT & 7DCT-A) + 3 retainers -SUB 03-	51	56	53	53	66
6	Insert seal in 2 housing (7DCT-CONT12 & GEAR-SNSR) -SUB 04-	23	25	23	24	66
7	Insert seal in housing (7DCT-B) -SUB 04-	64	61	60	62	66
8	Insert wires in 2 housing(DCT-SHIFT & 7DCT-B) -SUB 05-	50	45	54	50	66
9	Insert wires in 2 housing(DCT-SHIFT & 7DCT-B) -SUB 05-	47	52	50	50	66
10	Insert wires in 3 housing(7DCT-CONT12 & 7DCT-B& GEAR-SNSR) + retainer -SUB 06-	53	59	57	56	66
11	Insert wires in 3 housing(7DCT-CONT12 & 7DCT-B & INHIBITOR-SW-DCT)+ retainer -SUB 06-	68	64	66	66	66
12	Insert wires in 2 housing(7DCT-CONT12 & 7DCT-B) +3 retainers -SUB 07-	60	65	53	59	66

Tableau5 : Chronométrages des tâches du SUB du projet QLE-DCT(Avant).

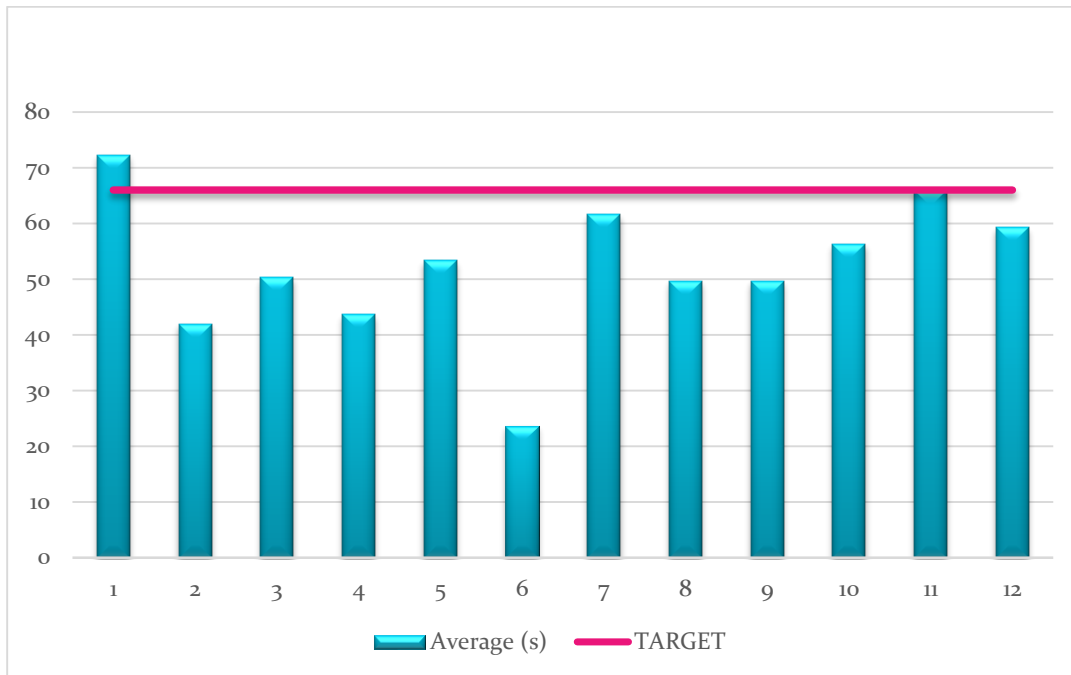


Figure 10 : Temps des tâches en s au niveau sub QLE -DCT (Avant).

Le graphe montre plus clairement le déséquilibre entre les temps des tâches du processus SUB et le temps de cycle.

► **Chronométrage du Convoyeur :**

N	Tasks	t1(s)	t2(s)	t3(s)	Average(s)	TARGET
CONV						
1	Mounting of cable+ Insert 2 wires in housing+ Retainer	50	48	50	49	66
2	PE TAPE	49	47	47	48	66
3	PE TAPE	50	42	41	44	66
4	PE TAPE	51	44	43	46	66
5	PE TAPE	39	37	41	39	66
6	PE TAPE + cross + ALL tape	34	38	35	36	66
7	B tape+ PE tape+ cross+ earth fixation	45	45	59	50	66
8	Lever + protector	35	36	31	34	66
9	Lever + cover+ band cable	30	30	30	30	66
10	4 band strip	35	37	35	36	66
11	1 band strip +3 band cable	27	29	28	28	66
12	Take measure	34	40	41	38	66
13	cover+ band strip+ cut all band cable and band strip	36	37	35	36	66

Tableau 6 : Chronométrages des tâches du Convoyeur du projet QLE-DCT(Avant).

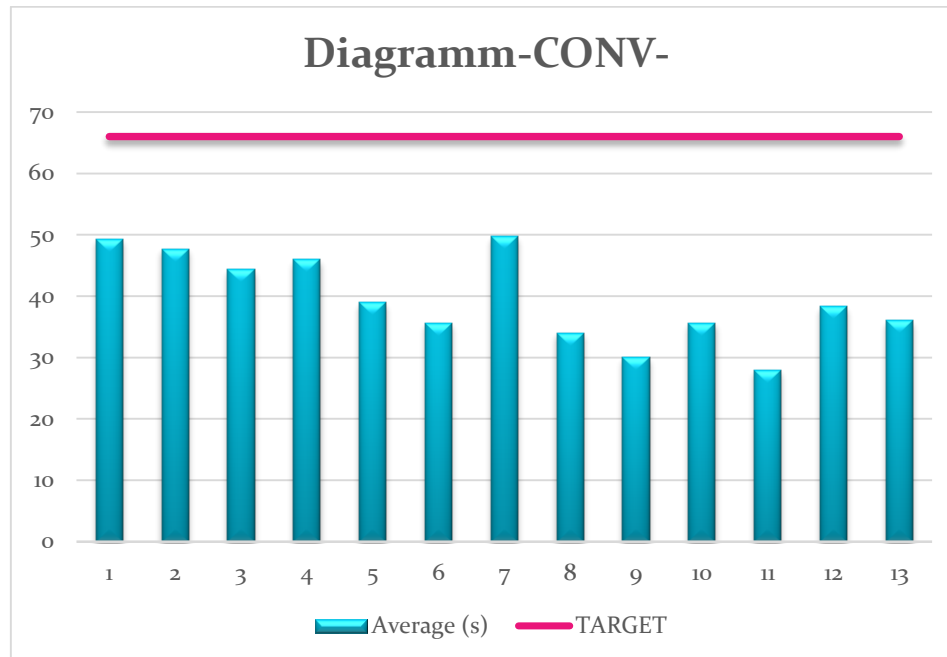


Figure 11 : Temps des tâches au niveau Convoyeur Du projet QLE-DCT(Avant).

