

Année Universitaire : 2018-2019



Master Sciences et Techniques en Génie Industriel

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

Titre

**AMÉLIORATION DU TAUX DE RENDEMENT
SYNTHETIQUE DES MACHINES DE COUPE**

Lieu : YAZAKI TANGER

Référence : 20/19-MGI

Présenté par :

EL GHAZI TARIQ
EL ASRI SOUFIANE

Soutenu Le 18 Juin 2019 devant le jury composé de :

- Mme. ABARKAN MOUNA (encadrante)
- Mr. HAMANI MOHAMEDE (encadrant Société)
- Mr. HAMED L HABIB (examinateur)
- Mme. RZINE BOUCHRA (examinatrice)

Stage effectué à : YAZAKI-MAROC TANGER



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

Nom et prénom : EL GHAZI TARIQ & EL ASRI SOUFIANE

Année Universitaire : 2018/2019

Titre : AMÉLIORATION DU TAUX DE RENDEMENT SYNTHETIQUE DES MACHINES DE COUPE

Résumé

Dans l'entreprise industrielle, l'indispensable progrès peut être accompli grâce à l'amélioration des indicateurs de production. Cette amélioration se base sur l'effort individuel et collectif et permet la recherche d'aménagements peu coûteux dont l'accumulation conduit à des résultats appréciables au fil du temps.

En marge de la plupart des indicateurs de productivité qui concernent plutôt le personnel, le Taux de Rendement Synthétique met l'accent sur la productivité des équipements et de l'organisation à partir d'une idée simple : le temps utile. C'est le temps pendant lequel un équipement réalise, à la bonne cadence, une quantité de produit « bons » demandée par le client. Le reste est du travail perdu synonyme de délai plus long, de mise au rebut, d'investissement inutile.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre projet de fin d'études qui traite l'amélioration de Taux de Rendement Synthétique des machines de coupe au sein de YAZAKI-MAROC en s'appuyant sur les outils d'améliorations (PARETO, DMAIC, 5 pourquoi et SMED).

Mots clés : PARETO, DMAIC, 5 POURQUOI, SMED, 5 S, QQQQCP.

Avant-propos

Nom et prénom des élèves stagiaires de FST FES :

Mr. EL GHAZI TARIQ

Mr. EL ASRI SOUFIANE

Intitulé du travail :

Amélioration de Taux de Rendement Synthétique des machines de coupe

Établissement d'accueil :

YAZAKI Morocco S.A: (YMO) - 90000 Zone franche TFZ Tanger,

lot 101 Tél : 0539 399 000 / Fax : 0539 393 448

Site : www.yazaki-europe.com

Coordonnées de faculté :

Faculté des sciences et techniques B.P. 2202 – Route d'Imouzzer, Fès, Maroc

Téléphone : +212 (0) 535 60 80 14 - +212 (0) 535 60 96 35 - +212 (0) 535 60 29 53

Fax : +212 (0) 535 60 82 14

Site : www.fst-usmba.ac.ma

Nom et prénom de l'encadrant du projet dans l'établissement d'accueil :

Mr. MOHAMMED EL HAMMANI : coordinateur

Nom et prénom de l'encadrante du projet à FST de FES :

Mme MOUNA ABARKAN : Professeur en génie Industriel

Date de début et de fin de stage :

Du 28 Janvier 2019 au 28 Mai 2019

Soutien financier : Stage non rémunéré.

Dédicaces

On dédie le fruit de ce travail...

À nos Parents

À qui on doit ce que nous sommes et envers qui on demeurera reconnaissant toute notre vie. Rien au monde ne pourrait compenser même une partie des sacrifices que vous avez consentis. Vous vous êtes investis à nous transmettre les principes et les règles les plus corrects et les plus sacrés. Vous avez toujours donné l'image du bon exemple, et vous avez toujours été une grande fierté pour nous.

Puissiez-vous trouver dans cet humble travail le témoignage de nos gratitude et de nos reconnaissances et l'expression de notre estime et de nos remerciements les plus sincères. Que Dieu vous protège et vous offre santé et longue vie.

À nos sœurs et frères

Que vous trouverez dans ce mémoire l'expression de nos remerciements les plus chaleureux.

À tous nos amis

À tous ceux qui nous sont chers

Pour leur patience, leurs encouragements et leur soutien durant toutes les périodes de nos études, qui n'ont pas cessé de nous prodiguer de leurs amours.

TARIQ & SOUFIANE

Remerciement

Au terme de notre projet de fin d'études, nous exprimons notre profonde gratitude à Mr. CHAFAI ANAS, Chef de département Génie Industriel à la FST de Fès, ainsi tous les cadres administratifs et professoraux pour leurs efforts considérables, spécialement du département Génie Industriel témoignage de nos reconnaissances.

Nous remercions également Mme. ABARKAN MOUNA notre encadrante pédagogique, pour l'aide et les conseils concernant les missions évoquées dans ce rapport, qu'elle nous a apportés lors des différents suivis. Merci de nous avoir montré les clés du succès avoir confiance et en ses capacités, croire en soi et toujours tenter de se dépasser.

Nous tenons à remercier tout particulièrement et à témoigner toutes nos reconnaissances aux personnes suivantes, pour l'expérience enrichissante et pleine d'intérêt qu'elles nous ont fait vivre durant ces quatre mois au sein de l'entreprise (YAZAKI MOROCCO) :

Mr. SAID TEFFAL Manager de YAZAKI MAROC, pour son accueil et la confiance qu'il nous a accordée dès notre arrivée dans l'entreprise.

Mr. ZOKRI Soufiane le manager de production de la coupe pour sa permission d'effectuer nos stages au département de production de la coupe, son affectation et son suivi à distance.

Mr. HAMMANI Mohamed notre encadrent de l'entreprise pour nous avoir intégré dans le groupe de travail, et pour les meilleures conditions qu'il nous a favorisées durant toute la période de l'élaboration de ce projet, ainsi pour les conseils qui nous a prodigués, pour sa disponibilité et ses remarques intéressantes pour notre projet.

Nos remercions aussi l'ensemble du personnel de YAZAKI MAROC : Cadres, Employés et Opérateurs pour leur soutien, leur aide et surtout, pour leur sympathie. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde reconnaissance et notre profond respect !

À tous les membres de Jury d'avoir accepté valoriser notre travail.

Résumé

Dans l'entreprise industrielle, l'indispensable progrès peut être accompli grâce à l'amélioration des indicateurs de production. Cette amélioration se base sur l'effort individuel et collectif et permet la recherche d'aménagements peu coûteux dont l'accumulation conduit à des résultats appréciables au fil du temps.

En marge de la plupart des indicateurs de productivité qui concernent plutôt le personnel, le Taux de Rendement Synthétique met l'accent sur la productivité des équipements et de l'organisation à partir d'une idée simple : le temps utile. C'est le temps pendant lequel un équipement réalise, à la bonne cadence, une quantité de produit « bons » demandée par le client. Le reste est du travail perdu synonyme de délai plus long, de mise au rebut, d'investissement inutile. C'est dans ce cadre que s'inscrit notre projet de fin d'études qui traite l'amélioration de Taux de Rendement Synthétique des machines de coupe au sein de YAZAKI-MAROC en s'appuyant sur les outils d'améliorations (PARETO, DMAIC, 5 pourquoi et SMED).

Mots clés : DMAIC, PARETO, DMAIC, 5 POURQUOI, SMED, 5 S, QQQQCP.

Abstract

In the industrial enterprise, the necessary progress can be made by improving the production indicators. This improvement is based on individual and collective effort and allows the search for inexpensive facilities whose accumulation leads to appreciable results over time.

In addition to most productivity indicators, which are more about personnel, the Synthetic Performance Rate focuses on the productivity of equipment and the organization from a simple idea: the useful time. This is the time during which an equipment performs, at the right rate, a quantity of "good" product requested by the customer. The rest is lost work synonymous with longer time, scrapping, unnecessary investment. It is within this framework that our end-of-studies project, dealing with the improvement of the Synthetic Yield Rate of cutting machines within YAZAKI-MOROCCO, is based on the improvement tools (PARETO, DMAIC, 5 why and SMED).

Key words: PARETO, DMAIC, 5 WHY, SMED, 5 S, QQQQCP.

Liste des Figures

Figure 1: Vente Globale par secteur.....	2
Figure 2 : YAZAKI à travers le monde.....	3
Figure 3: Organigramme de YAZAKI-MAROC	5
Figure 4: Câble produit par YAZAKI MAROC	6
Figure 5: Les différentes types de câblage	7
Figure 6: Composants d'un câble.....	7
Figure 7: Flux de production de YAZAKI-MAROC.....	8
Figure 8: Flux de production de la zone de coupe	9
Figure 9: Dénudage de fils ; Figure 10: Sertissage de terminal	10
Figure 11: Exemple de jonction des fils ; Figure 12: Exemple de twist des fils.....	10
Figure 13: Fils insérer dans les connecteurs.....	11
Figure 14: Rubannage des fils.....	11
Figure 15: Objectif de projet	12
Figure 16 : Machines critiques de NISSAN.....	18
Figure 17 : machines critiques de RENAULT	19
Figure 18: machines critiques de PSA	19
Figure 19: Diagramme de Pareto des arrêts non planifiés	27
Figure 20: blocage de bouchon	30
Figure 21: Diagramme de Pareto des arrêts planifiés	32
Figure 22: Carte des manques de terminal et de bouchon.....	35
Figure 23: Lien entre la zone de coupe et le magasin	36
Figure 24: Nouvelle communication entre les distributeurs	36
Figure 25 : Les pagodes des fils ; Figure 26 : Chariot pour la distribution des fils.....	37
Figure 27 : Fiche de vérification des supports	38
Figure 28 : Fiche des références de chaque couloir	38
Figure 29 : Chariot des déchets	39
Figure 30: : Support terminal avant et après l'application du SMED.....	41
Figure 31: Support de l'applicateur	41
Figure 32 : Panneau de l'applicateur.....	42

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Fiche signalétique de YAZAKI-MAROC.....	3
Tableau 2 : Définition de projet selon l’outil QOOQCP.....	16
Tableau 3 : Définition de quelques arrêts.....	20
Tableau 4 : Arrêts de la machine komax 71	21
Tableau 5 : Arrêts de la machine komax 64.....	21
Tableau 6 : Arrêts de la machine komax 63.....	22
Tableau 7 : Arrêts de la machines komax 100	22
Tableau 8 : Arrêts de la machine komax 29.....	23
Tableau 9 : Arrêts de la machine komax 03.....	23
Tableau 10 : ordonnancement des arrêts non planifiés de trois projets	26
Tableau 11 : Causes racines à traiter	28
Tableau 12: « 5 pourquoi » de manque de bobine	28
Tableau 13 : « 3 pourquoi » de manque de terminal.....	29
Tableau 14: « 2 pourquoi » de (5 S).....	29
Tableau 15 : « 2 pourquoi » de confirmation de lot	29
Tableau 16 : « 3 pourquoi » de blocage de bouchon.....	30
Tableau 17 : « 3 pourquoi » de réglage d'applicateur	31
Tableau 18 : Ordonnancement des arrêts planifiés de trois projets.....	32
Tableau 19 : Arrêts planifiés qu'on doit optimiser	33
Tableau 20 : Écart entre les durées théoriques & réelles	33
Tableau 21: Fiche de réglage de l'applicateur	40
Tableau 22 : Fiche de réglage de vitesse.....	40
Tableau 23: Gain en termes de quantité produite.....	43
Tableau 24: Gain en termes du TRS	44

LISTE DES ABREVEATION

TRS : Taux de rendement synthétique

DMAIC : Définir, Mesurer, Analyser, Innover, Contrôler

SMED : Single Minute Exchange of Dies

CAO : Conception Assisté par l'Ordinateur

PSA : Peugeot & Citroën

IT : Informatique Technologie

QQOQCP : qui, quoi, où, quand, comment, pourquoi

TQ : Taux de qualité

TP : Taux de Performance

TD : Taux de Disponibilité

Table de matière

Introduction générale.....	1
CHAPITRE 1 : CONTEXTE GENERAL DU PROJET	
PRESENTATION GENERALE DE YAZAKI.....	2
I. Introduction :.....	2
II. Le groupe YAZAKI :.....	2
1. Généralités :.....	2
2. Le processus de délocalisation du Groupe YAZAKI :.....	2
III. YAZAKI-MAROC :	3
1. Fiche signalétique :.....	3
2. Création de YAZAKI-MAROC :.....	4
3. Mission des départements de YAZAKI MAROC :.....	4
4. Organigramme de YAZAKI-MAROC :.....	5
IV. Activité et Processus de production de YAZAKI-MAROC :.....	5
1. Activité :.....	5
1.1 . Définition de câblage :	6
1.2 . Les types de câblage :.....	6
1.3 . Les composants du câble :.....	7
2. Processus de production :	8
2.1 La zone de coupe :	8
2.2 . La zone de pré-assemblage :.....	10
2.3 . La zone d'assemblage :.....	10
DESCRIPTION DU PROJET DE STAGE DE FIN D'ETUDES.....	12
I. Introduction :.....	12
II. Cahier de charge :.....	12
2.1 . Démarche de suivis pour la bonne conduite du projet : DMAIC	13
2.2 . Les outils de développement à utiliser :	13
CONCLUSION	14
CHAPITRE 2 : DEFINITION DU PROBLEME ET MESURE DES ARRETS	
DEFINIR LA PROBLEMATIQUE	15
I. Introduction :.....	15

II.	Problématique :	15
1.	Définition de TRS :	16
2.	Décomposition de TRS :	16
	MESURE DES ARRETS DE MACHINE	18
I.	Introduction :	18
II.	Identification des machines de coupe à étudier :	18
III.	Chronométrage des arrêts :	20
1.	Projet NISSAN :	21
2.	Projet RENAULT :	22
3.	Projet PSA :	23
	CONCLUSION	24
CHAPITRE 3 : ANALYSE DES ARRETS		
I.	Introduction :	25
II.	Analyses des arrêts par PARETO :	25
1.	La méthode de PARETO :	25
2.	Analyses des arrêts non planifiés :	25
2.1	Manque de matière première :	28
2.2	Changement de fils + Changement de terminal :	29
2.3	Les 5 S :	29
2.4	Confirmation du lot :	29
2.5	Blocage de bouchon :	30
2.6	Réglage d'applicateur :	31
2.7	Patinage :	31
2.8	Bras vide réglage de vitesse :	31
3.	Analyses des arrêts planifiés :	31
	CONCLUSION	33
CHAPITRE 4 : INNOVER & CONTROLER		
	INNOVER : LES SOLUTION PROPOSEE	34
I.	Introduction :	34
II.	Les solutions proposées pour les arrêts :	34
1.	Les arrêts non planifiés :	34
1.1	Manque de la matière première :	34
1.2	Les 5 S :	38

1.3	Confirmation du lot :	39
1.1	Blocage de bouchon :	39
1.2	Réglage de l'applicateur :	39
1.3	Bras vide réglage de vitesse :	40
2.	Les arrêts planifiés :	40
2.1	Changement terminal et l'applicateur de côté A, B :	41
2.2	Les autres arrêts planifiés	42
CONCLUSION		42
CONTROLLER		43
I.	Introduction	43
1.	Estimation des différents gains	43
1.1	Gain en termes de la quantité produite et du temps	43
1.2	Gain en termes de TRS :	44
CONCLUSION		44
Conclusion générale		45
Annexes		46
Bibliographie		48

Introduction générale

L'industrie automobile est un secteur porteur au Maroc qui bénéficie, depuis toujours, d'une attention particulière des sphères politiques et économiques. C'est l'un des secteurs les plus structurés et les plus productifs au Maroc qui se caractérise par l'intervention de plusieurs entreprises dans différents domaines de compétence.

Sur le plan international, YAZAKI MAROC reste l'un des plus grandes entreprises ayant pour activité la fabrication des faisceaux électriques de véhicules. C'est pour cela YAZAKI-MAROC s'est penchée sur l'amélioration de son système de maintenance, de production et de qualité pour garder une image forte en répondant aux attentes du client.

Notre projet se situe dans la partie production précisément dans la zone de coupe. C'est dans ce cadre que s'instaure notre projet de fin d'étude qui a pour objectif : l'amélioration de Taux de Rendement Synthétique des machines de coupe de fils.

