Université Sidi Mohammed Ben Abdellah
Faculté des Sciences et Techniques
www.fst-usmba.ac.ma

Année Universitaire : 2014-2015

Master Sciences et Techniques en Génie Industriel

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

L'amélioration de la qualité de production dans la phase TT (Touling Trial) du projet PANTHER par la démarche DMAIC

Lieu :
Référence : 15/15-MGI

Présenté par:

Berrad Mounia

Soutenu Le 26 Juin 2015 devant le jury composé de:

- Pr. F. Gadi **(**Encadrant FST**)**
- Pr**.** F**.**Kaghat (Examinateur FST)
- Pr. M. Rjeb (Examinateur FST)

Stage effectué à : DELPHI PACKARD TANGER

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

Nom et prénom: BERRAD MOUNIA

Année Universitaire : 2014/2015

Titre: L'amélioration de la qualité de production dans la phase TT (Touling Trial) du projet PANTHER par la démarche DMAIC.

Résumé

La concurrence accrue et l'exigence croissant des clients contraignent les entreprises à améliorer leur productivité et leur réactivité avec la satisfaction des trois facteurs : qualité, coût et délai. Ce travail a eu pour objectif l'aménagement des postes de travail, l'amélioration de la productivité et la réduction des défauts de qualité des chaines de production Glow Plug et FWD Manual.

Mots clés:

-Delphi Packard Tanger.

-Touling Trial.

-Familles FWD Manual, Glow Plug.

-Connecteurs,clips.

Avant propos

-Nom et prénom de l'élève stagiaire de FST Fès :

Melle Berrad Mounia.

-Intitulé du travail :

L'amélioration de la qualité de production dans la phase TT (Touling Trial) du projet PANTHER par la démarche DMAIC.

-Etablissement d'accueil :

DELPHI PACKARD TANGER, Ilot 53, lot n° 1 Zone franche d'exportation de Tanger, Tanger, Maroc. Département Ingénierie.

-Nom et prénom des superviseurs du projet dans l'établissement d'accueil :

M. Yassin Allouch

-Nom et prénom du superviseur du projet à FST Fès :

M. Gadi Fouad

-Date de début et de fin du stage :

Du 23 février au 23 juin 2015.

-Cadre de coopération :

Accord de coopération entre FST Fès et la société DELPHI

-Soutien financier :

Stage non rémunéré.

DEDICACES

À ma mère,
Pour chaque instant de soucis,
de soutient et d'amour qu'elle m'apporte.

Remerciements

Je tiens à remercier vivement toutes les personnes, qui, de près ou de loin, se sont impliquées dans la réalisation de ce projet, tant par leur soutien opérationnel, que professionnel.

Je tiens à remercier tout particulièrement Monsieur Gadi Fouad pour l'aide et les conseils concernant les missions évoquées dans ce rapport, qu'il m'a apporté lors des différents suivis.

Je remercie aussi Monsieur Allouch Yassin mon encadrent dans la société, pour le temps qu'il m'a consacré tout le long de ce stage. Sa précieuse contribution m'a permis d'approfondir et d'enrichir mes connaissances sur le fonctionnement de l'entreprise.

Je tiens aussi à exprimer toute mes gratitudes et mes remerciements aux membres du jury qui ont bien voulu m'honorer de leur présence.

Liste des figures

Figure 1-Organigramme Delphi Packard Tanger ……15

Figure 2-Organigramme du département industriel…….……15

Figure 3-Flux de production……..16

Figure 4-Exemple d'un faisceau électrique avec quelques exigences client…….....….17

Figure 5-Fiche signalétique du projet PANTHER……...……21

Figure 6- Les phases de développement du projet PANTHER…….....22

Figure 7- Les phases de développement du projet PANTHER ……...….23

Figure 8 -Photos de la chaine FWD Manual…….. .…24

Figure 9-Photos de la chaine Glow Plug……..24

Figure 10-Diagramme Gantt…….…….28

Figure 11-Diagramme Pareto……..……...33

Figure 12-Connecteurs similaires…….……..34

Figure 13-Les différentes orientations des clips……...36

Figure 14 -Orientation OK et non OK d'un clip…….....36

Figure 15-Une branche de câble……...……38

Figure 16-TMBC de famille Glow Plug……....42

Figure 17- Diagramme cause-effets du défaut des connecteurs erronés…….……..….46

Figure 18-Diagramme cause-effets du défaut d'orientation des clips…….....46

Figure 19-Diagramme cause-effets du défaut de dimensions des branches erronées……...47

Figure 20-L'ajout des contres pièces avec un système POKA YOKE…….…52

Figure 21-une bride mal orientée …….....53

Figure 22-Contre pièce bloquante…….…….53

Figure 23-L'ajout des aides visuelles…….56

Figure 24-Exemple de dimension erronée d'une branche……....56

Figure 25 -Cinq pourquoi de problème…….……....59

Figure 26-Plateau suggéré……...……62

Figure 27- Etat avant de l'organisation de la chaine……..……..63

Figure 28- Etat après de l'organisation de la chaine……63

Figure 29-Le banc électrique (ROB)……..……..64

Figure 30-Pareto des défauts du Banc électrique……..……...65

Figure 31-Plan de maintenance 1er niveau……..……66

Figure 32-Aide visuel……..…….....…67

Figure 33-L'évolution de l'Out Put selon la formation des operateurs…….....67

Figure 34-L'inadaptation de la fourche au nœud du câble…….…...72

Figure 35-Nœud bien réalisée……...…72

Figure 36-Modèle de la fourche proposée……...……72

Figure 37-Résultats après 1ère et 2éme implémentation……..……7 3

Liste des tableaux

Tableau 1: Fiche technique de la société……..14
Tableau 2: QQOQCP de projet PANTHER……..……25
Tableau 3 : L'équipe du projet PANTHER……...…27
Tableau 4 : Diagramme SIPOC du projet ……29
Tableau 5 : Le classement des anomalies en fonction de leur répétitivité……..…32
Tableau 6 : Diagramme SIPOC du connecteur…….35
Tableau 7 : Mesure de non-conformité des connecteurs……..36
Tableau 8 : Diagramme SIPOC des clips…….....37
Tableau 9 : Mesure de non-conformité des clips……..38
Tableau 10 : Diagramme SIPOC des branches du câble……...……39
Tableau 11 : Mesure de non-conformité des dimensions des branches……....40
Tableau 12 : AMDEC du défaut des connecteurs erronés……49
Tableau 13 : Plan d'action du défaut des connecteurs erronés…….……51
Tableau 14 : Recommandations pour le magasinier et les opérateurs……..……52
Tableau 15 : AMDEC du défaut de clips mal orientées……..……54
Tableau 16 : Plan d'action du défaut des clips mal orientées……....55
Tableau 17 : AMDEC du défaut des dimensions des branches…….……57
Tableau 18 : Plan d'action du défaut des dimensions des branches…….58
Tableau 19 : Mesure des pannes du Banc électrique……...65
Tableau 20 : Actions implémentées des problèmes détectés…....71
Tableau 21-Les résultats après implémentation de la fourche ……...72

Abréviations et terminologies

Glossaire :

-**Output** : volume produit par shift

-**Temps Takt** : (takt time) la cadence à laquelle le client exige que votre société fabrique ses produits.

-**Productivité** : le rapport entre la quantité ou la valeur ajoutée de la production et le nombre d'heures nécessaires pour la réaliser.

-Équilibrage des postes: Processus d'assignation des tâches à des postes de travail de manière que le temps d'exécution soit approximativement égal pour chaque poste

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

-Système Poka Yoke :Poka Yoke (ou détrompeurs) sont de petits systèmes pratiques qui permettent d'identifier immédiatement que l'on fait des erreurs ou que l'on n'est pas conforme à son standard de travail soit en bloquant les opérations suivantes, soit en allumant un voyant qui indique un problème.

Acronyme :

-TT: Touling Trial

-DPT: Delphi Packard Tanger

-DASM: Delphi Automotive System Maroc

-TMBC: Team Member Balance Chart

-ATT: Actual Take Time

-TT: Take Time

-CE: Control Electrique

-PDCA: Plan, Do, Check, Act.

-DMAIC: Define, Measure, Analyze, Improve, Control.

-Tc : Temps de cycle

-TPM : Total Productive Maintenance

Table de matière

Sommaire

Avant-propos....1
Dédicaces....2
Remerciement....3
Liste des figures....4
Liste des tableaux....6
Abréviation et terminologies....7
Introduction général....11
Chapitre 1 : Description de l'organisme d'accueil....12
I. Le Groupe Delphi....13
1. Présentation du Groupe....13
2. Les clients de Delphi....13
II. Présentation de Delphi Maroc....14
1. Delphi Automotive System Maroc (DASM)....14
2. Delphi Packard Tanger (DPT)....14
III. La production chez Delphi....16
1. Flux de production....16
2. Processus de production....16
3. Produit de Delphi....17
Chapitre 2: Présentation de Six Sigma
1ère étape de DMAIC « Définir »....18
I. La méthode Six Sigma....19
1. L'objectif de six sigma....19
2. Six sigma et l'amélioration continue....19
3. La démarche DMAIC....20

4. Les étapes de la démarche 'DMAIC' 20
II. La première étape de DMAIC : « Définir »..... 21
1. Présentation du projet PANTHER..... 21
2. Besoin exprimé..... 25
3. Clarification du problème par QQOQCP..... 25
4. Cahier des charges..... 26
5. Contraintes du projet..... 30
6. Méthodologie du travail (*La méthode DMAIC*)..... 30
Chapitre 3 : Deuxième étape de l'approche DMAIC : "Mesurer"..... 31
I. Etat actuelle de la chaine FWD Manual..... 32
II. Choix des anomalies à étudier..... 32
1. Prise des mesures..... 32
2. Diagramme Pareto..... 33
III. Identification et mesure des anomalies critiques 34
1. Connecteurs erronées..... 34
2. Orientation des clips..... 36
3. Dimensionnement des branches..... 38
IV. Etat actuelle de la chaîne Glow Plug..... 40
1. Analyse des temps..... 40
2. TMBC (Team Member Balance Chart) 41
Chapitre 4: 3ème et 4ème étape de l'approche DMAIC:" Analyser et Innover"..... 44
I. Analyse des anomalies et plan d'améliorations..... 45
1. Diagramme d'Ishikawa..... 45
2. Actions d'amélioration de conformité des câbles..... 47
II. Analyse de l'existant de la chaine Glow Plug..... 59
1. Détermination de la source de la problématique 59
III. Amélioration de la productivité de la famille Glow Plug..... 60
1. Equilibrage des postes de travail..... 60
2. Chiffrage des gains..... 62
3. Gain en espace 62
IV. Plan d'action préventif et amélioratif 64
1. Diminution des arrêts du banc électrique dus à la maintenance..... 64
2. Amélioration des compétences des opérateurs..... 67
Chapitre 5 : 5ème étape de l'approche DMAIC : « Contrôler »..... 69
I. Diagnostic..... 70
1. Famille FWD Manual..... 70

1. Description du problème 71
2. Innovation 72
3. Famille Glow Plug 73
1. contrôle 17-19 73
Conclusion et perspectives 75

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.

J'ai eu l'opportunité d'intégrer la société DELPHI afin d'effectuer un stage de fin d'étude me permettant de mettre en exergue mes compétences acquises durant mon formation à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.

Le projet a consisté dans un premier temps, à faire une étude expérimentale des anomalies majeures détectées dans la phase TT (Touling Trial) ou phase du démarrage, et de participer dans l'amélioration du processus de production dans le but de minimiser les problèmes de qualité. Pour ce faire, le présent rapport comporte cinq grands chapitres présentant la démarche DMAIC suivie pour la mise au point et l'organisation de cette mission.

Le premier chapitre décrit l'organisme d'accueil en présentant le système de production, ses objectifs et les moyens utilisés pour son déploiement. Définir l'objet de l'étude, son périmètre ou étendue, rechercher les données de référence et les valoriser, traduire l'impact sur les clients en terme de valeurs clés.

Le second chapitre consiste à rechercher les données mesurables caractérisant le processus concerné et mesurer le résultat existant.

Après la description du contexte du projet et l'identification des variables qui participent au processus il convient de déterminer les causes premières et les formaliser par des données mesurables dans le troisième chapitre.