Le graphe montre mieux le déséquilibre entre les temps des tâches du processus Convoyeur et le temps de cycle.

Nous remarquons qu'il y'a un déséquilibre entre les postes de production et que le temps de cycle varie d'un poste à l'autre.

Nous constatons aussi que certains postes présentent toujours un retard par rapport aux autres postes.

Un retard qui est absorbé par les deux postes en amont et en aval. Ainsi en général le temps de cycle moyen pour produire un câble complet est de : 660 s.

2.1.2.5- Calcul des indicateurs de performance UPH et UPMH :

Ainsi pour mieux analyser la situation initiale, il faut analyser la productivité initiale par rapport à l'effectif de chaque ligne et cela est concrétisé par les deux indicateurs de productivité avec lesquels travaille YURA Corporation Morocco.

Définition des indicateurs UPH et UPMH :

- UPH : Units Per Hour : Nombre d'unités produite par heure



$$UPH = \frac{\text{Quantité produite}}{\text{Temps travaillé}}$$

- UPMH : Units Per Man Hour : Nombre d'unités produites par homme par heure

$$UPMH = \frac{UPH}{\text{Effectif total}}$$

- Effectif total = Effectif travaillant en SUB + Effectif travaillant en convoyeur + Effectif qualité circuit test + Effectif qualité structure test + Effectif packing

Calcul de l'UPH et l'UPMH initiaux du projet QLE -DCT:

Pour avoir une idée détaillée sur la productivité de cette ligne, j'ai calculé UPH et UPMH par rapport à l'effectif et la quantité produite. Le tableau ci-dessous donne l'effectif et les indicateurs initiaux :

Effectif SUB	12
Effectif convoyeur	13
Effectif total	28
Quantité produite	400
UPH réel	54
UPMH réel	1.93

Tableau 7: Récapitulatif des indicateurs UPH et UPMH du projet QLE-DCT (Avant).

La valeur fixer par l'entreprise est : $UPMH > 2.5$. Nous remarquons que l'objectif n'est pas atteint .

2.1.3. Phase 3 : Analyser :

2.1.3.1 Objectif :

D'après les études que nous avons réalisées, nous relevées plusieurs types de gaspillages à savoir celui du processus et temps d'attentes dues aux arrêts. Cette phase consiste à rechercher les causes racines des gaspillages détectés.

2.1.3.2 Diagramme Ishikawa :

Le diagramme d'ISHIKAWA, ou diagramme de cause à effet, est une représentation structurée de toutes les causes qui conduisent à une situation. Son intérêt est de permettre aux membres d'un groupe d'avoir une vision partagée et précise des causes possibles d'une situation.

Pour réaliser le diagramme Ishikawa, nous avons rassemblé des personnes de divers services pour un brainstorming avec lequel nous avons réfléchi à toutes les causes de gaspillage que nous avons, ensuite, classés suivant les 5M.

Méthode :

- Mauvaise synchronisation des taches.
- Non suivi des standards et des instructions de travail.
- Mauvaise implantation : Les distances parcourues entre le convoyeur et le test de structure sont énormes. Manque d'auto contrôle au niveau de poste.

Matière

- Défaut de la matière première
- Bouclage des fils
- Terminaux différents

L'emplacement de la matière première n'est pas à la portée des opératrices, ce qui entraine des déplacements inutiles.

Main d'œuvre

- Manque de formation des opérateurs
- Mouvements inutiles

- Manque de communication entre le personnel.
- L'attente qui est un problème majeur due aux postes goulots et les changements de série.

Machine

- Défauts sur les JIGS

Milieu

- Poste de travail mal organisé
- Manque d'ergonomie (Des postes sans chaises).

Grace au suivi journalier que nous avons effectué, et après avoir identifié les défauts, il convient alors de recenser et d'analyser les causes relatives à chaque défaut.

Le diagramme Ishikawa (ci-dessous) présente un listage de toutes ces causes.