En cela, le Taux de Rendement Synthétique est un indicateur essentiel pour apprécier au plus juste la performance de l'outil de production, dont l'objectif est d'augmenter la capacité nette des équipements de production, réduire les coûts et définir les investissements.

L'amélioration de TRS (Taux de Rendement Synthétique) ne nécessite pas un grand investissement en nature, mais une revue totale des méthodes de travail, des indicateurs et surtout une grande coopération entre des services de production et de maintenance, l'amélioration visée passera inévitablement par les outils de base : PARETO, DMAIC, KAIZEN et SMED.

Le présent rapport résumera l'ensemble du travail réalisé tout au long du projet, il se compose de quatre chapitres : le premier chapitre est consacré à la présentation de l'entreprise YAZAKI MAROC au niveau mondial ainsi qu'au niveau national, il résumera également la stratégie et la démarche suivies pour la bonne conduite du présent projet. Dans le second chapitre nous développons les deux premières phases de la démarche DMAIC où nous posons clairement le problème et nous explicitons les différents types des données utilisées. Nous analysons dans le troisième chapitre les causes racines. Et finalement on a fait le bilan des gains saisis à partir des améliorations pour lesquelles nous avons optés, et en fin nous terminons le rapport par une conclusion.

CHAPITRE 1 : CONTEXTE GENERAL DU PROJET

PRESENTATION GENERALE DE YAZAKI

I. Introduction :

Cette première partie présente le contexte général de YAZAKI-MAROC et son organigramme.

II. Le groupe YAZAKI :

1. Généralités :

YAZAKI est une multinationale japonaise créée en 1929 par le père SADAMI YAZAKI. L'activité principale du groupe japonais dont le siège est basé à Tokyo est le câblage, la fabrication de composants électriques pour automobiles et instruments :

- faisceaux électriques.
- fils et câbles électriques.
- produits de gaz.
- La climatisation.

Le graphique suivant retrace la part de chaque activité dans le chiffre d'affaires global de la société qui est présenté par la figure 1.

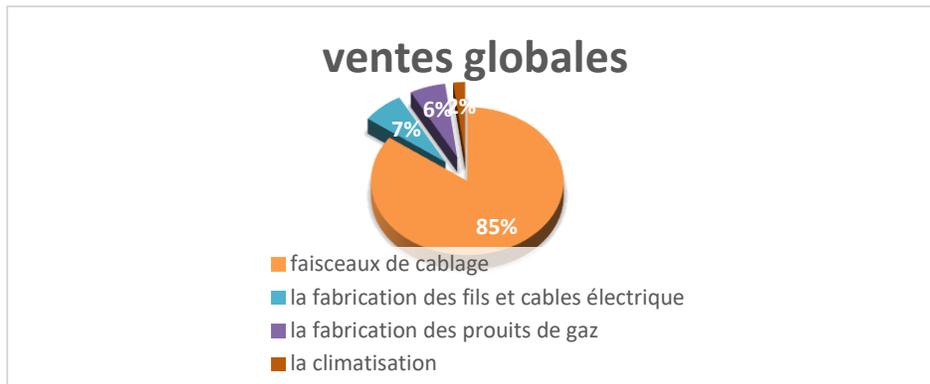


Figure 1: Vente Globale par secteur.

2. Le processus de délocalisation du Groupe YAZAKI :

Le processus de délocalisation de la société a commencé en 1962. Le groupe est présent dans 39 pays, il compte à son actif plus de 170 sociétés et 436 unités réparties entre usines de production, centres de service aux clients, centres techniques et technologiques. La figure 2 présente la répartition de YAZAKI dans le monde.



Figure 2 : YAZAKI à travers le monde

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

Elle emploie plus de 200.000 employés, répartis sur 170 sociétés dans le monde.

III. YAZAKI-MAROC :

Nous avons présenté dans cette partie quelques informations sur YAZAKI-MAROC comme sa fiche signalétique, sa création, les missions des départements et l'organigramme d'accueil.

1. Fiche signalétique :

Le tableau 1 illustre la fiche signalétique de YAZAKI-MAROC Tanger :

Raison sociale	YAZAKI MOROCCO
Forme juridique	Société Anonyme
Capital social	86.025.400 DHS Convertibles
Date de création	2000
Investissement	47 Millions Euros
Date de démarrage	2001
Activité	Câblage automobile
Superficie	50000 m ²
Effectif	4000
Registre de commerce	20521
Patente N°	50279338
N° d'affiliation à la CNS	6555702
Adresse	LOT 101, Zone Franche d'exportation Aéroport, Tanger 90000 Maroc
Tél/Fax	0539399000
Site	www.yazaki-europe.com

Tableau 1 : Fiche signalétique de YAZAKI-MAROC

2. Création de YAZAKI-MAROC :

La création de la société en octobre 2000, Le Maroc a été le premier pays africain dans lequel Mr YAZAKI a inauguré son site opérationnel pour la production du câblage automobile.

YAZAKI MAROC est spécialisée dans la production et le montage du câblage automobile, ces principaux clients sont NISSAN, PSA (Peugeot & Citroën), RENAULT, elle emploie environ 4000 employés.

Le choix de la ville de Tanger est légitimé par plusieurs raisons dont les principales sont :

- La proximité de l'Europe : Tanger étant située à 13 KM de l'Espagne.
- La fréquence des liaisons et correspondances maritimes.
- L'existence d'un aéroport International.
- La vocation même de la ville : 2ème ville industrielle du pays.

3. Mission des départements de YAZAKI MAROC :

La société YAZAKI-MAROC est organisée en plusieurs départements comme :

- **Département production** : 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.
- **Département logistique** : Son rôle est d'optimiser la mise en place et le lancement des programmes de fabrication tout en assurant une gestion optimale du stock et une expédition à temps aux clients.
- **Département ingénierie** : Il a pour mission d'adapter les procédés de fabrication conformément aux règles définies par les Directions Engineering et Qualité du groupe.
- **Département des ressources humaines** : Disposer à temps des effectifs suffisants et en permanence, assurer une gestion performante individuelle et collective du personnel par la formation.
- **Département qualité** : C'est le garant de la politique et du système qualité de l'entreprise à travers l'implantation d'un système qualité fiable qui répond aux exigences des clients afin d'atteindre le niveau de qualité escompté sur le plan du processus et des produits.

- **Département maintenance** : Il assure l'installation et la maintenance de tous les équipements de l'usine avec une fiabilité optimale et une efficacité maximale d'équipement de YAZAKI-MAROC.
- **Département informatique technologie (IT)** : Il assure le bon fonctionnement de tous les matériels et machines connectées au réseau, ainsi que l'installation et l'administration.

4. Organigramme de YAZAKI-MAROC :

La figure 3 illustre l'organigramme de YAZAKI-MAROC Tanger

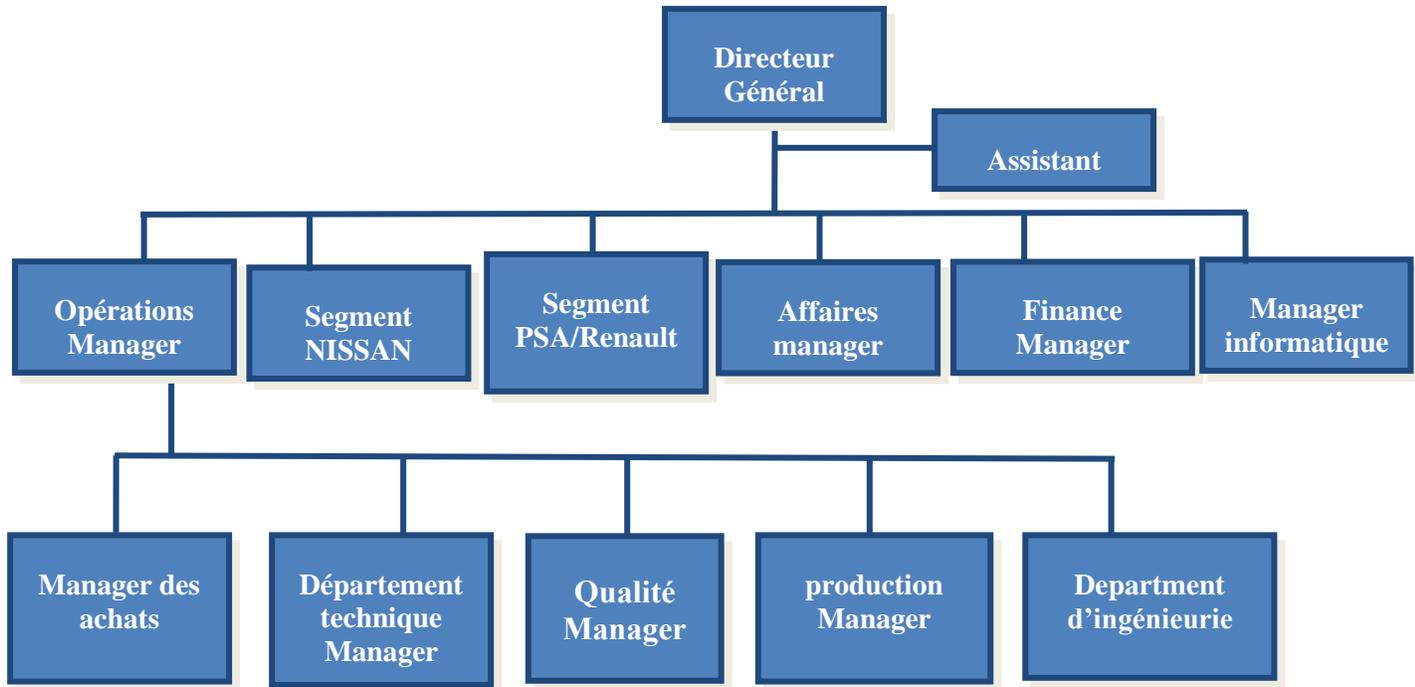


Figure 3: Organigramme de YAZAKI-MAROC

La structure de l'organigramme est une structure fonctionnelle, qui coiffe un ensemble d'activités diverses, et l'information circule entre eux en assurant une certaine coordination qui minimise le pourcentage des défauts et de dysfonctionnements internes.

IV. Activité et Processus de production de YAZAKI-MAROC :

1. Activité :

L'activité de YAZAKI-MAROC est la conception des câbles électriques qui servent à réaliser la conductivité électrique entre des différents points dans l'automobile de la source d'énergie (la batterie) aux consommateurs de celle-ci.

1.1. Définition de câblage :

Un câblage est un ensemble de conducteurs électriques, terminaux, connecteurs et matériels de protection (figure 4). Il a pour objectif de faire la conductivité électrique entre des différents points dans l'automobile de la source d'énergie (la batterie) aux consommateurs de cette énergie (démarreur, les essuie-glaces, allumer les fards...).



Figure 4: Câble produit par YAZAKI MAROC

Un câblage se subdivise en plusieurs parties qui sont liées entre elles, cette division est très utile pour :

- Faciliter le montage dans la voiture.
- Faciliter la réparation en cas de panne du fonctionnement électrique dans l'automobile.

1.2. Les types de câblage :

Pour les différents types de câblage utilisé en véhicule, voir La figure 5 :

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

Les mots qui sont entre parenthèse signifient les mots technique qui sont utilisés chez YAZAKI-MAROC.

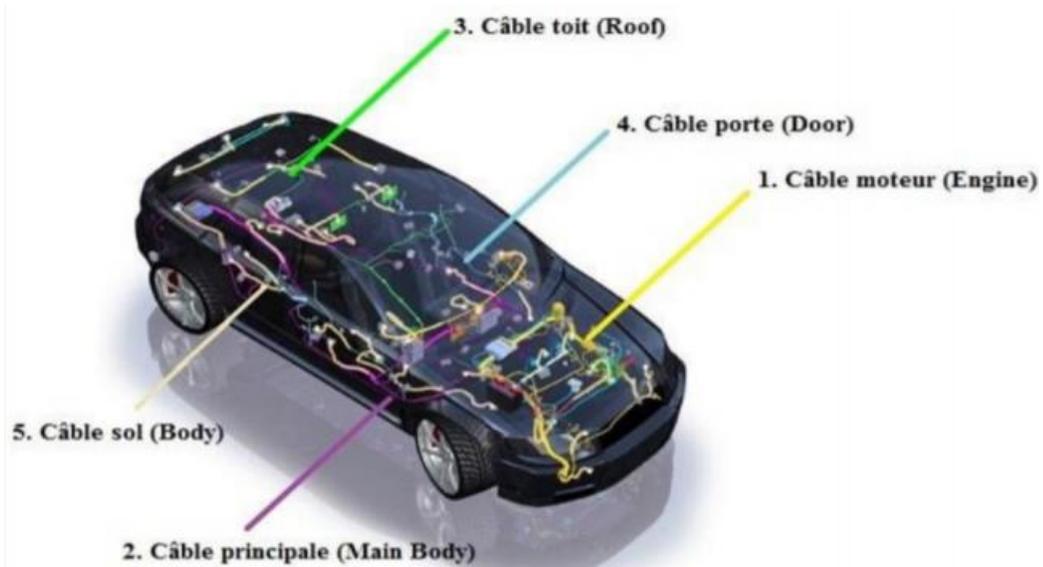


Figure 5: Les différents types de câblage

1.3. Les composants du câble :

Un câble est constitué de plusieurs composants voire la Figure 6 :

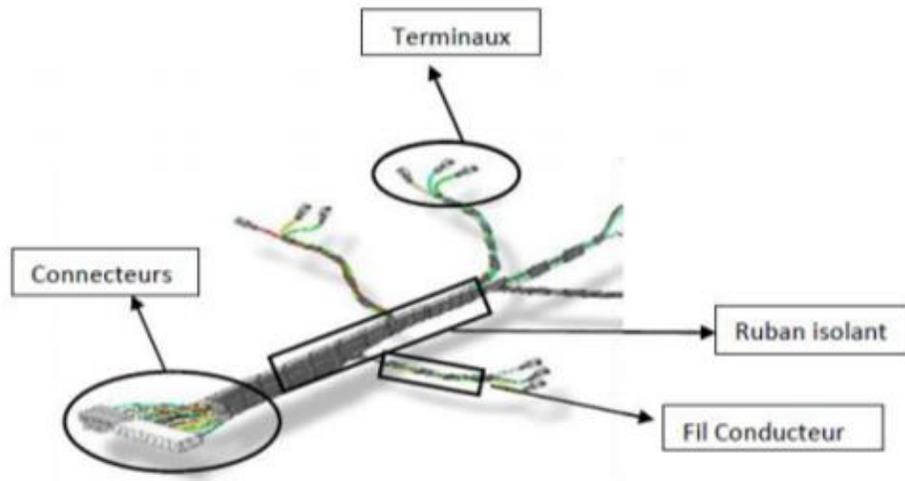


Figure 6: Composants d'un câble

- **Fils électrique** : C'est le principal composant du câblage. Il est utilisé pour conduire le courant électrique d'un point à un autre.
- **Terminaux** : Les terminaux sont les pièces responsables d'assurer une bonne connexion.

- **Connecteurs** : Les connecteurs sont des pièces où les terminaux sont insérés.
- **Accessoires** : Ce sont des composants pour faire la protection et l'isolation du câblage (Les tubes, Fusible, Clips, Ruban isolants...)