Le quatrième chapitre soulève les outils à exploiter pour aboutir aux résultats espérés, en explicitant les améliorations proposées pour remédier aux problèmes de la productivité, les défauts de qualité. Le dernier chapitre évalue si les solutions impliquées résolvent les problèmes rencontrés.

Une conclusion et les perspectives viennent conclure ce rapport.

Chapitre 1 :

Description de l'organisme d'accueil

Ce chapitre est dédié à la description de l'organisme d'accueil. Il donne un aperçu sur l'entreprise DELPHI au niveau national et international tout en mettant l'accent sur la description du maître d'ouvrage à savoir DELPHI PACKARD TANGER.

I. Le Groupe Delphi

1. Présentation du Groupe

Delphi est un groupe multinational américain. C'est l'un des fabricants d'équipements les plus modernes dans le monde, travaillant essentiellement dans le domaine automobile et l'industrie du transport, et dont la clientèle s'étend de plus en plus vers des secteurs de haute technologie comme les télécommunications, le matériel médical, l'informatique et ses périphériques. L'origine de Delphi remonte à la création de la New Departure Bell Company à Bristol, dans le Connecticut. La société fut créée en 1888 pour fabriquer le premier carillon de porte d'entrée. En 1897, l'entreprise commença à contribuer à l'histoire des transports en donnant le jour au premier frein de bicyclette à rétropédalage. C'était là le coup d'envoi de toute une série de "premières" qui allaient émailler l'histoire de Delphi.

Aujourd'hui, Delphi est l'équipementier automobile dont la gamme de composants et de systèmes est la plus diversifiée. Il est également le fournisseur le plus inventif sur le plan technique. Chaque jour, plus d'une invention sont créées par les ingénieurs Delphi, et c'est un nouveau produit ou un nouveau procédé qui est créé chaque semaine.

D'année en année, tous ces génies de l'invention ont fini par bâtir une tradition bien ancrée, plutôt que de se contenter de répondre aux besoins exprimés par le client, ils ont bouleversé le monde des transports pour en faire celui que nous connaissons aujourd'hui.

Les Principales innovations Delphi :

-1912 : Premier démarreur électrique

-1929: Premier chauffage automobile

-1936 : Premier autoradio au tableau de bord

-1951 : Première direction assistée

-1963 : Premier régulateur de vitesse

-1973 : Premier fournisseur d'airbag de série

-1975 : Premier pot catalytique : l'échappement devient propre

-1993 : Premier système d'alerte anticollision

-2002 : Lancement en série du premier autoradio à réception des bandes satellite

-2004 : Premières portes coulissantes motorisées sur une petite voiture (Peugeot 1007)

2. Les clients de Delphi

Delphi compte plus de 120 fournisseurs de matière première à travers le monde. Et elle est le fournisseur de plus de 30 marques de voitures. Parmi les clients de Delphi on trouve : Combo, Clio, Astra, Kango… (Annexe 1).

II. Présentation de Delphi Maroc

Le groupe Delphi dispose deux sites de production au Maroc : Delphi Automotive Système, comptant plus de dix ans à Tanger, et le nouveau site Delphi Packard Tanger la où j'ai ai effectué mon stage.

1. Delphi Automotive System Maroc (DASM)

Implantée à Tanger depuis 1999, DELPHI Automotive System Maroc (DASM) est filiale de l'une des six divisions du groupe DELPHI. Elle est localisée dans l'entrée de la ville de Tanger sur une surface totale de 70000 m².

2. Delphi Packard Tanger (DPT)

Delphi Packard Tanger est implantée au Maroc en 2008. Elle appartient à la première division : Packard Electric Systems. Cette dernière dont la direction centrale se trouve à Warren, Ohio, aux Etats Unies, est le leader mondial des systèmes de distribution de signaux électriques pour véhicules.

a. Fiche technique de la société

Tableau 1: Fiche technique de la société

Dénomination sociale	Delphi Packard Tanger
Siège social	ILOT 53, LOT NO.1- Zone Franche d'exportation 90000 Tanger Maroc
Forme juridique	Société Anonyme
Secteur d'activité	Industrie Automobile
Activité	Fabrication des faisceaux électriques
Siège social	Warren, Ohio à Etats-Unis
Début de la production	Août 2008
E-mail	Ibourg.anchad@delphi.com

b. Organigramme de Delphi Packard Tanger

Le personnel de Delphi Packard Tanger est composé du directeur général de l'usine et des chefs de départements. Chaque département possède son propre staff de coordinateurs, d'ingénieurs et d'opérateurs. Le schéma ci-dessous représente l'organigramme du staff de DPT :

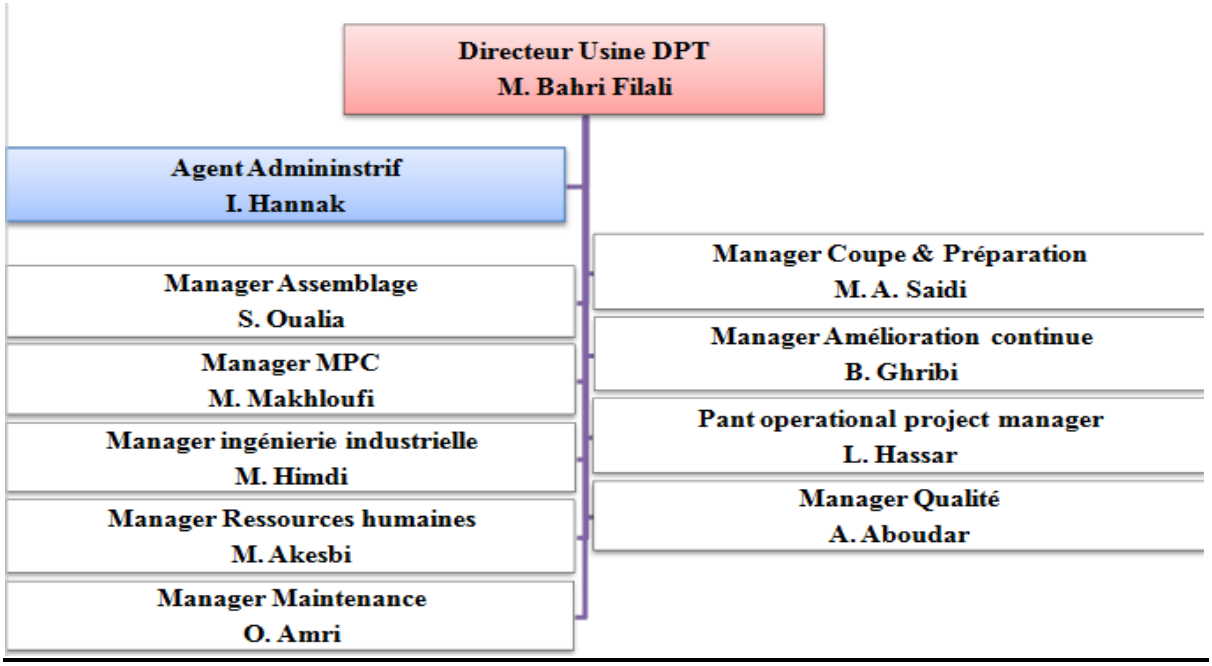


Figure 1-Organigramme Delphi Packard Tanger

c. Organigramme du département industriel

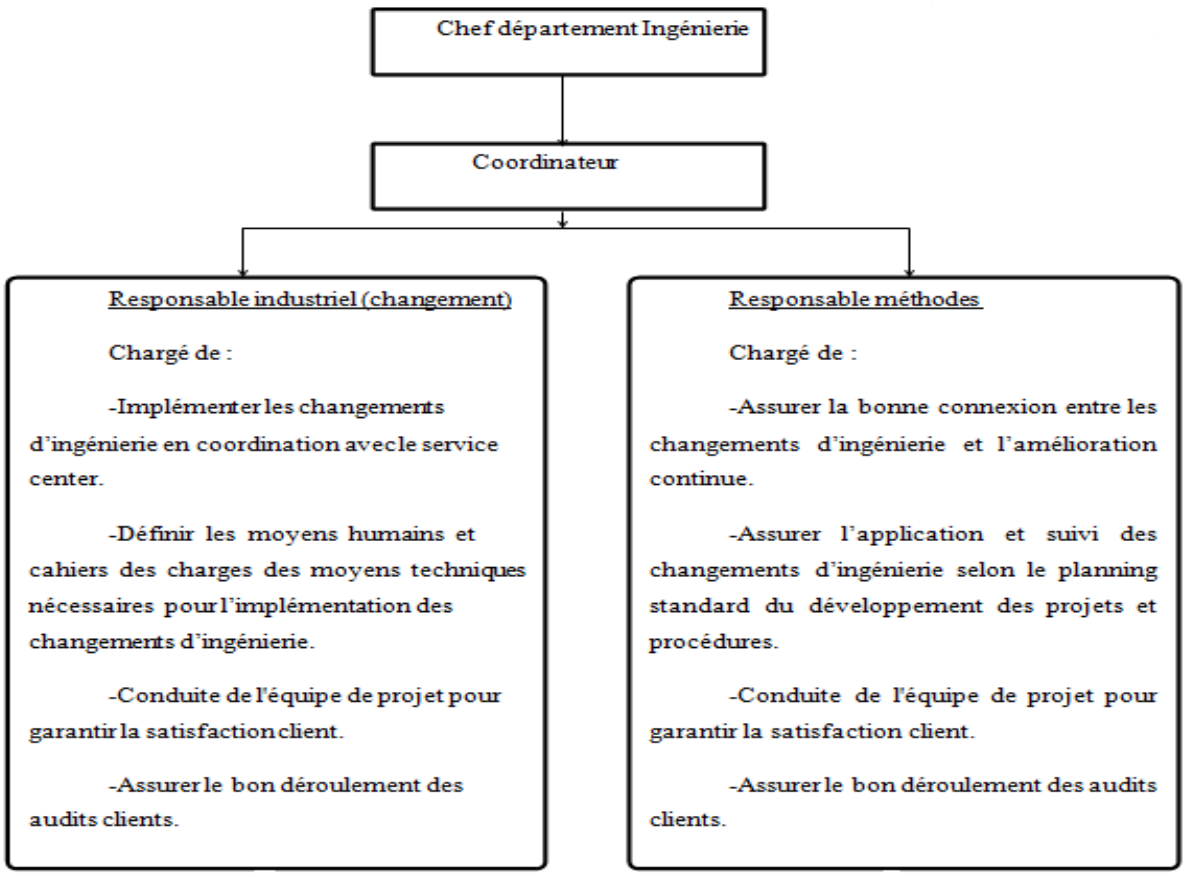


Figure 2-Organigramme du département industriel

III. La production chez Delphi

1. Flux de production

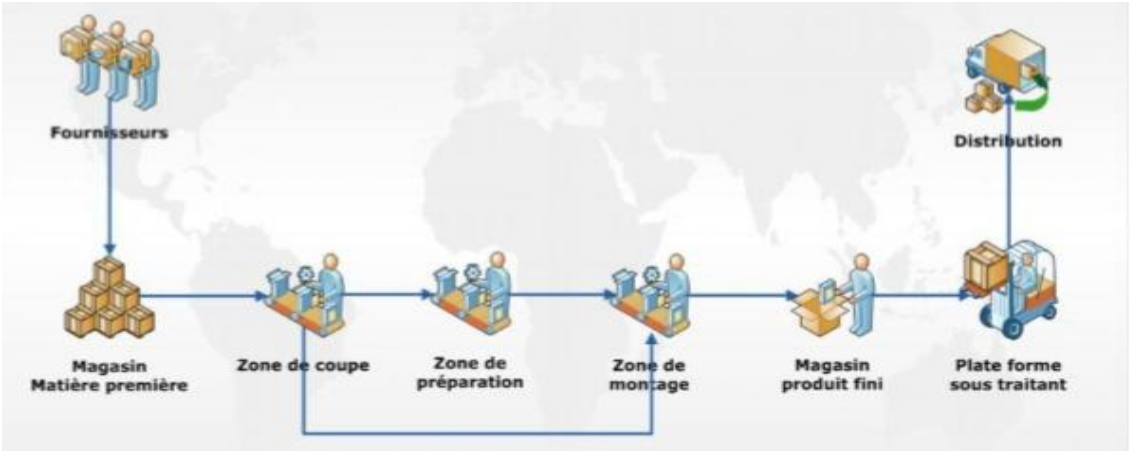


Figure 3-Flux de production

2. Processus de production

La matière première venant du fournisseur passe par le laboratoire du contrôle de qualité pour subir un contrôle de réception avant d'être stockée dans le magasin de matière première.