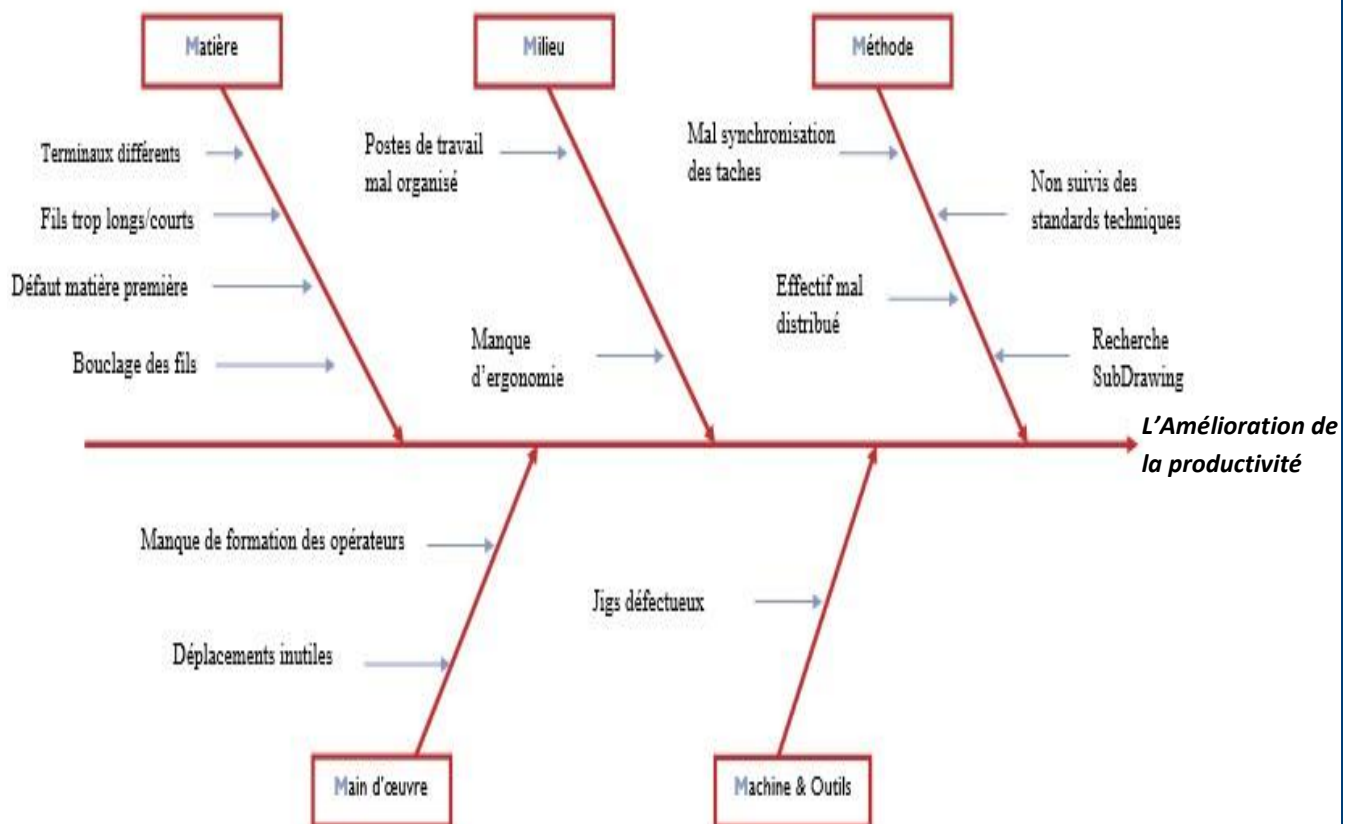


Figure 12 :Diagramme Ishikawa.



Nous allons analyser les défaillances, induites par les causes prélevées par le diagramme ISHIKAWA, par une étude AMDEC Processus, afin de déterminer leurs criticités.

2.1.3.3 AMDEC Processus :

L'AMDEC processus est un outil d'analyse rigoureux qui permet d'éliminer les risques de production de produits non conformes dus à la définition du processus :

- en listant les défauts potentiels imputables à chaque opération;
- en recherchant des actions préventives afin d'éviter l'apparition de ces défauts.

L'AMDEC processus est un travail de groupe qui met en commun l'expérience et les compétences de chaque participant.

Cette méthode fait ressortir la nécessité de mettre en place des dispositifs anti-erreurs (poka yoke).

Objectif

Valider la gamme de fabrication d'un produit en fonction de sa conception.

Proposer des modifications éventuelles de la gamme de fabrication pour garantir au mieux les exigences qualité client.

Enjeux

Satisfaire aux exigences qualité client.

Éviter la production de défauts.

Réduire les coûts de non-qualité.

Respecter les délais.

Éviter les coûts de modification du processus (équipements, outillages, organisation...).

Afin de classer les causes représentées sur le diagramme d'ISHIKAWA par ordre de priorité selon leurs criticités et leur impact dans la génération des défauts et l'augmentation des gaspillages, nous allons Décrire l'effet de chaque défaut potentiel, pour le client.

Énumérer pour chaque défaut potentiel toutes les causes possibles.

Calculer l'indice de criticité (C) de chaque cause de défaut potentiel : $C = D * O * S$:

- D : probabilité de ne pas détecter une cause de défaut en fonction du plan de surveillance prévu;
- O : probabilité que le processus génère le défaut;

- S : gravité de l'effet du défaut pour le client .

Hierarchiser les défauts :

- classer les défauts potentiels par importance;
- recenser ceux dont l'indice de criticité est grand.

Num	Mode de défaillance	Effet potentiel du mode de défaillance	Causes possible	Evaluation				Process de prévention	Process de detection
				détection	occurrence	gravité	Criticité		
1	Mauvaise synchronisation des taches	Dégradation de la productivité	Mauvaise méthode de travail	3	4	4	48	Former des opérateurs	Chronométrage
								suivre les standards de travail	Observation
2	Matériels défectueux	Câble défectueux	Les opérateurs endommagent le matériel	2	2	2	8	Vérifier le matériel avant l'usage	Test de structure
		Dégradation des fonctionnalités de la voiture	Le non suivie des standards techniques					Suivre les standards technique	Test de circuit
								Auto-control	Observation
3	Fils Longs/ Courts	Câble défectueux	Problème au niveau de la zone de coupe	2	2	2	12	Mesurer un échantillon pour chaque lot	Observation
		Non compatibilité avec les tableau						comparaison avec transfert sheet	Test de structure
4	Manque de fils	Dégradation des fonctionnalités de la voiture	Erreur du feeder	1	2	2	4	Elaboration d'une Checklist	contrôle 100%
			Le non suivie des Sub-Drawing						Observation
			Manque de formation						Test de circuit
5	Bouclage des fils	Retards	Mauvaise méthode de travail	1	3	3	9	Former des opérateurs	Observation
6	Le câble n'est pas bien fixé sur le tableau	Retards dans le convoyeur	Jigs (fourches) défectueux	2	4	4	32	Conception d'une nouvelle forme des Jigs	Observation

Tableau 8 : classification des causes.