2. Processus de production :

Le processus de fabrication de la société YAZAKI-MAROC se compose de 3 étapes à savoir : la zone de coupe, de pré-assemblage et de montage (Figure 7) :

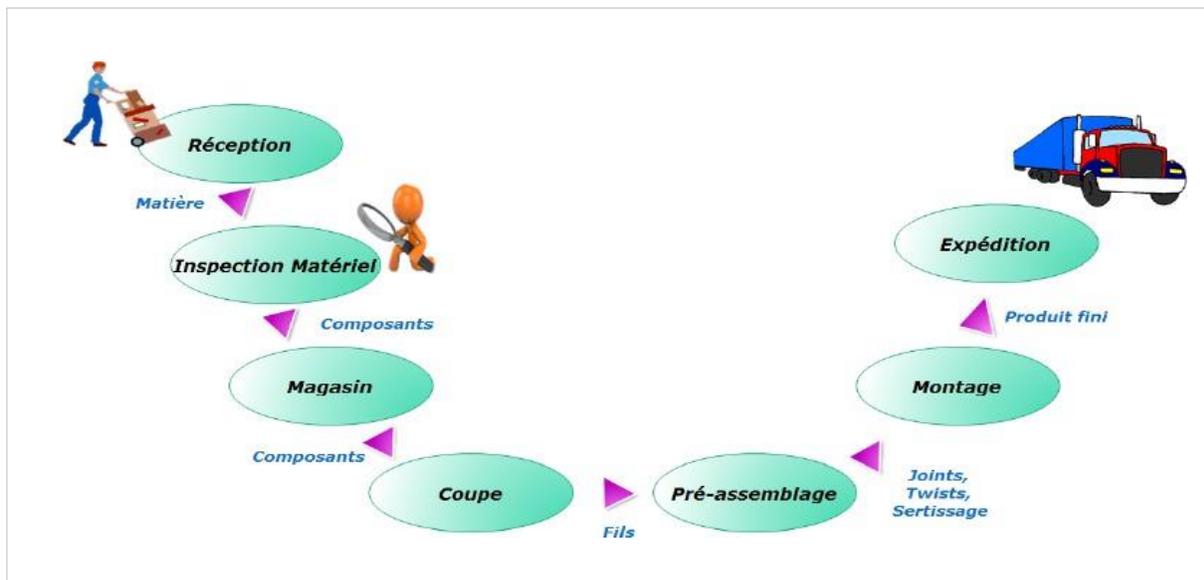


Figure 7: Flux de production de YAZAKI-MAROC

2.1 La zone de coupe :

La production des câbles automobiles suit un long processus. La matière première qui est sous forme des bobines de fils arrive en grand lot aux locaux de stockages. Ces bobines passent ensuite à la zone « rack » juste avant la zone de coupe. La zone de coupe appelée aussi la zone P1 contient plusieurs machines de coupe, permettant de couper les câbles des bobines en câbles élémentaires suivant les exigences de service de production qui spécifie le type de bobine et le nombre de câbles à découper.

La zone P1 est équipée de 3 types de machine de coupe : KOMAX, SCHLEUNIGER qui sont des marques allemandes et une machine de marque japonaise YAZAKI destinées au découpage, dénudage et sertissage des fils. Ces machines sont disposées l'une à côté de l'autre, chaque machine est alimentée en fils par le Rack bobines et en terminaux par une bobine de terminaux.

La figure 8 montre La zone de coupe qui est alimentée par des bobines des fils par **la zone**

rack. Elle se situe près du magasin. Cette zone de rack joue un rôle très important dans le processus de fabrication des câbles électriques. Elle contrôle et garde le niveau de stock permettant à la fois l'inventaire des commandes de bobine et le suivi des bobines demandées par la zone de coupe. La zone rack contient plusieurs gerbeurs (machine de manutention), permettant le déplacement des bobines entre cette zone et les différentes machines de coupe. Chaque gerbeur est équipé d'un ordinateur portable recevant les commandes demandées par la zone de coupe.

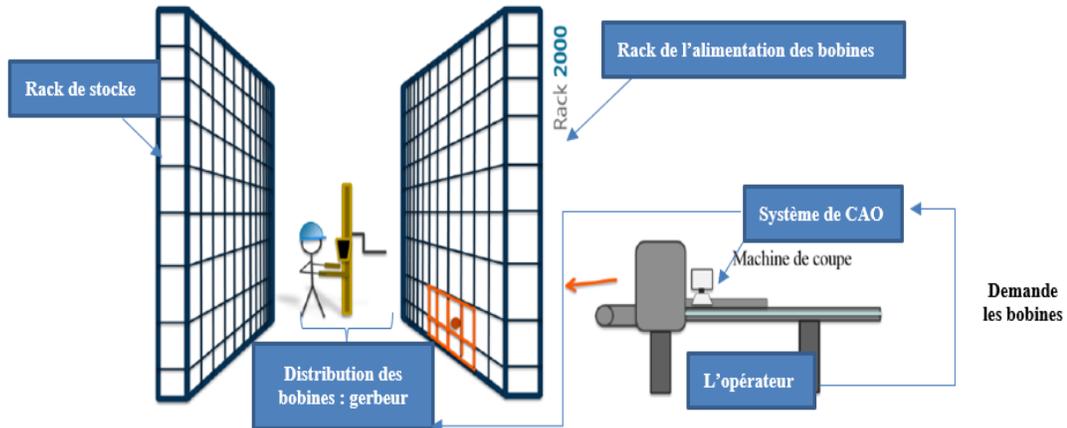


Figure 8: Flux de production de la zone de coupe

La zone de coupe où tout produit doit passer obligatoirement par un ou plusieurs des processus de fabrication suivants :

- ✓ **La découpe :** Découper les fils simples selon les sections et les longueurs prédéfinies.
- ✓ **Le dénudage :** Éliminer une petite longueur de l'isolant et faire apparaître les filaments (figure 9).
- ✓ **Le sertissage :** Ajouter des terminaux aux fils simples (figure 10).



Figure 9: Dénudage de fils



Figure 10: Sertissage de terminal

2.2. La zone de pré-assemblage :

La zone de pré-assemblage appelée aussi la zone P2, il représente le point de liaison entre la coupe et le montage, cette phase a pour but de finaliser les fils provenant de la coupe et de les transformer en produit fini prêt à la consommation dans la phase du montage.

Parmi les processus dans la zone de pré-assemblage on trouve : Twist, Jointure, Sertissage...

- ✓ **La jonction** : Ajouter des fils à d'autres fils et souder les parties dénudées comme nous illustre la figure 11.
- ✓ **Twist** : Sert à twister deux fils rarement trois fils (figure 12).

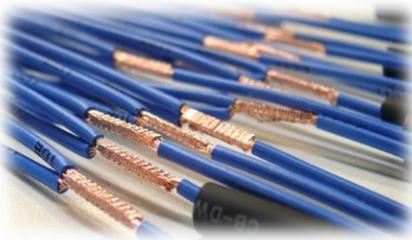


Figure 11: Exemple de jonction des fils

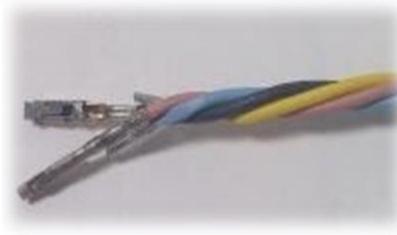


Figure 12: Exemple de twist des fils

- ✓ **Sertissage manuel** : on ajoute le terminal manuellement au fils de grande Section.

2.3. La zone d'assemblage :

La zone d'assemblage appelée aussi la zone P3, Les éléments préfabriqués dans les deux zones précédentes sont rassemblés dans la zone de montage afin de monter le faisceau de câble final qui va être expédié après vers le client. Le montage se subdivise en six étapes :

- ✓ **Insertion** : Insérer les fils dans les connecteurs, (Figure 13).

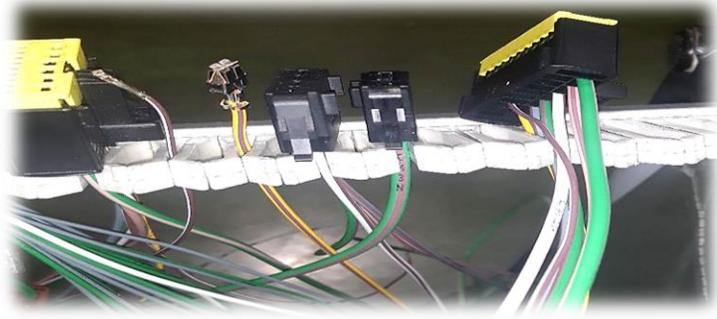


Figure 13: Fils insérés dans les connecteurs

- ✓ **Rubanage** : Par les rubans et par les tubes (Figure 14).

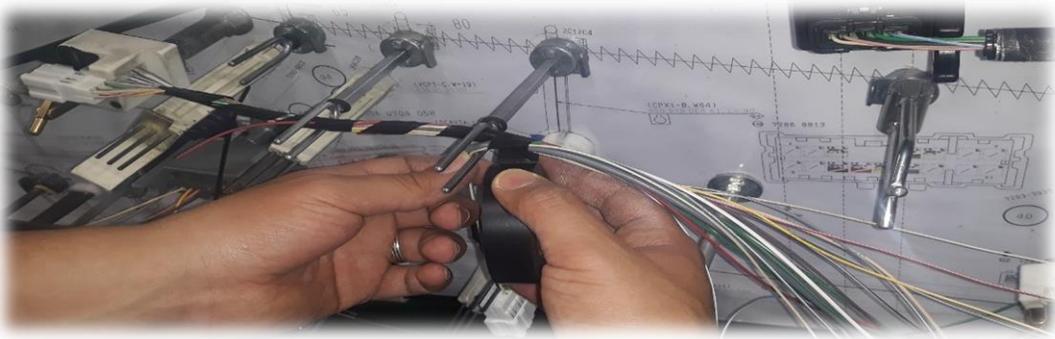


Figure 14: Rubannage des fils

- ✓ **Test électrique** : assurer de la continuité électrique et s'assurer si les câbles sont inversés ou pas.
- ✓ **Clip checker** : Cette étape a pour but de détecter si on a un manque d'un clip, si les mesures sont exactes entre les différents clips, ...etc.
- ✓ **Test visuel** : Médiation de tout le câblage et opérations finales.
- ✓ **Emballage** : Enrouler et plier le câblage suivant les spécifications du client et le mettre dans la caisse correspondante.

DESCRIPTION DU PROJET DE STAGE DE FIN D'ETUDES

I. Introduction :

Face aux exigences des marchés, la direction de la société YAZAKI-MAROC a décidé d'améliorer sa productivité et sa réactivité afin d'optimiser les coûts, les délais et la qualité de ses produits.

Pour atteindre ses objectifs, YAZAKI-MAROC nous a confié la mission de préparer Une démarche structurée afin d'augmenter son taux de rendement synthétique. Tout d'abord, analyser la situation actuelle et fixer les objectifs puis coordonner les actions ensuite maitriser les moyens ainsi suivre les actions en cours et rendre compte de l'avancement du projet.

II. Cahier de charge :

Sujet : Amélioration de taux de rendement synthétique au sein de la zone de coupe de YAZAKI-MAROC.

Dans cette partie, nous définissons de façon précise le besoin du client. La figure 15 présente une bête à cornes qui illustre les éléments principaux du cahier de charge de ce projet.

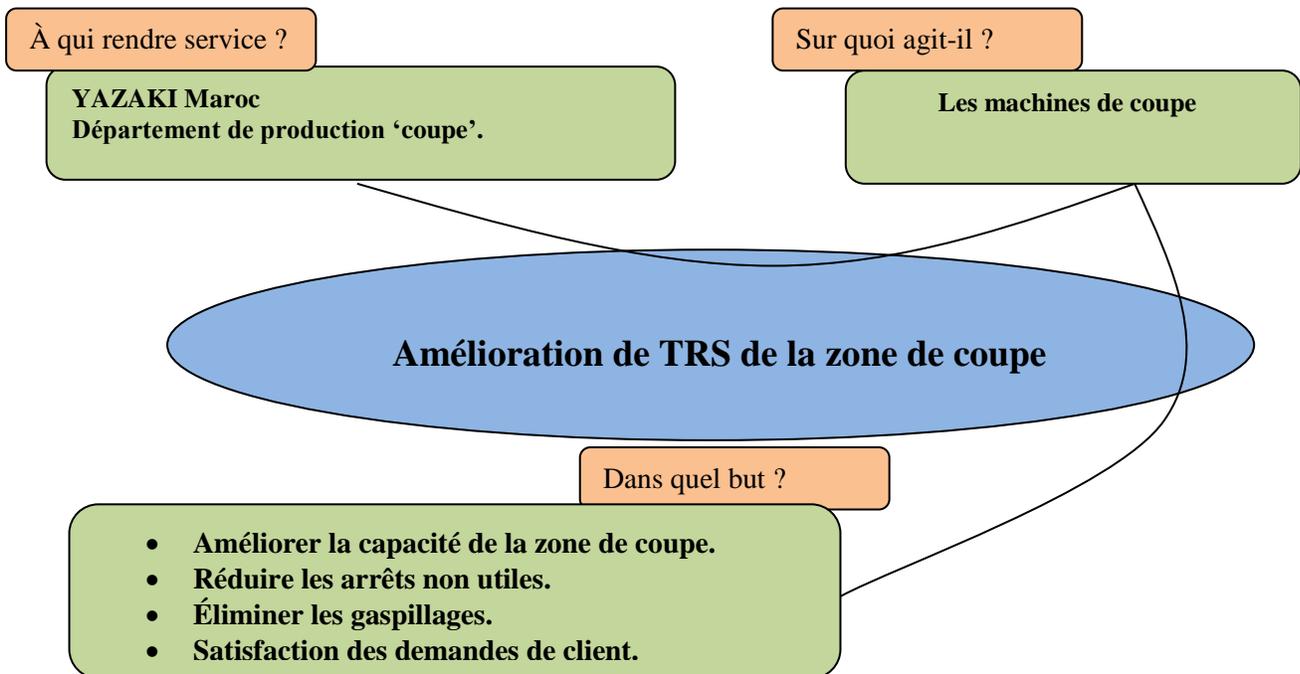


Figure 15: Objectif de projet

2.1. Démarche de suivis pour la bonne conduite du projet : DMAIC

Afin de répondre efficacement aux objectifs du cahier des charges, nous avons traité le présent projet en suivant la démarche DMAIC, il s'agit d'une démarche utilisée dans le cadre des projets Lean - Six Sigma pour améliorer la performance opérationnelle des processus.

Le DMAIC, propose un cadre d'analyse s'appuyant sur les principaux éléments qui caractérisent la méthode Six Sigma :

- L'expression des attentes clients.
- Collecte de données objectives (approche statistique) permettant de mesurer la performance d'un processus.
- La mise en œuvre d'une dynamique de progrès.

DMAIC est un acronyme formé par les mots suivants **D**éfinie, **M**esurer, **A**nalyser, **I**nnover, **C**ontrôler.

Il désigne une méthode en cinq étapes qui sont :

-Définir : Cette phase s'attache à la définition des objectifs et limites du projet, à l'identification des questions nécessaires pour atteindre ces objectifs.

-Mesurer : L'objectif de la phase Mesurer consiste à rassembler les informations (les faits) et objectiver le problème à traiter, ainsi que de mieux identifier les zones à problèmes ;

-Analyser : Il s'agit de discriminer l'essentiel de l'accessoire, l'important du secondaire, afin de focaliser les efforts sur les vraies causes des problèmes ;

-Innover : C'est la mise en place des solutions visant à éradiquer les causes les plus probables des problèmes ;

-Contrôler : Cette phase vise à évaluer les résultats des solutions proposées au niveau de la phase Innover.

2.2. Les outils de développement à utiliser :

Pour remédier aux problèmes de la situation actuelle, nous proposons des méthodes de résolution et d'amélioration. Ces outils sont les suivants :

- ✓ **PARETO** : Moyen simple pour classer les phénomènes par ordre d'importance.
- ✓ **SMED**: Single Minutes Exchange of Die.

La démarche d'amélioration agit : le milieu, le personnel, les moyens et les méthodes....

Pour répondre aux enjeux de notre problématique, le cahier des charges ci-après récapitule les différentes étapes à suivre :

- Analyse des indicateurs et étude technique des machines de coupe :
- Analyser les indicateurs actuels des machines de coupe :
 - ✓ Taux de disponibilité.
 - ✓ Taux de performance.
 - ✓ Taux de la qualité.
 - ✓ Taux de rendement synthétique.
- Analyser le Setup time (arrêt planifié) et les arrêts techniques (arrêt non planifié), procéder à une étude par PARETO pour classer par ordre de priorité les arrêts racines.
- Différentes défaillances des équipements de la zone de coupe.
- Élaborer un plan d'action pour les pannes les plus critiques et faire une conclusion.
- Implémenter l'activité SMED :
 - Établir des plans d'actions pour améliorer le **TRS** (taux de rendement synthétique), afin de corriger les écarts détectés suite aux études préalables et de suivre l'état d'avancement des décisions de l'entreprise.
 - Évaluation des résultats.