Le stock de matière première est géré par un système pull qui prépare un stock des 24 h prochaine de production. Le stock quotidien passe à la zone de préparation (la coupe) qui est gérée par le système Kanban. A ce niveau les conducteurs sont préparés pour passer à la zone d'assemblage où les faisceaux électriques sont assemblés et bandés. Ensuite les faisceaux passent au contrôle électrique où on vérifie la continuité électrique entre les différentes extrémités du circuit et la présence des éléments secondaires (sécurité des connecteurs, passe-fil, réglettes…). Et après ils sont soumis à un super-contrôle où un employé très expérimenté opère un contrôle visuel global du faisceau. De là, les faisceaux subissent un dernier contrôle qui est celui de contention au cours duquel les différentes côtes sont vérifiées avant l'étiquetage, emballage et envoie au client.

- **La coupe & zone de préparation**: c'est le fournisseur de matière première pour les chaînes d'assemblage. Il leurs fournit les fils en quantité et qualité demandées et au moment opportune. La coupe est équipée par des machines automatiques qui servent à la coupe des fils selon les longueurs demandées, au sertissage et à l'épissure. Les fils de grosse section ou qui nécessitent un traitement particulier sont acheminés vers la zone de préparation où on travaille avec des machines semi-automatiques.
- **La zone d'assemblage**: c'est la zone où les fils sertis venant de la coupe sont assemblés. L'assemblage se fait soit sur des tableaux fixes pour les câbles de petites dimensions soit sur des tableaux roulants -avec un temps cycle bien définit- dans les chaînes de montage pour les câbles longs. Et ceci suivant des schémas (lay-out) fourni par l'ingénierie de processus. Le nombre des

postes est déterminé par l'Ingénierie Industrielle, il dépend du câble -plus le câble est chargé plus le nombre de postes est grand-. Ces postes peuvent être composés en deux types: les premiers qu'on peut appelés postes d'encliquetage où on réalise l'épissure, les isolations, l'encliquetage, la séparation des fils… et les derniers postes appelés postes de bandage où on effectue l'enrubannage et on met les brides… Les chaînes de montages sont entourées par des tableaux fixes ou une sorte de chariot appelé les cellules des kits dont le rôle est de préparer des parties de câble déterminées par l'Ingénierie Industrielle qui seront par la suite rassemblées sur la chaîne et ceci afin de réduire les dimensions des tableaux ainsi pour que ces tableaux soient à la portée des opérateurs.

3. Produit de Delphi

Delphi Maroc fait la production des faisceaux électriques pour voitures. Ces faisceaux sont composés d'un ensemble de composants ordonnés de façon logique : fils électriques, terminaux, connecteurs, passe-fils, rubans, tubes isolants, etc.

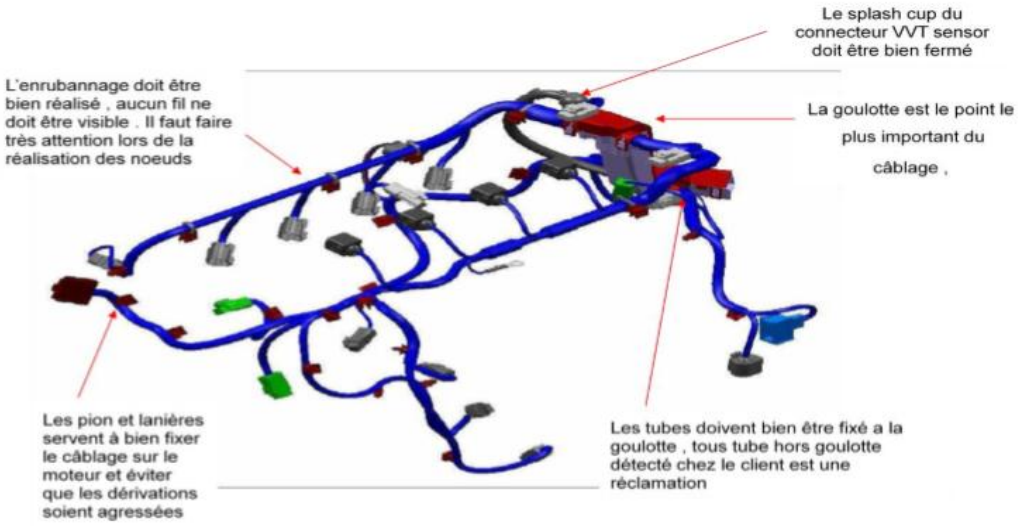


Figure 4-Exemple d'un faisceau électrique avec quelques exigences client

Les chaines de montage sont subdivisées en plusieurs familles en fonction du câble final produit par cette chaine, on distingue plusieurs câbles (Annexe 2).

Chapitre 2 :

Présentation de Six Sigma
1ère étape de DMAIC « Définir »

Ce chapitre est dédié à expliquer la démarche DMAIC incluse dans l'approche six sigma ainsi que la présentation de sa première étape « Définir ».

Introduction

Ce chapitre est dédié à la présentation de la méthodologie de travail SIX SIGMA ainsi que la démarche DMAIC adoptée durant mon projet.

J'ai également entamé la première étape « Définir » durant laquelle j'ai fais une présentation du projet dans son contexte globale, une évaluation de la situation actuelle, ainsi que l'identification de cahier de charge, de processus de production, des interactions avec les fournisseurs, et des objectifs fixés.

I. La méthode Six Sigma

1. L'objectif de six sigma

Six Sigma a été initié aux États-Unis dans les années 1980 chez Motorola. Cette démarche a tout d'abord consisté en l'application des concepts de la Maîtrise statistique de processus (MSP/SPC) et s'est ensuite largement étoffée en intégrant tous les aspects de la maîtrise de la variabilité. Au fur et à mesure de sa diffusion dans les autres entreprises (notamment General Electric), Six Sigma s'est également structuré en associant davantage à sa démarche les éléments managériaux et stratégiques. C'est aujourd'hui une approche globale de l'amélioration de la satisfaction des clients. La méthodologie Six Sigma est source d'accroissement de la rentabilité pour l'entreprise en cumulant les effets suivants :

-Une diminution des rebuts, retouches, et plus généralement des coûts de non qualité.

-Une amélioration de la disponibilité des machines et du taux de rendement synthétique (TRS).

-De meilleures parts de marché consécutives à l'amélioration de la qualité des produits.

Un des principes de base de Six Sigma est la réduction de la variabilité. En effet, l'insatisfaction d'un client résulte toujours d'un écart entre une situation attendue et une situation réelle. Cet écart provient en grande partie de la variabilité des processus

2. Six sigma et l'amélioration continue

L'introduction de Six Sigma traduit en partie cette évolution avec la volonté de changer de rythme dans l'amélioration de l'entreprise. L'amélioration continue est nécessaire, mais les logiques de l'amélioration continue ne permettent pas d'effectuer une percée ; pour cela, il faut procéder à une remise en cause plus fondamentale, il faut remettre à plat le processus, le produit ou les mentalités. Cette percée n'implique pas forcément une révolution dans la manière de faire, ce peut aussi bien être la somme de petites actions résultant d'un changement dans la manière d'être. Par exemple, le strict respect des limitations de vitesse sur la route permettrait sans doute de faire une véritable percée en matière de nombre de tués sur les routes.

3. La démarche DMAIC

Six Sigma se décline en cinq étapes DMAIC (Définir, Mesurer, Analyser, Innover/Améliorer, Contrôle). En suivant scrupuleusement ces six étapes, un technicien qui n'est pas un expert en statistique pourra avec un minimum de formation atteindre l'objectif de variabilité qui est fixé.

Pour passer d'une étape à une autre, il faudra valider au travers d'une revue le fait que les objectifs de l'étape ont bien été atteints. Cette revue est réalisée conjointement par le responsable du projet (le Black Belt) et le responsable du déploiement de Six Sigma (le Champion) qui est lui-même un responsable de l'entreprise.

4. Les étapes de la démarche 'DMAIC'

- **Define :**

Cette étape consiste à déterminer :

- L'objet de l'étude.
- Le périmètre du projet.
- L'équipe qui doit travailler ce projet.
- Le cahier de charge.
- Le planning du projet.

- **Measure :**

Cette étape a pour objectifs :

- La rechercher des données mesurables du processus concerné.
- L'identification des indicateurs de performances reflétant l'état actuel des zones étudiés.

- **Analyse :**

Cette étape permet de :

- Déterminer les causes racines du problème sur lesquelles on doit agir.

- **Improve :**

Cette étape a pour résultat de :

- Mettre des actions en œuvre pour dégager les causes identifiées.

- **Control :**

- Cette étape permet de :
- contrôler, suivre et évaluer les améliorations implémentées.

II. La première étape de DMAIC : « Définir »

La première étape « Définir » de la méthodologie DMAIC consiste à déterminer le contexte global du projet dans sa phase du démarrage, tout en s'intéressant à son champ d'application (matériel et processus), ses acteurs, ses principales exigences en volume et en ressources.

À la sortie de cette étape un cahier de charge sera identifié, ainsi que les limites que le groupe doit s'imposer dans la remise en cause du produit ou du processus étudié.

1. Présentation du projet PANTHER

- Nom du projet : Panther
- Type de câble : Engines
- Client : Ford Europe
- Familles : FWD manual , Glow Plug
- Modèle : 2015
- Durée de vie : 6 years
- Adresse de client : DAGENHAM, UK
- Volume de véhicules: 4 309 400 car

Figure 5-Fiche signalétique du projet PANTHER

1. Les phases de développement du projet PANTHER

Avant le lancement de n'importe quel projet l'entreprise suit un ensemble d'étapes .Ces étapes commencent par l'évaluation et préparation, l'étude de marché, la conception, le test pilote et finalement le lancement du projet.

La phase d'évaluation et de préparation est une étape indispensable pour que l'entreprise soit prête à entreprendre un développement de produit et organiser sa capacité, c'est à dire voir si l'entreprise dispose des :

- **Compétences et temps requis** (le personnel doit être formé aux spécificités du nouveau produit, le temps doit être suffisant pour l'entreprise et doit être approuvé par le client)
- **Systèmes** (disposer d'un système d'information de gestion)

- **Ressources financières**
- **Ressources humaines**
- **Ressources matériels**
- **L'espace** : L'endroit où le projet se réalisera c'est à dire là où les chaines de production s'installeront.

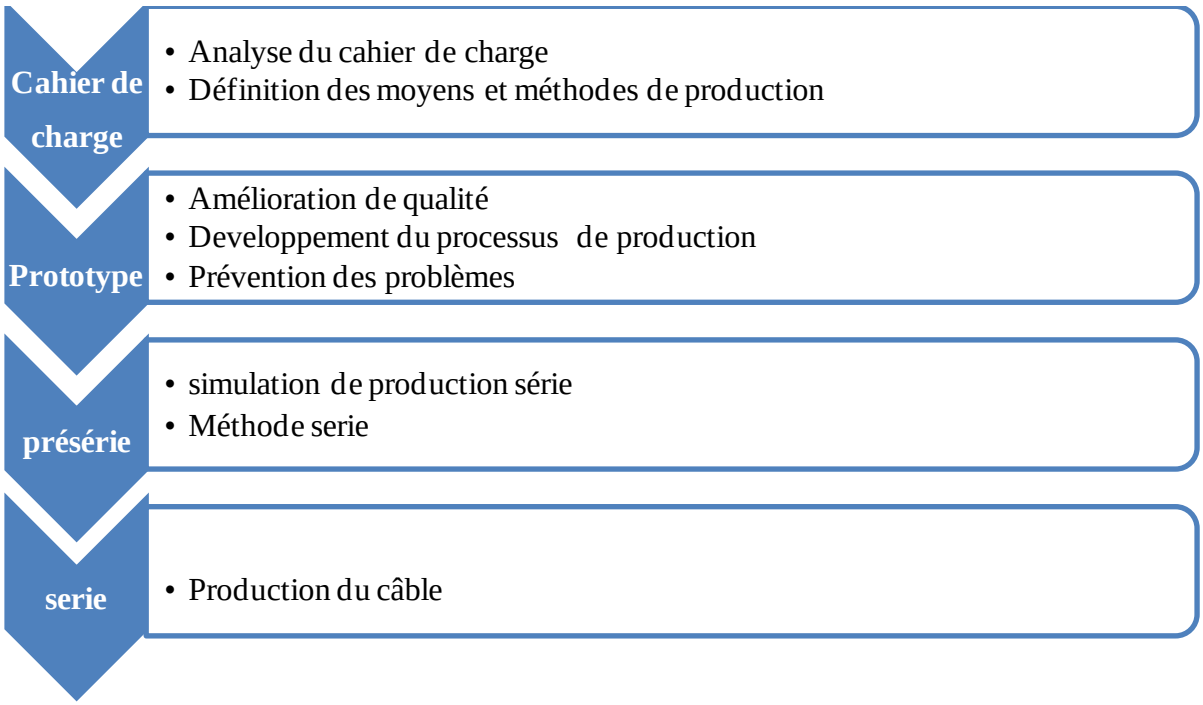


Figure 6- Les phases de développement du projet PANTHER

Définition :

⇨ **Cahier de charge** : vise à définir les spécifications de base d'un produit (plan, spécification de client et planning de projet).

