

Faculté des Sciences et Techniques de Fès



Département de Génie Industriel



LST de Génie Industriel

Projet de Fin d'Etudes

AMELIORATION DE L'OUTPUT ET DE LA PRODUCTIVITE DE LA LIGNE « PDB JFC » EN APPLIQUANT LE CONCEPT DU LEAN MANUFACTURING

Lieu : YAZAKI Meknès

Référence : **12/15 GI**

Préparé par :

- Ghita ZIATNI
- Sara HASSOUNI

Soutenu le 16 Juin 2015 devant le jury composé de :

- Pr. A.CHAFI (Encadrant FST)
- Pr. I.TAJRI (Examineur)
- Pr. A.ENNADI (Examineur)
- Mr. T.CHALGHAMI (Encadrant Yazaki Meknès)

Dédicace

Je tiens à dédier ce travail

A ma très chère Maman Amina et mon cher papa qui m'ont toujours dit :

« C'est du travail et de la persévérance dont résultent la réussite »

A ma sœur Safae et mes amies et tous ceux qui me sont chers.

Ghita... 

Je tiens à dédier ce travail

A mes chers parents qui m'ont toujours dit :

« A cœur vaillant rien d'impossible, à conscience tranquille tout est accessible »

A ma sœur, mon frère et mes chères amies qui m'ont encouragé vivement à faire les choses par la foi.

Sara... 

Remerciement

Ce projet de fin d'études n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide et le soutien précieux de bon nombre de personnes qu'on doit remercier dans ces quelques lignes.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude ainsi que toute notre reconnaissance à **Mr. Tarik Chalghami** ; Notre encadrant industriel au sein de **YAZAKI Meknès**, qui nous a fait bénéficier de son savoir-faire, de ses conseils appréciables, de sa disponibilité et pour l'intérêt manifeste qu'il a porté à ce projet.

Nous tenons également à remercier profondément **Mr. Chafi Anas**, notre encadrant pédagogique au sein de la **FSTF**, qui nous a aidé à recadrer nos idées, qui a su nous guider tout au long de notre projet de fin d'études, et qui nous a accordé sa confiance pour laquelle nous lui sommes particulièrement reconnaissantes.

Puis nous voudrions remercier chaleureusement le personnel de **YAZAKI Meknès**, particulièrement **Mr. Bitchou Benaissa** qui nous a été d'une grande importance et grande utilité.

Nous adressons nos vifs remerciements à nos professeurs du département Génie industriel, ainsi qu'aux membres du jury pour avoir accepté de juger notre travail.

Que tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail trouvent l'expression de nos remerciements les plus chaleureux.

Résumé

Le marché industriel requiert une production de qualité à des prix compétitifs, comme c'est le cas dans l'industrie des câblages d'automobile. L'impact des temps non productif sur la productivité est un phénomène complexe et la maîtrise de ce phénomène constitue toujours une avancée pour les industriels.

L'objectif de ce projet est d'analyser et d'identifier les causes spécifiques de la dégradation de la performance de la zone d'assemblage PDB JFC.

Le processus de résolution de problèmes proposé dans notre étude est inspiré de la démarche **DMAIC** (Définir, Mesurer, Analyser, Innover, Contrôler) de **Six Sigma**.

L'application de la démarche **DMAIC** dans notre étude a révélé que 80% de la non-performance est occasionnée par des temps de cycle très élevés qui dépassent le takt time.

Afin de remédier à cette problématique, il faut cartographier les flux d'informations et de matière et d'éliminer les différents dysfonctionnements de la ligne de production.

Abstract

The industrial market requires a good quality production with competitive prices; this is the case in the automotive wiring industry. The nonproductive time impact on productivity is a complex phenomenon, and understanding this phenomenon represents a real challenge for industrials.

The main goal of this thesis is to analyze and identify the specific causes of performance degradation of the assembly area PDB JFC.

The process put forward in our study is inspired by the **DMAIC** approach (**D**efine, **M**easure, **A**nalyze, **I**mprove, and **C**ontrol) of **Six Sigma**.

The use of the **DMAIC** approach in our study showed that 80% of non-performance is because the very high cycle times that exceeds the takt time.

To solve this issue, it is essential to map the information and material flow and eliminate the various problems of the production line.

Table des matières

Dédicace	2
Remerciement	3
Résumé	4
Abstract	5
Table des matières	6
Liste des figures	8
Liste des tableaux	10
Liste des acronymes	11
Introduction générale:	12
Chapitre 1 : Présentation de l'organisme d'accueil	13
I. Aperçu général sur YAZAKI groupe :	14
1. YAZAKI monde :	14
2. Répartition géographique :.....	14
3. Les clients de YAZAKI :	14
II. Présentation de YAZAKI Morocco :	15
1. Historique :	15
2. Représentation de Yazaki Morocco Meknès :	15
3. Fiche signalétique :	16
4. Organigramme de Yazaki Morocco Meknès :	16
III. Câblage automobile :	17
1. Généralités :	17
2. Types de câblage :	18
3. Composants d'un câble :	18
IV. Processus de production :	20
1. Réception de la matière première :.....	20
2. La coupe :.....	20
3. Le pré-assemblage :.....	20
4. Le montage :	21
5. Expédition :	23
Chapitre 2 : Cadre conceptuel, méthodologie et outils du projet	24
I. Contexte pédagogique et intérêt du projet :	25
1. Cahier de charge :	25
2. Démarche utilisée :	26
II. Le concept du Lean Manufacturing :	26
1. Qu'est-ce que le Lean Manufacturing ?.....	26
2. Les 7 gaspillages : en fait, il y en a 8 !	27

3.	Les outils du Lean Manufacturing appliqué au sein de YMM :.....	28
Chapitre 3 : Diagnostic et analyse de l'existant.....		31
I. Phase 1 « Définir » :.....		32
1.	Description du projet JFC Renault Espace :	32
2.	Définir la problématique :	33
3.	Fixer l'objectif (Objectif de l'entreprise) :.....	34
II. Phase 2 « Mesurer » :.....		34
1.	Output et productivité actuelle du projet PDB JFC :.....	34
2.	Réalisation d'une VSM (cartographie des flux de matière et d'information) :.....	39
3.	Analyse de la VSM (cartographie des flux de matière et d'information) :	42
III. Phase 3 « Analyse » :		45
1.	Analyse du cycle time :	46
2.	Analyse du Down time :.....	50
3.	Audit 5S :.....	51
Chapitre 4 : Plan d'action		54
I. Phase « Innover » :.....		55
1.	Solutions proposés des problèmes du cycle time et down time :.....	55
2.	Synthèse du plan d'actions :.....	58
3.	Plan d'actions 5S :.....	59
4.	Application du plan d'actions des 5S :.....	59
Conclusion		64
Bibliographie et Webographie		65

Liste des figures

Figure 1 : Répartition de Yazaki dans le monde

Figure 2 : L'usine pilote de Yazaki à Meknès

Figure 3 : Organigramme de YMM

Figure 4 : Exemple d'un faisceau électrique

Figure 5 : Familles de câble

Figure 6 : Fil électrique

Figure 7 : Terminaux

Figure 8: Connecteur

Figure 9 : ruban et tube

Figure 10 : Boite à fusible

Figure 11 : Clips et agrafes

Figure 12 : Machine de sertissage Manuel

Figure 13 : Machines de joints

Figure 14: Machines de Twist

Figure 15 : Postes d'insertions

Figure 16 : Chaîne des tableaux (Jig)

Figure 17 : Equipements d'inspection et de test

Figure 18 : les sources de gaspillages (8mudas)

Figure 19 : schéma descriptif de la ligne PDB JFC

Figure 20 : output/jour de shift 1

Figure 21 : output/jour de shift 2

Figure 22 : Productivité des mois de Mars et Avril

Figure 23 : Diagramme des temps de cycle de tous les processus

Figure 24 : Diagramme des temps de cycle de tous les processus comparés avec le takt time

Figure 25 : Diagramme des temps de cycle de chaque poste du processus d'assemblage

Figure 26 : les causes du problème de temps de cycle élevé

Figure 27 : Diagramme Pareto de causes détectées

Figure 28 : exemple de bouclage des fils

Figure 29 : fourches inadapté

Figure 30 : Analyse 5M des causes du down time

Figure 31 : Radar des 5 piliers des 5S

Figure 32 : fourches et support

Figure 33 : méthodes de travail d'enrubannage

Figure 34 : exemple d'un badge

Figure 35 : exemple d'une affiche du 'meilleur du mois'

Liste des tableaux

Tableau 1 : Fiche signalétique de YAZAKI Meknès

Tableau 2 : Démarche suivie

Tableau 3 : Description de la problématique étudiée via l'outil QQQQCP

Tableau 4 : historique de l'output des mois de mars et avril et début de mai du shift 1

Tableau 5 : historique de l'output des mois de mars et avril et début de mai du shift 2

Tableau 6 : historique de la productivité des mois de mars et avril du shift

Tableau 7 : Pénétration des familles de produits des mois de Mars et Avril

Tableau 8 : rapport down time du Shift 2

Tableau 9 : Grille utilisée pour la notation de la fréquence des causes

Tableau 10 : classement de la grille utilisée pour la notation de la fréquence des causes

Tableau 11 : catégorie des problèmes du Down time

Tableau 12 : Audit 5S

Tableau 13 : le pourcentage de chaque pilier des 5S et le % total

Tableau 14 : synthèse du plan d'action

Tableau 15 : plan d'action 5S

Liste des acronymes

YMO: Yazaki **M**orocco

YMM: Yazaki **M**orocco **M**eknès

DMAIC : Définir, **M**esurer, **A**nalysér, **I**nnover, **C**ontrôler.

QQOQCP: **Q**ui? **Q**uoi? **O**ù? **Q**uand? **C**omment? **P**ourquoi?

VSM: Value Stream **M**apping

WIP: **W**ork In **P**rogress

CAO: Cutting Area **O**ptimization

TPS: Toyota **P**roduction **S**ystem

FIFO: First In First **O**ut

Introduction générale:

L'environnement concurrentiel contraint les entreprises à un effort permanent d'innovation et d'adaptation. Quel que soit son secteur d'activité, chaque entreprise est aujourd'hui menée à réinventer en permanence ses facteurs clés de succès, et de reconstruire ses ressources économiques.

De plus, une nouvelle logique voit le jour sous l'effet conjugué des exigences accrues des clients et d'une concurrence de plus en plus féroce. Il ne s'agit plus de proposer un produit, mais de concevoir une offre complète, sur mesure, sans défauts et dans les plus brefs délais. Pour ce faire, l'entreprise doit se focaliser sur la valeur ajoutée du produit, et donc produire au plus juste, avec l'élimination de tous les gaspillages, et de toutes les opérations sans valeur ajoutée.

Le Lean Manufacturing est la démarche qui répond le plus à ces défis. En effet, il consiste à identifier et à éliminer toutes les pertes d'efficacité qui jalonnent la chaîne depuis la réception de la matière jusqu'à l'expédition du produit.

C'est dans cette optique, et afin d'atteindre ces objectifs, que le présent projet nous a été proposé au sein de Yazaki Meknès. Il s'agit d'améliorer la productivité et l'output d'une ligne de production

Ainsi, le présent rapport s'articule autour de quatre chapitres qui révèlent la démarche suivie.

La première partie de notre projet a été consacrée à la présentation de YAZAKI monde ainsi que le site Meknès où nous avons effectué notre stage. Puis, dans un deuxième chapitre, nous avons projeté la lumière sur le concept du Lean Manufacturing, ainsi que ses différents outils sur lesquels nous nous sommes basées pour la réalisation de notre projet. Ce chapitre a été aussi dédié pour définir le contexte général du projet.

Un troisième chapitre représente dans un premier temps un diagnostic et une analyse de l'état actuel, à l'aide d'une cartographie de flux que nous avons effectuée, et qui nous a permis de relever les différentes opportunités d'amélioration. Et dans un deuxième temps une analyse détaillée afin de déterminer les causes racines des dysfonctionnements détectés.

Finalement, nous avons consacré le quatrième chapitre pour les solutions proposés aux gaspillages détectés, et enfin une conclusion.

Chapitre 1 : Présentation de l'organisme d'accueil

Le présent chapitre donne une vue générale sur l'environnement du projet.
Vous trouvez dans cette partie :

- ✚ Présentation de l'organisme d'accueil (YMM)
- ✚ Description du Processus de production.

I. Aperçu général sur YAZAKI groupe :

1. YAZAKI monde :

Créée en 1929 par le père SADAMI YAZAKI, le groupe **YAZAKI** a fait ses débuts dans la vente du câblage automobile, pour s'orienter par la suite vers la production de ce dernier.

Actuellement **YAZAKI** est représentée dans 38 pays, elle compte à son actif plus que 153 sociétés et 410 unités réparties entre usines de production, centres de service au client, centres techniques et technologiques, et fait employer plus de 180 000 employés dans le monde.

YAZAKI se consacre à la recherche et au développement des techniques électroniques évoluées dans le secteur de l'automobile. Elle fabrique la quasi-totalité des composants intégrés aux systèmes de distribution électrique, notamment l'instrumentation, les interrupteurs, les blocs de raccordement, les connecteurs.

2. Répartition géographique :

YAZAKI comptait sur les cinq continents, ce qui est représenté dans la figure 1 :

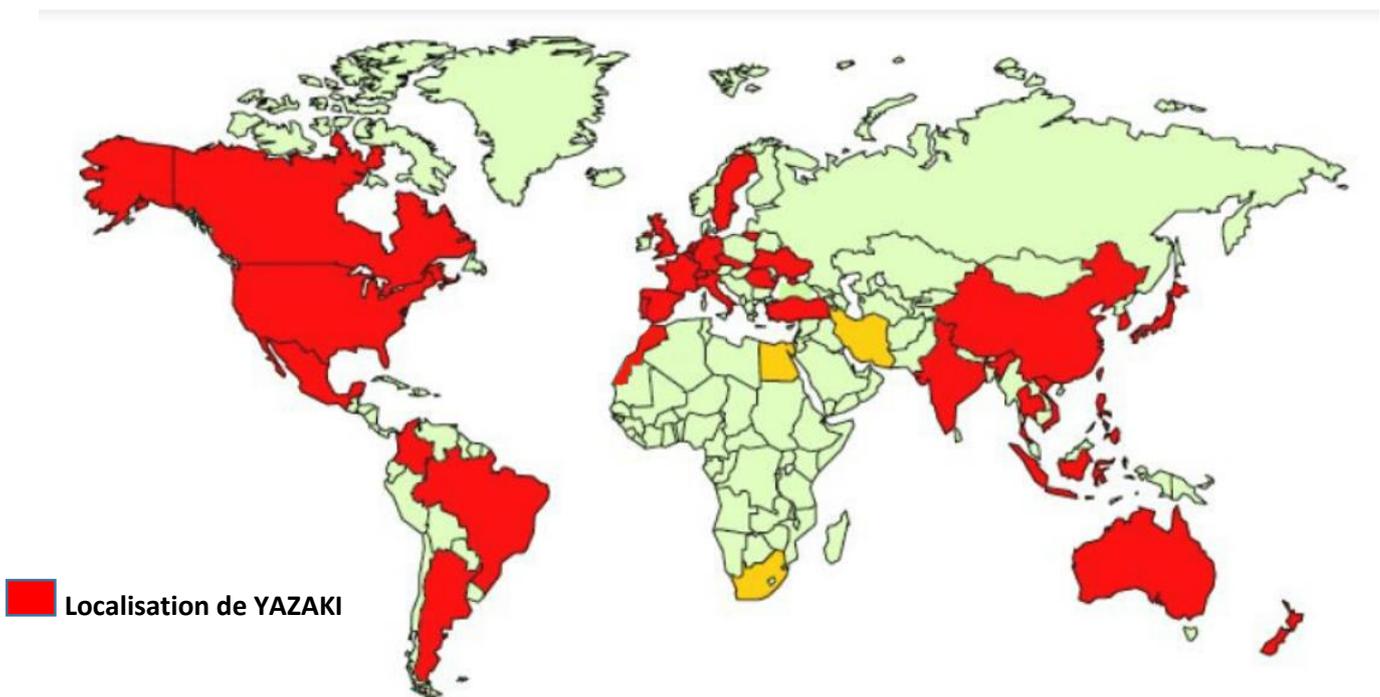


Figure 1 : Répartition de Yazaki dans le monde

3. Les clients de YAZAKI :

Le groupe **YAZAKI** est une multinationale japonaise qui compte parmi les plus grands concepteurs et fabricants mondiaux des systèmes de câblages pour automobile.