CONCLUSION

Dans ce premier chapitre nous avons donné une brève présentation de l'organisme d'accueil YAZAKI au niveau mondial ainsi qu'au niveau national, ensuite nous avons présenté le contenu du cahier des charges du projet mené dans le cadre de notre stage de fin d'études, tout en citons ses risques, son management et la démarche suivis pour sa conduite.

CHAPITRE 2 : DEFINITION DU PROBLEME ET MESURE DES ARRETS

DEFINIR LA PROBLEMATIQUE

I. Introduction :

Il s'agit de la première étape de la démarche DMAIC, élaborée pour l'identification et la définition du problème à traiter, la phase Définir où nous posons clairement le problème pour mettre en œuvre le présent projet.

Les outils utilisés pour cette première étape de la méthode DMAIC :

- Formulation du problème par la méthode **QOOQCP**.

II. Problématique :

Au niveau de la zone de coupe, les machines Komax n'atteignent pas leurs objectifs de production à cause des arrêts planifiés et non planifiés qui influence sur la diminution de TRS. Pour cela nous avons fait une étude pour améliorer le TRS.

Puisqu'un problème bien posé est déjà à moitié résolu, la phase de définition de la problématique est particulièrement importante. En effet, c'est à ce moment que nous aboutissons à un accord sur la définition et l'étendue du problème. La méthode QOOQCP permet d'avoir sur toutes les dimensions du problème des informations élémentaires suffisantes pour identifier ses aspects essentiels [1]. Elle adopte une démarche d'analyse critique constructive basée sur le questionnement systématique. Il s'agit de se poser les questions de façon systématique afin de n'oublier aucune information, voir le tableau 2 :

QOOQCP	Projet : Amélioration de TRS
Qui ? Qui est concerné par le problème ?	<ul style="list-style-type: none"> • Département de production
Quoi ? De quoi s'agit-il ?	<ul style="list-style-type: none"> • Amélioration de TRS de machine de coupe
Où ? Où se passe le problème ?	<ul style="list-style-type: none"> • Dans la zone de coupe
Comment ? Comment résoudre ce problème ?	<ul style="list-style-type: none"> • Recueil des mesures • Constations des pertes et analyse détaillés des opérations de fabrication • Procéder à l'amélioration par la méthode DMAIC

<p>Pourquoi ? Résoudre ce problème ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Éviter les pertes de temps et les retards • Augmenter la cadence de production • Améliorer les indicateurs de TRS
---	---

Tableau 2 : Définition de projet selon l'outil QOOQCP

1. Définition de TRS :

Le TRS est défini par la norme **NF E60-182** comme le rapport du temps utile sur le temps requis. Il représente donc le pourcentage du temps passé à faire des pièces bonnes à la cadence nominale, par rapport au temps pendant lequel le moyen était mis à disposition de la production (temps requis) [2].

Il peut aussi être calculé comme le rapport du nombre de pièces bonnes produites par le nombre de pièces qu'il serait théoriquement possible de réaliser pendant le temps de production.

Le TRS peut être décomposé en trois sous-indicateur : il est le produit du Taux de Qualité, du Taux de Performance, et de la Disponibilité Opérationnelle.

$$\text{TRS} = \text{Taux de Qualité} * \text{Taux de Performance} * \text{Taux de Disponibilité}$$

2. Décomposition de TRS :

- **Taux de qualité (TQ) :**

Le taux de qualité qui correspond à la quantité bonne des pièces produites. C'est le nombre d'unités respectant les critères de qualité par rapport au nombre total d'unités produites pendant les heures productives.

$$\text{TQ} = (\text{Temps utile} / \text{Temps net}) = (\text{nbr pièces bonnes} / \text{nbr pièces réalisées})$$

- **Taux de performance (TP) :**

Le taux de performance est le nombre d'unités produites pendant les heures productives par rapport à la capacité maximale (autrement dit, la performance de l'équipement par rapport aux spécifications du fabricant).

$$\text{TP} = \text{Temps net} / \text{Temps de fonctionnement}$$

- **Taux de disponibilité (TD) :**

Le taux de disponibilité est le taux qui mesure le temps durant lequel l'équipement fonctionne. C'est le nombre d'heures de production par rapport au nombre d'heures planifiées. C'est une mesure

de performance qu'on obtient en divisant la durée durant lequel l'équipement est opérationnel par la durée totale durant laquelle on aurait souhaité qu'il le soit.

$$\text{TD} = \text{Temps de fonctionnement} / \text{Temps requis}$$

Remarque : le taux de qualité au niveau des machines de coupe est à peu près 100%, car le nombre de produit non conforme est négligeable devant les pièces réalisées.

- **Temps requis :** Est une partie du temps d'ouverture pendant lequel l'utilisateur engage son moyen de production avec la volonté de produire. Chez YAZAKI-MAROC le calcul de TRS se fait par shift donc le temps d'ouverture est 8 heures, il n'y a pas d'arrêts programmés donc le temps requis est égal à temps d'ouverture. Appelé aussi **Total Time** :

$$\text{Total Time} = \text{Temps requis} = \text{temps d'ouverture} = 8 \text{ heures}$$

- **Temps de fonctionnement :** Partie du temps requis pendant lequel le moyen de production produit des pièces bonnes et mauvaises dans le respect ou non du temps de cycle de référence. Appelé aussi **UP Time**.
- **Temps Mort :** Partie du temps requis, c'est la somme de tous les arrêts de la machine planifiés et non planifiés est appelé aussi **Down Time** :

$$\text{Down Time} = \text{Total Time} - \text{UP Time} = \text{arrêts planifiés} + \text{arrêts non planifiés}$$

- **Arrêts planifiés :** ce sont des arrêts de changement de série comme : changement de fils, bobine, terminal, applicateur, test et des échantillons.... Appelé **Setup Time**.
- **Arrêts non planifiés :** ce sont des arrêts non programmés comme les pannes, maintenance, coupure d'électricité, manque de matière première...

MESURE DES ARRETS DE MACHINE

I. Introduction :

La première partie nous a permis de définir le cadre du projet et de mettre en évidence les paramètres critiques pour la compréhension du problème.

L'étape suivante est l'étape « Mesurer », où nous avons recherché les données mesurables caractérisant le processus concerné et recueilli des informations de la zone de coupe afin d'identifier les problèmes existants.

II. Identification des machines de coupe à étudier :

Avant de se lancer dans le chronométrage des arrêts, nous devons identifier tout d'abord les machines critiques à étudier (deux machines par projet), Nous avons pris l'historique de TRS de deux mois (décembre 2018 – janvier 2019) à partir de CAO : c'est un système de gestion de coupe des fils permettant de distribuer de manière optimisée les ordres de fabrication sur les machines de coupe et d'enregistrer tous les indicateurs de production (TRS, Disponibilité, Performance, et de qualité).

A partir des résultats de deux mois (décembre-janvier), nous avons calculé le TRS moyen de chaque machine de chaque projet, et les avons classés par ordre décroissant.

- **PROJET NISSAN :**

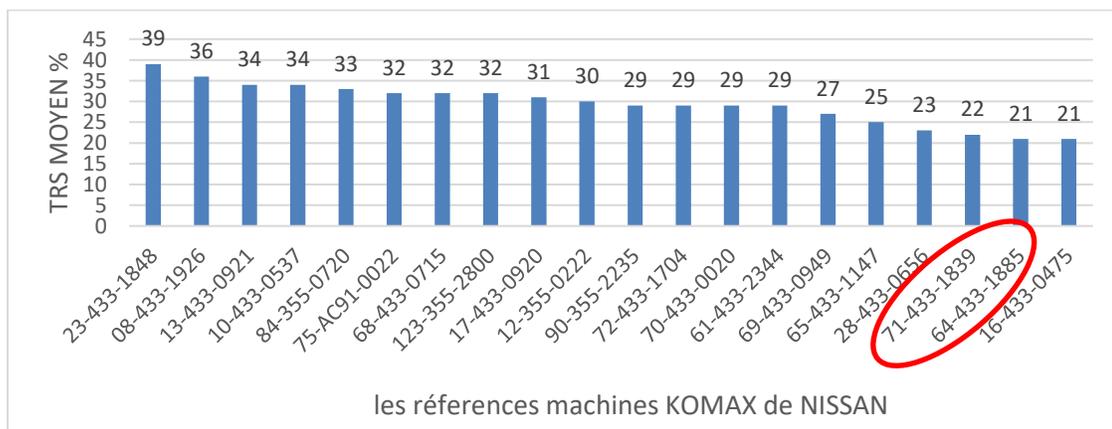


Figure 16 : Machines critiques de NISSAN

D'après la figure 16, les machines critique sur lesquelles nous avons fait notre suivi sont :
71-433-1839 et 64-433-1885

• **PROJET RENAULT :**

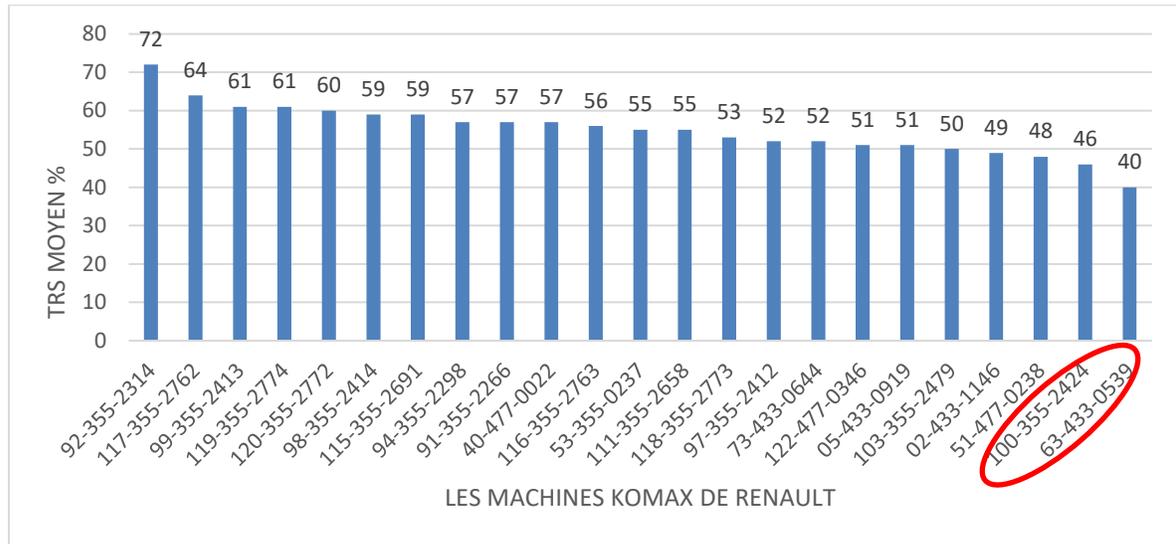


Figure 17 : machines critiques de RENAULT

D’après la figure 17, les machines critiques sur lesquelles nous avons fait notre suivi sont :
100-355-2424 et 63-433-0539

• **PROJET PSA :**

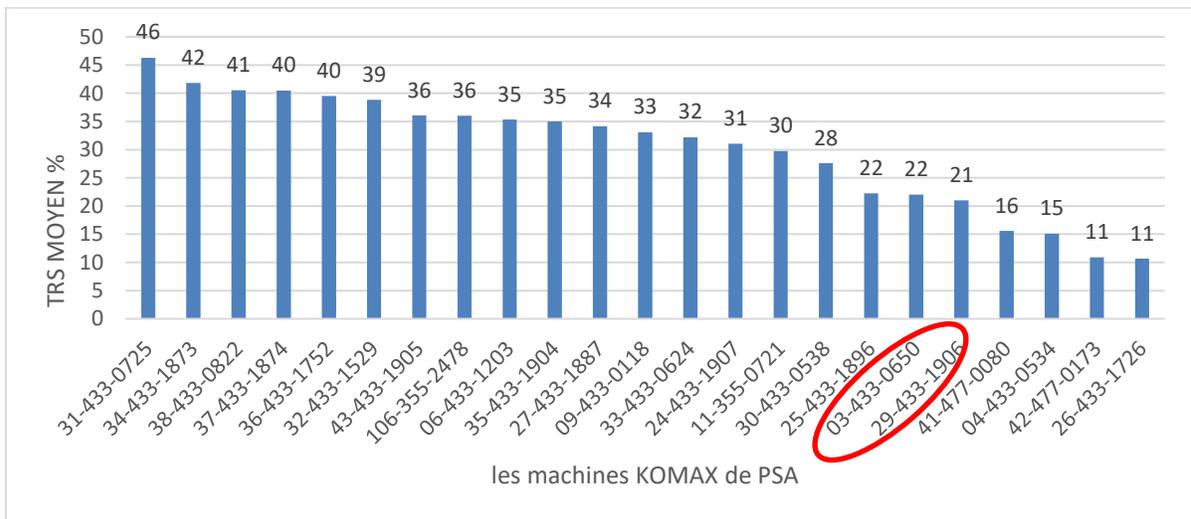


Figure 18: machines critiques de PSA

D’après les figures 18, les machines critiques sur lesquelles nous allons fait notre étude pour le projet PSA sont : 03-433-0650, 29-433-1906.

Remarque : pour le projet PSA, les machines (41, 04, 42, 26) ont des TRS plus faibles, parce qu’ils ne travaillent que des quelques heures par jour.

III. Chronométrage des arrêts :

Nous avons sélectionné deux machines critiques par projet pour étudier la disponibilité de chacune, c'est-à-dire le chronométrage des arrêts planifiés et non planifiés.

Nous avons fait un chronométrage de tous les arrêts de ces machines, pour déterminer les causes racines de ces arrêts.

La durée de chronométrage : deux shifts par jour :

De 06 :00h-----14 :00h, et de 14 :00h-----22 :00h pendant 6 jours.

Avant de commencer le chronométrage des arrêts, nous avons fait un tableau qui contient les explications de tous les arrêts comme nous montre le tableau 3.