⇨ **Prototype** : désigne le premier exemplaire d'un produit industriel (câble). Cet exemplaire permet de faire des tests afin de valider les choix de conception de l'ensemble suivant les moyens prototypes disponibles, cette étape se caractérise par :

× Production du câble très faible.

× Pas de moyen de contrôle.

× Pas de moyen d'assemblage (assemblage à table).

⇨ **Présérie :** les moyens utilisés dans cette phase sont des équipements série, mais réduits (1 tableau au lieu de 10 tableaux).

× Contrôler avec les moyens de contrôle (test électrique, test brides, Etiquettes de contrôle…)

× Le Volume augmente.

⇨ **Série :** dans cette phase le volume augmente et les non conformités du câble doivent diminuer ou disparaitre par apport aux phases précédentes afin de respecter les exigences clients et éviter les réclamations, ainsi que le client dans cette phase peut exiger des changements concernant le câble produit et ces changements doivent être appliqués par les gens d'ingénierie en agissant sur les composants (contres pièces, Lay out …) ou sur la méthode de travail ou les deux.

⇨ **La phase PP (Pilot Production) :**

- Production importante
- Volume important.
- Contrôler la méthode utilisée

Ma période du stage concerne la phase présérie ou TT (Touling Trial), donc j'ai assisté au démarrage du projet, le déroulement de la production, ainsi que les anomalies détectées et tous les changements faits durant cette phase.

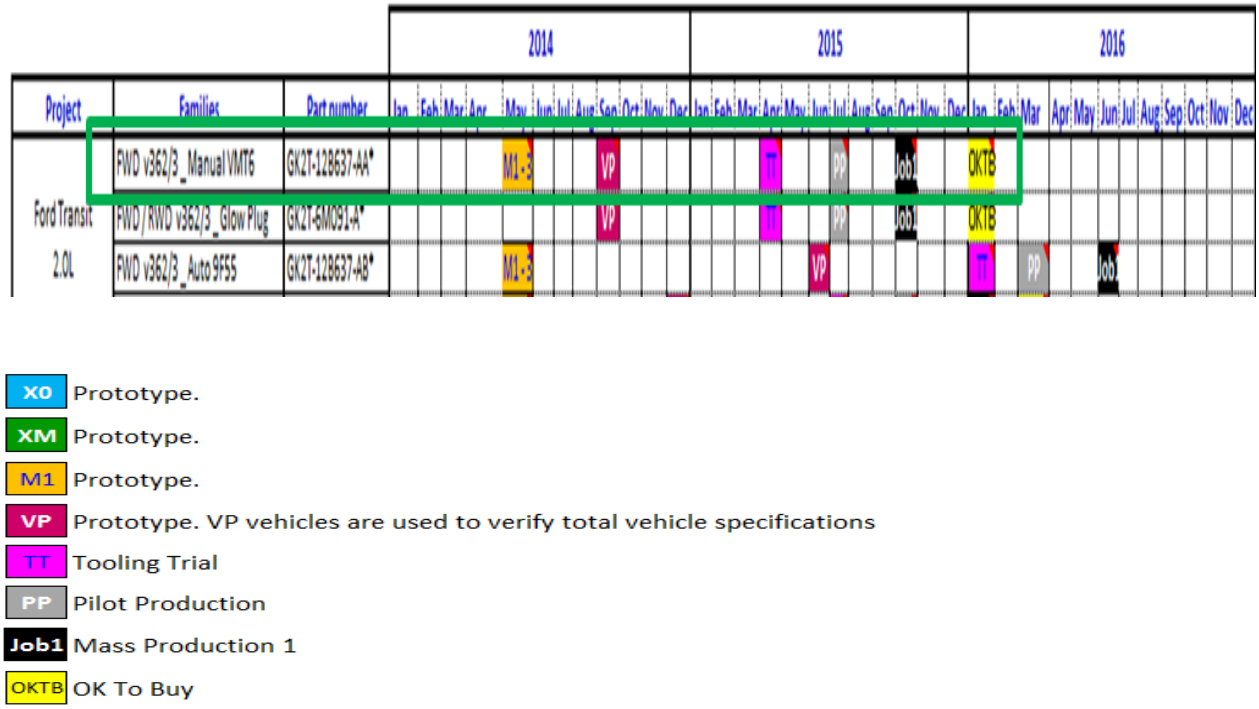


Figure 7- Les phases de développement du projet PANTHER

2. Les familles du projet PANTHER

Avant de se lancer dans la définition du projet, je dois identifier tout d'abord les familles ou bien les chaines critiques.

⇨ ***La famille FWD Manual***

La famille FWD Manual consiste à produire le câblage de la partie moteur (Engine) de la voiture Ford. Elle comporte actuellement une seule référence, dont le temps cycle - vitesse de la chaîne

de production – est d'environ 136 secondes. Le volume à produire planifié de cette famille est d'environ 776300 câble durant la durée de vie du projet. Elle est assemblée dans une chaîne par un effectif défini par le département Ingénierie méthode égale à 33 personnes.

Figure 8 -Photos de la chaine FWD Manual

⇨ ***La famille Glow Plug***

Elle comporte actuellement une seule référence aussi, dont le temps cycle - vitesse de la chaîne de production – est d'environ 49 secondes par ligne. Le volume à produire planifié de cette famille est d'environ 2772400 câbles durant la durée de vie du projet, et elle est assemblée dans une chaîne comportant deux lignes par un effectif de cinq opérateurs pour chaque ligne, c'est-à-dire 10 opérateurs pour la chaîne entière.

Figure 9-Photos de la chaine Glow Plug

2. Besoin exprimé

Le lancement de la phase de démarrage ou Tooling Trial (TT) d'un projet fait généralement apparaître des problèmes dans la chaîne de production au cours de son fonctionnement, qui perturbent le bon déroulement de la production. Ces problèmes peuvent être liés à des différentes causes qui peuvent générer un manque de respect des exigences demandées par le client : Contre pièce mal placées ou mal orientées, Structures de la chaine de production mal positionnées, le flux de production, dépassement du temps nécessaire planifié pour chaque poste de production (à cause de surcharge par exemple), manque de formation des opérateurs, diminution du volume et problème de capacité de la chaine…etc. Notre but est donc d'améliorer la performance des chaînes de production FWD Manuel et Glow Plug en agissant sur ces anomalies pour les faire disparaitre lorsque le projet atteint la phase suivante qui est la phase série.

3. Clarification du problème par QQOQCP

Le QQOQCP permet d'obtenir rapidement une convergence de compréhension et de nécessité d'action collective, c'est une méthode pour être sûr d'avoir fait le tour d'un problème avant de se lancer dans une solution.

Le tableau ci-dessous représente le QQOQCP établie pour ce problème.

Tableau 2: QQOQCP de projet PANTHER

QQOQCP	**Participants :** **Berrad Mounia** ➢ **Date : 15/05/2015** ➢ **Lieu : DELPHI**
Quoi ? C'est quoi le problème ?	➢ L'apparition des anomalies dans le câble produit lors de la phase démarrage du projet ➢ Déséquilibrage dans les cellules et les postes de travail
Qui ? Qui est concerné par le problème?	➢ Direct : -Département Ingénierie ➢ Indirect : - Département qualité - Département production - Maintenance -Process
Où ? Où apparaît le : problème ?	➢ Au sein des deux chaines de PANTHER : FWD Manual et Glow Plug - Les cellules fixes -La zone d'assemblage
Quand ? Quand apparaît le problème?	➢ La phase du démarrage du projet ou la phase TT (Tooling Trial)

Comment ? Comment : mesurer le problème ? Comment mesurer ses solutions ?	➢ Mesurer la répétition des anomalies majeures détectées et leurs influences sur la production. ➢ Chronométrer toutes les opérations de production
Pourquoi ? Pourquoi résoudre ce problème ? Quels enjeux quantifiés ?	➢ Avoir des câbles produit sans anomalies ➢ Respecter le temps de cycle de la chaine. ➢ Eviter les perds et les gaspillages dans la non production. ➢ Réduire les coûts du non qualité. ➢ Satisfaire les exigences du client

4. Cahier des charges

Après la visite des lieux, la présentation du cadre du projet et une mise en situation de l'état actuel, j'ai eu une première réunion avec l'équipe de travail pour définir les tâches assimilées. Durant cette réunion nous avons effectué un brainstorming qui nous a aidés à élaborer un cahier des charges, comportant les points suivant :

- Définition des éléments critiques dans les deux chaines de production.
- Formalisation des défauts critiques.
- Implantation d'un système de suivi des défauts.

Le brainstorming est une technique de créativité qui facilite la production d'idées d'un individu ou d'un groupe. L'utilisation du brainstorming permet de trouver le maximum d'idées originales dans le minimum de temps grâce au jugement différé.

➢ Acteur du projet

- **Maître d'ouvrage :**

La société DELPHI Packard Tanger.

- **Maître d'œuvre :**

La Faculté des sciences et techniques de Fès, représentée par Mlle. Mounia BERRAD.

- **Tuteur pédagogique :**

Mr. Gadi Fouad : Professeur à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.

- **Tuteur technique :**

Mr. YASSINE ALLOUCH : Chef du projet PANTHER au département de l'Ingénierie Industrielle de Delphi Packard Tanger.

➢ Contexte et impacte financier

Grace à son développement permanent, DELPHI satisfait actuellement les exigences internationales certifications à son actif. Ainsi pour continuer cette démarche la société a décidé de s'orienter vers l'excellence opérationnelle qui est un axe de la politique de DELPHI.

Le Six Sigma permettra d'optimiser les processus de production et de réduire les variabilités et les retards éventuels dans les mouvements produits.

Les pertes financières éventuelles que ce projet a l'objectif de traiter sont principalement liés à la dévalorisation des produits finis, les pénalités dues aux retards de livraisons, les frais de retour des produits refusés, les coûts de réparation et les retouches. Ces points peuvent coûter plusieurs millions de dirhams annuels à la société DELPHI.

➢ Buts et objectifs

L'objectif de l'équipe projet à travers l'application d'une démarche Six Sigma est d'optimiser le processus de production existant, et Afin de mieux mener cette action il nous a été assigné de :

- Analyser les problèmes de qualité des câbles produits.
- Identifier les sources de défauts.
- Proposer des plans d'actions correctifs et préventifs.
- Faire un suivi des actions proposées.

➢ Rôles et responsabilités

Dans une démarche Six Sigma il est primordial de définir des rôles dans l'équipe projet.