En tant que fondateur des systèmes de liaisons électriques modernes, **YAZAKI** 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 :

- Ford, Jaguar, Land Rover, Nissan, Peugeot, Volvo, Toyota, Isuzu, Seat, Renault, Fiat, Mercedes, Honda, Mazda et d'autres.

II. Présentation de YAZAKI Morocco :

1. Historique :

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

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

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

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

La devise de YAZAKI est: "One for all, All for one"

2. Représentation de Yazaki Morocco Meknès :



Figure 2 : L'usine pilote de Yazaki à Meknès

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

- Le seul client de YMM est Renault.
- Les projets de YMM sont :
 - Projet W95 – Renault Megane (en 2013) ;
 - Projet JFC – Renault Espace (janvier 2015) ;
 - Projet XFB – Renault Megane (septembre 2015) ;
 - Projet JFA / RFA – Renault Scénic (Novembre 2015) ;

3. Fiche signalétique :

Raison sociale	Yazaki Morocco Meknès
Forme juridique	Société anonyme
Création	05/03/2013
Activité	Câblage Automobile
Effectif total	850 personnes
Adresse	Douar Al khoult Km8, Route de Sidi Kacem, Meknès

Tableau 1: Fiche signalétique de YAZAKI Meknès

4. Organigramme de Yazaki Morocco Meknès :

Yazaki Meknès a une organisation comme représenté dans la figure 3

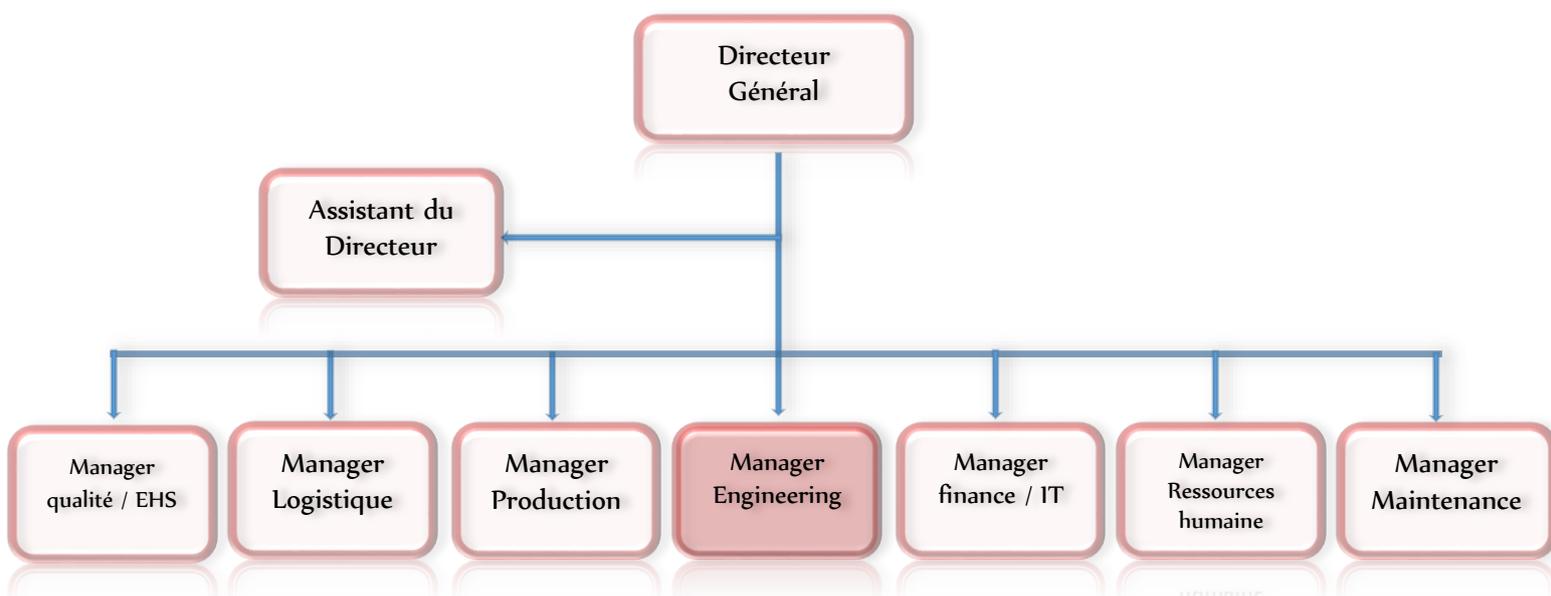


Figure 3 : Organigramme de YMM

➤ **Département des ressources humaines :**

Comme mission, le département des ressources humaines vise à mettre à la disposition des autres départements les moyens humains nécessaires au fonctionnement d'YMM. Il assure la sélection, le recrutement, la gestion individuelle et collective de tout l'effectif de YMM.

➤ **Département finance :**

Ce département est celui qui assure les fonctions financières et comptables de l'entreprise. Il prend ainsi en charge le développement et l'implantation des pratiques et procédures financières et du contrôle de gestion dans un souci de préservation du patrimoine financier de l'entreprise.

➤ **Département qualité**

C'est le garant de la bonne qualité des produits Yazaki. Vu son domaine d'activité, YMM a mis beaucoup de moyens pour la qualité des produits, le respect des procédures et mode opératoire.

➤ **Département engineering**

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.

➤ **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 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 d'YMM.

➤ **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.

- Notre Projet de Fin d'Etudes a été effectué au sein du département Engineering.

III. Câblage automobile :

1. Généralités :

Le faisceau électrique d'un véhicule comme représenté dans la figure 5, a pour fonctions principales d'alimenter en énergie ses équipements de confort (lève-vitres), et certains équipements de sécurité (Airbag, Eclairage), mais aussi de transmettre les informations aux calculateurs, de plus en plus nombreux avec l'intégration massive de l'électronique dans l'automobile.

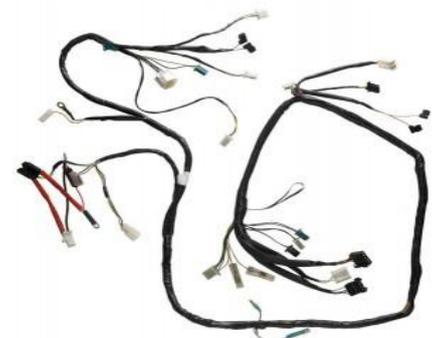


Figure 4 : Exemple d'un faisceau électrique

Le câblage est un ensemble de conducteurs électriques, terminaux, connecteurs et matériels de protection.

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. Par exemple : Actionner le moteur, les essuie-glaces, allumer les fards...

Toutes informations concernant la sécurité et le confort dans le véhicule passent par le câblage électrique.

2. Types de câblage :

Un câble se subdivise en plusieurs parties qui sont liées entre elles.

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

Ainsi on peut distinguer entre plusieurs types de câblages comme représenté dans la figure 5:

- Câblage avant moteur
- Câblage moteur
- Câblage PDB (planches de bord)
- Câblage airbags
- Câblage arrière

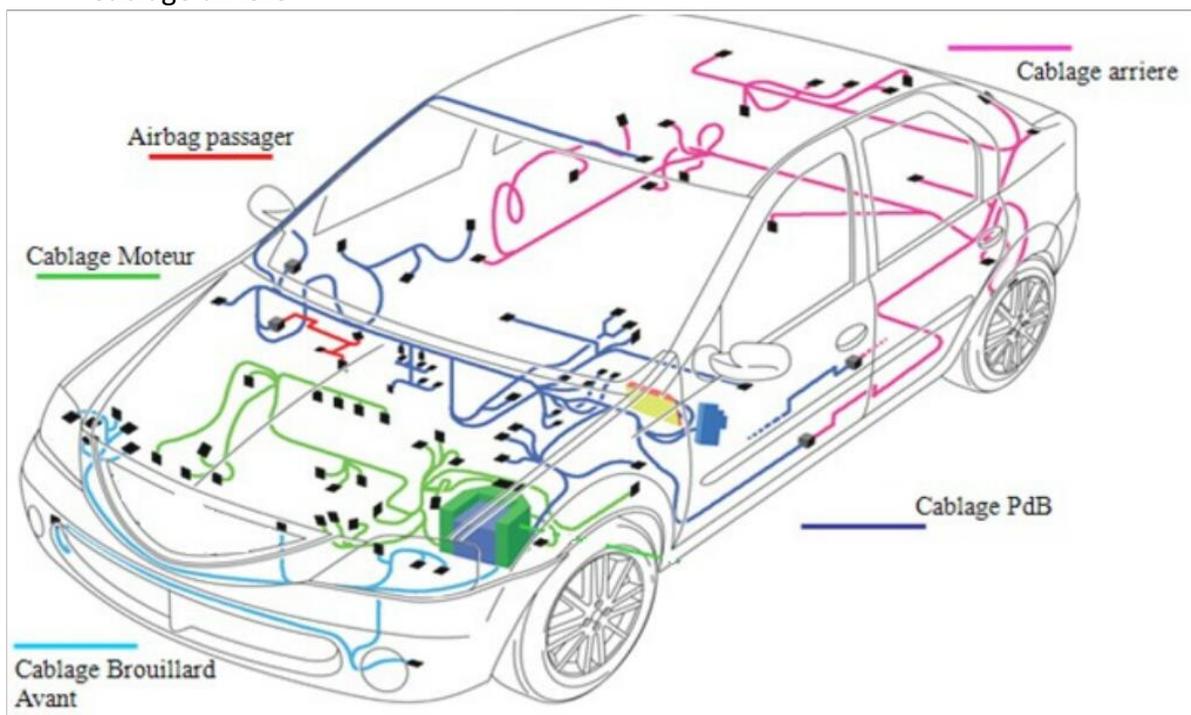


Figure 5 : Familles de câble

3. Composants d'un câble :

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

Les composants constituant d'un câble :

- **Fil électrique** (figure 6)

C'est le principal composant du câblage. Il est utilisé pour conduire le courant électrique d'un point à un autre.



Figure 6 : Fil électrique



- **Terminal** (figure 7)

Il assure une bonne connexion entre deux câbles (l'un est une source d'énergie, l'autre est un consommateur d'énergie).

Figure 7 : Terminaux

- **Connecteur** (figure 8)

C'est une pièce où les terminaux seront insérés, il permet de :

- établir un circuit électrique débranchable.
- réaliser un accouplement mécanique séparable.
- isoler électriquement les parties conductrices.



Figure 8: Connecteur



- **Accessoires** (figure 9)

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

Figure 9 : ruban et tube

- **Matériel de protection** (figure 10)

Ce sont des pièces qui protègent le câble et tous ses éléments de la surcharge du courant qui pourrait l'endommager



Figure 10 : Boite à fusible



- **Clips et agrafes** (figure 11)

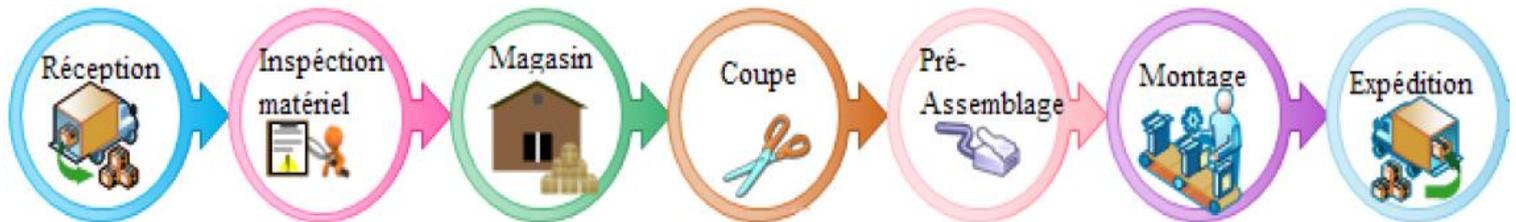
Ce sont des éléments qui permettent de fixer le câble à la carrosserie de l'automobile. Sans les clips le montage serait impossible, le câble restera détaché en provoquant des bruits et sera exposé aux détériorations à cause des frottements.

Figure 11 : Clips et agrafes

IV. Processus de production :

Le processus de production du faisceau, se constitue des étapes suivantes :

- ✓ Réception de la matière première ;
- ✓ La coupe ;
- ✓ Le pré- assemblage ;
- ✓ Le montage ;
- ✓ Emballage et expédition.



1. Réception de la matière première :

La matière première venant du fournisseur passe par un contrôle de réception avant d'être stockés dans le magasin de la matière première.

2. La coupe :

Après la réception de la matière première, la première étape dans le processus de production commence ! Elle s'agit de la coupe, appelée aussi zone P1.

Cette première étape consiste en le découpage de la matière première (**les fils électriques** qui arrivent sous formes de bobines à partir du magasin), selon l'ordre de fabrication lancé par un système appelé **Cutting Area Optimisation (CAO)** qui repose sur le principe **Kanban**.

Pour la coupe, on utilise deux types de machines : **KOMAX & SHELINGUER**.

- KOMAX : est une machine standard utilisée par toutes les entreprises de câblage, et qui coupe les fils de petites et moyennes sections.
- SHELINGUER : est une machine utilisée pour couper les fils de grande section.

Les types de fils produits dans la zone de coupe sont :

- **Fil simple fini** : contient deux connexions sur les deux extrémités de fil. Le sertissage des terminaux est assuré automatiquement par la machine KOMAX.
 - **Fil simple non fini** : contient une seule connexion dans l'une des extrémités du fil. Ces fils nécessitent un passage par la zone de pré-assemblage.
 - **Fil double** : contient trois connexions, une sur l'extrémité commune des deux fils et les deux autres sur les deux extrémités des fils.
- ❖ Ces fils sont stockés dans des pagodes.

3. Le pré-assemblage :

Une fois coupés, une partie des fils conducteurs passe par la phase de pré-assemblage : zone P2. Dans cette phase, plusieurs opérations sont réalisées :

- **Le sertissage manuel** (figure 12):

Dans certains cas, il s'avère impossible de sertir les terminaux aux extrémités des fils automatiquement. D'où la nécessité d'effectuer cette opération à l'aide de presses manuelles.



Figure 12 : Machine de sertissage Manuel



Figure 13 : Machines de joints

- **Joints** (figure 13):

Les joints sont des soudures unissant un ou plusieurs fils entre eux.