Les Arrêts planifiés ou SETUP Time : c'est le temps de changement de série, c'est-à-dire le temps de préparation des outils d'une nouvelle commande :

Les arrêts planifiés	Définition
Confirmation de fin du lot	Emballer le dernier lot de la commande précédant et insérer les mesures de dernier fils produit en CAO (la longueur, les mesures de dénudage et sertissage).
Ajustement des mesures	C'est un échantillon fait pour la vérification de l'état de fils avec le terminal
Échantillon dénudage	C'est un échantillon fait pour la vérification de l'état de filaments de fils
Apprentissage	L'insertion de toutes les mesures sur le CAO
Positionnement	Réglage le positionnement de terminal avec l'applicateur
Changement de kit bouchon	Changement les accessoires de bouchon
Force de traction	Application d'une force entre le fils et le terminal pour assurer les demandes clients
Mesures de longueur	Mesures de longueur de fils
Scan	Scanner tous les outils pour commencer la production
Test CFA	Test de la machine de coupe au début de chaque shift

Tableau 3 : Définition de quelques arrêts

1. Projet NISSAN :

- Chronométrage des arrêts de la machine komax **71-433-1839** fait le **12/02/2019** comme nous illustre le tableau 4 :

Les arrêts planifiés (min)		Les arrêts non planifiés (min)			
Confirmation de fin du lot	80,87	Manque de bobine	88,75	Scan	2,42
Changement de fils	61,42	Ajustement des mesures	11,67	Réglage l'applicateur	2,33
Ajustement des mesures	50,02	Blocage de bouchon	9,40	Bras vide (réglage de vitesse)	2,28
Échantillon de dénudage	36,18	Échantillon de dénudage	9,38	Réglage d'entraînement	2,02
Changement de terminal avec l'applicateur (B)	21,53	Changement de fils	7,38	Changement de bouchon	1,67
Apprentissage	20,40	Manque de terminal	6,93	Manque d'électricité	1,50
Changement de terminal avec l'applicateur (A)	20,15	Confirmation du lot	6,02	Blocage de terminal	1,40
Scan	13,72	Réglage de l'étiqueteuse	5,93	Manque d'étiquette	1,33
Positionnement de fils	11,57	5S	4,78	Patinage	1,33
Changement de kit bouchon	8,30	Manque de terminal	4,65	Manque de bouchon	0,80
Force de traction	5,50	Force de traction	3,20	Mesures de longueur	0,37
Mesures de longueur	1,08	Changement terminal	2,77	Problème de connexion	2,67
Total : 330,73 min		Total : 180,98 min			

Tableau 4 : Arrêts de la machine komax 71

- Chronométrage des arrêts de la machine komax **64-433-1885** fait le **13/02/2019** comme nous présente le tableau 5 :

Les arrêts planifiés (min)		Les arrêts non planifiés (min)			
Confirmation de fin du lot	80,92	Manque de bobine	67,25	Scan	0,85
Ajustement des mesures	73,70	Réglage d'applicateur	29,77	Manque de bouchon	0,68
Changement de terminal avec l'applicateur (A)	60,90	Blocage de terminal	14,98	Changement de terminal	0,67
Changement de fils	47,93	Blocage de bouchon	14,43	Vérification de qualité (service de qualité)	0,67
Changement de terminal avec l'applicateur (B)	41,22	Changement de fils	5,00	Ajustement des mesures	0,42
Échantillon de dénudage	34,00	Confirmation du lot	4,88	Mesure de longueur	0,42
Positionnement de fils	28,45	Problème de connexion	4,67		
Apprentissage	27,60	5S	3,48		
Scan	18,67	Manque de terminal	2,72		
Changement de kit bouchon	10,58	Problème variation de mesure	2,15		
Force de traction	8,37	Échantillon de dénudage	1,43		
Mesures de longueur	4,47	Vider les SCRAP	1,40		
Test CFA	2,00	Patinage	1,28		
Total : 438.8 min		Total : 157.2 min			

Tableau 5 : Arrêts de la machine komax 64

2. Projet RENAULT :

- Chronométrage les arrêts de la machine komax **63-433-0539** fait le **14/02/2019** comme nous montre le tableau 6 :

Les Arrêts planifiés (min)		Les arrêts non planifiés (min)			
Confirmation de fin du lot	35,48	Manque de bobine	18,35	Échantillon de dénudage	2,15
Ajustement des mesures	34,68	Réglage d'applicateur	12,32	Scan	1,95
Changement de fils	34,40	Changement de fils	8,20	Patinage	1,57
Échantillon de dénudage	20,43	5S	6,98	Apprentissage	1,27
Changement de terminal avec l'applicateur A	18,98	Changement de terminal	6,78	Ajustement des mesures	1,22
Apprentissage	15,98	Vérifier positionnement de fils	6,18	Changement de bouchon	0,82
Changement de terminal avec l'applicateur B	15,60	Vérification de qualité (service de qualité)	5,38	Coupage de fils	0,77
Force de Traction	9,57	Changement de terminal	3,78	Confirmation du lot	0,57
Scan	7,27	Blocage de terminal	3,62		
Mesure de Longueur	4,75	Manque de terminal	3,33		
Changement de Kit bouchon	2,35	Blocage d'applicateur	2,83		
Positionnement de fils	2,03	Problème de scan	2,60		
Test CFA	0,57	Changement de bobine	2,38		
Total : 202.10 min		Total : 93.05 min			

Tableau 6 : Arrêts de la machine komax 63

- Chronométrage les arrêts de la machine komax **100-355-2424** fait le **15/02/2019** voir le tableau 7 :

Les arrêts planifiés (min)		Les arrêts non planifiés (min)			
Ajustement des mesures	40,02	Bras vide réglage de vitesse	27,43	Déclaration d'arrêt	4,13
Confirmation fin du lot	30,33	Manque de bobine	18,87	5 s	2,98
Changement de fils	26,92	Blocage de bouchon	17,60	Ajustement des mesures	2,53
Changement de terminal avec l'applicateur (A)	23,43	Réglage d'applicateur	17,23	Blocage d'applicateur	2,50
Échantillon de dénudage	20,62	Patinage	15,63	Confirmation du lot	2,13
Apprentissage	13,58	Changement de terminal	11,73	Bras vide (manque d'embout)	1,55
Scan	4,75	Manque de terminal	9,52	No Work	1,30
Changement de terminal avec l'applicateur (B)	4,38	Changement de fils	7,85	Positionnement de fils	1,28
Positionnement de fils	2,23	Réglage d'entraînement	7,33	Scan	0,45
Mesures de longueur	1,93	Blocage de terminal	5,40		
Test CFA	0,00	Blocage de système	4,15		
Total : 168.2 min		Total : 161.62 min			

Tableau 7 : Arrêts de la machines komax 100

3. Projet PSA :

- Chronométrage les arrêts de la machine komax **29-433-1906** fait le **19/02/2019** voir le tableau 8 :

Les Arrêts planifiés (min)		Les arrêts non planifiés (min)			
Confirmation de fin du lot	26,13	Changement les pièces d'applicateur	20,55	Bras vide réglage de vitesse	1,33
Changement de terminal avec l'applicateur(A)	25,17	5S	11,53	Vérifier positionnement de fils	1,30
Ajustement des mesures	19,15	Changement de fils	9,15	Changement de matricule de l'ancien operateur	1,03
Changement de terminal avec l'applicateur(B)	17,18	Patinage	7,40	Échantillon de dénudage	0,80
Changement de fils	12,77	Changement d'applicateur	6,67	Vérification de qualité (service de qualité)	0,35
Échantillon de dénudage	10,82	Changement la position de bobine	4,72		
Apprentissage	10,73	Changement de terminal	4,55		
Mesures de longueur	6,00	Confirmation du lot	4,02		
Scan	5,32	Changement de bouchon	3,83		
Changement de Kit bouchon	3,90	Blocage de bouchon	2,75		
Test CFA	2,17	Réglage d'applicateur	1,88		
Total : 139.33 min		Total : 81.87 min			

Tableau 8 : Arrêts de la machine komax 29

- Chronométrage les arrêts de la machine komax **03-433-0650** fait le **20/02/2019** comme nous illustre le tableau 9 :

Les Arrêts planifiés		Les arrêts non planifiés			
Confirmation de fin du lot	80,80	Manque de bobine	17,80	No Work	2,98
Ajustement des mesures	78,68	Réglage d'applicateur	17,75	Ajustement des mesures	2,20
Changement de fils	43,78	5S	15,02	Vérifier positionnement de filse	1,73
Apprentissage	36,58	Confirmation du lot	14,03	Changement de terminal	1,40
Changement de terminal avec l'applicateur B	28,83	Manque de terminal	10,77	Apprentissage	1,35
Échantillon de dénudage	27,48	Bras vide réglage de vitesse	9,70	Patinage	0,82
Mesure de Longueur	25,82	Remplissage d'huile dans l'applicateur	6,25	Scan	0,58
Changement de terminal avec l'applicateur A	25,65	Patinage sur le convoyeur	6,13		
Force de Traction	25,35	Vérification de qualité (service de qualité)	2,17		
Scan	13,00	Maintenance (changement les paramètres de l'applic)	3,62		
Positionnement de fils	4,43	Changement de fils	3,58		
Test CFA	1,78	Manque de bobine	3,50		
Total : 392.20 min		Total : 121.38 min			

Tableau 9 : Arrêts de la machine komax 03

CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons développé les deux premières phases de la démarche DMAIC. La première phase a été élaborée dans l'objectif de définir d'une manière claire et approfondie la problématique qui nous conduit à penser à réaliser le présent projet. Concernant la deuxième phase, il s'agit de passer au vif du sujet en évoquant toutes les données manipulées tout au long du projet.

CHAPITRE 3 : ANALYSE DES ARRETS

I. Introduction :

Après avoir défini les données et les méthodologies de travail dans l'étape « Mesurer », nous passerons dans ce chapitre à l'étape Analyser. Cette étape portera sur l'interprétation et l'analyse des résultats obtenus à partir du chapitre précédent.

Le but de ce travail est de donner une idée plus claire sur quoi nous devons agir pour augmenter le taux de rendement synthétique des machines de coupe, d'après le chronométrage, nous remarquons qu'il existe plusieurs pistes sur lesquelles nous pouvons agir afin d'atteindre notre objectif.

II. Analyses des arrêts par PARETO :

Avant de commencer les analyses des arrêts, nous avons calculé la moyenne de chaque arrêt (par shift par machine), à partir du chronométrage de six machines. On va traiter les deux types d'arrêts planifiés et non planifiés séparément, en utilisant la méthode de Pareto.

1. La méthode de PARETO :

Le principe de Pareto est une méthode générale permettant de séparer un quelconque agrégat en deux parties : les problèmes vitaux et les problèmes plus secondaires. Dans tous les cas, l'application du principe de Pareto permet d'identifier les propriétés des problèmes stratégiques et de les séparer [3].

- **La démarche de Pareto permet de :**

- Recueillir les données.
- Placer les valeurs dans un tableau.
- Trier les valeurs par ordre décroissant.
- Calculer les pourcentages cumulés.
- Établir le graphique.

2. Analyses des arrêts non planifiés :

Le tableau 10 résume les arrêts non planifiés des machines de coupe de trois projets de YAZAKI-MAROC :

AMELIORATION DU TAUX DE RENDEMENT SYNTHETIQUE DES MACHINES DE COUPE

Les arrêts non planifiés	La durée (min) / shift	La cumulation de la durée (min)	% (cum/Σ arrêt planifiés)
Manque de bobine	17,88	17,88	27,01%
Réglage d'applicateur	6,79	24,67	37,27%
Blocage de bouchon	3,68	28,35	42,83%
Bras vide réglage de vitesse	3,21	31,55	47,68%
Manque de terminal	3,16	34,71	52,45%
Changement de fils	3,07	37,78	57,09%
5 S	2,73	40,51	61,21%
Changement de terminal	2,64	43,15	65,20%
Confirmation du lot	2,64	45,79	69,19%
Patinage	2,34	48,13	72,72%
Blocage terminal	2,12	50,24	75,92%
Changement les pièces de l'applicateur	1,71	51,95	78,50%
Ajustement des mesures	1,50	53,46	80,78%
Vérification de qualité (service de qualité)	1,16	54,62	82,53%
Échantillon de dénudage	0,97	55,59	84,00%
No Work	0,93	56,52	85,40%
Vérifier le positionnement de fil	0,88	57,39	86,72%
Réglage de l'entraînement	0,78	58,17	87,90%
Changement de bobine	0,56	58,73	88,75%
Changement d'applicateur	0,67	59,40	89,75%
Remplissage d'huile dans l'applicateur	0,52	59,92	90,54%
Scan	0,52	60,44	91,33%
Patinage sur le convoyeur	0,51	60,95	92,10%
Réglage de l'étiqueteuse	0,49	61,44	92,84%
Blocage de l'applicateur	0,44	61,89	93,52%
Changement la position de bobine	0,39	62,28	94,11%
Problème de connexion	0,39	62,67	94,70%
Changement de bouchon	0,39	63,06	95,28%
Blocage de système	0,35	63,40	95,81%
Déclaration d'un arrêt	0,34	63,75	96,33%
Maintenance (changement les paramètres de l'applicateur)	0,30	64,05	96,78%
Force de traction	0,27	64,32	97,18%
Problème de connexion	0,22	64,54	97,52%
Apprentissage	0,22	64,76	97,85%
Problème de scan	0,22	64,97	98,18%
Problème variation de mesure	0,18	65,15	98,45%
Changement de bouchon	0,14	65,29	98,66%
Bras vide (manque d'embout)	0,13	65,42	98,85%
Manque d'électricité	0,13	65,55	99,04%
Manque de bouchon	0,12	65,67	99,23%
Vider les SCRAP	0,12	65,79	99,40%
Manque d'étiquette	0,11	65,90	99,57%
Changement de matricule de l'ancien operateur	0,09	65,98	99,70%
Maintenance (réglage l'applicateur)	0,07	66,05	99,80%
Mesures de longueur	0,07	66,11	99,90%
Coupage de fils	0,06	66,18	100,00%

Tableau 10 : ordonnancement des arrêts non planifiés de trois projets

Le tableau 10 représente quatre colonnes :

- Première colonne** : les arrêts non planifiés de 3 projets.
- Deuxième colonne** : les durées moyennes par shift par machine des arrêts et nous avons classés par ordre décroissant.
- Troisième colonne** : la cumulation de la durée des arrêts.
- Quatrième colonne** : le pourcentage cumulé et nous avons calculé par la division de la durée cumulée sur la somme des durées.

D'après les données de tableau 10, nous avons tracé le diagramme de Pareto (figure 19) :

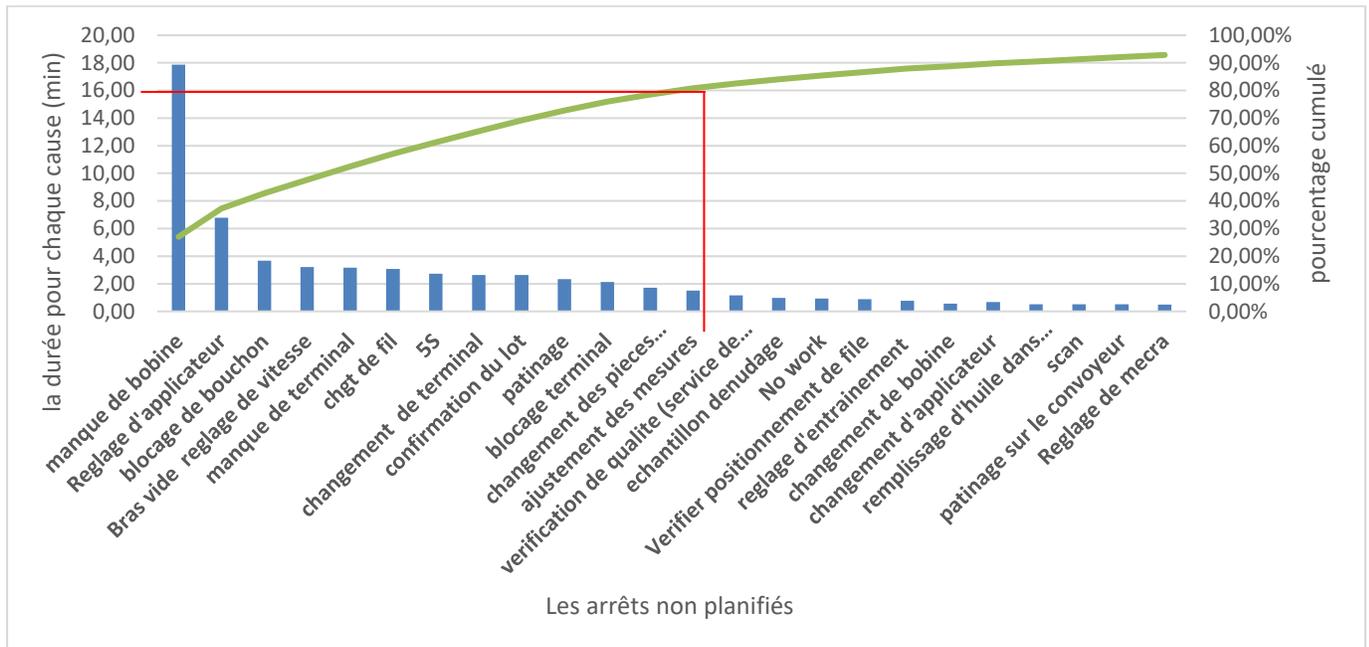


Figure 19: Diagramme de Pareto des arrêts non planifiés

Le diagramme de la figure 19 est composé de :

- L'axe des abscisses représente les causes.
- L'axe des ordonnées représente des effets sur le problème.
- Les barres bleues représentent la durée pour chaque cause, la courbe verte représente le pourcentage cumulé.

Nous avons tracé la zone rouge qui présente 80 % des effets, qui donne les causes des arrêts les plus critique (principe de PARETO).