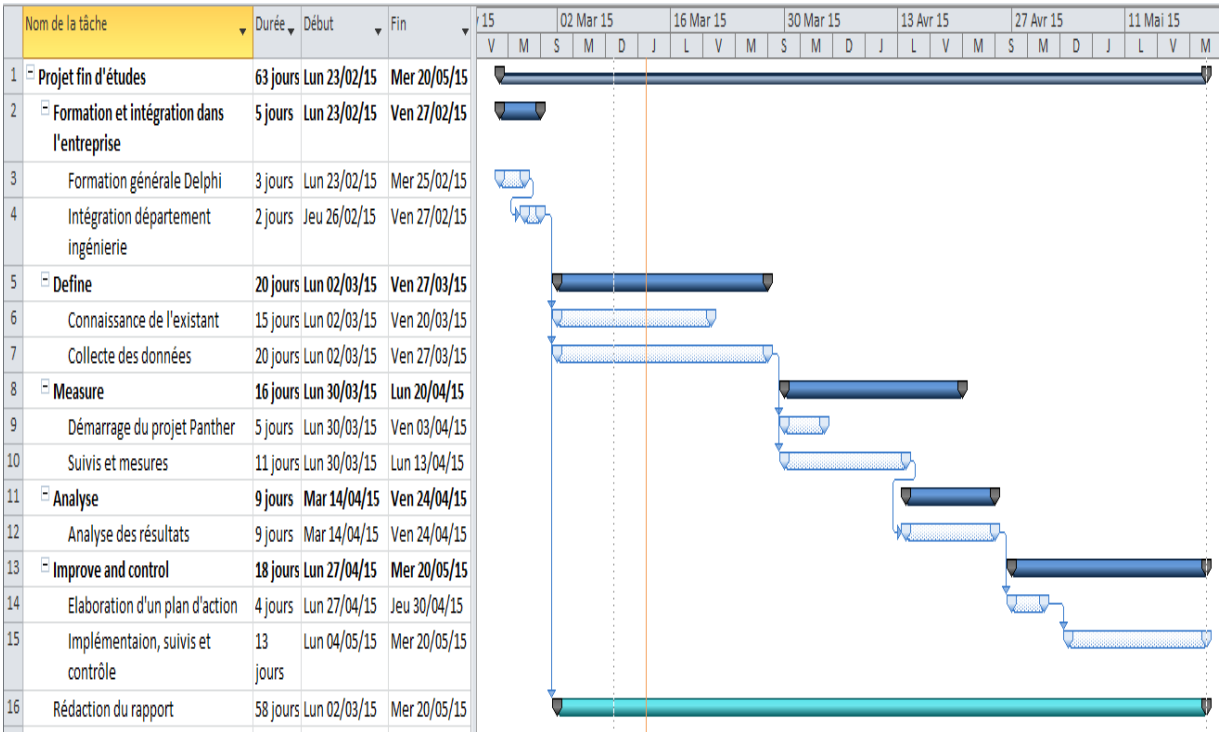
Le tableau suivant illustre les rôles joués de tous les personnages qui ont participé à ce projet.

Tableau 3 : L'équipe du projet PANTHER

Département	Personnage	Poste
Ingénierie industriel	Yassin Allouch	Chef de projet PANTHER
Ingénierie industriel	Salma Ziani Mahmoud Jouihri	Ingénieur méthode Ingénieur changement
Maintenance	Khalid Abdoune	Superviseur
Production	Nabil Belghazi	Chef de shift
Ingénierie industriel	Mounia Berrad	Stagiaire

➢ Planning

Diagramme de GANTT : Ce diagramme permet de faire apparaître la répartition des activités dans le temps et de visualiser l'affectation des dates pour chaque tâche et pour chaque phase du projet.



	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin
1	**Projet fin d'études**	**63 jours**	**Lun 23/02/15**	**Mer 20/05/15**
2	**Formation et intégration dans l'entreprise**	**5 jours**	**Lun 23/02/15**	**Ven 27/02/15**
3	Formation générale Delphi	3 jours	Lun 23/02/15	Mer 25/02/15
4	Intégration département ingénierie	2 jours	Jeu 26/02/15	Ven 27/02/15
5	**Define**	**20 jours**	**Lun 02/03/15**	**Ven 27/03/15**
6	Connaissance de l'existant	15 jours	Lun 02/03/15	Ven 20/03/15
7	Collecte des données	20 jours	Lun 02/03/15	Ven 27/03/15
8	**Measure**	**16 jours**	**Lun 30/03/15**	**Lun 20/04/15**
9	Démarrage du projet Panther	5 jours	Lun 30/03/15	Ven 03/04/15
10	Suivis et mesures	11 jours	Lun 30/03/15	Lun 13/04/15
11	**Analyse**	**9 jours**	**Mar 14/04/15**	**Ven 24/04/15**
12	Analyse des résultats	9 jours	Mar 14/04/15	Ven 24/04/15
13	**Improve and control**	**18 jours**	**Lun 27/04/15**	**Mer 20/05/15**
14	Elaboration d'un plan d'action	4 jours	Lun 27/04/15	Jeu 30/04/15
15	Implémentaion, suivis et contrôle	13 jours	Lun 04/05/15	Mer 20/05/15
16	Rédaction du rapport	58 jours	Lun 02/03/15	Mer 20/05/15

Figure 10-Diagramme Gantt

➢ Diagramme SIPOC du projet PANTHER

❖ Définition :

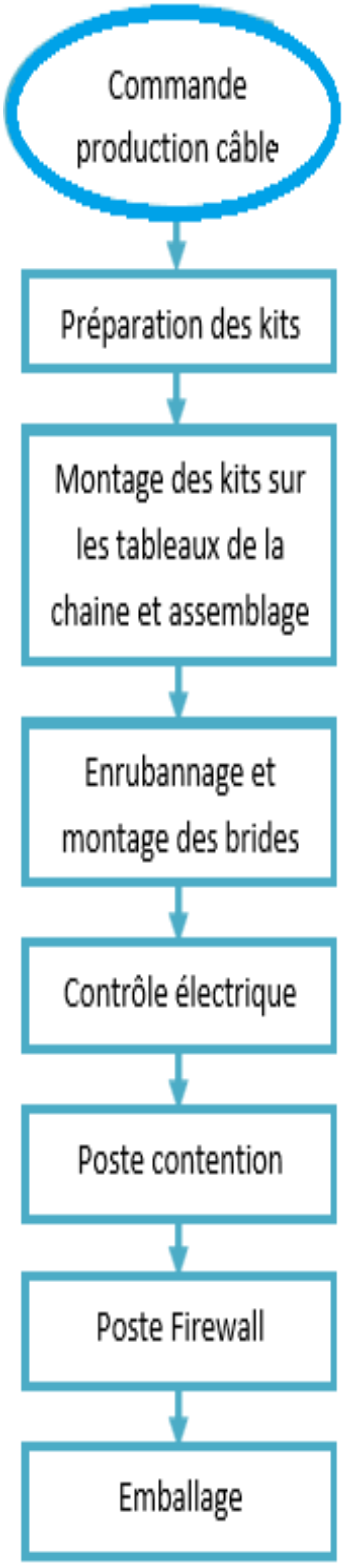
Le SIPOC est une façon de détailler, étape par étape, la démarche du processus depuis l'intégration d'un "Input" dans le processus jusqu'à la génération d'un Output.

SIPOC signifie Supplier (fournisseur), Input (Intrant), Process (Processus), Output (Extrant), Customer (Client).

L'élaboration de ce diagramme nécessite sept étapes:

- Identifier les fournisseurs (S) des entrées.
- Identifier les entrées (I) requises par le processus.
- Identifier le processus (P) dans lequel le problème à été identifié.
- Définir les Sorties du processus (O).
- Identifier les clients (C) qui reçoivent les sorties.
- Préciser les exigences des clients pour les sorties.

Tableau 4 : Diagramme SIPOC du projet

Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Customer
Zone de coupe/Zone de préparation	➢ Fils coupés ➢ Fils dénudés ➢ Fils sertis avec ou sans seal		**Câble répond aux exigences des clients**	
Super marché	➢ Connecteurs ➢ Rubans ➢ Brides ➢ Tubes ➢ Clips			
Zone centralisée	➢ Ring			
Ingénierie	➢ Lay out ➢ Instruction de travail ➢ Aide visuel ➢ WAM ➢ SOS ➢ MANIFEST			
Qualité	➢ Analyse FTQ ➢ Validation produit et processus			
Maintenance	➢ Interventions			
Ressource Humaines	➢ Opérateurs			
Service Fiabilité	➢ Tableaux fiables ➢ Appareils précis ➢ Pistoles étalonnés			
Logistique	➢ Alimentation avec carte Kanban			

5. Contraintes du projet

Delphi automotive system l'un des leaders du secteur automobile, sa fonction principale est de produire des câbles prêt à être montées. Ce dernier travail par la logique du flux tiré qui exige de produire si et seulement si une commande ferme est faite par le client, engendre des fois des contraintes de la charge/capacité.

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

- **Les contraintes pédagogiques :**
  - Appliquer les techniques et méthodes acquises de la gestion de projet.
  - Apprendre à être autonome dans la réalisation d'un projet.
  - Acquérir de nouvelles connaissances techniques et professionnelles.
- **Les contraintes temporelles :**
  - Le démarrage du projet n'aura lieu qu'à partir de la semaine 14.
  - Le travail final doit être rendu avant la date de la présentation finale.
- **Les contraintes de réalisation :**
  - Disponibilité d'un historique de données fiables.

6. Méthodologie du travail (*La méthode DMAIC*)

Il est difficile de parler d'un projet avant d'avoir fait une analyse détaillée du travail à faire. Il est cependant nécessaire d'effectuer une première estimation générale pour pouvoir cadrer le projet.

La méthode DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) permet de définir le projet et atteindre les objectifs fixés.

Conclusion

Ce chapitre porte sur la définition du cadre du projet, du besoin exprimé et sur les deux chaînes qui font l'objet de projet. Ainsi que sur la méthode adoptée.

Dans le chapitre qui suit nous allons Rechercher les données mesurables caractérisant le processus concerné, et mesurer le résultat existant.

Chapitre 3 :

Deuxième étape de l'approche DMAIC : Mesurer

Rechercher les données mesurables caractérisant le processus concerné, mesurer le résultat existant.

Introduction

La première étape « DEFINIR » nous a permis de déterminer le cadre général du projet. L'étape actuelle est la deuxième de la démarche DMAIC « Mesurer » où on va rechercher les données mesurables, identifier les variables qui participent au processus et recueillir des informations du terrain afin d'identifier les écarts et cerner précisément les problèmes rencontrés.

I. Etat actuelle de la chaine FWD Manual

Avant d'entamer la production, l'équipe PANTHER avait un objectif bien précis concernant la quantité et la qualité des câbles qu'ils vont être produits dans un délai bien défini, lors de démarrage de la chaine FWD Manual j'ai constaté un arrêt répétitif de la production par les gens de la qualité à cause de l'apparition de plusieurs défauts dans les câbles produits (Annexe 3).

II. Choix des anomalies à étudier

1. Prise de mesures

Durant les cinq jours de démarrage, on a détecté plusieurs problèmes qui bloquent le bon déroulement de la production dans la chaine FWD Manuel.

Le tableau ci-dessous montre le classement de ces anomalies selon leur répétitivité :

Tableau 5 : Le classement des anomalies en fonction de leur répétitivité.

N	Anomalie	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour 5	Somme	Cumule %
1	Connecteurs erronés	7	6	7	6	6	32	27%
2	Orientation des clips	6	5	6	7	5	29	52%
3	Dimensions des branches Erronées	6	4	6	5	4	25	73%
4	Calsa endommagée	2	1	1	2	0	6	78%
5	Panne CM (Control Molette)	1	1	2	0	1	5	82%

6	Inversion des voies des connecteurs	2	2	0	1	0	5	86%
7	Panne CE (control électrique)	1	2	0	1	1	5	91%
8	Anomalies au niveau de la sécurité des connecteurs	1	2	0	1	0	4	94%
9	Bondage 50% de la côte 24 NOK	0	1	2	0	1	4	97%
10	Manque d'outils	0	0	2	1	0	3	100%

2. Diagramme Pareto

Le diagramme de Pareto permet de hiérarchiser les problèmes en fonction du nombre d'occurrences et ainsi de définir des priorités dans le traitement des problèmes. Cet outil est basé sur la loi des 80/20. Autrement dit cet outil met en évidence les 20% de causes sur lesquelles il faut agir pour résoudre 80 % du problème. Il sera utile pour déterminer sur quels leviers on doit agir en priorité pour améliorer de façon significative la situation.

Nous avons intérêt à se focaliser sur les problèmes majeurs. Pour être suivies dans étape suivante. Ces anomalies doivent être critiques et représentatives de l'activité de la zone étudiée.

Pour choisir les anomalies à étudier, nous avons, dans un premier temps, pris leurs répétition durant la phase de démarrage comme premier critère. Le diagramme Pareto ci-dessous représente la classification des défauts.