Le tableau suivant illustre les valeurs de la criticité trouvées :

N	Mode de défaillance	Ordre décroissant	Cumule De criticite	% Pourcentage cumulé
1	Mauvaise synchronisation des taches	48	48	42%
2	Le câble n'est pas bien fixé sur le tableau	32	80	71%
3	Fils Longs/ Courts	12	92	81%
4	Bouclage des fils	9	101	89%
5	Matériel défectueux	8	109	96%
6	Manque de fils	4	113	100%

Tableau 9 : représente les valeurs de la criticité trouvées.

Après avoir défini la criticité de chaque mode de défaillance, La figure suivante représente l'étude Pareto concerne les cumuls des pourcentages des criticités de chaque cause.

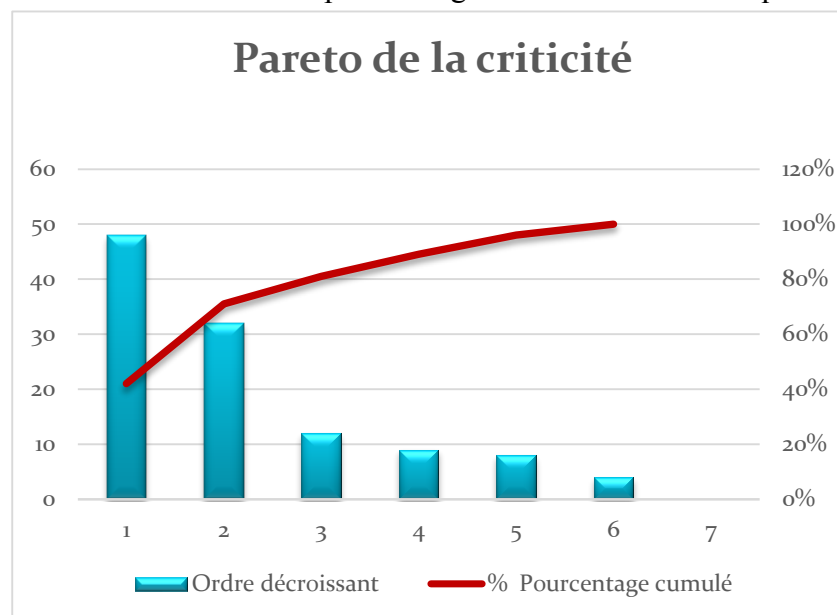


Figure 13 :Pareto de la criticité .



D'après l'analyse des résultats du diagramme Pareto nous avons choisi les trois causes qui sont jugées les plus prépondérantes en raison de leur criticité, à savoir :

- Mal synchronisation des tâches.
- Le câble n'est pas bien fixé sur le tableau.
- Fils Longs/ Courts .

Nous devons donc agir en premier lieu sur les causes majeures pour garantir une amélioration rapide et remarquable.

2.1.4. Phase 4 : Innover :

2.1.4.1. Introduction :

Le diagnostic de la ligne de production nous a permis de relever quelques problèmes à savoir les problèmes liés aux moyens matériels, humains et aux méthodes de travail. Afin de répondre à l'augmentation de la demande du marché en câbles de véhicule industriels, Yura est amené à augmenter la productivité de son usine de montage.

D'après l'analyse de la situation initiale, nous avons constaté que la mauvaise synchronisation des tâches, fils longs, défauts sur les Jigs, sont les causes les plus critiques qui affectent la productivité, donc nous avons essayé d'agir dans un premier lieu sur la méthode de travail ainsi que l'effectif pour améliorer la productivité sans influencer la qualité des produits.

Les nouvelles méthodes que nous avons proposées pour les lignes étudiées avaient comme principal objectif d'équilibrer les tâches de tous les postes de ces lignes en optimisant l'effectif.

2.1.4.2. Réalisation des améliorations proposées :

Afin d'améliorer la ligne QLE-DCT, nous avons proposé Pour
justifier les changements que contient la méthode que nous avons proposée et pour concrétiser
les résultats, Nous avons fait trois chronométrages,

le tableau ci-dessous montre ces résultats :

Nouveau contexte :

Car	QLE PE DCT UII
Part number	91875-D7010
Effective SUB	14
Effective CONV	10
Effectif QC	2
Effectif Packing	1
Cycle time (s)	62

Tableau 10 : contexte général du projet (après).

➤ Chronométrage du SUB :

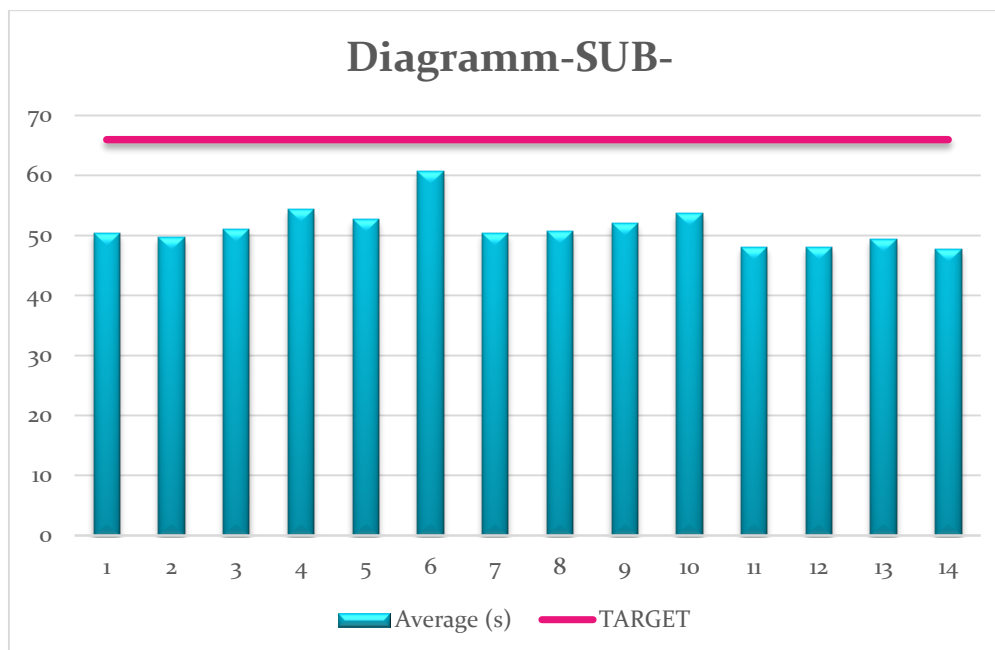


Figure 14: Temps des tâches en s au niveau sub QLE -DCT (Après).