Figure 14: Machines de Twist

- **Twist** (figure 14):

C'est l'opération qui permet de torsader deux fils pour les protéger des champs magnétiques et ralentir la vitesse du passage du courant électrique.

- **Postes d'accessoires** : pour l'insertion des accessoires (par exemple le bouchon).

4. Le montage :

L'assemblage ou le montage est la phase finale qui consiste à assembler l'ensemble des composants pour obtenir le câble final.

Les lignes de montage se caractérisent généralement par l'emploi d'une chaîne de tableaux mécanisés.

Les câbles passent généralement par trois étapes principales lors du montage :

- l'insertion
- l'enrubannage
- l'inspection.

Chacune de ces étapes comporte des opérations qui varient en fonction de la nature du câble.

- **L'insertion** (figure 15):

Cette étape consiste à insérer manuellement les terminaux des circuits dans les connecteurs qui leurs correspondent. Des supports sous forme de fiches comprenant le processus d'assemblage sont mis à la disposition des opérateurs.



Figure 15 : Postes d'insertions



Figure 16 : Chaîne des tableaux
(Jig)

- **L'enrubannage** (figure 16):

C'est l'opération qui permet de recouvrir les fils une fois insérés par des rubans et des protecteurs. Les deux opérations précédentes se font sur un convoyeur linéaire.

- **L'inspection et les tests :**

Les tests standards réalisés sur les câbles sont :

- Le clip Checker : ce dispositif permet de tester que chaque clip est présent dans l'emplacement qui lui est dédié. Le clip Checker est principalement utilisé pour les câbles comportant un grand nombre de fils et ayant de grande dimension (figure 17).
- Le test électrique : inéluctable avant d'emballer le câble fini, il consiste à vérifier la connectivité électrique du câble. Il permet également de tester la présence des connecteurs par le biais des capteurs intégrés (figure 17).
- Le test vision : le test vision est utilisé dans le cas où le faisceau comporte une boîte fusible. Ce test consiste à vérifier que celle-ci est correctement assemblée (figure 17).
- Le test visuel : cette inspection permet de vérifier la longueur des branches, la présence de l'enrubannage et des accessoires et le respect de l'architecture finale exigée (figure 17).

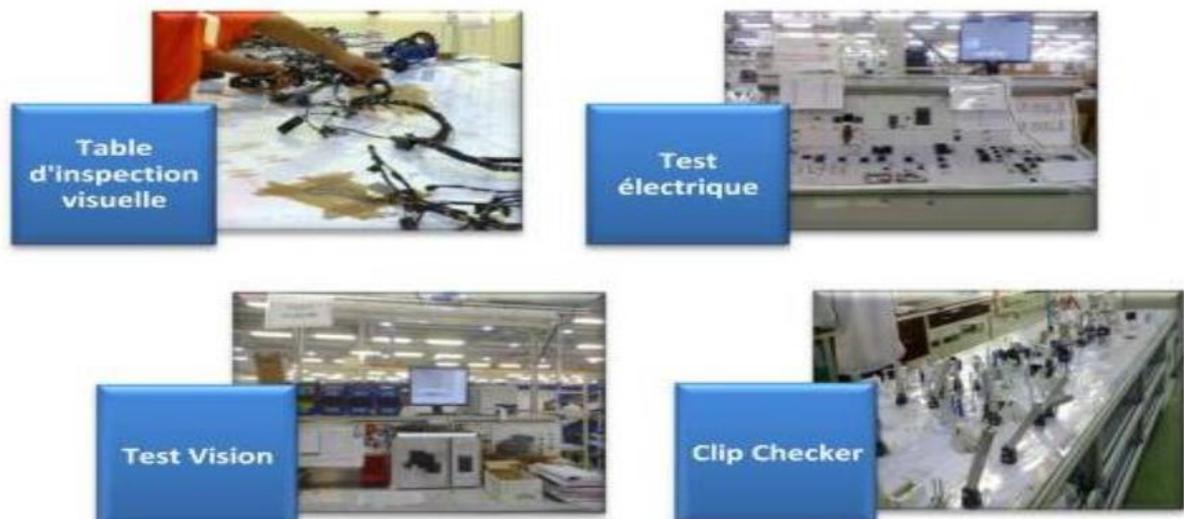


Figure 17 : Equipements d'inspection et de test

5. Expédition :

Après être emballé les faisceaux se rassemblent dans des palettes qui ont une capacité de 32 câbles, une fois qu'une 32 de câbles est rassemblée, on envoie la palette remplie à l'expédition, Cette dernière s'occupe de l'envoi de la marchandise aux clients de YAZAKI et s'assure de son arrivée.

Chapitre 2 : Cadre conceptuel, méthodologie et outils du projet

Le présent chapitre expose le contexte général du projet en définissant le cahier des charges, la démarche du travail et la stratégie adoptée pour atteindre les objectifs prescrits de ce stage.

Vous trouvez dans cette partie :

- ✚ Problématique et cahier de charge
- ✚ Démarche suivie
- ✚ Lean Manufacturing & ses outils

Introduction :

Le cadre conceptuel du projet définit les acteurs du projet ainsi que le besoin exprimé. La méthodologie de l'étude de diminution de toute forme de gaspillage est une étude qui se déroule périodiquement. Celle-ci vise à déterminer à chaque fois les causes réelles de défaillance, soit sur le produit fini ou soit sur le processus de fabrication, de les remonter au niveau de l'équipe afin de lancer des actions correctives.

I. Contexte pédagogique et intérêt du projet :

Notre projet est : Amélioration de l'output et la productivité de la ligne « PDB JFC » en appliquant le concept du Lean Manufacturing.

1. Cahier de charge :

a. Les acteurs du projet :

- ✓ la société YAZAKI Morocco Meknès, qui fabrique les faisceaux électriques.
 - Département engineering représenté par **Mr. SMOUNI Said**
- ✓ la Faculté des Sciences et Techniques de Fès (FSTF), Département Génie Industriel, Licence sciences et techniques, représenté par les étudiantes Ghita ZIATNI & Sara HASSOUNI, avec le suivi et l'encadrement de **Mr. Chafi Anas**.

b. Contexte global du projet :

Ce projet est un prérequis d'obtention de notre diplôme de Licence en Génie Industriel en liant entre ce que nous avons appris au cours de nos études à la Faculté d'une part et ce que nous avons appris au domaine de travail d'autre part.

c. Objet du projet :

Notre objet du projet de fin d'étude s'articule sur l'application du concept du Lean Manufacturing pour améliorer l'output et la productivité d'une ligne de production en éliminant tout type de gaspillages au sein du processus de production pour augmenter la cadence, avoir une meilleure qualité, moins de dommages et une plus grande flexibilité grâce à une organisation autour du processus de production des faisceaux électriques de la zone qu'on va étudier.

d. Contraintes du projet :

La gestion de ce projet doit tenir en compte des contraintes suivantes :

- Contraintes pédagogiques :
 - Appliquer les techniques et méthodes de gestion de projet.
 - Apprendre à être autonome dans la réalisation d'un projet.
 - Acquérir de nouvelles connaissances techniques et cerner le processus de production au sein de l'entreprise.
- Contraintes temporelles :
 - Le travail final doit être rendu avant la date de la présentation finale.

2. Démarche utilisée :

Pour répondre à l'objectif fixé, on a adopté la démarche du concept Lean Manufacturing : DMAIC, basée sur un ensemble de tâches présentées dans le tableau 2 :

Etapes	Problème	Tâches
Définir	Comprendre le problème	Description du projet JFC Renault Espace
		Définir la problématique
		Fixer l'objectif
Mesurer	Recueillir les données nécessaires	Mesurer l'état actuel de l'output et la productivité
		Cartographier les flux de matière et d'information
		Mesurer les sources de gaspillages
Analyse	Générer, analyser et vérifier les données relatives au problème	Analyse du cycle time
		Analyse du down time
		Audit 5S
Innover	Trouver des solutions au problème	Plan d'actions du cycle time et down time
		Plan d'actions des 5S
Contrôler	Calculer le gain	

Tableau 2 : Démarche suivie

II. Le concept du Lean Manufacturing :

Introduction :

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

Effectivement, la tâche qui nous a été confiée durant ce stage réside dans l'amélioration de la productivité, tout en s'inspirant du concept du Lean Manufacturing, et cela en éliminant toute source de gaspillage qui influence l'output de zone d'assemblage PDB JFC.

1. Qu'est-ce que le Lean Manufacturing ?

Le Lean Manufacturing est une philosophie de gestion provenant principalement du Système de Production Toyota.

Le Lean Manufacturing vise à améliorer la performance de l'entreprise en réduisant les 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).

2. Les 7 gaspillages : en fait, il y en a 8 !

Un Muda (gaspillage) est une activité improductive, qui n'apporte pas de valeur aux yeux du client.

La Pensée Lean suggère que pour créer efficacement de la valeur, il est indispensable d'identifier les gaspillages et de les éliminer ou de les réduire, afin d'optimiser les processus de l'entreprise. Les types de Muda sont (Figure 18) :



Figure 18 : les sources de gaspillages (8mudas)

1. La Surproduction

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

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

2. Le Surstockage ou Stocks Inutiles

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

3. Les Déplacements Inutiles

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

4. Les Traitements Inutiles ou Surprocessing

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

5. Les Mouvements Inutiles

- Déplacement de personnes physiques, inutile et qui n'apporte pas de valeur au client ;
- Causé par une mauvaise ergonomie du poste de travail ;
- Mauvais rangement, désordre, désorganisation ;
- Matériel ou informations mal répertoriés.

6. Les Erreurs, les Défauts et les Rebut

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

7. Le Temps d'Attente

- Produits ou personnes qui doivent attendre entre 2 tâches ou étapes.
- Opérateur inactif pendant que la machine fonctionne ou pendant une interruption.
- Cadence machine ralentie.
- Temps de changement de série trop long.
- Étapes mal synchronisées.

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

8. La sous-utilisation des compétences

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

3. Les outils du Lean Manufacturing appliqué au sein de YMM :

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

Les principaux outils de travail qu'on va adapter à notre projet, afin de répondre au besoin de l'ensemble ses parties prenantes.

3.1 Value Stream Mapping (ou la chaîne de valeur)

La VSM est un outil fondamental dans une démarche Lean. C'est le meilleur moyen de pouvoir visualiser les différents flux au sein d'une production (matière et information). Il est facile de mettre en avant les tâches à valeur ajoutée et d'identifier les différents types de gaspillages

comme les stocks et en-cours. C'est un outil qui, s'il est bien utilisé, est compréhensible par tous et qui offre la possibilité d'amener différentes personnes à s'investir pour améliorer l'état actuel.

La VSM demande à ce que l'on collecte des informations fiables et au plus proche de l'état actuel du processus. Différentes notions sont décrites dans cet outil, comme :

- les différentes tâches qui composent le processus ;
- les différents stocks et en-cours ;
- les flux d'informations et de matières ;
- les tailles des lots de transfert ;
- les temps de cycle ;
- les temps des changements de séries ;
- le délai d'exécution, temps de valeur ajouté...etc.

La VSM s'inscrit dans la démarche DMAIC. La constitution de la carte n'est donc pas une fin en soi, ce n'est que la première étape de la réorganisation de la chaîne de production pour prétendre à un système Lean.

- ❖ **Famille de produits** : Une famille de produit est un regroupement de produits dont le processus de fabrication et les équipements utilisés sont similaires. Afin d'identifier les familles de produits.
- ❖ **Cartographie des flux d'informations et de matière** : Pour réaliser la Cartographie de l'existant il est nécessaire de :
 - Choisir un flux de valeur.
 - Constituer une équipe multidisciplinaire.
 - Former l'équipe aux principes de base du Lean et à la réalisation de la cartographie.
 - Aller tous ensemble sur le terrain faire l'analyse du flux de valeur en partant de la fin du processus et en remontant le flux de valeur.
 - Collecter à chaque étape un certain nombre d'informations (ex : Stocks, nombre d'opérateurs, temps travaillé, etc...).
 - Utiliser les icônes standards du LEI (Lean Enterprise Institute) pour tracer la cartographie du flux de valeur.
- ❖ **Analyse du VSM** : Une fois la cartographie de l'existant réalisée, l'équipe va analyser chaque étape du processus par l'utilisation des outils d'analyse comme la méthode des 5S, les outils de Kaizen (diagramme d'Ichikawa, Pareto...) etc.

3.2 Les 5S

La méthode des 5 « S » (en anglais the 5 S's) est une technique de management japonaise visant à l'amélioration continue des tâches effectuées dans les entreprises. Élaborée dans le cadre du système de production de Toyota (en anglais Toyota Production System ou TPS), elle tire son appellation de la première lettre de chacune de cinq opérations constituant autant de mots d'ordre ou principes simples :

- Seiri : Eliminer.
- Seiton : Ranger.
- Seiso : Nettoyer.
- Seiketsu : standardiser.

- Shitsuke : auto discipline.
- ❖ **Seiri (Eliminer)** : Lors de cette étape, il faut distinguer ce qui est utile et ce qui ne l'est pas en triant et en éliminant. Ainsi, on ne gardera que le strict nécessaire sur le poste de travail et dans son environnement.
- ❖ **Seiton (Ranger)** : Il s'illustre par cette célèbre maxime "Une place pour chaque chose et chaque chose à sa place», il faut donc disposer les objets de façon à trouver ce qu'il faut quand il faut.
- ❖ **Seiso (Nettoyer)** : Une fois l'espace de travail dégagé (Seiri) et ordonné (Seiton), il faut donc éliminer les déchets, les saletés et les objets inutiles pour une propreté irréprochable du poste de travail et son environnement, le rendant ainsi plus agréable pour travailler.
- ❖ **Seiketsu (Standardiser)** : Une fois les trois étapes précédentes accomplies, il faut combattre la tendance naturelle au laisser-aller et le retour aux anciennes habitudes en mettant au point des méthodes permettant de maintenir cet état et d'éviter les déviations.
- ❖ **Shitsuke (Auto discipline)** : Pour faire vivre les 4 premiers S et repousser leurs limites initiales, dans une démarche d'amélioration continue, il faut surveiller régulièrement l'application des règles, les remettre en mémoire, en corriger les dérives.

Chapitre 3 : Diagnostic et analyse de l'existant

Dans ce chapitre, nous allons collecter les données existantes et effectuer une analyse approfondie et globale de la situation actuelle ainsi que le flux à l'aide de l'outil VSM et ce dans l'objectif d'avoir une vision plus claire et objective du processus actuel, des dysfonctionnements éventuels et des axes d'amélioration qui pourraient être apportés à l'entreprise.

Vous trouvez dans cette partie :

-  Phase 1 : Définir ;
-  Phase 2 : Mesurer ;
-  Phase 3 : Analyser ;

Introduction :

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

Des actions qui visent l'amélioration du processus de production seront réalisées en adoptant une des méthodes disponibles.

I. Phase 1 « Définir » :

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.

1. Description du projet JFC Renault Espace :

Le projet JFC Renault Espace a commencé la production Janvier 2015.

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

- Arrière JFC
- PDB JFC
- Smalls JFC
- Avant moteur JFC

Dans notre projet de fin d'étude, on va se focaliser sur la famille de produits PDB JFC, (Câblage du tableau de bord). Cette famille travaille maintenant en deux shifts, le matin et le soir avec un objectif d'outputs de 80 câbles/shift.