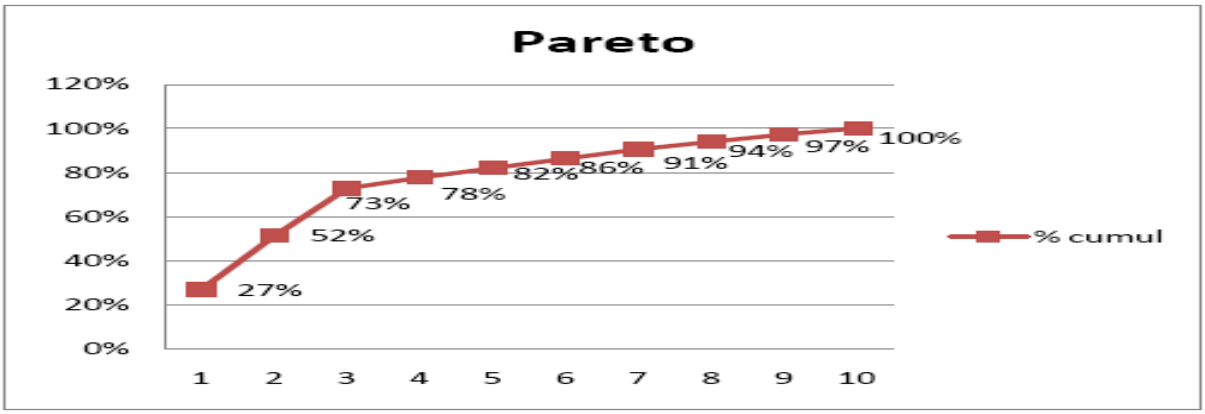


Figure 11-Diagramme Pareto

Le diagramme Pareto m'a permis de détecter les défauts les plus fréquents à savoir : **les connecteurs erronés, l'orientation des clips et les dimensions des branches**. En réduisant le

nombre d'occurrences de ces défauts je suis parvenue à améliorer de manière significative la phase Tooling Trial (TT) et par voie de conséquence la qualité de la production.

III. Identification et mesure des anomalies critiques

1. Connecteurs erronées

Les connecteurs A et B sont similaires. Ils ont la même dimension, la même couleur et les mêmes accessoires. La différence réside uniquement dans les cotés des connecteurs comme montrent les photos ci-dessous.

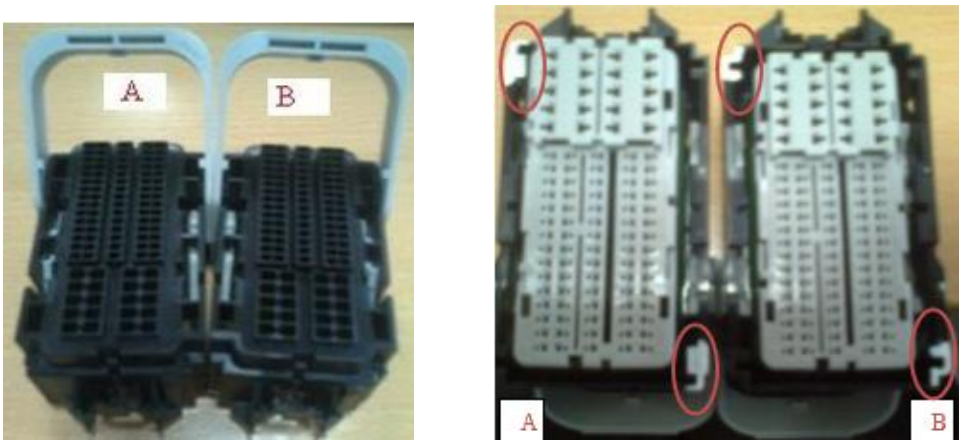


Figure 12-Connecteurs similaires

⇨ **Identification du problème par SIPOC :**

Tableau 6 : Diagramme SIPOC du connecteur

Connecteur				
fournisseurs de ressources nécessaires	**Ressources requises par les fournisseurs**	**Description**	**les sorties du produit**	**Exigence client**
Magasin	Connecteur	**Etape 1 :** - Stockage de connecteur dans le magasin de matière première - Prendre le connecteur de magasin de la matière première - Alimenter le connecteur	Zone de kit	
Ingénierie	• Mode opératoire • Lay out • Equipement • Poste de travail	**Kit :** -Prendre connecteur X de l'emplaceme -Encliqueter les fils dans le connecteur.	La chaine d'assemblage	Respecter le connecteur spécifié
production	Les opérateurs	Les postes : -Prendre le kit -Alimenter le kit dans le tableau. -Mettre le connecteur dans la contre pièce		
Qualité	Validation de produit	**Qualité :** Vérification de connecteur.	Le contrôle	

⇨ **Prise de mesures:**

Afin de mesurer l'importance du problème, d'après les données collectées, j'ai présenté les résultats de la performance des câbles, dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Mesure de non-conformité des connecteurs

Câbles produits par jour (8 h)	08-avril	09-avril	10-avril	1 3-avril	14-avril
1	NOK	OK	NOK	OK	OK
2	NOK	NOK	NOK	NOK	OK
3	NOK	NOK	NOK	OK	NOK
4	OK	NOK	OK	NOK	NOK
5	NOK	OK	NOK	NOK	OK
6	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK
7	OK	NOK	NOK	OK	NOK
8	NOK	NOK	OK	NOK	NOK
9	NOK	OK	NOK	OK	NOK
10	NOK	NOK	OK	NOK	OK
Nombre des câbles Non Ok	8	7	7	6	6

2. Orientation des clips

⇨ **Description du problème**

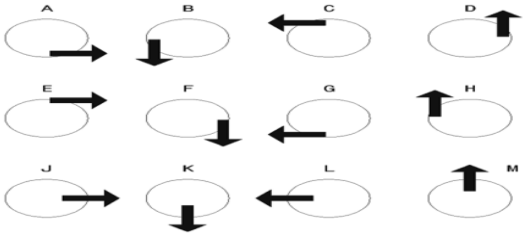


Figure 13-Les différentes orientations des clips

Figure 14 -Orientation OK et non OK d'un clip

En suivant le même procédé qu'auparavant, je vais utiliser l'outil SIPOC pour la définition

Tableau 8 : Diagramme SIPOC des clips

Orientation des clips				
fournisseurs de ressources nécessaires	**Ressources requises par les fournisseurs**	**Description**	**les sorties du produit**	**Exigence client**
Magasin	Clips	**Etape 1 :** - Stockage de clips dans le magasin de matière première -Prendre les clips de magasin de la matière première -Alimenter les clips **Poste 1 :** -Prendre les clips - Fixer les clips dans le câble **Qualité :** -Vérification de l'existence et de l'orientation des clips	Zone de Kit La chaine d'assemblage Le contrôle	Respecter le connecteur spécifié
Ingénierie	-Mode opératoire -Lay out -Equipement -Post de travail			
Production	Les opérateurs			
Qualité	Validation de produit			

Le diagramme SIPOC nous a permis de suivre le processus du fournisseur au client à travers ses activités à savoir :

• Identifier les exigences concurrentes potentielles (exemple : Respecter l'orientation des clips recommandée).

• Définir les membres des équipes.

• Identifier les fournisseurs et les clients.

⇨ Prise de mesures :

Le tableau suivant va nous permettre de mesurer la situation actuelle.

Tableau 9 : Mesure de non-conformité des clips

Câbles produits par jour (8 h)	08-avril	09-avril	10-avril	1 3-avril	14-avril
1	NOK	OK	NOK	OK	OK
2	OK	NOK	OK	NOK	OK
3	NOK	OK	NOK	NOK	NOK
4	OK	OK	OK	NOK	OK
5	NOK	OK	NOK	NOK	OK
6	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK
7	OK	NOK	NOK	OK	NOK
8	NOK	OK	OK	NOK	NOK
9	NOK	NOK	NOK	OK	OK
10	OK	NOK	OK	NOK	OK
Nombre des câbles Non Ok	6	5	6	7	4

3. Dimensionnement des branches

⇨ Description du problème :

Le facteur le plus important dans le montage des câbles est sa dimension .Celle ci, quand elle est exacte, permet aux câbles d'être montés et fixés dans la carrosserie de la voiture sans problème.

Le non respect de la dimension recommandée peut provoquer certains problèmes qui vont transformer le câble en un simple rebut.

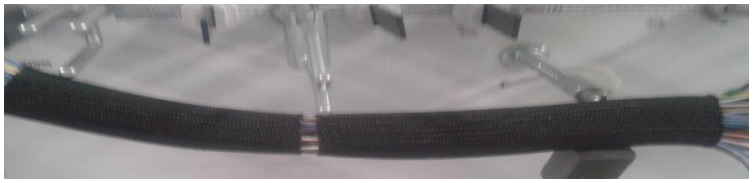


Figure 15-Une branche de câble

⇨ Identification du problème

Tableau 10 : Diagramme SIPOC des branches du câble

Dimensionnement des branches				
fournisseurs de ressources nécessaires	**Ressources requises par les fournisseurs**		**les sorties du produit**	**Exigence client**
Ingénierie	Mode opératoire Lay out Equipement Poste de travail	Etape 1 : - Validation des Lay out et tableau d'assemblage.	La chaine d'assemblage	Respecter les dimensions des branches
production	Les opérateurs	Etape 2 : - Montage des câbles dans les fourches.		
Qualité	Validation du produit	Qualité : -Vérification du dimensionnement des branches.	Le contrôle	

⇨ **Prise de mesures**

Tableau 11 : Mesure de non-conformité des dimensions des branches

Câbles produits par jour (8 h)	08-avril	09-avril	10-avril	1 3-avril	14-avril
1	NOK	OK	NOK	OK	OK
2	OK	NOK	OK	OK	OK
3	NOK	OK	NOK	NOK	NOK
4	OK	OK	OK	NOK	OK
5	NOK	OK	NOK	NOK	OK
6	NOK	NOK	NOK	OK	OK
7	OK	NOK	NOK	OK	NOK
8	NOK	OK	OK	NOK	NOK
9	NOK	NOK	NOK	OK	OK
10	OK	OK	OK	NOK	NOK
Nombre des câbles Non Ok	6	4	6	5	4

IV. Etat actuelle de la famille Glow Plug

1. Analyse des temps

Des cycles de production bien maîtrisés, renforcent la motivation des opérateurs et améliorent le climat social. Celui-ci peut être tendu sur une ligne d'assemblage mal équilibrée.

- Le temps de cycle :

Le temps de cycle de production : « Temps maximal accordé à chaque poste de travail pour l'achèvement d'un ensemble de tâches ».

Temps de cycle = (Temps de travail disponible / Demande de client)

De plus, si la chaîne n'est pas équilibrée, le temps de cycle de la chaîne peut être égal au temps cycle de production du client TT (Take Time) ce que peut provoquer un retard.

- Cadence :

Nombre d'unités produites par unité de temps, généralement en heures. (Si on exprime le cycle de production en heures, la cadence horaire est égale à l'inverse du cycle de production).

Cadence = (temps de travail / temps de Cycle)

- Temps d'occupation ou Element Time :

Le temps disponible effectivement utilisé par un poste de travail pour la production. Il peut être avec ou sans valeurs ajoutée.

- Avec Valeur Ajoutée : activité de transformation de la matière, d'une prestation ou information répondant aux attentes du client.
- Sans Valeur Ajoutée : activité demandant du temps, des ressources, de l'espace, n'apportant rien au produit/service.

➢ Le temps mort (walking et waiting) :

C'est le temps total durant lequel les postes de travail sont inoccupés pendant un cycle de production. Pour une solution comportant N postes.

$TMtot = N \times C - \Sigma i\, pi$ $TM = C - \Sigma i\, pi$

N : nombre de poste.
C : temps cycle.
P : la charge de chaque poste.

Chaque opérateur est chargé de réaliser un certain nombre d'opérations suivant un ordre bien défini dans le standard, ce qui nous a permis de calculer le taux d'occupation des postes de travail.

Taux d'occupation = (Temps de cycle / Takt time)

2. TMBC (Team Member Balance Chart)

Le TMBC est un document préparé par l'ingénierie dans le but d'assurer une utilisation optimale des opérateurs afin d'aligner leurs temps de travail avec le temps de cycle de la chaîne. C'est un outil visuel qui permet de détecter aussi les postes chargés, le waiting et le walking et donne une opportunité de balancer le cas échéant.

Le TMBC ci-dessous décrit la situation actuelle de la chaine Glow Plug. Il montre en détails la charge supporté par chaque poste et cellules dans la chaîne avec leur walking et Waiting.