N	Tasks	t1 (s)	t2 (s)	t3 (s)	Average (s)	TARGET
SUB						
1	Insert seal in 3 housing (7DCT-A& INHIBITOR-SW-DCT& JC-DCT) -SUB 01-	52	49	50	50	66
2	Insert wires in 2 housing (7DCT-A & DCT-CLUTCH-MTR) -SUB 02-	49	52	48	50	66
3	Insert wires in 2 housing (7DCT-A & DCT-CLUTCH-MTR) -SUB 02-	51	50	52	51	66
4	Insert wires in 3 housing (7DCT-A & DCT-CLUTCH-MTR & DCT-SELECT) and 2 seal in housing DCT-SELECT -SUB 03-	54	53	56	54	66
5	Insert wires in 2 housing (7DCT-A & DCT-SELECT) -SUB 03-	49	56	53	53	66
6	Insert wires in 3 housing (7DCT-A & DCT-SELECT & JC-DCT)+ 2 Retainer -SUB 03-	60	62	60	61	66
7	Insert seal in 2 housing (7DCT-B & GEAR-SNSR) -SUB 04-	51	51	49	50	66
8	Insert seal in 2 housing (7DCT-B & 7DCT-CONT12) -SUB 04-	49	51	52	51	66
9	Insert wires in 2 housing (7DCT-B & DCT-SHIFT) - SUB 05-	53	52	51	52	66
10	Insert wires in 2 housing (7DCT-B & DCT-SHIFT) - SUB 05-	52	54	55	54	66
11	Insert wires in 3 housing (7DCT-B & DCT -SHIFT & GEAR-SNSR) - SUB 06-	50	46	48	48	66
12	Insert wires in 2 housing (7DCT-B & INHIBITOR-SW-DCT) - SUB 06-	48	50	46	48	66
13	Insert wires in 2 housing (7DCT-B & 7DCT-CONT12) - SUB 07-	50	50	48	49	66
14	Insert wires in 2 housing (7DCT-B & 7DCT-CONT12)+ 3 Retainer - SUB 07-	49	47	47	48	66

Tableau 11 : Chronométrages des tâches du SUB du projet QLE-DCT(Après).

○ Chronométrage du Convoyeur :

N	Tasks	t1 (s)	t2 (s)	t3 (s)	Average (s)	TARGET
1	Mounting of cable+ Insert 2 wires in housing+ Retainer+ earth fixation	60	58	55	58	66
2	PE TAPE	55	54	53	54	66
3	PE TAPE	56	51	52	53	66
4	PE TAPE	50	50	51	50	66
5	PE TAPE	52	51	55	53	66
6	B tape+2cross+Lever+Cover	57	59	56	57	66
7	Protector+3 Band Strip	56	53	53	54	66
8	4 Band Cable+2 Band Strip+Lever	61	60	58	60	66
9	Take mesure	50	45	52	49	66
10	Cover+Band strip+Cut all band cable & band strip	52	50	49	50	66

Tableau 12 : Chronométrages des tâches du Convoyeur du projet QLE-DCT(Après).

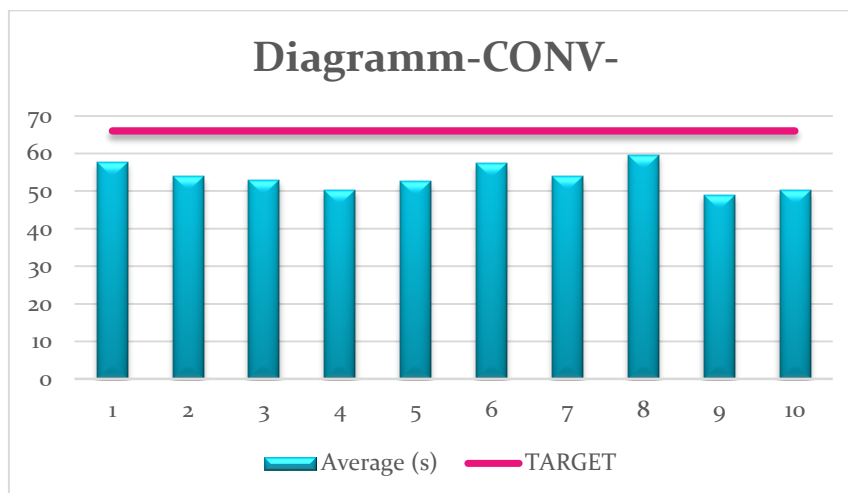


Figure 15 : Temps des tâches en s au niveau sub QLE -DCT (Après).

Nous remarquons que les opérateurs de CONV attendent long temps les opérateurs de SUB pour leur donner le câble parce que les tâches et les nombres d'opérateurs ne sont pas bien séparés, nous passons donc deux Opérateurs de CONV à SUB .

POUR LE SUB :

Déplacer l'insertion du joint (SEAL) de l'opérateur 1 à 4.

Équilibrage des tâches entre opérateurs 4,5 et 6.

Équilibrage de l'insertion du joint entre l'opérateur 7 et 8.

Ajouter un opérateur de CONV en SUB (13) pour réduire le temps des opérateurs 12 et 14.

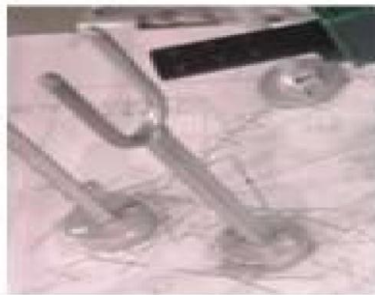
POUR LE CONV

Déplacez deux opérateurs de CONV à SUB et relancez toutes les tâches et Eliminer une opératrice de la chaîne

Ces changements ont donné aux opérateurs du convoyeur et du sub la possibilité de produire d'une façon fluente sans avoir plusieurs personnes par tableau vu que les temps de cycle de chacun sont équilibrés.