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

- **Composants** : sont des connecteurs récupérés directement du supermarché et alimentés dans les postes des chaînes de montage.
- **Tubes** : sont des accessoires utilisés dans la partie montage (Assemblage) de la chaîne et récupérés également du supermarché.
- **Fils** : sont la base de chaque faisceau de câble produit, ils sont récupérés de la phase de coupe et du pré-assemblage muni de leurs accessoires.

Les chaînes de montage sont composées de 26 postes nécessitant 30 opérateurs directs, 3 opérateurs polyvalents et quatre opérateurs indirects.

Le flux de production est linéaire basé sur le «FIFO».

La figure 21 présente la cartographie de la zone de production PDB JFC.

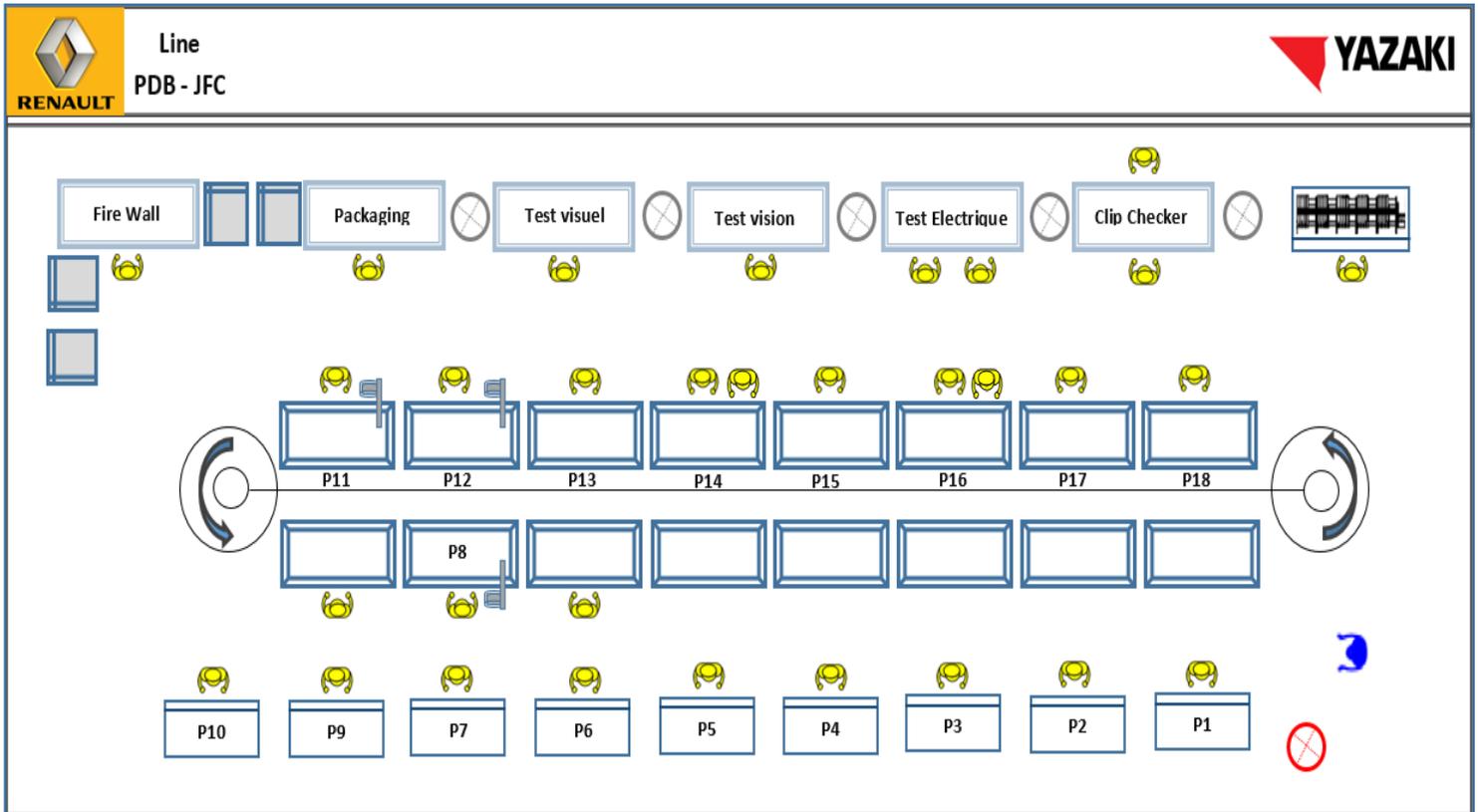


Figure 19 : schéma descriptif de la ligne PDB JFC

- Opérateur de la zone de production.
- : Chef de la zone.
- : Machine de Shunk.
- : Chariot
- : Palette

2. Définir la problématique :

Dans le but de décrire d'une manière structurée notre problématique, nous avons utilisé les principales questions - réponses de l'outil QQQCP décrit dans le tableau 3 :

Qui ?	Les départements de YMM : ingénierie, production et qualité.
Quoi ?	Faible output et productivité
Où ?	Dans la zone PDB JFC
Quand ?	Lors du calcul de l'output et de la productivité planifié
Comment ?	-Etude des gaspillages dans le flux de production -Etablir des chronométrages sur les flux de production -Se baser sur la démarche Lean Six Sigma suivant les étapes de DMAIC
Pourquoi ?	-Maintenir la compétitivité de l'entreprise. -Atteindre l'excellence quotidienne. -Satisfaire le client.

Tableau 3 : Description de la problématique étudiée via l'outil QQQCP

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

- **Qui ? Qui est concerné par problème ?** La zone PDB JFC connaît une augmentation dans le temps de production et n'atteint pas l'objectif de productivité fixé par les responsables. Ce qui importe l'ensemble des départements de la société YAZAKI Morocco Meknès tout particulièrement ceux de l'ingénierie, qualité et la production.
- **Quoi ? C'est quoi le problème ?** L'assemblage est la partie la plus importante du processus de production. Dans la zone PDB JFC, certains postes d'insertion, de jonction et d'enrubannage émettent un temps de production très élevé dues aux plusieurs causes de gaspillages, 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 la zone PDB JFC.
- **Quand ? Quand est-ce qu'apparaît le problème ?** Lors du calcul de l'output et de la productivité planifié.
- **Comment ? Comment mesurer le problème et ses solutions ?** En se basant sur la démarche DMAIC, nous allons étudier tous les sources des gaspillages dans le flux de production, et établir des chronométrages sur chaque poste de production de la zone PDB JFC, du premier poste d'insertion jusqu'au dernier poste d'inspection, 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 de plus en plus exigeant en terme des 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 et en éliminant toutes sources de gaspillages.

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

Productivité actuel : 73 câbles / shift

Objectif : améliorer la productivité de la zone PDB JFC pour atteindre un but de **80** câbles / shift.

II. Phase 2 « Mesurer » :

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.

1. Output et productivité actuelle du projet PDB JFC :

1.1 Output :

- **Définition** : nombre de faisceaux de câble produits.
- **l'output actuel du projet PDB JFC** :

D'après l'historique de l'output que nous avons collecté des mois de Mars, Avril et début de Mai, nous avons pu faire une étude de l'état actuel de l'output qui est représenté dans les tableaux 4 et 5 et les figures 20 et 21.

jour	output Shift 1	Target	jour	output Shift 1	Target
10/03/2015	60	64	09/04/2015	66	64
11/03/2015	61	64	10/04/2015	71	64
12/03/2015	70	64	11/04/2015	67	69
13/03/2015	59	64	13/04/2015	74	69
14/03/2015	52	64	14/04/2015	62	69
16/03/2015	75	64	15/04/2015	68	69
17/03/2015	72	64	16/04/2015	68	69
18/03/2015	57	64	17/04/2015	74	72
19/03/2015	70	64	18/04/2015	78	72
20/03/2015	74	64	20/04/2015	66	85
21/03/2015	57	64	21/04/2015	65	80
23/03/2015	62	64	22/04/2015	76	80
24/03/2015	67	64	23/04/2015	74	80
25/03/2015	65	64	24/04/2015	72	80
26/03/2015	52	64	27/04/2015	67	80
27/03/2015	55	64	28/04/2015	73	80
28/03/2015	55	64	29/04/2015	70	80
01/04/2015	52	64	30/04/2015	62	85
02/04/2015	66	64	04/05/2015	65	80
03/04/2015	55	64	05/05/2015	70	80
04/04/2015	62	64	06/05/2015	74	80
06/04/2015	57	64	07/05/2015	76	80
07/04/2015	64	64	08/05/2015	73	80
08/04/2015	67	64	09/05/2015	72	80

Tableau 4 : historique de l'output des mois de mars et avril et début de mai du shift 1

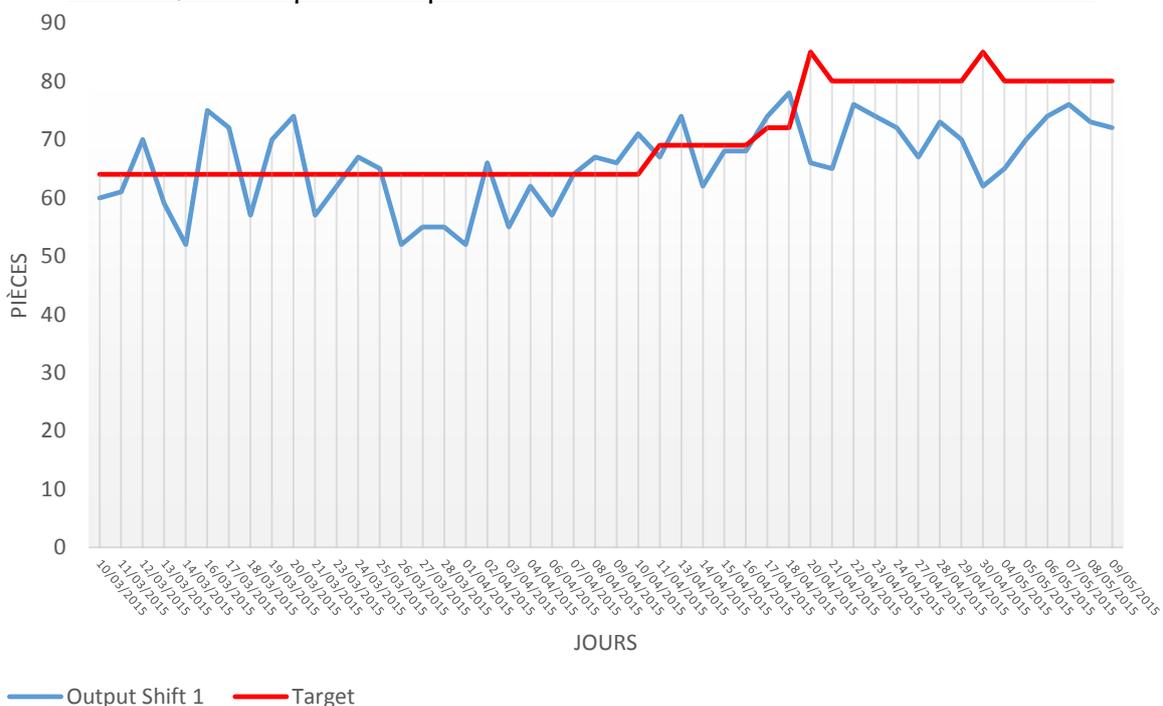


Figure 20 : output/jour de shift 1

jour	Output shift 2	Target	jour	Output shift 2	Target
02/03/2015	60	64	02/04/2015	57	64
03/03/2015	52	64	03/04/2015	58	64
04/03/2015	50	64	04/04/2015	54	64
05/03/2015	60	64	06/04/2015	58	64
06/03/2015	60	64	10/04/2015	54	64
07/03/2015	62	64	11/04/2015	56	69
09/03/2015	52	64	13/04/2015	67	69
10/03/2015	60	64	14/04/2015	70	69
11/03/2015	60	64	15/04/2015	71	69
12/03/2015	60	64	20/04/2015	69	85
13/03/2015	70	64	27/04/2015	72	80
14/03/2015	66	64	28/04/2015	74	80
21/03/2015	65	64	29/04/2015	74	80
23/03/2015	65	64	30/04/2015	70	80
24/03/2015	57	64	04/05/2015	70	80
25/03/2015	67	64	05/05/2015	71	80
26/03/2015	60	64	06/05/2015	67	80
27/03/2015	61	64	07/05/2015	81	80
28/03/2015	60	64	08/05/2015	66	80
01/04/2015	37	64	09/05/2015	74	80

Tableau 5 : historique de l'output des mois de mars et avril et début de mai du shift 2

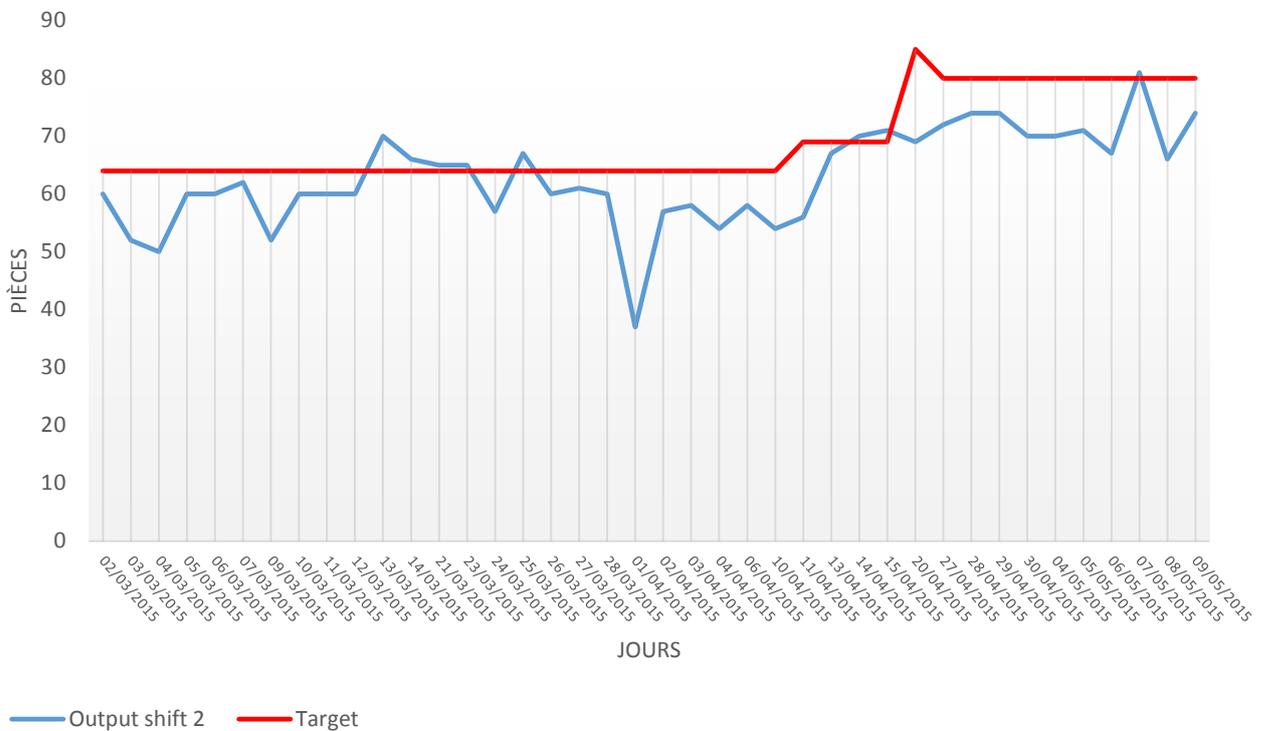


Figure 21 : output/jour de shift 2

On remarque des fluctuations journalières de l'output mais elle n'atteint pas l'objectif à cause des dysfonctionnements provoqués par des sources de gaspillages qu'on va découvrir par la suite en utilisant le diagramme de la VSM.