A partir le diagramme de Pareto Nous avons détecté les arrêts racine (non planifiés), qui sont :

Les arrêts non planifiés	Durée
Manque de bobine de fils	17,88
Réglage d'applicateur	6,79
Blocage de bouchon	3,68
Bras vide réglage de vitesse	3,21
Manque de terminal	3,16
Changement de fils	3,07
5 S	2,73
Changement de terminal	2,64
Confirmation du lot	2,64
Patinage	2,34

Tableau 11 : Causes racines à traiter

D’après le tableau 11, nous avons cité les causes les plus critiques. Donc pour améliorer la majorité des causes, il faut d’abord analyser chacune séparément, pour cela nous avons choisi la méthode de **5 pourquoi**, c’est une méthode de résolution de problèmes proposée dans un grand nombre de système. Il s’agit de poser la question pertinente commençant par un pourquoi afin de trouver la source, la cause principale [4].

2.1 Manque de matière première :

L’opérateur a besoin de matière première (bobine de fils, terminal...), pour démarrer la machine. Parfois il y’a des retards de l’alimentation de la matière première, Donc pour expliciter bien cette cause, on va le traiter par la méthode de 5 pourquoi :

- **Manque la bobine de fils** : Le tableau 12 présente les 5 pourquoi de manque de bobine de fils :

Manque la bobine de fils			
Pourquoi ?	Gerbeur est occupé	Il y’a des commandes urgents	L’opérateur de la machine demander la bobine en retard
Pourquoi ?	Responsable sur plusieurs machine	La zone d’assemblage a besoin des fils	Il a oublié ou occupé
Pourquoi ?	-----	Les pagodes est vide	-----
Pourquoi ?	-----	Les distributeurs ne pas mettre les fils en place	-----
Pourquoi ?	-----	Parce qu’il distribue plusieurs commandes en même temps	-----

Tableau 12: « 5 pourquoi » de manque de bobine

- **Manque de terminal** : Le tableau 13 présente les 5 pourquoi de manque de terminal

Manque de terminal			
Pourquoi ?	Distributeur est occupé	Le terminal n'est pas dans le stock de magasin.	Mauvaise communication entre le distributeur et l'opérateur
Pourquoi ?	Responsable sur plusieurs machine	Le distributeur de magasin ne pas vérifier les emplacements vide de terminal à chaque instant	L'opérateur inséré l'étiquettes de terminal déjà fini sur une boîte
Pourquoi ?	-----	Aucune communication entre le distributeur de la zone de coupe et le distributeur de magasin	Attend de voir le distributeur et fait un signal pour donner les étiquettes des terminaux manquer

Tableau 13 : « 3 pourquoi » de manque de terminal

2.2 Changement de fils + Changement de terminal :

Le changement de fils et le changement de terminal sont liés au manque de bobine et de terminal car : un retard de l'alimentation soit de bobine de fils ou de terminal est suivi par une insertion de fils ou/et de terminal.

2.3 Les 5 S :

Les 5 S sont les initiales de cinq opérations de base indispensables pour rationaliser les tâches : Débarrasser, Ranger, Nettoyer, Standardiser, Éduquer et Discipliner.

Au niveau de YAZAKI-MAROC, les 5 S sont réalisés au cours de production, mais en réalité ceci est fait quand la machine est arrêtée, le tableau 14 illustre les 2 pourquoi de cet arrêt.

Arrêt de la machine au cours de production à cause des 5 S	
Pourquoi ?	L'opérateur se déplace pour vider la poubelle
Pourquoi ?	Les corbeilles est loin du lieu de travail du l'opérateur

Tableau 14: « 2 pourquoi » de (5 S)

2.4 Confirmation du lot :

La machine komax coupe les fils par lots soit de 50 fils ,25 fils ou 100 fils selon les exigences de service de production qui spécifie la taille de lot (chaque commande est caractérisée par un nombre et une taille de lot). Chaque lot de fils tombe sur le convoyeur et glisser vers l'opérateur pour être vérifié et emballé. Puis l'opérateur appuyé sur le bouton « marche » pour retourner le convoyeur à sa place et la machine commence à produire un nouveau lot. Cette période quand la machine est arrêtée il faut d'optimiser. Donc il faut bien expliciter cette cause par la méthode de 5 pourquoi comme illustre dans le tableau 15 :

La machine est arrêtée quand l'opérateur fait la confirmation du lot	
Pourquoi ?	L'opérateur prendre beaucoup de temps pour confirmer le lot
Pourquoi ?	Il emballe le lot par un ensemble des outils de protection (deux cups et trois élastiques)

Tableau 15 : « 2 pourquoi » de confirmation de lot

2.5 Blocage de bouchon :

Il y a des commandes des fils avec bouchon (isolent de terminal et le filament de fils contre l'humidité, la poussière et le corrosion). Ses fils sont utilisés à l'extérieur de la voiture, c'est-à-dire les places sensibles qui sont exposées à la pluie, l'humidité...

Au cours de la production de ce type (fils + bouchon), la machine est arrêtée à cause du bouchon qui est bloquée dans l'applicateur du bouchon (figure 20) :

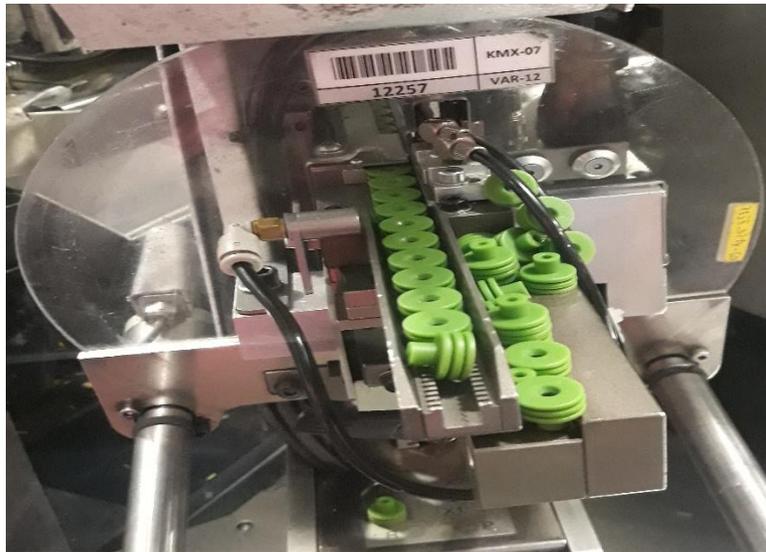


Figure 20: blocage de bouchon

Remarque : la réception de bouchon a une condition : être huilé, le rôle de l'huile est la conservation de matière contre la solidification, et avant sa consommation il passe par la machine de séchage de l'huile.

On va expliciter les causes racine de cet arrêt par les 5 pourquoi comme nous illustre le tableau 16 :

Blocage de bouchon	
Pourquoi ?	Le bouchon est moitié huilé
Pourquoi ?	N'est pas séché comme il faut
Pourquoi ?	Il existe une seule sécheuse par projet

Tableau 16 : « 3 pourquoi » de blocage de bouchon

D'après le tableau 16 nous avons remarqué qu'il existe une seule sécheuse par projet qui gère plusieurs machines, le séchage est fait plus rapide car la machine de séchage toujours occupé qui donne un bouchon n'est pas bien préparé (moitié huilé), donc la présence et l'accumulation de poussière avec les huiles des bouchons au niveau de l'applicateur influencé sur l'obstruction de la

circulation de bouchon.

2.6 Réglage d'applicateur :

Au cours de production l'opérateur vérifie l'état de chaque lot avant d'emballer, lorsqu'il trouve un mauvais sertissage d'un fils, il arrête la machine pour régler l'applicateur pour donner les mesures OK (justes mesures).

Le tableau 17 montre les causes détaillées de cet arrêt :

Réglage d'applicateur	
Pourquoi ?	Variation des mesures de sertissage
Pourquoi ?	Variation des paramètres de L'applicateur
Pourquoi ?	La période de la maintenance préventive de chaque applicateur est trop longue

Tableau 17 : « 3 pourquoi » de réglage d'applicateur

2.7 Patinage :

Le patinage c'est l'accumulation de fils dans l'entraînement de la machine à cause des embouts erronés.

Remarque : l'embout c'est un tube métallique qui guide et aide le fils à être bien centré avant de passer par les autres étapes (chaque section de fils à un embout spécifique)

Il existe un manque au niveau des embouts de plusieurs sections, c'est pour cela que les opérateurs sont obligés de changer les embouts entre les machines ou d'utiliser les embouts erronés (embout d'autre section), ce qu'engendre une perte de temps.

2.8 Bras vide réglage de vitesse :

Parmi les causes racines que nous avons relevées au cours du chronométrage que nous avons fait, c'est le problème de bras vide à cause de la vitesse élevée. Ici l'opérateur augmente la vitesse de la machine pour augmenter la production.

Remarque : chaque commande (selon la section de fils, avec terminal ou sans terminal, bouchon ou sans bouchon...) a une vitesse spécifique, malheureusement l'opérateur n'a pas respecté les conditions exactes.

3. Analyses des arrêts planifiés :

Le tableau 18 résume les arrêts planifiés des machines de coupe de trois projets de YAZAKI :

Les arrêts planifiés	La durée (min) / shift	La cumulation de la durée (min)	% (cum/Σ arrêt planifiés)
Confirmation de fin du lot	23,7	23,7	19,27%
Ajustement des mesures	22,5	46,2	37,57%
Changement de fils	16,18	62,38	50,73%
Changement de terminal et l'applicateur (A)	13,43	75,81	61,65%
Échantillon de dénudage	10,83	86,64	70,46%
Changement de terminal et l'applicateur (B)	9,74	96,38	78,38%
Apprentissage	9,45	105,83	86,07%
Scan	4,58	110,41	89,79%
Force de traction	3,76	114,17	92,85%
Mesures de longueur	3,6	117,77	95,78%
Positionnement de fils	3,22	120,99	98,40%
Changement de kit bouchon	1,43	122,42	99,56%
Test CFA	0,54	122,96	100,00%

Tableau 18 : Ordonnancement des arrêts planifiés de trois projets

Le tableau 18 présente les étapes de setup qui sont planifiés pour un changement de série, D'après les données de tableau on obtient le diagramme de Pareto qui est présenté par la figure 21 :

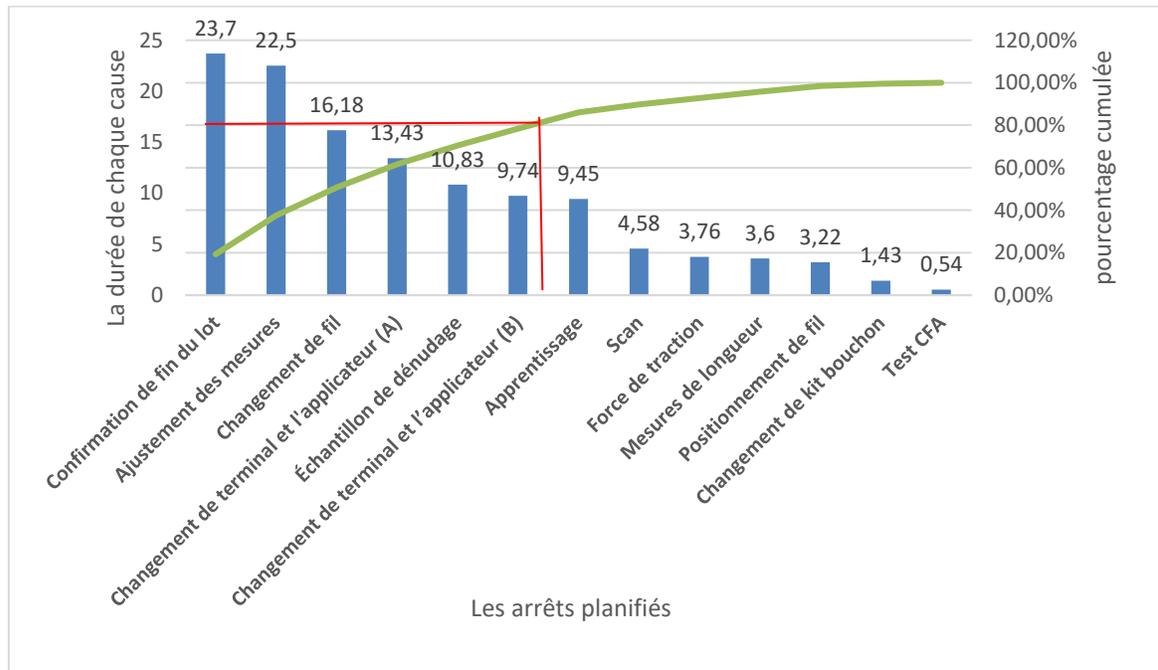


Figure 21: Diagramme de Pareto des arrêts planifiés

La figure 21 présente le diagramme de Pareto des arrêts planifiés. Les cause racines sur lesquelles on doit agir d'après l'application de la méthode de 80 % (méthode de PARETO) est illustrée sur le tableau 19 :

Les arrêts planifiés	La durée (min) / shift
Confirmation de fin du lot	23,7
Ajustement des mesures	22,5
Changement de fils	16,18
Changement de terminal et l'applicateur (A)	13,43
Échantillon de dénudage	10,83
Changement de terminal et l'applicateur (B)	9,74

Tableau 19 : Arrêts planifiés qu'on doit optimiser

Le tableau 19 présente les causes les plus critiques dans le cas des arrêts planifiés, leurs durées durant le shift (8 Heures de travail).

- **La durée moyenne d'un seul arrêt :**

Le tableau 20 présente les arrêts planifiés à traiter, ses durées durant les 8 heures, les durées moyennes d'un seul arrêt et la durée planifiés par le département d'ingénierie

Les arrêts planifiés	La durée (min) / shift	Durée moyenne (min) 1	Durée planifiée (min) 2	1-2 (Min)
Confirmation de fin du lot	23,7	1.23	1	0.23
Ajustement des mesures	22,5	1.37	1.2	0.17
Changement de fils	16,18	1.10	0.83	0.27
Changement de terminal et l'applicateur (A)	13,43	2.73	2.2	0.53
Échantillon de dénudage	10,83	0.66	0.6	0.06
Changement de terminal et l'applicateur (B)	9,74	2.20	2	0.2

Tableau 20 : Écart entre les durées théoriques & réelles

CONCLUSION

Cette phase consiste à analyser les différentes mesures effectuées dans le chapitre précédent, en identifiant et en validant avec l'équipe projet, les causes potentielles et les causes racines d'inefficacité à travers différents outils comme : PARETO, 5 pourquoi.

CHAPITRE 4 : INNOVER & CONTROLER

INNOVER : LES SOLUTIONS PROPOSÉES

I. Introduction :

L'objectif de ce chapitre est de proposer l'ensemble des actions susceptibles de remédier aux causes racines des problèmes déjà cités dans le chapitre précédent, puis de détailler l'ensemble des solutions proposées pour combler l'écart entre la situation présente et les objectifs.

II. Les solutions proposées pour les arrêts :

1. Les arrêts non planifiés :

Avant de proposer des solutions, nous sommes basés sur le concept de la méthode kaizen :

- **Définition du système Kaizen :**

Le système Kaizen est un processus qui vise l'amélioration continue d'une entreprise. Cette amélioration ne doit pas donner lieu à un investissement financier important [5].

Le système Kaizen consiste à améliorer la productivité d'une entreprise en apportant chaque jour de petits changements. Pour être efficace, tous les employés, doivent participer en donnant des idées.

À partir de ce concept nous avons proposé des solutions pour les arrêts suivants :

- Manque de la matière première.
- « 5 S ».
- Confirmation du lot.
- Blocage de bouchon.
- Réglage de l'applicateur.
- Bras vide : réglage de vitesse.

Nous avons détaillé chaque arrêt séparément :

1.1 Manque de la matière première :

- **Manque de terminal :**

D'après le chapitre précédent nous avons détecté trois causes racines de cet arrêt :

Première cause : Mauvaise communication entre le distributeur et l'opérateur.

AMELIORATION DU TAUX DE RENDEMENT SYNTHETIQUE DES MACHINES DE COUPE

Nous avons proposé une solution sous forme d'une carte avec quatre vis valables pour mettre les identifiants des terminaux, ainsi que des bouchons manquants. L'opérateur ici n'a pas besoin de faire un signal pour le distributeur, juste de mettre les identifiants des manquants dans cette carte (figure 22)



Figure 22: Carte des manques de terminal et de bouchon

Deuxième cause : Aucune communication entre le distributeur de la zone de coupe et le distributeur de magasin.