2.1.4.3.Résolution du problème des Jigs :

Nous avons remarqué après le lancement de quelques nouveaux projets qu'ils ont monté sur les tableaux de montages de nouveaux Jigs c'est-à-dire des outils de séparation. Alors, nous avons pensé à proposer de généraliser cet outil sur les tableaux de montage de toutes les chaînes. Les figures ci-dessous montrent les anciens et les nouveaux Jigs proposés :



Anciens Jigs :

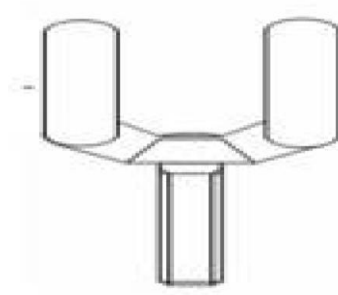


Figure 16: Anciens Jigs

Nouveaux Jigs :

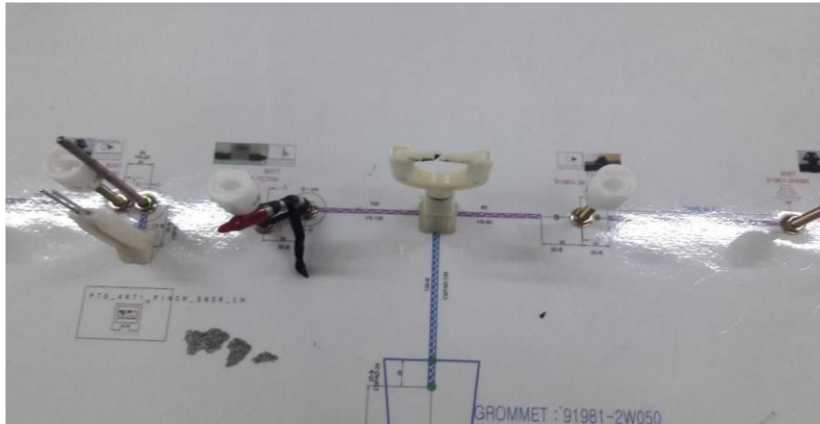


Figure 17:Nouveaux Jigs

Après la généralisation de l'utilisation de ce Jig, les fils sont mieux séparés et ne causent pas une perte de temps des opérateurs pour les séparer.

2.1.5. Phase 5 : Contrôler :

2.1.5.1 Chronométrage du contrôle :

Afin d'améliorer la ligne QLE-DCT, nous avons fait un chronométrage dans la ligne QLE-DCT après 2 semaines d'application de la méthode proposée. En effet nous avons fait trois chronométrages pour avoir des résultats fiables, le tableau ci-dessous montre ces résultats :

➤ **Chronométrage du SUB :**

N	Tasks	t1 (s)	t2 (s)	t3 (s)	Average (s)	TARGET
SUB						
1	Insert seal in 3 housing (7DCT-A& INHIBITOR-SW-DCT& JC-DCT) -SUB 01-	44	43	37	41	62
2	Insert wires in 2 housing (7DCT-A & DCT-CLUTCH-MTR) -SUB 02-	42	44	44	43	62
3	Insert wires in 2 housing (7DCT-A & DCT-CLUTCH-MTR) -SUB 02-	45	48	50	48	62
4	Insert wires in 3 housing (7DCT-A & DCT-CLUTCH-MTR & DCT-SELECT) and 2 seal in housing DCT-SELECT -SUB 03-	51	48	54	51	62
5	Insert wires in 2 housing (7DCT-A & DCT-SELECT) -SUB 03-	52	57	48	52	62
6	Insert wires in 3 housing (7DCT-A & DCT-SELECT & JC-DCT)+ 2 Retainer -SUB 03-	56	58	56	57	62
7	Insert seal in 2 housing (7DCT-B & GEAR-SNSR) -SUB 04-	47	47	45	46	62
8	Insert seal in 2 housing (7DCT-B & 7DCT-CONT12) -SUB 04-	45	47	48	47	62
9	Insert wires in 2 housing (7DCT-B & DCT-SHIFT) - SUB 05-	50	51	50	50	62
10	Insert wires in 2 housing (7DCT-B & DCT-SHIFT) - SUB 05-	52	50	51	51	62
11	Insert wires in 3 housing (7DCT-B & DCT -SHIFT & GEAR-SNSR) - SUB 06-	52	42	50	48	62
12	Insert wires in 2 housing (7DCT-B & INHIBITOR-SW-DCT) - SUB 06-	45	46	46	46	62
13	Insert wires in 2 housing (7DCT-B & 7DCT-CONT12) - SUB 07-	50	51	50	50	62
14	Insert wires in 2 housing (7DCT-B & 7DCT-CONT12)+ 3 Retainer - SUB 07-	51	54	57	54	62

Tableau 13 : Chronométrages des tâches du SUB du projet QLE-DCT.

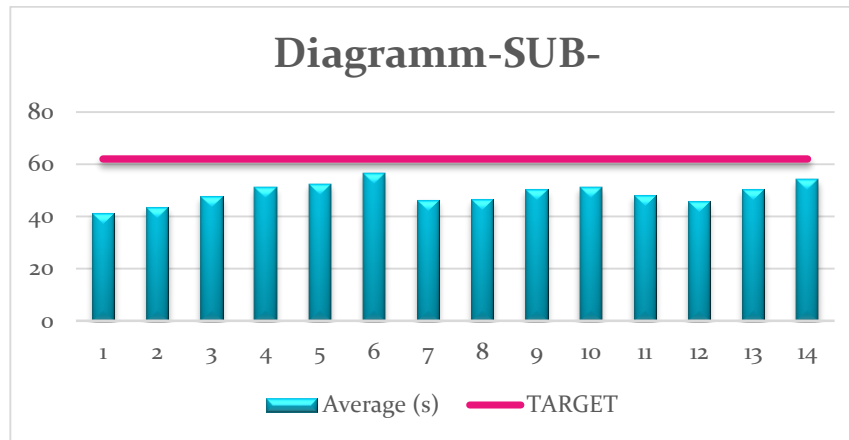


Figure 18: Temps des tâches en s au niveau sub QLE -DCT .