Une augmentation des outputs nécessite une augmentation du nombre d'opérateurs, il faut donc calculer le nombre d'opérateurs nécessaire pour produire 80 câbles par shift, par la formule de l'output.

Pour calculer l'output YAZAKI utilise la formule suivante :

$$\text{Outputs/shift} = \frac{\text{Temps de travail} * \text{le nb d'opérateur/shift}}{\text{Temps pour réaliser un câble}}$$

Sachant que le temps de travail est de 8 heures équivalent à 460 min avec 20 min de pause et que le temps pour réaliser un câble est de 141.2 min (chronométrage).

Avec X le nombre d'opérateur nécessaire pour atteindre 80 câbles par shift :

$$X = 141.2 \text{ (min)} * 80 / 460 \text{ (min)} = 25 \text{ opérateurs}$$

Tandis que nous avons 30 opérateurs + 3 polyvalentes + 4 indirectes.

Donc il y'a un problème dans la main d'œuvre.

1.2 Productivité :

- **Définition :**

La productivité mesure l'efficacité d'une entreprise et la rentabilité de ses projets. C'est une information sur la vitesse, la qualité de l'organisation de l'entreprise.

- **Mesure de la productivité :**

Pour calculer la productivité YAZAKI utilise la formule suivante :

$$\text{Productivité directe} = \frac{\text{Heures de productions}}{\text{Heures payées}}$$

On l'appelle une productivité directe car on prend en considération l'état normal du travail c'est-à-dire la collaboration des 30 opérateurs directes qui existent toujours dans la chaîne sans faire appel à un polyvalent ou un indirect pour aider au travail en cas de commandes urgentes.

- **Amélioration (La productivité actuelle du projet PDB JFC) :**

Pour toute entreprise, les gaspillages et les immobilisations superflues sont des pertes potentielles, les éliminer constitue un gain et améliore la performance dont la productivité est un indicateur principale et très important. C'est bien l'objectif de notre étude. La figure 22 représente l'évolution de la productivité actuelle que nous avons réalisé en se basant sur

l'historique des mois de Mars et Avril, du projet PDB JFC et l'objectif à atteindre 100% déterminé par le département ingénierie (tableau 6).

heures de production	heures payées	Productivité	heures de production	heures payées	Productivité	Target
153	260,8	59%	219	446,4	49%	1
130,4	253,1	51%	293,3	454	65%	1
125,5	245,4	51%	286	460,9	62%	1
154,5	237,8	65%	300,9	467,9	64%	1
157,6	237,3	66%	289,4	460,2	63%	1
159,8	245,4	65%	148	245,4	60%	1
121,3	244,7	50%	175,8	245,4	72%	1
316,6	513,9	62%	180,1	253,1	71%	1
292,5	513,4	57%	308,2	460,9	67%	1
313,4	506,2	62%	314	483,2	65%	1
291,2	498,6	58%	331,6	474,9	70%	1
290,7	498,6	58%	324,8	467,9	69%	1
149	245,4	61%	337,2	471,4	72%	1
180,7	253,1	71%	170,3	236,5	72%	1
150,2	253,1	59%	183,3	253,1	72%	1
179,1	253,1	71%	193,6	253,1	76%	1
170,9	237,8	71%	335,3	479	70%	1
313,3	452,5	69%	155,8	271,5	57%	1
339,5	460,2	74%	176,7	268,5	66%	1
303	452,5	67%	187,4	268,5	70%	1
321,2	452,5	71%	162,6	260,8	62%	1
283,1	452,5	63%	312,1	479	65%	1
268,9	437,2	62%	323,6	467,9	69%	1
287,2	437,2	66%	342	483,2	71%	1
			325,8	467,9	70%	1

Tableau 6 : historique de la productivité des mois de mars et avril du shift 2

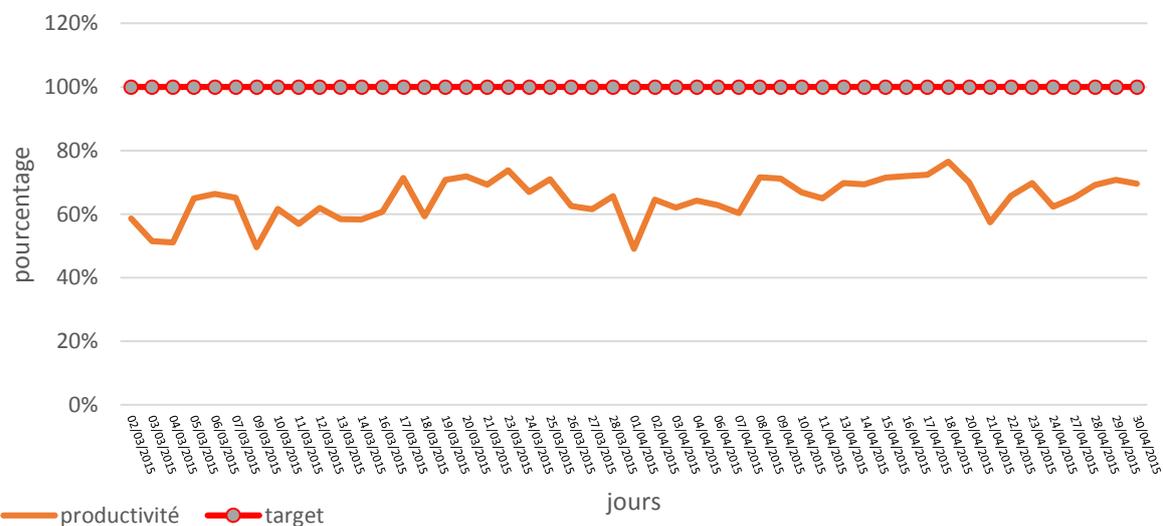


Figure 22 : Productivité des mois de Mars et Avril

On remarque des fluctuations journalières de la productivité qui varient entre 49% et 76% mais elle n'atteint jamais l'objectif qui est 100% à cause des dysfonctionnements provoqués par des sources de gaspillages qu'on va découvrir par la suite en utilisant la VSM.

2. Réalisation d'une VSM (cartographie des flux de matière et d'information) :

La cartographie n'est pas une finalité en elle-même. Le but de ce travail est de pouvoir l'analyser afin de mettre en lumière les différents dysfonctionnements de la production.

2.1 Choix de la famille du produit :

Avant de commencer la construction de la carte VSM, il est nécessaire de choisir quel sera l'objet de l'étude.

La méthode ABC est un bon point de départ dans le choix de la famille de produits, avant de se lancer dans la modélisation et le chronométrage des postes de travail, nous devons identifier la famille de faisceau à suivre en se basant sur la pénétration de ces familles de produits.

Le projet PDB JFC comporte 18 familles de faisceau de câble à produire, donc il a fallu faire une étude pour choisir la famille la plus représentative.

Pour faire cette analyse on a choisi comme critère de décision la quantité commandée au cours de la période « Mars - Avril 2015 » (tableau 7).

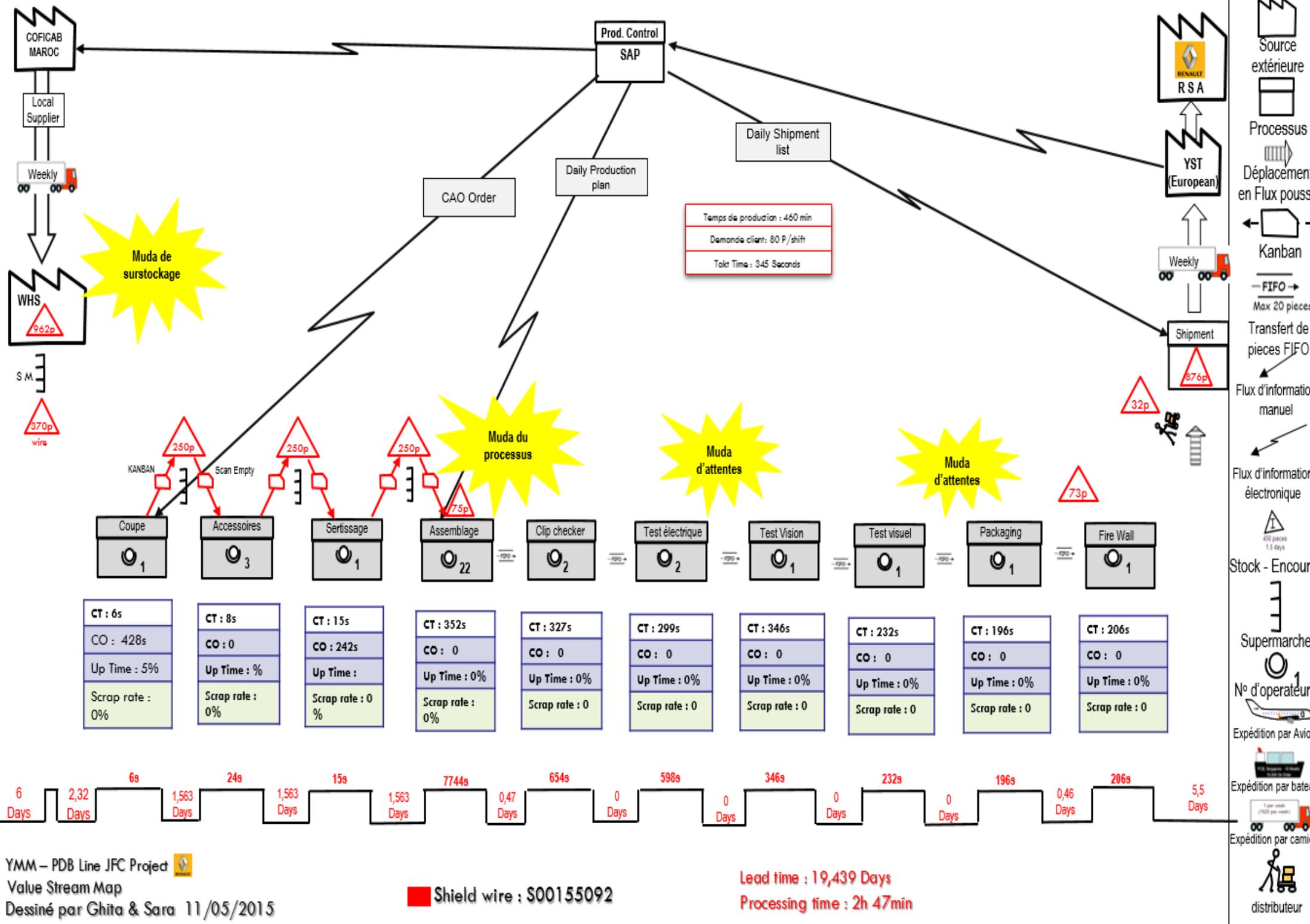
Part number	Quantité commandée	Quantité cumulée	Pourcentage	Pourcentage cumulé
240187305S	1400	1400	28%	28%
240181778S	1021	2421	20%	48%
240188996S	448	2869	9%	56%
240187160S	410	3279	8%	65%
240185147S	403	3682	8%	72%
240184305S	393	4075	8%	80%
240182545S	194	4269	4%	84%
240183770S	132	4401	3%	87%
240187238S	130	4531	3%	89%
240183980S	129	4660	3%	92%
240182673S	86	4746	2%	93%
240183270S	70	4816	1%	95%
240182898S	66	4882	1%	96%
240186526S	65	4947	1%	97%
240181946S	40	4987	1%	98%
240184111S	32	5019	1%	99%
240184318S	32	5051	1%	99%
240187895S	32	5083	1%	100%

Tableau 7 : Pénétration des familles de produits des mois de Mars et Avril

D'après le tableau, il est bien claire que la référence « **24018 7305S** » est la plus représentative, vue qu'elle est la plus commandé par le client.

2.2 Dessin VSM :

Les chronométrages ont été réalisés d'une moyenne de 3 fois sur chaque processus depuis l'entrée du câble jusqu'à son emballage et poste par poste, ensuite on a fait la moyenne des durées/poste et si on a un dysfonctionnement qui se répète ou qui existe au moins dans poste on l'inscrit dans la cartographie afin de pouvoir résoudre le maximum des problèmes modélisés ainsi qu'à d'autres qui ne sont pas claires sur la carte VSM mais qui sont remarqués au cours de son élaboration (chronométrage).



3. Analyse de la VSM (cartographie des flux de matière et d'information) :

Lors d'une observation détaillée sur le terrain et après l'élaboration de la cartographie des flux de valeur (VSM), on a pu constater des premiers dysfonctionnements qui influencent sur la productivité de la ligne PDB JFC.

3.1 Muda du processus : Assemblage

- Etude de l'état existant :

On a utilisé la méthode de chronométrage pour définir les temps de production pour chaque processus. C'est l'action de chronométrer les durées des opérations effectuées par un opérateur sur chaque poste afin de définir son temps de cycle et le comparer avec le takt time 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, on a constaté que le processus d'assemblage et du test vision opérations sont les plus critiques car ils représentent un retard remarquable par rapport aux autres.

Ce retard remarqué a été confirmé lors de l'élaboration de la VSM et en modélisant les durées moyennes de chaque processus dans le diagramme de la figure 23 :

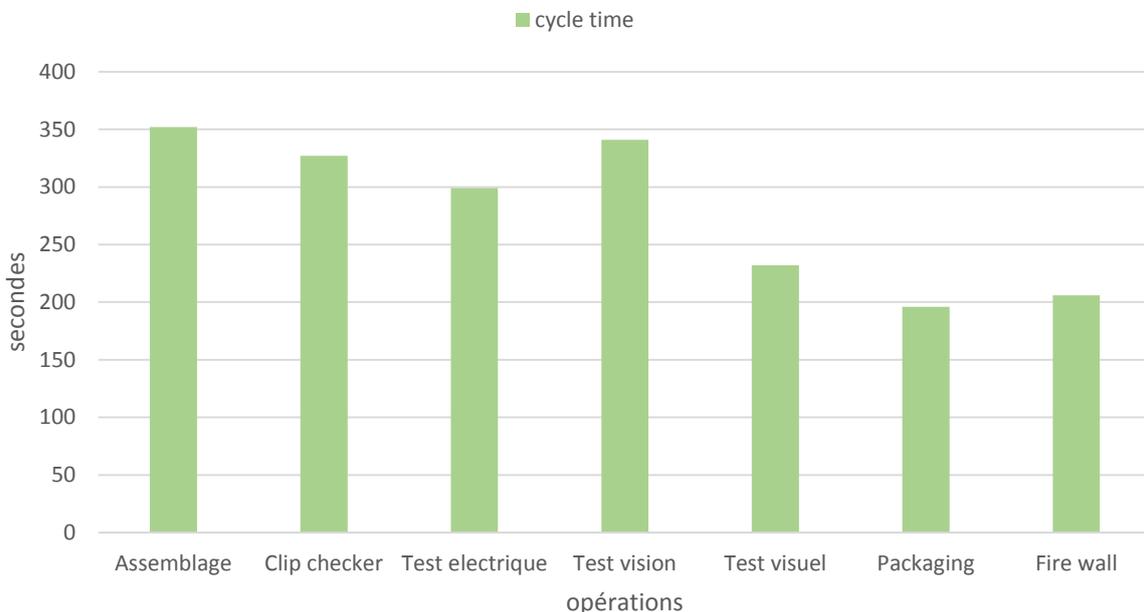


Figure 23 : Diagramme des temps de cycle de tous les processus

Le **Takt Time** est le temps nécessaire pour produire un bien dans le but de satisfaire la demande du client, ce temps est exigé par le client pour les nouveaux projets.