Lorsque l'opérateur de la zone de coupe se déplace pour prendre le terminal manqué au stock de magasin, à ce moment le distributeur de magasin il doit arriver pour scanner cette place (pour préparer le terminal manqué par le magasinier).

Le problème qu'on a, le distributeur de magasin vient plusieurs fois, et il trouve déjà les places des terminaux plein, qui donne des mouvements inutiles, donc le distributeur se sent fatigué et il commence à négliger son travail, dans ce cas il fait des retards pour aller voir est ce que les places des terminaux sont vide ou non.

La figure 23, montre les emplacements de magasin, stock de terminal, la zone de coupe, et les positions des distributeurs.

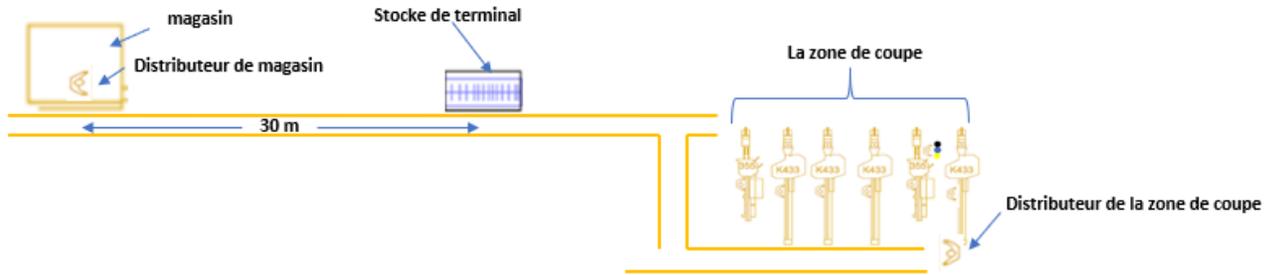


Figure 23: Lien entre la zone de coupe et le magasin

Pour cela nous avons proposé une solution sous forme de deux lampes : une rouge et l'autre verte collées sur le stock de terminal, lorsque le distributeur de la zone de coupe enlève le terminal il doit cliquer sur le bouton poussoir pour allumer la lampe rouge, dans ce cas ça sera facile pour le distributeur de voir la lampe et venir pour remplir le stock, puis allumer la lampe verte (figure 24).

Remarque : pour les deux lampes, n'est pas allumer en même temps.

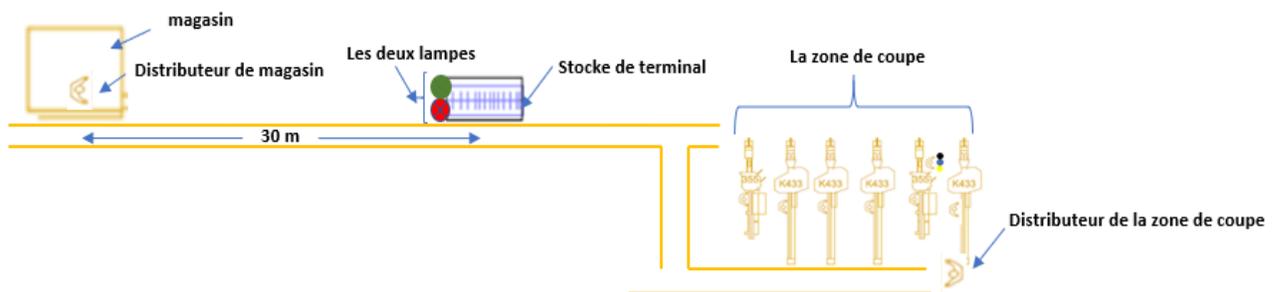


Figure 24: Nouvelle communication entre les distributeurs

Troisième cause : Distributeur est occupé, il est responsable sur plusieurs machines.

Pour ce cas nous avons proposé d'ajouter un autre distributeur pour aider les autres.

- **Manque de bobine :**

La cause qu'on peut traiter : les commandes urgentes.

Chaque machine de coupe a des commandes planifiées durant le shift. L'opérateur demande la bobine de fils de chaque commande planifiée avant la finition de la commande précédente par le système de CAO, donc les bobines de fils, toujours disponibles (aucun retard de l'alimentation des bobines).

Parfois il y a des commandes urgentes (non planifiées), l'opérateur arrête la production et commandé la bobine de la commande urgente par le CAO et attend l'alimentation de la bobine (avec

un retard).

Quand la machine produit les fils, l'opérateur place les fils sur un support puis dans un chariot. Le distributeur de la zone de coupe distribue les fils produit (avec des grandes quantités et des différents références) vers les pagodes de la zone d'assemblage. Chaque pagode contient plusieurs références des fils, et chaque projet contient plusieurs pagodes. Le problème est parfois le distributeur ne met pas les commandes dans leurs places qui donnent directement des arrêts à cause des **commandes urgent**.

La figure 25 présent les pagodes des fils et la figure 26 présent le chariot pour la distribution les fils.



Figure 25 : Les pagodes des fils

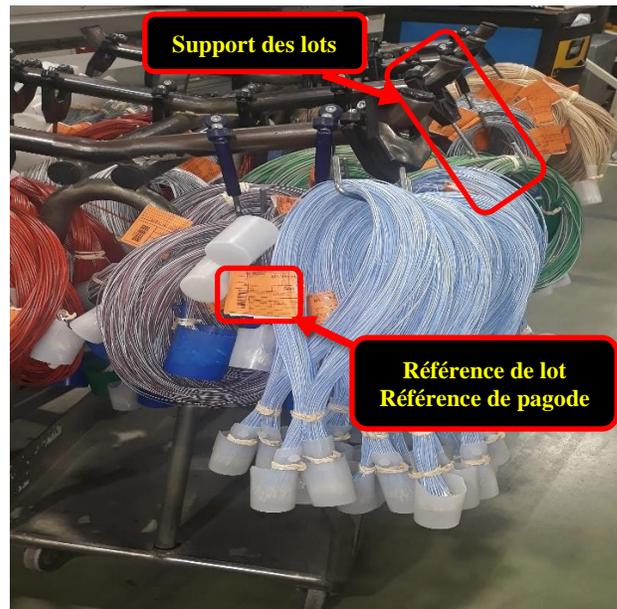


Figure 26 : Chariot pour la distribution des fils

Donc le problème principal, qu'il n'existe aucune méthode pour vérifier l'emplacement de chaque commande avant de mettre dans les pagodes (vérifier : la référence de commande, la référence de pagode) par le distributeur. Pour cela nous avons créé un flux pour mettre les fils à leur place :

Premièrement : chaque pagode doit contenir une seule couleur pour leurs supports.

Au début de chaque commande, L'opérateur doit vérifier la référence de la commande et leur pagode pour préparer les supports à partir d'une carte qui nous avons créé (voir la figure 27), contient les supports de chaque pagode (selon la couleur). Chaque couleur signifie une pagode, et chaque nombre sur le support (1,2,3) signifiés l'étage de la pagode.

Remarque : Dans la situation actuelle, tous les supports ont la même couleur (pour les 3 projets).

Deuxièmement : à l'entrée de chaque couloir de la zone d'assemblage on va mettre une fiche (fixée

AMELIORATION DU TAUX DE RENDEMENT SYNTHETIQUE DES MACHINES DE COUPE

sur le plafond) qui contient toutes les références des pagodes du couloir pour faciliter le travail du distributeur c-à-d lorsque le distributeur commence à distribuer les fils, il doit vérifier les références des pagodes à partir de la fiche avant de mettre les fils.

Les figures 27 et 28 illustrant les outils qui nous avons créés pour faciliter la distribution des fils vers les pagodes, et réduire le taux d'erreur de ne pas mettre les fils à leur place.

support												
	référence de pagode	PSK20002345	PSK30088452	PPL12000344	PPL20040677	PTR53400231		PTR67000044				
Les références des lots	SK222222458	1	SK356985556	1	PL186541165	1	PL225588887	1	TR579777972	1	TR688222155	1
	SK222222459	1	SK356985557	1	PL186541166	1	PL225588888	1	TR579777973	1	TR688222156	1
	SK222222460	2	SK356985558	2	PL186541167	2	PL225588889	2	TR579777974	2	TR688222157	2
	SK222222461	2	SK356985559	2	PL186541168	2	PL225588890	2	TR579777975	2	TR688222158	2
	SK222222462	3	SK356985560	3	PL186541169	3	PL225588891	3	TR579777976	3	TR688222159	3
	SK222222463	3	SK356985561	3	PL186541170	3	PL225588892	3	TR579777977	3	TR688222160	3

Figure 27 : Fiche de vérification des supports

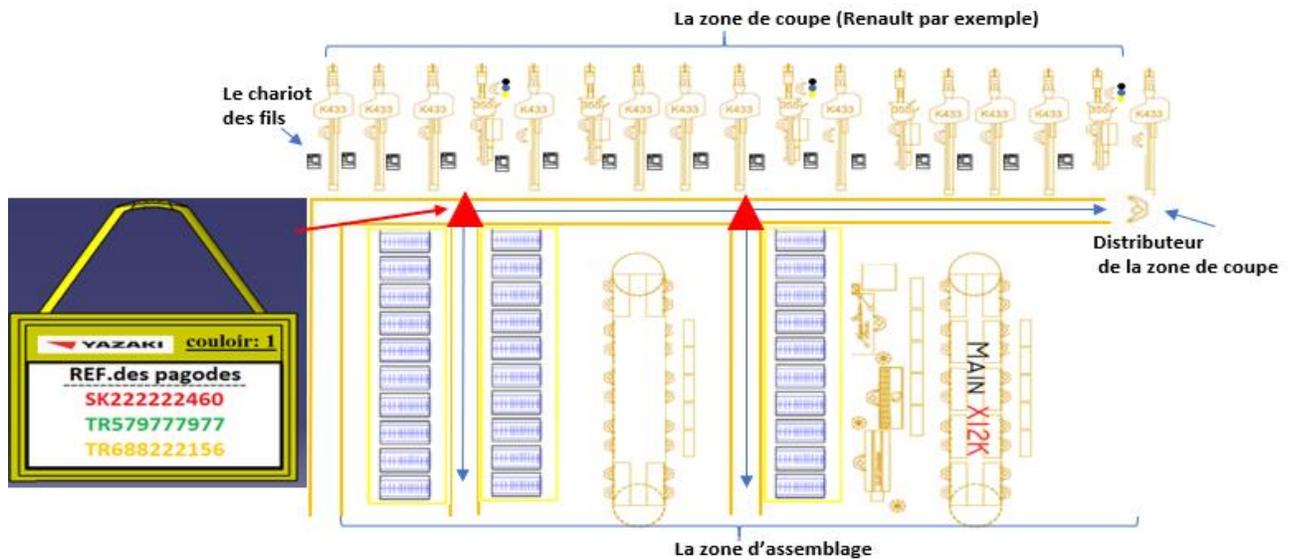


Figure 28 : Fiche des références de chaque couloir

1.2 Les 5 S :

Au niveau de YAZAKI chaque opérateur de la zone de coupe doit affecter Cinq opération du « 5S » au cours de la production, mais en réalité ceci est fait quand la machine est arrêtée,

l'opérateur se déplace pour vider la poubelle, pour éviter ce problème nous avons proposé une solution sous forme d'un chariot contient trois conteneurs des déchets pour chaque projet (figure 29).

Ce chariot sera conduit par le distributeur de la zone de coupe pour récupérer les déchets de chaque machine à la fin de chaque shift.

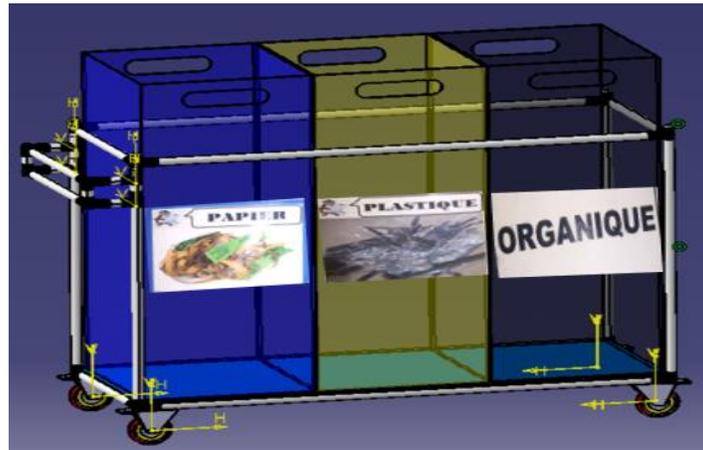


Figure 29 : Chariot des déchets

1.3 Confirmation du lot :

Pour optimiser le temps des confirmations du lot durant le shift, nous avons proposé d'Augmenter la taille de lot : exemple, un lot de 25 est transformé en 50, et un lot de 50 est transformé en 100.

1.1 Blocage de bouchon :

La machine est arrêtée à cause de bouchon qui est bloquée dans l'applicateur de bouchon :
Le bouchon est à moitié huilé → N'est pas séché comme il faut → Il existe une seule sécheuse par projet, pour cela nous avons proposé d'ajouter une autre sécheuse par projet et réduire la durée de la maintenance préventive pour chaque applicateur de bouchon.

1.2 Réglage de l'applicateur :

Au cours du production, l'opérateur fait le réglage de l'applicateur plusieurs fois car chaque section de fils et chaque terminal est caractérisé par un réglage spécifique. Pour cela nous avons créé une fiche dans laquelle figure la référence de la machine KOMAX, les applicateurs, les sections des fils, et le réglage exact de chaque commande à partir d'un suivi (tableau 21) :

Réglage de l'applicateur		La machine KOMAX 355 RENAULT					YAZAKI	
		TERMINAL						
SECTION DE FIL (mm ²)		TR2255896	TR6942500	TR5862222	TR1100028	TR9922220	TR1478801	TR2288465
0,35	+3°							
0,5	+2°			+1°				
0,75					+1°			
1/1,25			+2°			0°		
2	-4°							
3								+2°
4			-1°				-3°	

Tableau 21: Fiche de réglage de l'applicateur

1.3 Bras vide réglage de vitesse :

Même principe de réglage de l'applicateur, l'opérateur fait le réglage de vitesse plusieurs fois car chaque coupage de fils à une vitesse spécifique. Pour cela nous avons créé une fiche où figure la référence de la machine KOMAX, les longueurs de fils, leurs sections, et la vitesse exacte de chaque commande à partir d'un suivi (tableau 22) :

SECTION (mm ²)		LONGUEUR (mm)		ENTRAINEMENT DE CABLE		
				VITESSE	ACCELERATION	DECLARATION
0,35	200	-----	500	85%	100%	100%
	501	-----	3500	100%	100%	100%
	3501	-----	6000	100%	100%	100%
0,5	200	-----	1000	100%	100%	100%
	1001	-----	4000	100%	100%	100%
0,75	200	-----	1000	80%	100%	100%
	1001	-----	2500	100%	100%	100%
1	200	-----	1000	100%	100%	60%
	1001	-----	2500	60%	100%	100%
	2501	-----	4000	100%	60%	100%
2	200	-----	1000	70%	100%	100%
	1001	-----	2500	60%	100%	100%
	25001	-----	6000	100%	60%	100%

Tableau 22 : Fiche de réglage de vitesse

2. Les arrêts planifiés :

Nous sommes basés sur le concept de la méthode SMED.

- **C'est quoi la méthode SMED ?**

SMED signifie « Single Minute Exchange of Dies », c'est-à-dire « changement d'outil en moins de 10 minutes », ce qui veut dire « changement rapide d'outillage ». Le but de cette méthode est de diminuer le temps de réglage ou le temps de préparation entre 2 séries de production. L'idée est de réduire au minimum, le temps perdu entre le passage d'un produit A et un produit B. Cette méthode peut aussi s'appliquer à tout processus de production et administratif [6].

D'après cette méthode nous avons proposé des solutions afin d'éviter les temps perdus, donc automatiquement l'augmentation de TRS.

2.1 Changement terminal et l'applicateur de côté A, B :

- **Changement de terminal A, B :**

Les machines de coupe possèdent un support qui supporte une seule bobine de terminal. Nous avons proposé d'ajouter un nouveau support de terminal des deux côtés A et B, afin de préparer les rouleaux des terminaux de la séquence suivante.