○ Chronométrage du Convoyeur :

N	Tasks	t1 (s)	t2 (s)	t3 (s)	Average (s)	TARGET
1	Mounting of cable+ Insert 2 wires in housing+ Retainer+ earth fixation	54	56	52	54	62
2	PE TAPE	46	51	48	48	62
3	PE TAPE	52	56	54	54	62
4	PE TAPE	52	54	55	54	62
5	PE TAPE	47	49	49	48	62
6	B tape+2cross+Lever+Cover	49	48	52	50	62
7	Protector+3 Band Strip	52	50	50	51	62
8	4 Band Cable+2 Band Strip+Lever	54	52	54	53	62
9	Take mesure	51	39	41	44	62
10	Cover+Band strip+Cut all band cable & band strip	47	44	43	45	62

Tableau 14 : Chronométrages des tâches du Convoyeur du projet QLE-DCT

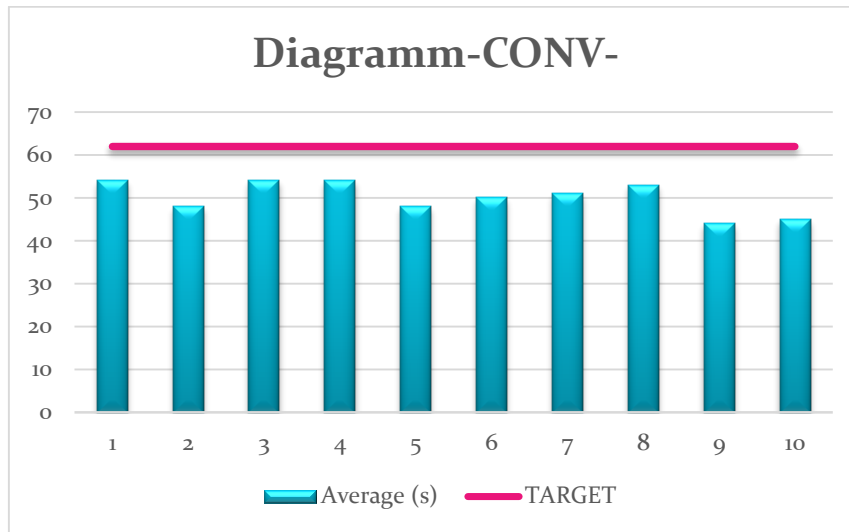


Figure 19: Temps des taches en s au niveau sub QLE -DCT .

Après l'application des améliorations que nous avons proposées au niveau de la méthode du travail, nous avons remarqué une amélioration d'équilibrage des tâches en réduisant l'intervalle entre les temps de cycle des différentes tâches et le temps de cycle moyen et en éliminant l'effectif qui représente un opérateur de plus. En plus, cette méthode a amélioré la productivité de cette ligne. Cette amélioration se traduit ainsi par des gains en termes de temps, de productivité et leurs quantifications en termes de coût et d'effectif. Afin de pouvoir quantifier ces gains, nous allons commencer par une comparaison entre la situation initiale et la situation améliorée.

2.1.5.2 Comparaison entre la situation initiale et la situation améliorée et la quantification des gains de cette amélioration :

- D'après le calcul des indicateurs UPH et UPMH initiaux du projet QLE-PE-DCT et après l'amélioration et l'observation de l'intervalle entre le maximum et le minimum des temps de cycle en comparaison avec le temps de cycle moyen,

Nous avons obtenu les résultats suivants :

Avant	
Effectif du SUB	12
Effectif du CONV	13
UPH	54
UPMH	1.93
Cycle time (s)	66



Après	
Effectif du SUB	14
Effectif du CONV	10
UPH	58
UPMH	2.15
Cycle time (s)	62

Pour SUB :

Longue durée de la tache -sub-	72
Courte durée de la tache -sub-	24
TARGET-sub- « cible »	66

Longue durée de la tache -sub-	57
Courte durée de la tache -sub-	41
TARGET-sub-	62

Taux d'efficacité	Somme de l'Average est : 628 s	Somme de Target est : 792 s	79%
-------------------	--------------------------------	-----------------------------	-----

Taux d'efficacité	Somme de l'Average est : 684 s	Somme de Target est : 868s	79%
-------------------	--------------------------------	----------------------------	-----

Pour CONV :

Longue durée de la tache - Conv -	50
Courte durée de la tache - Conv -	28
TARGET- Conv -	66

Longue durée de la tache - Conv -	54
Courte durée de la tache - Conv -	44
TARGET- Conv -	62



Taux d'efficacité	Somme de l'Average est : 514 s	Somme de Target est : 858 s	60%
-------------------	--------------------------------	-----------------------------	-----

Taux d'efficacité	Somme de l'Average est : 501 s	Somme de Target est : 620 s	81%
-------------------	--------------------------------	-----------------------------	-----

Tableau 15 : Comparaison entre la situation initiale et la situation améliorée.

Il est clair que d'après la comparaison des temps de cycle et de l'effectif entre l'ancienne méthode et la méthode proposée que les temps de cycle soient plus équilibrés et l'effectif est optimisé donc le travail deviendra fluide et assure la productivité demandée.

Les indicateurs de productivité ont augmenté de :

UPH « 54 ⇌ 58 »  Augmentation de 7.4 %
UPMH « 1.93 ⇌ 2.15 »  Augmentation de 11.4 %

On a amélioré aussi le taux d'efficacité :

SUB « 79% ⇌ 79% »
CONV « 60% ⇌ 81% »  Amélioration de 20%.

En plus des indicateurs de performance et de taux d'efficacité qui ont augmenté et qui sont améliorés, nous avons quantifié le gain de cette amélioration en termes de câbles finis :

400 câble/shift  **430 câble/shift**

La productivité a augmenté de 7.5% et le gain en termes de produits est de :


30 câbles/shift = 90 câbles /jour.