Il se calcule suivant la formule :

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

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

Sachant que le temps de production est 460min et que la demande du client est de 80 faisceaux par shift.

On calcule le Takt Time d'une ligne de montage :

$$\text{Takt time} = (8 \times 60 - 20) / 80 = 460 / 80 = 5.75 \text{ min} = 345\text{s}$$

Tous les processus ont le même output et le même temps de production donc ils doivent avoir le même takt time.

La figure 24 visualise les temps de cycles des processus par rapport au Takt Time :

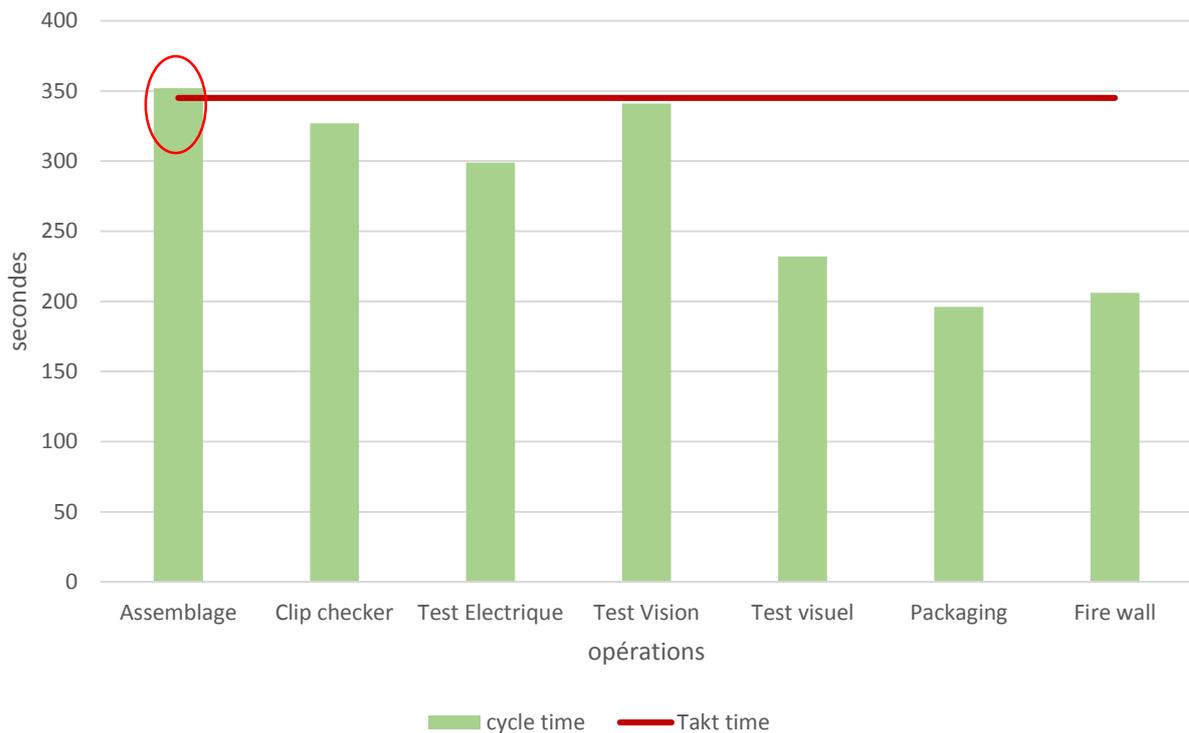


Figure 24 : Diagramme des temps de cycle de tous les processus comparés avec le takt time

Remarque :

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.

Cela veut dire que tous les 30 opérateurs du projet doivent avoir des tâches qui ne dépassent pas le takt time, chacun devrait être sensé terminer ces tâches avant 345 secondes, ce qui n'est pas le cas.

Pour mieux illustrer la criticité du processus d'assemblage, on a commencé avec un chronométrage des tâches des opérateurs travaillant dans ce processus pour ne pas avoir des faux calculs (figure 25).

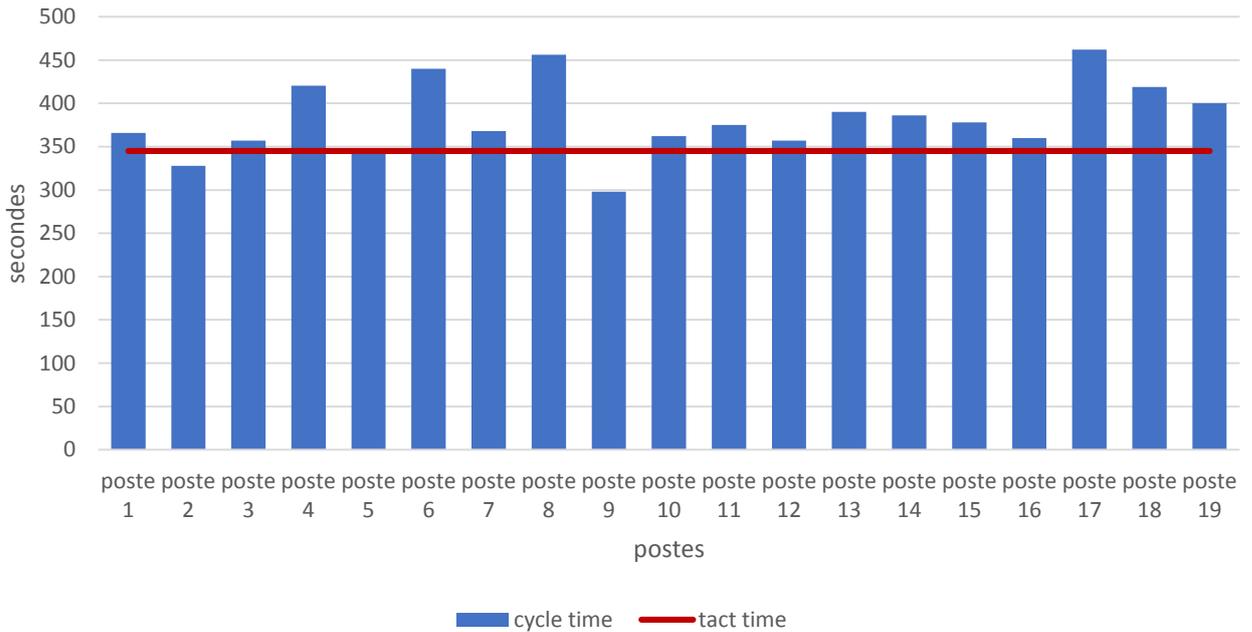


Figure 25 : Diagramme des temps de cycle de chaque poste du processus d'assemblage

On remarque qu'il y'a un déséquilibre entre les postes de productions, le temps de cycle varie d'un poste à l'autre.

On constate que certains postes de :

- Insertion : 1, 4 ,6 et 7
- Jonction : 8 et 11
- Et presque tous les postes d'enrubannage (du poste 13 jusqu'à 19).

Présentent toujours un retard par rapport aux autres postes. Un retard qui est absorbé par les deux postes en amont et en aval.

3.2 Muda d'attentes dus aux arrêts : Down Time :

Après une observation détaillée de la ligne, nous avons constaté que les arrêts constituent l'un des problèmes qui constitue une faible productivité, raison pour laquelle nous avons eu recours à un suivi du Down time d'un shift de production pour pouvoir identifier les causes principales et les problèmes éventuels qui handicapent la bonne marche de la chaîne.

Down time report 22/05/2015
Shift 2 de 06h00 à 14h00

Séquence	Temps d'arrêts	Heure d'arrêts	Cause d'arrêts
1	2 min 03s	08 : 53	Manque d'un connecteur 273 du poste 6.
2	1 min 46s	09 : 14	Bouclage des fils dans le connecteur 268 du poste 8. (shunk)
3	57s	09 : 24	Fil non séparé dans le connecteur 229 du poste 6.
4	03 min 36s	09 : 41	Fil non inséré dans le connecteur 274 du poste 6.
5	02 min 42s	09 : 50	Manque d'un connecteur 268 du poste 6.
6	03 min 47s	09 : 56	3 fils non inséré du poste 6 et un fil non soudé du poste 8
7	02 min 02s	10 : 02	Un connecteur 279 de plus du poste 6.
8	01 min 50 s	10 : 30	Un fil non soudé du poste 8.
9	02 min 51 s	10 : 50	Manque du connecteur 206 du poste 6.
10	04 min 04 s	11 : 36	Un fil détaché du connecteur 262 du poste 6.
11	04 min 13 s	12 : 05	Retard des opérateurs du postes 17 ,18 et 19 dans l'enrubannage.
12	02 min 32 s	13 : 15	2 fils de plus du connecteur 274 du poste 6.
13	02 min 59 s	13 : 43	Bouclage des fils du connecteur 268 du poste 8.
Total (min)		32,42	

Tableau 8 : rapport down time du Shift 2

D'après ces données, on constate une perte de temps de presque 33min ! Et donc une diminution de l'output et de la productivité ! Une perte de $32.42/5.75 = 6$ câbles !

Pièces produites	70
Pièces qui peuvent être produites	76

- ❖ Au cours de l'élaboration de La VSM et la visite des lignes de production on a constaté d'autres dysfonctionnements concernant les 5S, et les résoudre va surement apporter du bien à la performance de la zone.

III. Phase 3 « Analyse » :

L'étude de l'état actuel ainsi que l'analyse de la cartographie de flux que nous avons effectuée dans la phase précédente avaient comme objectif de se projeter sur les évolutions à mettre

en œuvre pour optimiser le processus, et ce par l'identification et l'élimination de tout ce qui n'ajoute pas de la valeur au produit comme étant du gaspillage.
D'après l'étude de la zone PDB - JFC, nous avons déduit que cette dernière connaît plusieurs types de gaspillages à savoir celui du processus, temps d'attente dues aux arrêts et de stockage.

Objectif : Cette phase consiste à rechercher les causes racines des gaspillages détectés.

1. Analyse du cycle time :

Il va falloir rechercher les causes réelles du problème identifié afin de trouver l'origine de celui-ci. Ce sera notamment la cause la plus probable qu'il restera à vérifier dans la réalité et à corriger.

L'élaboration du diagramme Ishikawa (figure 26) nous a permis de déceler plusieurs problèmes relatifs aux 5M.

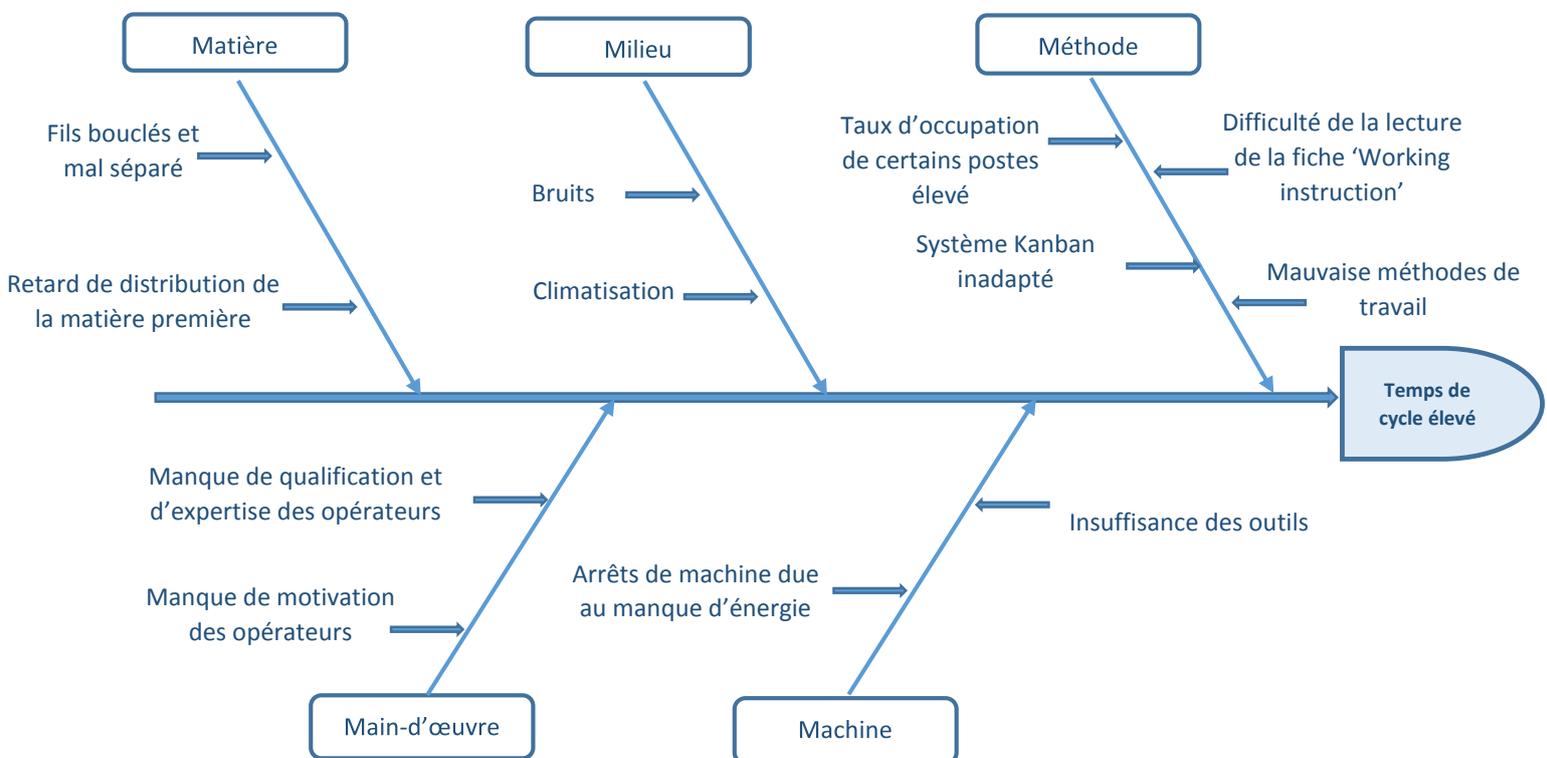


Figure 26 : les causes du problème de temps de cycle élevé

Après avoir classé et regroupé les causes potentielles de ce défaut selon les 5 M dans le diagramme Ishikawa, nous allons procéder à une analyse "Pareto" pour remonter aux causes racines du problème et ainsi y remédier.

1.1 Hierarchisation des causes

En raison d'aboutir à un classement significatif et fiable des causes cités auparavant, l'équipe de projet a convenu de les classer suivant leur fréquence pendant une semaine pour savoir celle qui impacte le plus la productivité des faisceaux.