La figure 26 montre le support bobines avant et après l'application de SMED.

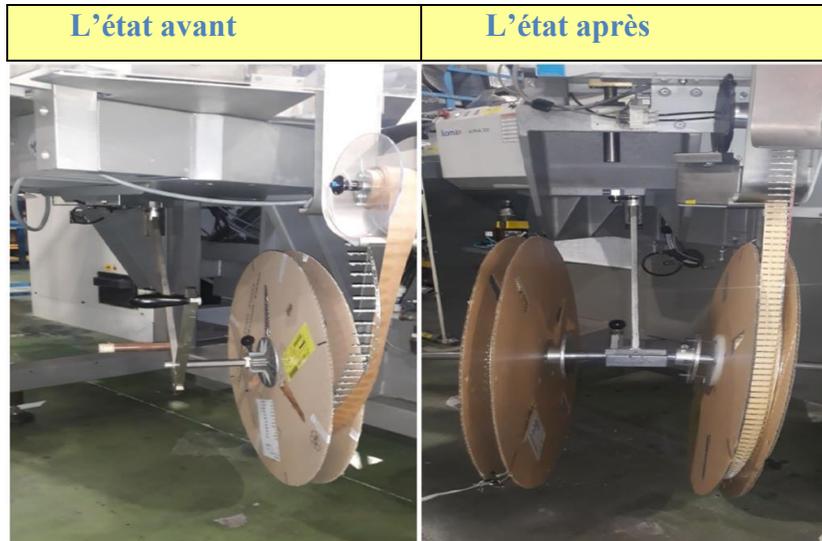


Figure 30: : Support terminal avant et après l'application du SMED.

- **Changement d'applicateur de cote A et B**

Pour minimiser les déplacements des opérateurs pour le changement des applicateurs des machines de coupe, la solution que nous avons proposée est de fixer sur le bâti de chaque machine un support des deux côtés pour préparer les applicateurs de la prochaine commande (figure 31) :

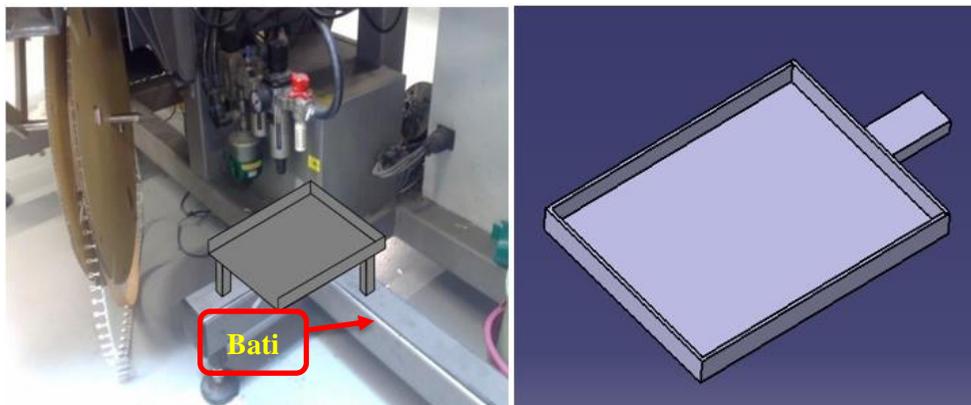


Figure 31: Support de l'applicateur

La fixation de chaque support par rapport au bâti, il doit être installée soit par le soudage ou par des liaisons par vissage.

Quand l'opérateur démonte l'applicateur de l'ancienne commande, il doit le mettre à sa place par une référence d'après une vérification durant quelques secondes. Pour cela nous avons proposé de mettre sur la place d'applicateur vide un panneau rectangulaire porte le nom de « APPLICATEUR SUR LA MACHINE », comme ça l'opérateur peut détecter facilement la position de l'applicateur sans faire la vérification à chaque fois. La figure 32 montre l'amélioration qu'on a proposée :



Figure 32 : Panneau de l'applicateur

2.2 Les autres arrêts planifiés

Pour les autres arrêts on n'a pas trouvé des solutions efficaces car elle a un rapport avec la cadence de la machine.

CONCLUSION

Cette partie a été consacrée aux solutions possibles pour les arrêts critiques planifiés ou non planifiés traités dans le chapitre d'analyse. Il reste à vérifier si elles peuvent résoudre les problèmes en mesurant les gains de chaque solution dans la phase « Contrôler ».

CONTROLLER

I. Introduction

La cinquième étape de la démarche DMAIC est une phase de contrôle et de suivi. Elle intervient juste après la phase d'innover qui a permis d'implémenter les nouvelles solutions.

D'une autre part, à cause de la durée du stage, nous n'avons pas eu l'opportunité d'assister à l'application effective de toutes les solutions proposées, et pourtant on a appliqué deux solutions le problème de Manque de terminal et la diminution du temps de changement de terminal de côté A et de côté B.

Pour cela on va aborder dans cette partie juste sur les estimations des gains.

1. Estimation des différents gains

On va parler ici des différents gains en termes de quantité produite, de temps, et de TRS de chaque projet séparément PSA, RENAULT, NISSAN.

Donc si on affecte les solutions qu'on a proposé dans la partie innover, on a :

1.1 Gain en termes de la quantité produite et du temps

À partir du système CAO, on a pris les temps de production des différentes longueurs des fils (MINIMAL, MOYEN, MAXIMAL), puis on a calculé la quantité des fils perdus à partir des durées des arrêts non planifiés.

- **Exemple : méthode de calcul :**

Si un fil est produit dans 2 seconds, on va diviser la durée d'un arrêt par cette valeur, finalement on obtient la quantité des fils perdus durant la durée de cet arrêt.

- En termes du temps on peut gagner 48.09 min/ shift (8 heures) dans chaque projet.
- En termes de quantité de produit le tableau 23 illustre les différents gains :

PROJETS	GAIN DE PRODUIT		
	LONGUEUR MINIMAL	LONGUEUR MOYEN	LONGUEUR MAXIMAL
PSA	2413	1365	913
RENAULT	2001	1600	867
NISSAN	2002	1390	996

Tableau 23: Gain en termes de quantité produite

Voir l'annexe 1,2 et 3 qui présente les différents gains détaillés.

1.2 Gain en termes de TRS :

Nous avons déjà expliqué comment calculer le TRS c'est le produit de trois facteurs disponibilité, performance et la qualité.

- La qualité : dans YAZAKI est à peu près 100 %
- La performance : nous avons calculé cette valeur par la division des quantités des produits perdus sur l'objectif de projet par shift.
- Pour la disponibilité : nous avons calculé cette valeur par la division du temps perdu par le 8 heures du travail.

Le tableau 24 montre les différents gains par projets chacun de la disponibilité, la performance et du TRS :

PROJET	Disponibilité (%)	Performance (%)	TRS
RENAULT	10,02%	12,31%	1,23%
PSA	10,02%	13,00%	1,30%
NISSAN	10,02%	19,86%	1,99%

Tableau 24: Gain en termes du TRS

L'annexe 4 présente les différents gains en termes de disponibilité, de performance en détail.

CONCLUSION

Ce dernier chapitre est une récapitulation des trois dernières phases de la démarche DMAIC : Analyser, Innover et Contrôler.

Les phases « Analyser & Innover » ont été élaborées dans le but d'interpréter les résultats des analyses menées sur la famille étudiée, et d'en tirer ensuite les différents scénarios d'améliorations.

Concernant la phase « Contrôler », Il s'agit de chiffrer les gains liés à l'application des améliorations proposées.

Conclusion générale

Pour faire face à la concurrence et l'évolution de son image de marque, YAZAKI- MAROC Tanger s'est penchée sur l'amélioration de son système de maintenance, de production et de qualité pour mieux répondre aux aspirations du marché et du client. C'est dans ce cadre que s'instaure notre projet de fin d'étude qui a pour objectif : « Amélioration de Taux de Rendement Synthétique des machines de coupe ».

En abordant la démarche DMAIC, nous sommes parvenus à prendre des décisions rationnelles, nous sommes passés dans un premier temps par les deux phases Définir et Mesurer pour déterminer la zone de travail et les paramètres à étudier en traitant l'historique de la productivité des machines de coupe de la zone P1 puis en chronométrant les tâches des postes de deux machines par projet (PSA, RENAULT, NISSAN).

La deuxième partie du projet a été consacrée à la phase Analyser, où nous avons déterminé les causes racines des problèmes qui influent sur la productivité en utilisant le diagramme de PARETO et la méthode de 5 pourquoi pour bien expliciter les causes.

Dans la troisième partie nous avons proposé des pistes d'amélioration afin de résoudre les problèmes rencontrés à savoir les trois projets de YAZAKI-MAROC, les emplacements des outils sur les machines de coupe, les manques de matière première...

La dernière partie du projet a été consacrée à la réalisation de certaines solutions proposées et la détermination de la valeur de la productivité après la mise en place de ces améliorations.

Ce projet a pour but d'améliorer le taux de rendement synthétique des machine de coupe, et si on suit la démarche proposée, nous pouvons avoir des valeurs de productivité plus élevées, car durant ces 4 mois de stage, nous n'avons appliqué qu'une partie des solutions, sachant qu'il y a encore d'autres propositions qui peuvent être appliquées à long terme, en plus, nous pouvons généraliser les améliorations faites pour toutes les projets de l'usine, et comme ça augmenter sa productivité en atteignant la cible posée par le département production et même plus.

Finalement le stage que nous avons effectué au sein de YAZAKI, nous a donné l'occasion de faire le lien entre nos connaissances académiques et le monde professionnel. D'une part, il nous a permis de développer notre compétence technique, d'approfondir notre connaissance théorique et pratique et de stimuler notre créativité. D'autre part, l'environnement de travail nous a permis d'améliorer notre savoir-faire et notre rigueur et d'affermir notre esprit d'équipe.

Annexes

Annexe 1 : Gains du projet PSA en termes de quantité produite et du temps

		PSA par une seule machine								
		LONGUEUR MINIMAL			LONGUEUR MOYEEEN			LONGUEUR MAXIMAL		
les arrêts	la durée (min)	SHIFT	JOUR	MOIS	SHIFT	JOUR	MOIS	SHIFT	JOUR	MOIS
Manque de bobine de fil	17,87	898	2694	70044	496	1488	38688	340	1020	26520
Réglage d'applicateur	6,78	340	1020	26520	188	564	14664	129	387	10062
Blocage de bouchon	3,68	185	554	14394	110	330	8580	70	210	5461
Bras vide réglage de vitesse	3,2	160	481	12517	96	287	7461	61	183	4749
Manque de terminal	3,16	158	475	12360	87	261	6786	59	177	4602
chgt de fil	3,07	154	462	12008	85	254	6593	57	172	4471
5 S	2,73	137	411	10678	82	246	6396	52	156	4056
changement de terminal	2,64	132	397	10326	79	238	6185	50	151	3922
confirmation du lot	2,63	132	396	10287	79	237	6162	50	150	3907
Patinage	2,33	117	351	9114	64	192	4992	44	133	3462
la somme	48,09	2413	7240	188250	1365	4096	106506	913	2739	71213

Annexe 2 : Gains du projet RENAULT en termes de quantité produite et du temps

		RENAULT par une seule machine								
		LONGUEUR MINIMAL			LONGUEUR MOYEEEN			LONGUEUR MAXIMAL		
les arrêts	la durée (min)	SHIFT	JOUR	MOIS	SHIFT	JOUR	MOIS	SHIFT	JOUR	MOIS
Manque de bobine de fil	17,87	744	2232	58032	595	1785	46410	323	969	25194
Réglage d'applicateur	6,78	282	846	21996	226	678	17628	122	366	9516
Blocage de bouchon	3,68	153	459	11939	122	366	9516	66	199	5165
Bras vide réglage de vitesse	3,2	133	399	10382	106	318	8275	58	173	4491
Manque de terminal	3,16	131	394	10252	105	315	8190	57	171	4435
chgt de fil	3,07	128	383	9960	102	306	7957	55	166	4309
5 S	2,73	114	341	8857	91	273	7098	49	147	3832
changement de terminal	2,64	110	329	8565	88	264	6864	48	143	3705
confirmation du lot	2,63	109	328	8532	88	263	6838	47	142	3691
Patinage	2,33	97	291	7559	77	231	6006	42	126	3270
la somme	48,09	2001	6003	156073	1600	4799	124782	867	2600	67609

AMELIORATION DU TAUX DE RENDEMENT SYNTHETIQUE DES MACHINES DE COUPE

Annexe 3 : Gains du projet NISSAN en termes de quantité produite et du temps

		NISSAN par une seule machine								
		LONGUEUR MINIMAL			LONGUEUR MOYEEEN			LONGUEUR MAXIMAL		
les arrêts	la durée (min)	SHIFT	JOUR	MOIS	SHIFT	JOUR	MOIS	SHIFT	JOUR	MOIS
Manque de bobine de fil	17,87	744	2232	58032	496	1488	38688	370	1110	28860
Réglage d'applicateur	6,78	282	847	22018	188	564	14664	140	421	10950
Blocage de bouchon	3,68	153	460	11951	112	336	8736	76	229	5943
Bras vide réglage de vitesse	3,2	133	400	10392	97	292	7597	66	199	5168
Manque de terminal	3,16	132	395	10262	96	288	7488	65	196	5103
chgt de fil	3,07	128	383	9970	93	280	7275	64	191	4958
5 S	2,73	114	341	8866	83	249	6474	57	170	4409
changement de terminal	2,64	110	330	8573	80	241	6261	55	164	4264
confirmation du lot	2,63	109	328	8541	80	240	6237	54	163	4247
Patinage	2,33	97	291	7567	64	192	4992	48	145	3763
la somme	50,20	2002	6007	156170	1390	4170	108411	996	2987	77665

Annexe 4 : Gains en termes de disponibilité et la performance de 3 projets de YAZAKI-MAROC

		la moyen des fils perdu			L'objectif moyen			disponibilité (%)			performance (%)		
les arrêts	la durée (min)	PSA	RENAULT	NISSAN	PSA	RENAULT	NISSAN	PSA	RENAULT	NISSAN	PSA	RENAULT	NISSAN
Manque de bobine de fil	17,87	496	595	496	10500	13000	7000	3,72%	3,72%	3,72%	4,72%	4,58%	7,09%
Réglage d'applicateur	6,78	188	226	188	10500	13000	7000	1,41%	1,41%	1,41%	1,79%	1,74%	2,69%
Blocage de bouchon	3,68	110	122	112	10500	13000	7000	0,77%	0,77%	0,77%	1,05%	0,94%	1,60%
Bras vide réglage de vitesse	3,2	96	106	97	10500	13000	7000	0,67%	0,67%	0,67%	0,91%	0,82%	1,39%
Manque de terminal	3,16	87	105	96	10500	13000	7000	0,66%	0,66%	0,66%	0,83%	0,81%	1,37%
chgt de fil	3,07	85	102	93	10500	13000	7000	0,64%	0,64%	0,64%	0,80%	0,78%	1,33%
5 S	2,73	82	91	83	10500	13000	7000	0,57%	0,57%	0,57%	0,78%	0,70%	1,19%
changement de terminal	2,64	79	88	80	10500	13000	7000	0,55%	0,55%	0,55%	0,76%	0,68%	1,15%
confirmation du lot	2,63	79	88	80	10500	13000	7000	0,55%	0,55%	0,55%	0,75%	0,67%	1,14%
Patinage	2,33	64	77	64	10500	13000	7000	0,49%	0,49%	0,49%	0,61%	0,59%	0,91%
								10,02%	10,02%	10,02%	13,00%	12,31%	19,86%

Bibliographie

- [1] : <http://voiecomptable.kazeo.com/la-methode-qqqcp-a121984324>
- [2] : <http://flconsultants.fr/lean-manufacturing/trs-taux-de-rendement-synthetique/>
- [3] : <https://www.leblogdudirigeant.com/efficacite-dirigeant-quest-loi-de-pareto/>
- [4] : https://fr.wikipedia.org/wiki/Cinq_pourquoi
- [5] : <https://qualite.ooreka.fr/comprendre/kaizen>
- [6] : <http://leleanmanufacturing.com/utiliser-la-methode-smed-pour-gagner-du-temps-dans-la-vie-courante/>