DELPHI

Project:	Panther
Family:	GP
Line / Cell:	

Before

ATT	51''	Before Date:	27/04/2015
TT	54''		

Workstation	Element Time	Walking	Waiting (TKT)	TT	ATT
CEL1	10''	0''	5''	54''	51''
CEL2	17''	0''	0''	54	51''
CEL3	6''	0''	5''	54''	51''
CEL4	6''	0''	3''	54	51''
POSTE1	43''	6''	0''	54''	51''
POSTE2	42''	0''	0''	54''	51''
POSTE3	36''	4''	0''	54''	51''
POSTE4	49''	0''	3''	54''	51''
ROB+EMB	40''	2''	0''	54''	51''

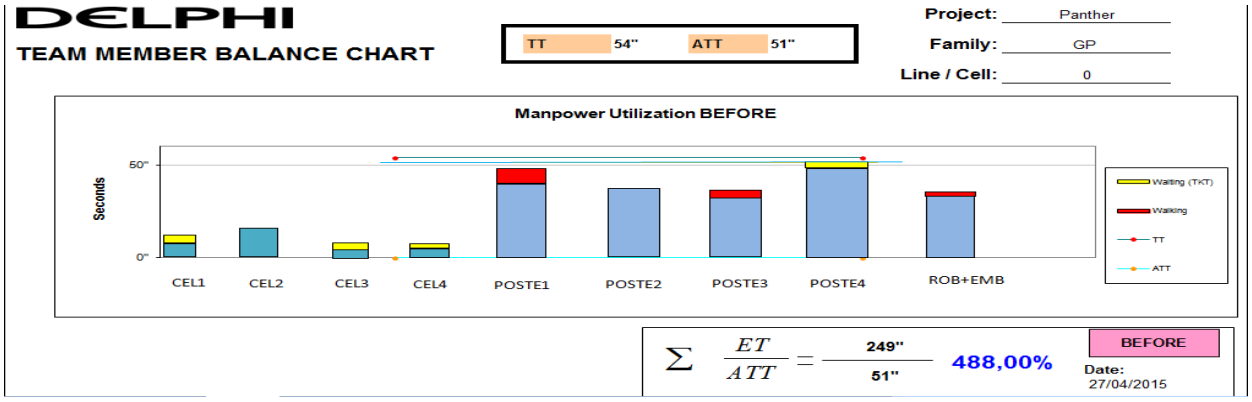


Figure 16-TMBC de famille Glow Plug

Interprétation :

-La charge de travail n'est pas équilibrée.

-On remarque que les cellules (1, 3 et 4) présentent des facteurs limitant la cadence de la chaine à cause de gaspillage de temps dans le waiting.

- on remarque pour Les postes (1,3) et les postes de test électrique et d'emballage que les operateurs perdent un certain temps improductif dans le walking.

-Lorsque le temps de cycle C et les temps opératoires pi sont considérés comme des données, minimiser N revient à minimiser TM. L'objectif du problème d'équilibrage peut donc également être vu comme un objectif de minimisation des temps morts afin d'éviter toute perturbation dans l'ATT de la chaine et par la suite une diminution du volume (Output) ce qui crée un problème de capacité. C'est à ce rythme que la ligne de montage doit produire, pas plus vite, sinon, il y aura surproduction, pas plus lentement, sinon les clients ne seront pas livrés à temps.

Conclusion

Dans cette étape de mesure j'ai utilisé Pareto pour déterminer les anomalies les plus critiques, dans la chaine FWD Manual, dans l'étape suivante je vais traiter leurs racines et mettre en place des plans d'actions pour les corriger.

Pour la chaine Glow Plug, vue les temps morts constatés dans le TMBC et qui influent le OutPut de la chaine et par conséquence sa capacité à satisfaire la demande en termes de quantité, nous somme conviés à trouver une solution convenable. Ce qui sera l'objet d'une partie de chapitre suivant.

Chapitre 4 :

3ème et 4ème étape de l'approche DMAIC : Analyser et Innover

Déterminer les causes premières et fondamentales, élaborer et mettre en place les solutions et les valider.

Introduction

Après avoir accompli les étapes « Définir » et « Mesurer », nous avons parfaitement identifié les anomalies majeures détectées dans la phase du démarrage pour la chaine FWD Manual, ainsi que l'état actuelle et les différents temps mesurés pour la chaine Glow Plug. A la lumière de cette étude, nous avons pu mettre le point sur les anomalies les plus pénalisantes de la production. Ceci nous mène à fixer des objectifs pour l'augmentation de la cadence, en d'autres termes l'amélioration de la productivité.

Dans ce chapitre on va traiter chaque source de problème et au même temps on va essayer d'apporter des solutions correctives. L'étape « Analyser » a pour objectif d'augmenter notre connaissance du processus afin de découvrir les causes « racines » de la variabilité et de la performance insuffisante à fin d'avoir une idée très précise des sources d'insatisfaction et des paramètres qui devront être modifiés pour atteindre la performance attendue. L'étape « Innover » a pour objectif d'apporter des modifications en profondeur au processus afin d'atteindre l'objectif fixé au début du projet.

I. Analyse des anomalies et plan d'améliorations

1. Diagramme d'Ishikawa

La méthode d'Ishikawa utilise une représentation graphique (diagramme) en forme de poisson pour matérialiser de manière structurée le lien entre les causes et leur effet. Ce qui d'autre part lui a valu les appellations de « diagramme en arêtes de poisson », et « diagramme de causes à effet ».Ce diagramme se structure habituellement autour du concept des *5 M*. Kaoru Ishikawa recommande de regarder en effet l'événement sous cinq aspects différents, résumés par le sigle et moyen mnémotechnique **5M** :

- **Matière :** les matières et matériaux utilisés et entrant en jeu, et plus généralement les entrées du processus.
- **Matériel**: l'équipement, les machines, le matériel informatique, les logiciels et les technologies.
- **Méthode** : le mode opératoire, la logique du processus et la recherche et développement.
- **Main-d'œuvre** : les interventions humaines.
- **Milieu** : l'environnement, le positionnement, le contexte.

A partir de cette analyse Hishikawa nous avons essayé d'énumérer et de classer l'ensemble des causes (entrées) qui agissent directement sur la conformité de notre produits d'où le nombre de réclamations (sortie).

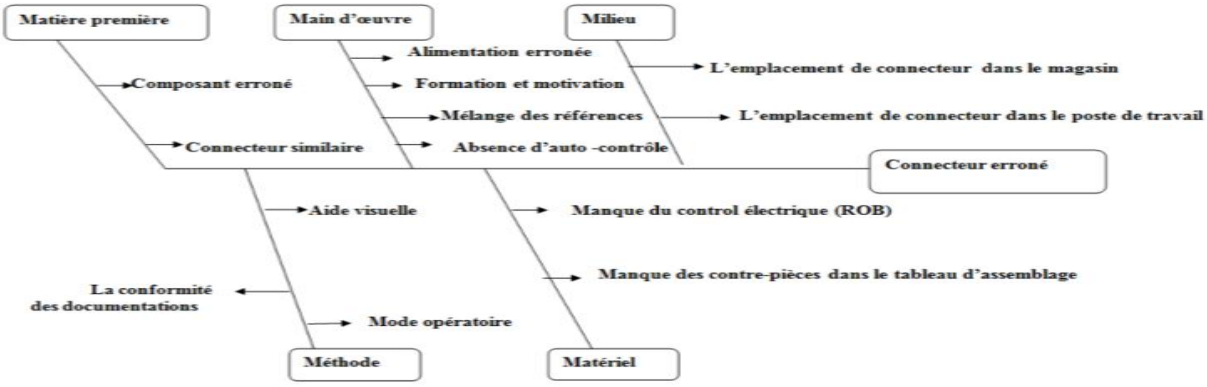


Figure 17- Diagramme cause-effets du défaut des connecteurs erronés

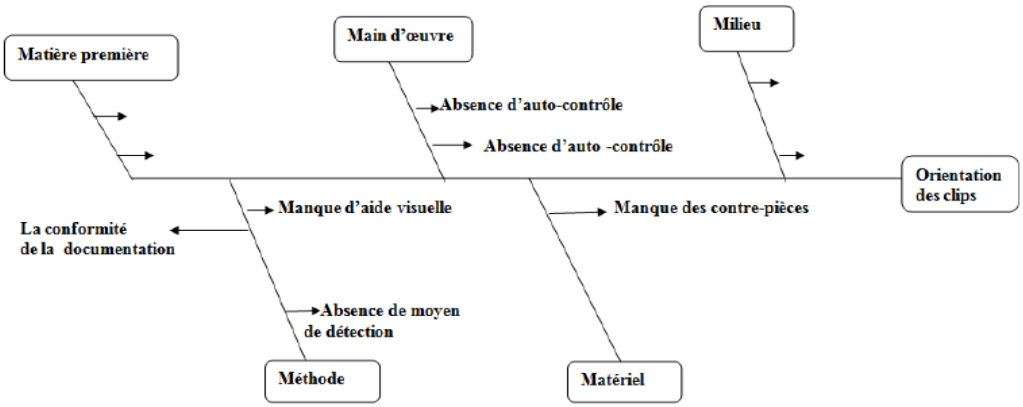


Figure 18-Diagramme cause-effets du défaut d'orientation des clips

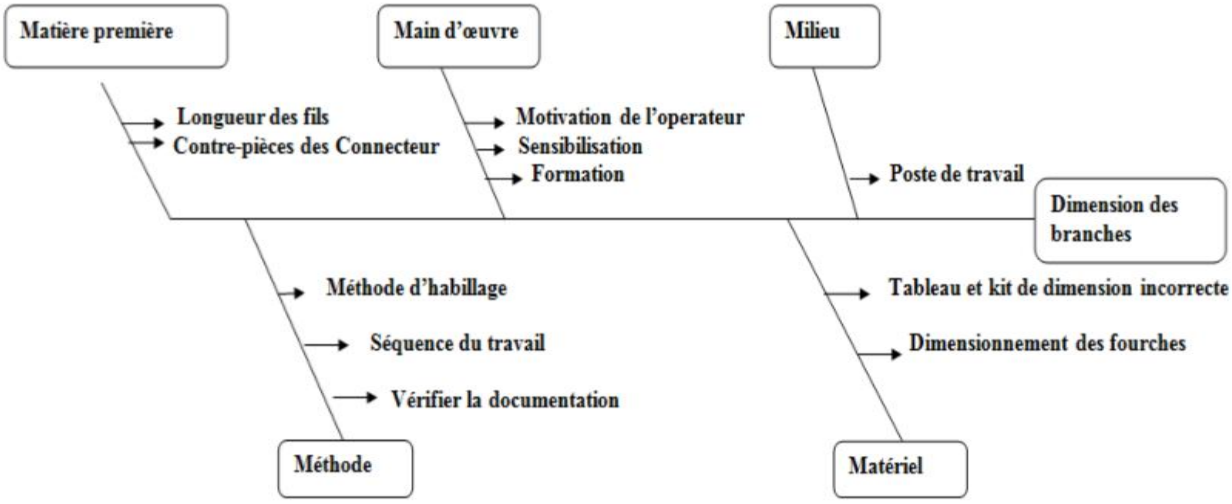


Figure 19-Diagramme cause-effets du défaut de dimensions des branches erronées

2. Actions d'amélioration de conformité des câbles

A. Connecteurs erronés

1. Remarques sur le terrain

- Le magasinier ne vérifie pas les références indiquées sur les boites lors de l'alimentation.
- L'emplacement des deux composants est très proche.
- L'alimentateur ne fait pas la différence entre les boites du chaque connecteur.
- Après vérification de la méthode utilisée par les opérateurs on a constaté que la majorité n'applique pas les instructions du travail.
- Après discussion avec les opérateurs on a constaté que certains d'eux ignorent ce qui s'est écrit sur le mode opératoire.
- Après inspection de loin du travail de l'opérateur du feedback on a constaté que les opérateurs n'acceptent pas qu'ils reçoivent des remarques de quelqu'un du même niveau hiérarchique.

2. AMDEC du défaut des connecteurs erronés

L'analyse AMDEC (Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité) proprement dite consiste à identifier les dysfonctionnements potentiels ou déjà constatés d'un produit, à mettre en évidence les points critiques et à proposer des actions correctives et préventives pour y remédier. En pratique, on procède souvent à une estimation approximative qui se traduit par une note attribuée par le groupe AMDEC, il s'agit donc d'une échelle de cotation.