Le tableau 9 représente la grille utilisée pour la notation de la fréquence des causes :

	Causes	Fréquence
A	Insuffisance des outils.	1
B	Taux d'occupation de certains postes élevé	8
C	Manque de qualification et d'expertise des opérateurs.	15
D	Manque de motivation des opérateurs.	6
E	Système Kanban inadapté.	15
F	Arrêts de machine due au manque d'énergie.	5
G	Difficulté de la lecture de la fiche 'Working instruction.	3
H	Fils bouclés et mal séparé.	20
I	Retard de distribution de la matière première.	4
J	Mauvaise méthodes de travail.	18
k	Bruits	0
L	Climatisation	1

Tableau 9 : Grille utilisée pour la notation de la fréquence des causes

Suite aux résultats obtenus, on a établi le tableau 10, à partir duquel on a obtenu le diagramme Pareto :

	Causes	fréquence	Pourcentage %	Pourcentage cumulé %
H	Fils bouclés et mal séparé.	20	20%	20%
J	Mauvaise méthodes de travail.	18	18%	38%
C	Manque de qualification et d'expertise des opérateurs.	15	15%	53%
E	Système Kanban inadapté.	15	15%	68%
D	Manque de motivation des opérateurs.	9	10%	78%
B	Taux d'occupation de certains postes élevé.	8	8%	86%
F	Arrêts de machine due au manque d'énergie.	5	5%	91%
I	Retard de distribution de la matière première.	4	4%	95%
G	Difficulté de la lecture de la fiche 'Working instruction.	3	3%	98%
A	Insuffisance des outils.	1	1%	99%
L	Climatisation	1	1%	100%
K	Bruits	0	0%	100%

Tableau 10 : classement de la grille utilisée pour la notation de la fréquence des causes

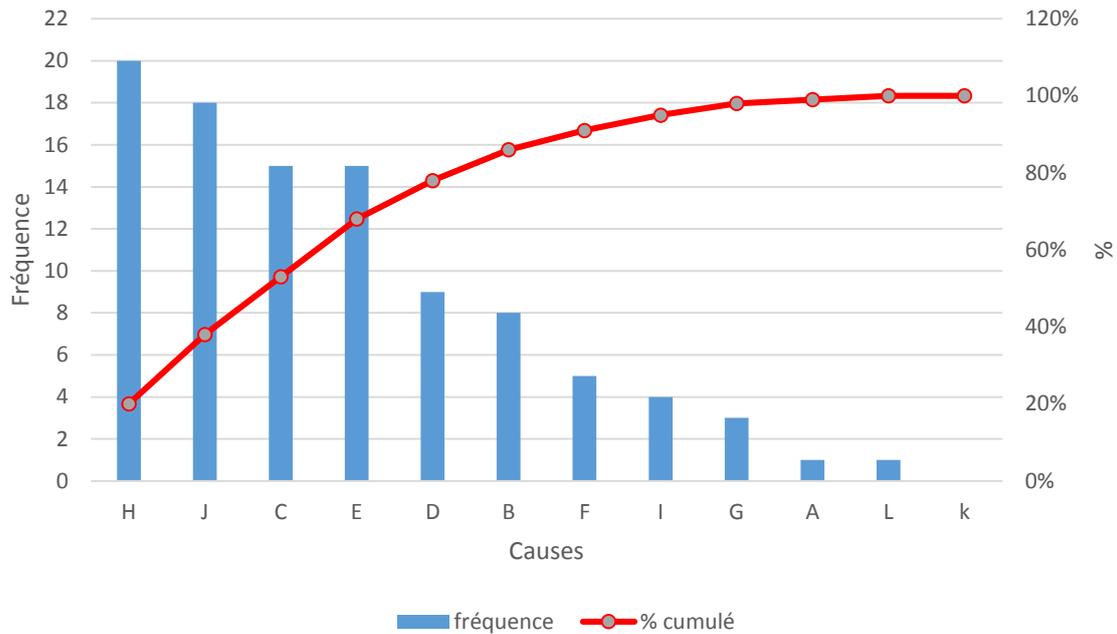


Figure 27 : Diagramme Pareto de causes détectées

D’après l’analyse des résultats du diagramme Pareto, on constate que les causes majeures sur lesquelles il faut intervenir en priorité sont les suivantes :

H : Fils bouclés et mal séparé.

J : Mauvaise habitudes de travail.

C : Manque de qualification et d’expertise des opérateurs.

E : Système Kanban inadapté.

D’après le diagramme précédent, on conclue que les causes liées au « Main-d’œuvre » et « Méthode » sont les plus génératrices des anomalies et auxquels il faut accorder le plus d’importance.

Problème de « bouclage des fils » :

D’après des remarques faites sur le terrain afin de détecter les causes qui contribuent à l’occurrence du défaut de bouclage des fils, on a pu relever les points suivant : Parmi les difficultés que trouvent les opérateurs lors de l’enrubannage, c’est que les fils à bander sont mal séparé, ce qui complique la tâche (figure 27).

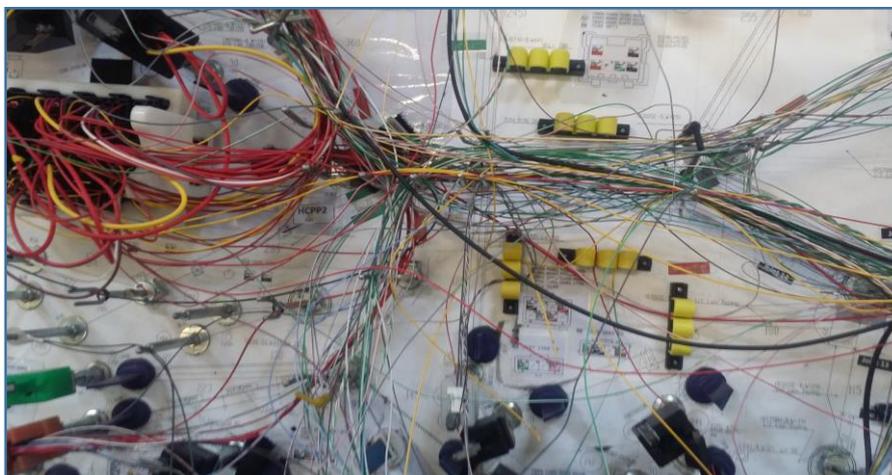


Figure 28 : exemple de bouclage des fils

Les fils sont mal séparés et se bouclent car la quantité des fils est importante et la majorité des outils de séparation sont inadéquats ce qui complique la tâche à l'opérateur, et par la suite l'opérateur perd son temps à les séparer ce qui augmente son temps de cycle et donc tout le temps de production.

- Les fourches du tableau empêchent les fils d'être totalement recouverts par le ruban.

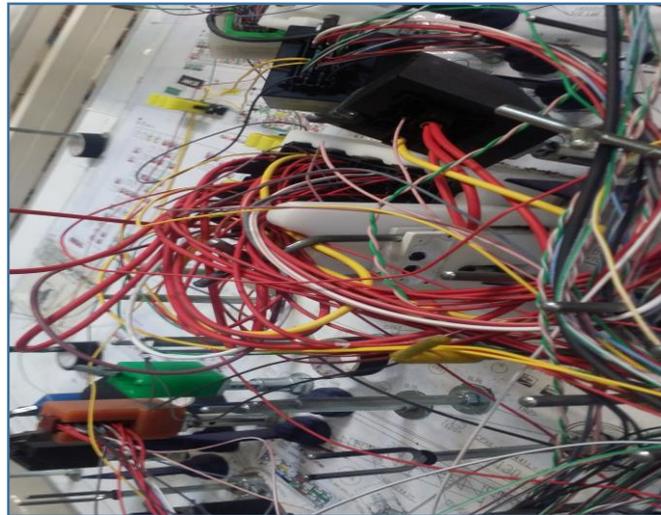


Figure 29 : fourches inadapté

Problème de « méthodes de travail » :

On peut remarquer que l'opérateur travaille en parallèle avec le mouvement de la chaîne ce qui provoquera plus de temps de se déplacer pour revenir au tableau suivant, donc du retard, plus le problème de concentration d'opérateurs puisque il travaillera dans la zone d'un autre opérateur qui attend le même tableau.

Problème de « Système Kanban inadapté » :

L'ordre de production utilisé actuellement dans la zone d'assemblage est lancé par un système appelé Cutting Area Optimisation (CAO) qui repose sur le principe Kanban, le principe de production sur demande. C'est-à-dire que la production du poste amont (zone coupe) est limitée aux seuls besoins émis par le poste aval (zone d'assemblage).

Au début de chaque shift, avant que le distributeur alimente chaque poste avec le fil concerné, il doit scanner (Scan empty) la carte kanban.

La carte Kanban doit contenir les informations suivantes :

- Localisation de la chaîne ;
- Le code du fil ;
- Le type de la boîte ;
- La quantité du lot qui est fixée par le département logistique ;
- Numéro de la carte ;
- Localisation dans les pagodes du super marché ;
- Le numéro de la machine de coupe qui traite le fil en question ;
- La date de fabrication de la carte ;

Celle-ci est accrochée à des lots (bundle), pour que la zone de coupe lance l'ordre de fabrication du même fil.

Le problème c'est que le distributeur commence par alimenter tous les postes avec les fils, et accumule les cartes kanban non scannée. Et laisse la tâche du scan à la fin.

A ce moment-là, certains postes ont déjà consommé les fils qu'ils ont, et ont besoin d'une autre quantité tandis que cette dernière n'est pas encore coupée.

Par ailleurs les opérateurs sont sensés appeler le distributeur (qui n'est pas toujours disponible) en cas d'un manque de fils dans les chaînes d'assemblage.

2. Analyse du Down time :

Après avoir déterminé les différentes causes d'arrêts dans la phase mesurer, on les a classer suivant les 4M pour savoir la M la plus critique (tableau 11).

Séquence	Temps d'arrêts	Heure d'arrêts	Cause d'arrêts	5M
1	2 min 03s	08 : 53	Manque d'un connecteur 273 du poste 6.	Main-d'œuvre
2	1 min 46s	09 : 14	Bouclage des fils dans le connecteur 268 du poste 8. (shunk)	Méthodes
3	57s	09 : 24	Fil non séparé dans le connecteur 229 du poste 6.	Main-d'œuvre
4	03 min 36s	09 : 41	Fil non inséré dans le connecteur 274 du poste 6.	Main-d'œuvre
5	02 min 42s	09 : 50	Manque d'un connecteur 268 du poste 6.	Main-d'œuvre
6	03 min 47s	09 : 56	3 fils non inséré du poste 6 et un fil non soudé du poste 8	Main-d'œuvre
7	02 min 02s	10 : 02	Un connecteur 279 de plus du poste 6.	Main-d'œuvre
8	01 min 50 s	10 : 30	Un fil non soudé du poste 8.	Main-d'œuvre
9	02 min 51 s	10 : 50	Manque du connecteur 206 du poste 6.	Main-d'œuvre
10	04 min 04 s	11 : 36	Un fil détaché du connecteur 262 du poste 6.	Main-d'œuvre
11	04 min 13 s	12 : 05	Retard des opérateurs du postes 17 ,18 et 19 dans l'enrubannage.	Méthodes
12	02 min 32 s	13 : 15	2 fils de plus du connecteur 274 du poste 6.	Main-d'œuvre
13	02 min 59 s	13 : 43	Bouclage des fils du connecteur 268 du poste 8.	Méthodes
Total (min)		32,42		

Tableau 11 : catégorie des problèmes du Down time

Pour mieux visualiser l'analyse, le graphe représenté dans la figure 30 monte le pourcentage de chaque M.

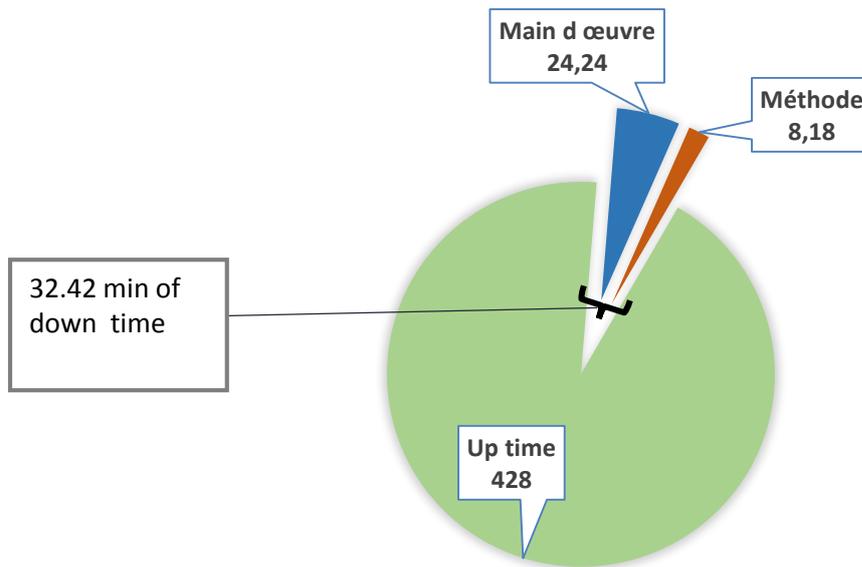


Figure 30 : Analyse 5M des causes du down time

D'après l'analyse du down time on constate également que les causes d'arrêts sont liés au 2M « main-d'œuvre » et « méthodes ».

Donc on conclut que les problèmes liées à les méthodes et la main-d'œuvre sont les plus critique.

3. Audit 5S :

Avant d'entamer les actions d'amélioration, il est indispensable de commencer par un diagnostic des 5S. La procédure de 5S est déjà adoptée mais durant nos visites dans la zone, on a remarqué quelques dépassements dans ce cadre. Donc, pour savoir le niveau des 5S dans la ligne d'assemblage de la zone PDB – JFC, on a procédé par un diagnostic général en se basant sur une grille de cotation qui contient un ensemble des critères sur lesquels il faut attribuer des notes.

Le tableau 12 représente la grille et le résultat de cotation 5S pour la ligne d'assemblage de la zone PDB – JFC.

A partir de résultat obtenue dans le tableau de cotation, on définit le pourcentage pour chaque pilier des 5S et le pourcentage total. Le tableau 12 regroupe les résultats obtenus.

Élément	Note	Nombre de critère	Note possible	Pourcentage
Eliminer	14	8	16	87%
Ranger	13	10	20	65%
Nettoyer	10	6	12	83%
Standardiser	17	12	24	71%
Auto discipline	4	4	8	50%
5S	58	40	80	72%

Tableau 13 : le pourcentage de chaque pilier des 5S et le % total

Pour bien illustrer les résultats obtenus, nous avons tracé une carte radar selon 5 axes qui permet de bien visualiser le niveau des 5S dans la ligne PDB JFC (figure 31).