En plus les actions mises en place dans ce poste ont été accomplies grâce aux ressources internes de l'entreprise donc l'amélioration de ce poste est faite à 0 investissement

Quantification des gains en termes de coût :

On a réussi à réduire 1 opérateur par shift ; cela équivalent à 3 opérateurs par jours
Cette amélioration se traduit par une optimisation de coûts comme suit :

-Le salaire de chaque opérateur est de : **2 400 dhs** + prime de rendement : **300 dhs** + prime de transport : **300** = **3 000 dhs en total.**

Donc le gain est estimé à : **3 opérateurs x 3 000 dhs =**  **9000 DH** « Par Mois »



Il faut mentionner que ces opérateurs optimisés ne vont pas être licenciés, mais ils seront intégrés dans les nouveaux projets donc on peut ajouter au gain estimé les frais de recrutement ainsi que les frais et le temps de formation des nouveaux recrutés.

-On plus de gain au niveau de l'effectifs on a réalisé un gain de 30 câbles par shift. Cela équivaut à 90 câbles par jour en terme économique :

$$\text{Gain journalier} = \text{Nombre de câbles} * \text{Prix du câbles} = 90 * 29.19 \text{ €}$$

$$\text{Gain journalier} = \underline{2627 \text{ €}}$$

$$\begin{aligned} \text{Gain Mensuel} &= \text{Nombre de câbles} * \text{Prix du câbles} * \text{Nombre de jours} \\ &= 90 * 26(j) * 29.19 \text{ €} \end{aligned}$$

$$\text{Gain Mensuel} = \underline{68304 \text{ €}}$$

Conclusion:

Le gain réalisé à travers ces propositions c'est la sommation des résultats des deux axes traités (Volume et Coût). Ce qui nous donne une somme qui n'est pas négligeable pendant la durée de vie de ce projet. La démarche adoptée n'est pas spécifique au projet QLE-DCT. Elle peut être implémentée sur tous les projets de YURA.



Conclusion générale :

La concurrence accrue et l'exigence croissant des clients contraignent les entreprises à améliorer leur productivité et leur réactivité avec la satisfaction des trois facteurs : qualité, coût et délai.

Ce travail a eu pour objectif l'amélioration de la productivité et l'équilibrage des tâches dans une ligne de production. Nous avons été amenés, tout d'abord, à faire un diagnostic de l'état de lieu afin de détecter les paramètres qui influencent ces indicateurs de performance par Une analyse de causes à travers la méthode d'Ishikawa, suivie d'une analyse Pareto qu'elle nous a permis de classer les causes de gaspillage par ordre de gravité, ce qui finalement impose des priorités particulières dans la résolution de ces problèmes. A l'issue de cette analyse, nous avons entamé une série d'actions d'amélioration touchant l'équilibrage et l'aménagement des postes de travail et l'amélioration de la productivité.

Nous avons mis en place des interventions et des modifications en visant la minimisation des temps improductifs et l'amélioration de la capacité de production plusieurs solutions ont été proposées. Nos améliorations ont généré des gains aussi bien chiffrables (coûts, délai, qualité) pour l'entreprise.

Abstract

Increased competition and increasing customer demand are forcing companies to improve productivity and responsiveness with the satisfaction of all three factors: quality, cost and time. The goal of this work was to improve productivity and balance spots in a production line. We were led, first of all, to make a diagnosis of the state of place in order to detect the parameters which influence these indicators of performance by a analysis of causes through the method of Ishikawa, followed by a Pareto analysis it has allowed us to classify the causes of waste in order of severity, which ultimately imposes particular priorities in the resolution of these problems. At the end of this analysis, we started a series of improvement actions concerning balancing and layout of workstations and improvement of productivity.

We have implemented interventions and modifications aiming at the minimization of unproductive times and the improvement of production capacity. Several solutions have been proposed. Our improvements have generated quantifiable gains (costs, time, quality) for the company.



استنتاج:

زيادة المنافسة وزيادة الطلب على العملاء يجبران الشركات على تحسين الإنتاجية والاستجابة بما يرضي جميع العوامل الثلاثة: الجودة والتكلفة والوقت.
كان الهدف من هذا العمل هو تحسين الإنتاجية وموازنة المواقع في خط الإنتاج. لقد قادنا ، أولاً وقبل كل شيء ، إلى إجراء تشخيص لحالة المكان من أجل اكتشاف المعايير التي تؤثر على مؤشرات الأداء هذه من خلال تحليل الأسباب من خلال طريقة إيشيكاوا ، تليها تحليل باريتو لقد سمح لنا بتصنيف أسباب الهدر بترتيب شدتها ، الأمر الذي يفرض في نهاية المطاف أولويات خاصة في حل هذه المشاكل. في نهاية هذا التحليل ، بدأنا سلسلة من إجراءات التحسين المتعلقة بالتوازن وتخطيط محطات العمل وتحسين الإنتاجية.
قمنا بتنفيذ تدخلات وتعديلات تهدف إلى تقليل الأوقات غير المنتجة وتحسين القدرة الإنتاجية ، وقد تم اقتراح عدة حلول. لقد أحدثت تحسيناتنا مكاسب قابلة للقياس الكمي (التكاليف ، الوقت ، الجودة) للشركة.

Bibliographies et webographies :

Bibliographies:

- **jean-Marc Gallaire** «Les outils de la performance industrielle» EYROLLES Edition d'organisation.
- CHRISTOPHE ROUSSEAU « Le Lean Manufacturing les secrets de la réussite de votre entreprise », © Kindle Edition, 2013
- NICOLAS VOLCK « Déployer et exploiter Lean Six Sigma », © Groupe, Eyrolles, 2009.
- CHRISTIAN HOHMANN « Guide pratique des 5S pour les managers et les encadrants », © Editions d'Organisation, 2006.
- Documents de YURA Corporation.

Webographie :

<http://LeLeanManufacturing.com>

<http://www.bbc-conseil.com/lean-manufacturing-management.htm>