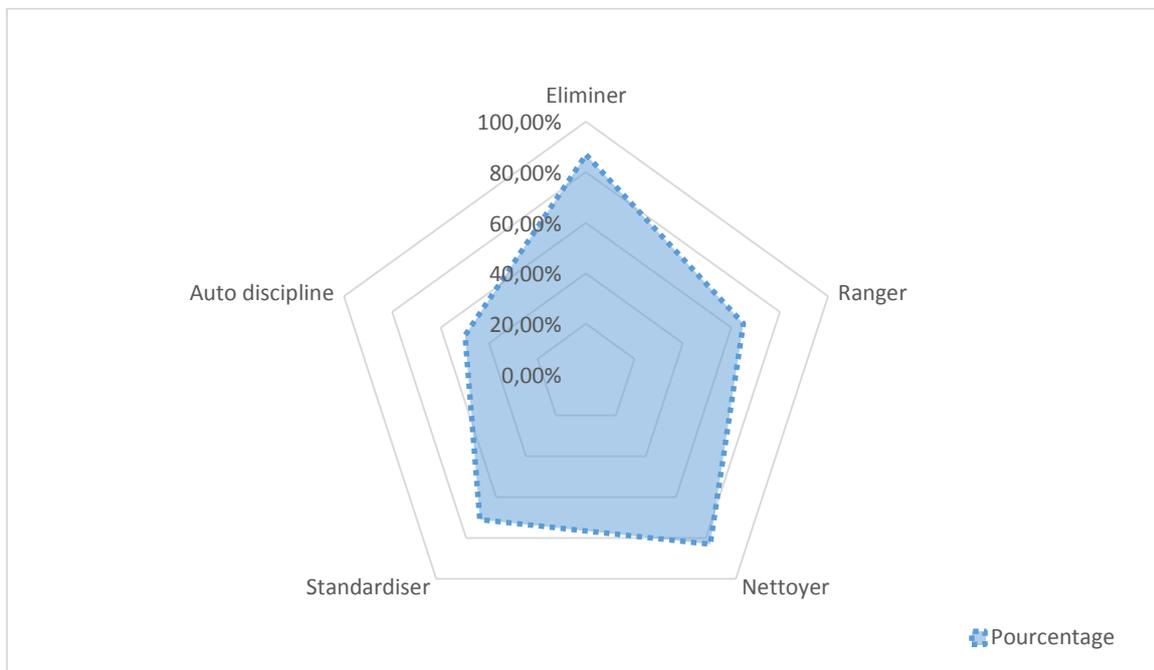


Figure 31 : Radar des 5 piliers des 5S

D'après les résultats obtenus, on a pu constater que malgré l'application des 5S au sein de la ligne d'assemblage PDB JFC, il y'a des anomalies nécessitant plus d'intervention, surtout en ce qui concerne le rangement, la standardisation et l'auto discipline.

Chapitre 4 : Plan d'action



Le chapitre précédent nous a permis de déterminer les causes racines des problèmes rencontrés.

Dans ce chapitre nous allons proposer quelques solutions ainsi qu'un plan d'action 5S pour résoudre ces problèmes.

Vous trouverez dans cette partie la 4eme phase de notre démarche DMAIC :

 Phase 4 : innover / Améliorer

I. Phase « Innover » :

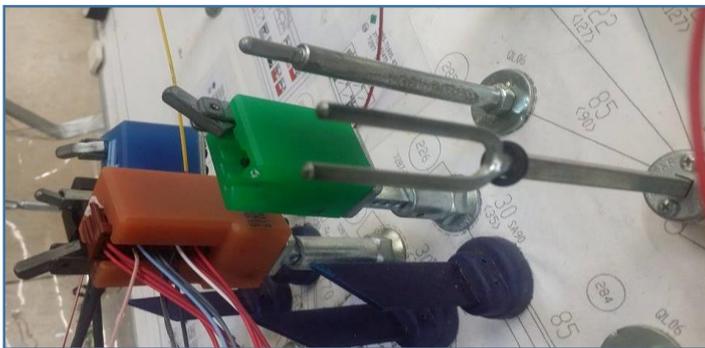
La quatrième phase de notre démarche suivie est la phase « Innover ».

Objectif : Cette étape permet de passer de la théorie à l'application et de mettre en place des solutions aux améliorations détectées dans la phase d'analyse.

1. Solutions proposés des problèmes du cycle time et down time :

Solutions proposées du problème « Bouclage de fils » :

Pour le problème du bouclage des fils, on a proposé comme action de changer les outils (fourches et supports Mcdo), pour assurer le maintien du trajet et la fixation des fils sur le tableau de montage.



Fourche actuelle



Fourche proposée



Support Mcdo actuel



Support Mcdo proposé

Figure 32 : fourches et support

Solution proposé du problème « Mauvaise méthode de travail » :

La solution qu'on a proposé ici est de travailler au sens contraire de la chaîne, c'est-à-dire, au lieu de travailler en parallèle avec le mouvement de la chaîne et commencer par la partie droite, l'opérateur peut travailler dans le sens inverse du mouvement de la chaîne de façon à ce qu'il termine son enrubannage en arrivant au JIG suivant pour répéter la tâche d'enrubannage, ce qui lui permet de ne pas dépasser sa zone de travail et éviter la concentration des opérateurs dans un seul poste.



Figure 33 : méthodes de travail d'enrubannage

Solution proposé du problème « Système Kanban inadapté » :

Concernant ce problème on a proposé d'appliquer 2BIN system sur les fils avec les étiquettes Kanban.

C'est-à-dire que le distributeur doit alimenter chaque poste avec 2 lots du même composant. Chaque lot comportera une étiquette Kanban. Et avant que l'opérateur entame le deuxième lot auquel est attachée la carte kanban de la référence, il la détache et la met dans la boite des Kanban disponible sur son poste de travail.

Après chaque alimentation, le distributeur passe après chaque cycle pour collecter à nouveau les cartes des différents postes, et se dirige vers les pagodes pour s'approvisionner. Le

distributeur, dès qu'il finit la collecte des lots demandés, passe comme d'habitude au poste scan pour signaler leur consommation.

L'application du 2bin system avec les étiquettes kanban ne nécessite pas d'investissement lourd, elle est très économe, améliore le temps de réactivité dans tout le processus et mobilise peu de moyens matériels, et grâce aux informations marquées sur l'étiquette on garde toujours une trace de l'origine des articles de chaque lot. L'utilisation de l'étiquette de transfert réduit la communication verbale non efficace et elle permet de produire juste le besoin.

Solution proposé du problème « Opérateur mal formé » :

Pour ce problème on a proposé de définir un test d'évaluation d'enrubannage afin d'obtenir la qualification pour les postes d'enrubannage. Durant ce test l'opérateur sera évalué suivant la conformité d'enrubannage effectué, la méthode utilisée et le temps qui lui a fallu pour le faire. Autrement dit l'opérateur ne sera jugé comme qualifié que s'il arrive à faire un enrubannage conforme, avec la méthode correcte et dans le délai demandé.

On a proposé aussi d'ajouter des modules de formation pour la réalisation de l'enrubannage et spécialement les tâches critiques comme l'enrubannage des nœuds pour les nouveaux recrues.

Et afin de spécialiser chacun dans un poste approprié et précis, on a proposé de programmer une formation continue pour les opérateurs et dédié à chacun d'eux un badge indiquant son nom, prénom et son niveau de formation.

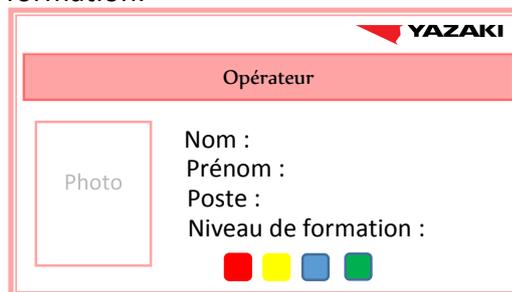


Figure 34 : exemple d'un badge

Et pour les motiver on a proposé d'élire chaque mois « l'équipe du mois » ou même « le meilleur du mois », et l'équipe ou l'opérateur qui réussira à garder sa place durant 3 mois suivi, elle aura une prime.

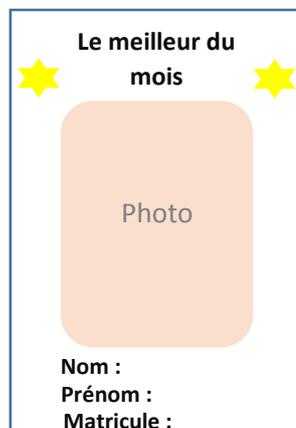


Figure 35 : exemple d'une affiche du 'meilleur du mois'

2. Synthèse du plan d'actions :

Problèmes	Actions envisagés
Bouclage des fils, Fil n'est pas bien séparé.	<ul style="list-style-type: none"> • changer les outils de séparation par d'autres plus convenables • changer les supports Mcdo où on sépare les fils à souder par d'autres plus adapté au fils court, pour éviter de tirer les fils. • Auto contrôle des opérateurs lors de l'insertion dans les JIG. • S'assurer que tous les fils sont insérés dans les fourches. • Vérifier si tous les fils qui seront utilisé dans la jonction sont séparé et inséré dans les supports Mcdo.
Mauvaise méthodes de travail	<ul style="list-style-type: none"> • travailler dans le sens contraire du mouvement de la chaîne lors de l'enrubannage
Système Kanban inadapté	<ul style="list-style-type: none"> • Appliquer 2 BIN SYSTEM sur les fils avec les étiquettes Kanban.
Manque de qualification et d'expertise des opérateurs	<ul style="list-style-type: none"> • Ajouter des modules de formation pour la réalisation de l'enrubannage et spécialement les tâches critiques comme l'enrubannage des nœuds pour les nouveaux recrues. • Définir un test d'évaluation d'enrubannage afin d'obtenir la qualification pour les postes d'enrubannage • Affecter les opérateurs qui ont eu de bonnes notes dans le test de l'enrubannage aux postes mobiles de la chaîne et les autres aux postes fixes. • Accompagner les nouveaux opérateurs lors de leur travail, pour s'assurer qu'ils effectuent bien leurs tâches destinées.
Manque de motivation des opérateurs	<ul style="list-style-type: none"> • Surveiller quotidiennement le travail de chaque opérateur, et rédiger un rapport chaque jour sur lequel on va se baser pour élire le 'Meilleur du mois'. • Accrocher sur le mur de la zone, une affiche comportant sa photo et son nom. • Une prime sera destinée à chaque opérateur qui a réussi à garder sa place durant 3 mois suivi.

Tableau 14 : synthèse du plan d'action

3. Plan d'actions 5S :

Dans le but d'améliorer autant que possible l'état actuel de la zone PDB JFC, et suite à l'analyse réalisée, nous avons formulé plusieurs actions à mener :

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

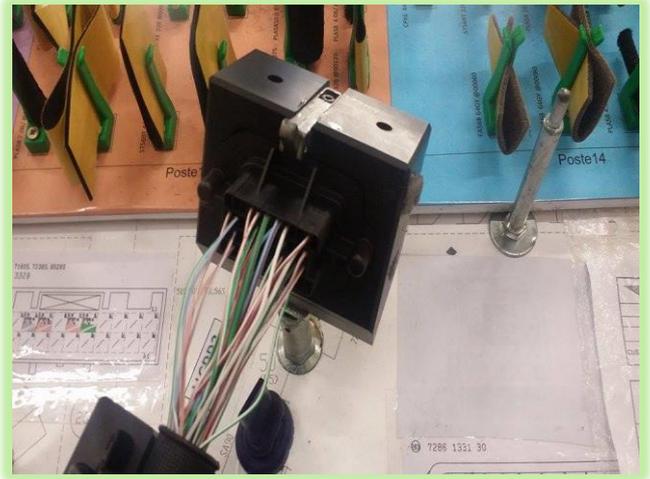
Tableau 15 : plan d'action 5S

4. Application du plan d'actions des 5S :

Après avoir élaboré le plan d'action des 5S, l'équipe projet a approuvé l'application de ces actions, et le tableau suivant montre l'état avant et après l'application.



-Le contre pièce du JIG 18 est endommagé.



-Le contre pièce du JIG est remplacé par un nouveau



-La barre de référence des fils des postes d'insertion n'est pas bien collé ce qui complique la tâche d'identifier les fils à l'opérateur.



-La barre de référence des fils est bien maintenue





Référence des fils non identifié.



Référence des fils bien identifié.



Poste non identifié.



Poste bien identifié



-Pistolet n'est pas à sa place et jeté par terre.

Pistolet a un emplacement bien défini.



-Poubelle non identifié sur le sol.

La poubelle a un emplacement sur le sol bien



Documents mal rangés et pochettes déchirés.



Les documents sont bien rangés

Remarque :

Pour l'application du plan d'action des problèmes du cycle time et down time, nous avons besoin d'une réunion avec l'équipe projet pour discuter les solutions que nous avons proposé et les contraintes de leur application. Et vu le temps limité que nous avons, nous n'avons pas pu procéder à ceci. Et donc nous n'avons pas fait la dernière étape de notre démarche puisque nous n'avons pas appliqué les solutions proposées.

Conclusion

La mission de notre projet de fin d'étude est d'améliorer l'output et la productivité de la chaîne d'assemblage PDB JFC.

L'objectif fixé de l'output dans la zone PDB - JFC par YAZAKI Meknès est de 80 câbles/shift, c'est-à-dire 160 câbles/jour. Cet objectif a été fixé par le département ingénierie.

Pour atteindre cet objectif, nous avons effectué une analyse en se basant sur les outils du Lean Manufacturing afin de définir tout type de gaspillage. Et pour enchaîner notre travail, au cœur du Lean Manufacturing, nous avons utilisé la démarche DMAIC.

Nous avons commencé par un diagnostic et une analyse de l'existant, cette étape était décisive, elle nous a permis de savoir l'état actuel de l'output et la productivité et l'objectif à atteindre.

Dans la suite, nous avons cartographié la VSM : le flux physique et les données utiles pour le diagnostic de l'état actuel (les temps de cycle, le Takt Time...)

Une fois la cartographie est terminée, nous avons entamé le chronométrage afin de bien définir le temps actuel exact, ainsi que de chronométrer les types de Mudras trouvées.

Nous avons pu également déceler les éléments qui ralentissent le flux de production dans la zone PDB - JFC. Suite à cette analyse, plusieurs causes ont été détectées : bouclage des fils, mauvaise méthodes de travail, système Kanban inadapté, problèmes liées 5S etc.

A la fin de notre travail, nous avons proposé des solutions pour les problèmes rencontrés : Changements des outils inadéquats, nouvelle méthode de travail, application de 2BIN System avec les étiquettes Kanban sur les fils.

Un plan d'action 5S a été aussi proposé et appliqué par l'équipe projet.

Notre projet de fin d'étude nous a permis d'appliquer une diversité d'outil de travail que nous avons déjà eu l'occasion de voir au cours de notre formation, et d'apprendre d'autres nouveaux outils.

Il nous a également offert l'opportunité de découvrir l'environnement industriel et les conditions de travail de l'ingénieur et d'acquérir une expérience très riche aussi bien au niveau technique qu'au niveau relationnel.

Bibliographie et Webographie

Bibliographie :

[1] CHRISTOPHE ROUSSEAU « Le Lean Manufacturing les secrets de la réussite de votre entreprise », © 2013

[2] NICOLAS VOLCK « Déployer et exploiter Lean Six Sigma », © Groupe Eyrolles 2009.

[3] OPATCHI GHEOGHI « Démarche d'optimisation des processus opérationnels dans l'industrie », Mémoire, Université de technologie de Compiègne, 2013.

[4] LOTFI AZZABI « Contribution à l'amélioration d'un système de production : Intégration de a méthode Six Sigma et approche multicritère d'aide à la décision dans SIDELEC Internationale », thèse, Institut des Sciences et Techniques de l'Ingénieur d'Angers, 2010.

[5] CHRISTIAN HOHMANN « Guide pratique des 5S pour les managers et les encadrants », © Editions d'Organisation, 2006.

[6] Documents de Yazaki.

Webographie :

<http://LeLeanManufacturing.com>

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

<http://christian.hohmann.free.fr/index.php/lean-entreprise/value-stream-mapping>

Conseil en organisation de la production Logistique www.ogip-organisation.fr

<http://www.5s-lean.com/index.php/fr/>

[http://www.forac.ulaval.ca/fileadmin/docs/Programmes PME/VSM/Formation VSM.pdf](http://www.forac.ulaval.ca/fileadmin/docs/Programmes_PME/VSM/Formation_VSM.pdf)