- **Etape 1 : INITIALISATION**

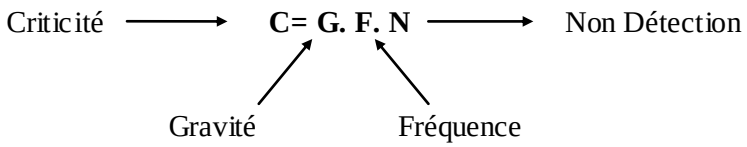
Les différentes étapes de l'étude AMDEC ont été menées avec les membres du projet PANTHER (département ingénierie, département qualité et production) et ceci durant les 3 réunions hebdomadaires :

- La 1ère réunion avait pour but d´analyser le sujet et discuter les problèmes par la méthode Brainstorming.
- la 2ème réunion a été consacrée à établir l´AMDEC et de le réviser avec l´équipe.
- La 3ème réunion nous a permis de définir le plan d'action des travaux à effectuer.

- **Etape 2 : Analyse**

Criticité C :

Elle permet de discriminer les actions à entreprendre et les calculer à partir de la gravité, la fréquence, et la non détection.



Gravité G :

C'est la sévérité des effets de la défaillance **:**

- Pertes de productivité (défaut de qualité).
- Sécurité, environnement.

Fréquence d'apparition F :

Fréquence d'apparition d'une défaillance due à une cause particulière.

Non détection N :

Probabilité de non détection d'une défaillance avant qu'il n'atteigne l'utilisateur.

- **Etape 3 : Synthèse**

Dans cette partie je vais présenter le bilan de l'étude en décrivant les modes de défaillance des éléments, de leurs effets et de leur criticité.

Tableau 12 : AMDEC du défaut des connecteurs erronés

Composant	Fonction	Mode	Cause	Effet	Détection	D	F	G	C	Actions Recommandées
Connecteur	Assurer la continuité électrique	Connecteur erroné	Manque des contre-pièces	Câble ne réalise pas l'action désirée	*Visuelle *vérification d'auditeur de qualité 100%	7 4	8 2	8	448 112 64	-Ajouter les contre-pièces électro ROB -Ajouter contre pièce d'assemblage avec POKA YOKE système
			Composant similaire			7	8 4		448 224	-Séparation de l'emplacement composant -L´ajout des aides visuelles
			Alimentation erronée (alimentateur n'a pas suivi le mode de travail).			7	4 2		224 112	-Formation du magasinier -comparaison d'identification entre les boites et les rails
			L'operateur n'a pas suivi le mode opératoire (absence d'autocontrôle)			7 6	4 3		224 144	-Sensibilisation et formation des opérateurs. -vérifier les connecteurs par le 2ème Opérateur 100%

En cours d'implémentation | Déjà implémenté | Etat initial

3. *Plan d'action*

Un plan d'action est un document qui propose de montrer comment on va s'y prendre pour passer d'un système existant à un système futur, pour mettre en œuvre la solution retenue. Le plan va indiquer l'ordre dans lequel les actions vont être faites, le calendrier fixé et leurs responsables.

Tableau 13 : Plan d'action du défaut des connecteurs erronés

Problèmes	Solutions	Responsables	Début des activités	Statut
Connecteur erroné	-Ajouter les contre-pièces électro ROB	Ingénierie	12 Juillet	En cours
	-Ajouter contre pièce d'assemblage avec le système POKA YOKE	Ingénierie	30 Avril	Réalisé
	-Séparation de l'emplacement de composant	Logistique	23 Avril	Réalisé
	-L´ajout des aides visuelles	Ingénierie	20 Avril	Réalisé
	-Formation du magasinier	Ressource Humaine	23 Avril	Réalisé
	-Comparaison d'identification entre les boites et les rails	Logistique	20 mai	Réalisé
	-Séparation de l´emplacement d´utilisation des connecteurs	Ingénierie	23 Avril	Réalisé
	-Sensibilisation et formation des opérateurs	Ressource Humaine	23 Avril	Réalisé
	-vérifier les connecteurs par le 2ème Opérateur 100%	Production Ingénierie	20 Avril	Réalisé
	-Vérifier les identifications	Qualité	29 Avril	Réalisé

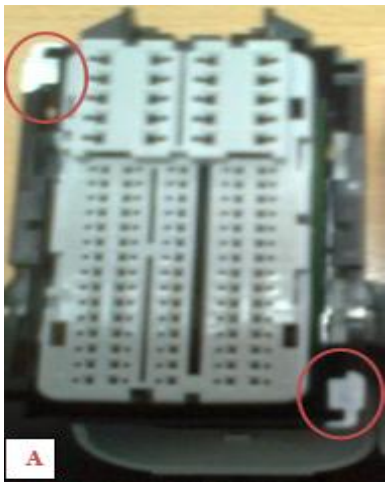
Afin de réaliser le plan d'action, nous allons mettre en œuvre les solutions retenues qui ont été sélectionnées auparavant :

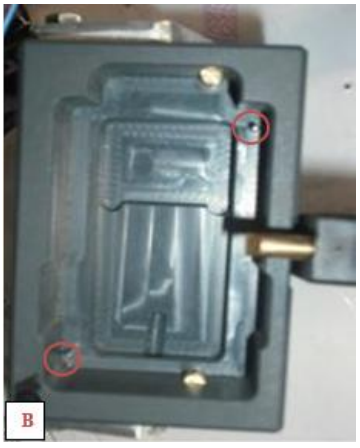
1- Ajouter les contre-pièces électro ROB :

Ce type de contre-pièces vise à tester le passage du courant électrique dans les connecteurs. Afin de mettre en exergue cette solution, j'ai participé à la rédaction du cahier de charge avec le groupe. Ce cahier de charge sera réalisé seulement le 12 Septembre 2015.

2- Ajouter les contre-pièces d'assemblage avec le système POKA YOKE :

Après les réclamations formulées par les clients concernant les connecteurs erronés (A et B), on a ajouté des contre-pièces avec un système Poka Yoke (Annexe) en fixant des pines métalliques qui vont présenter un obstacle lors du montage, quand il s'agit de connecteurs non compatibles, comme signalés dans les figures suivantes :





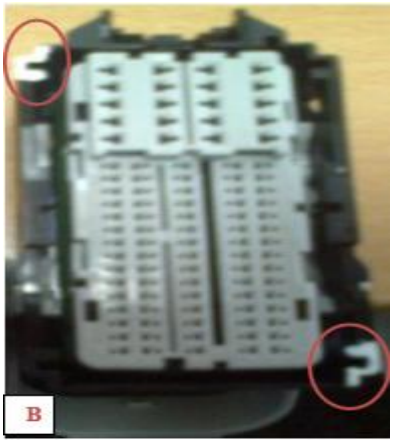


Figure 20-L'ajout des contres pièces avec un système POKA YOKE

3-Séparation de l'emplacement du composant :

Dans le souci de minimiser la probabilité du mélange des connecteurs nous avons séparé l'emplacement des deux composants (A et B) au niveau du magasin et même au niveau du poste de travail**.**

4-L´ajout de l'aide visuelle :

Pour faciliter le passage du flux de communication entre l'équipe PANTHER et les opérateurs nous avons réalisé une aide visuelle pour indiquer, à ces derniers, la bonne manière de positionnement du connecteur dans la contre-pièce.

5-formation et sensibilisation :

Le tableau ci-dessous indique les principaux points pris en compte lors des séances de formation :

Tableau 14 : Recommandations pour le magasinier et les opérateurs

Pour le magasinier	**Pour l'opérateur**
- Sensibiliser le magasinier du sérieux qu'il doit apporter à son travail et aussi des conséquences de toute erreur probable.	-Sensibiliser les opérateurs de l'impact de tout problème de qualité sur le client.
-former le magasinier sur la méthode de travail consignes à suivre.	-Former les opérateurs sur la méthodologie du travail
-Exiger le magasinier de vérifier les références indiquées sur les boites lors de l'alimentation.	-Recommander aux seconds opérateurs de vérifier les taches réalisées par les premiers opérateurs.

B. Orientation clips

1. *Remarques sur terrain*

- On trouve que l'orientation de la bride doit être vers le haut contrairement à l'orientation actuelle (vers la gauche).
- Tous les pistolets portent une étiquette de fiabilité qui contient leurs dates de leurs prochains étalonnages et qui n'ont pas été encore expirés.
- Après certains essais de coupe faite par l'expert sur le câble (selon le nombre d'échantillon demandé par poste) on a détecté que presque tous les pistolets ont été bien réglés.
- Aucun des pistolets n'a été fixé à son support définit.
- Certains pistolets ne comportent pas des chaines d'attachement ce qui augmente la chance qu'ils tombent par terre et par conséquent ils perdent leurs réglages.
- L'absence de certains pistolets dus à l'utilisation par d'autres postes voisins.
- Après inspection de tous les tableaux de la chaine, on a remarqué le manque d'une contre pièce ainsi que la mauvaise fixation de certains autres.
- Après vérification de la méthode utilisée par les opérateurs on a constaté que la majorité n'applique pas les instructions du travail.
- La forme géométrique de la contre pièce (voir figure 22) sur laquelle on monte la bride ne facilite pas la tâche de couper la bride correctement.

Figure 21-une bride mal orientée

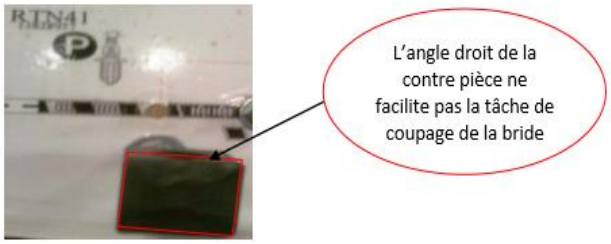


Figure 22-Contre pièce bloquante

2. *AMDEC du défaut de clips mal orientées*

Tableau 15 : AMDEC du défaut de clips mal orientées

Composant	Fonction	Mode	Cause	Effet	Détection	D	F	G	C	Actions Recommandées
Clips	Assure la fixation du câble	Orientation erronée	Manque de contre-pièces	-Câble non fixé -Impossibilité de montage chez le cl	-Visuelle -Vérification d'auditeur de qualité 100%	7 4	8 3	8	448 96	-Ajouter les contre-pièces électro ROB -Ajouter les contre-pièces d'assemblage
			Manque d'aide visuelle			7	8 4		448 224	-Ajouter les aides visuelles
			Absence d'auto –contrôle			7 6	4 3		224 144	-Sensibilisation et formation des opérateurs -Vérifier l´orientation des clips par le 2ème Opérateur 100%
			La conformité des documentation			7	3 2		168 112	-Validation des documentations par qualité

En cours d'implémentation

Déjà implémenté

Etat initial

3. *Plan d'action*

Ce plan va nous indiquer l'ordre dans lequel les actions vont être conduites par leurs responsables, les solutions apportées et le calendrier d'exécution.

Tableau 16 : Plan d'action du défaut des clips mal orientées

Problèmes	Solutions	Responsables	Début des activités	Statut
Orientation des clips	-Ajouter les contre-pièces électro ROB	Ingénierie	13 Juillet	En cours
	- Ajouter les contre-pièces d'assemblage	Ingénierie	20 Juillet	En cours
	-Ajouter les aides visuelles	Ingénierie	20 Avril	Réalisé
	-Sensibilisation et formation des opérateurs	Ressources humaine	23 Avril	Réalisé
	-Vérifier l´orientation des clips par le 2ème opérateur 100%	Production Ingénierie	23 Avril	Réalisé
	-Validation des documentations par qualité	Qualité	3 Mai	Réalisé

Commençons au début par les tops 5 afin de diminuer le taux de criticité :

1- Ajouter les contre-pièces (d'électro ROB et d'assemblage):

D'après mon étude, j'ai constaté que la méthode la plus efficace pour la détection des erreurs d'orientation des clips est le ROB électrique. A cet effet, j'ai procédé, avec la collaboration de l'équipe, à la rédaction du cahier de charge .La réalisation de ce projet est prévue seulement au mois de Juillet prochain en raison des problèmes d'investissement et du design qui n'est pas encore figé par le client.

2-Ajouter les aides visuelles

Pour faciliter la tache aux operateurs nous avons réalisé des aides visuelles qui indiquent l'orientation adéquate à chaque clip. Par exemple

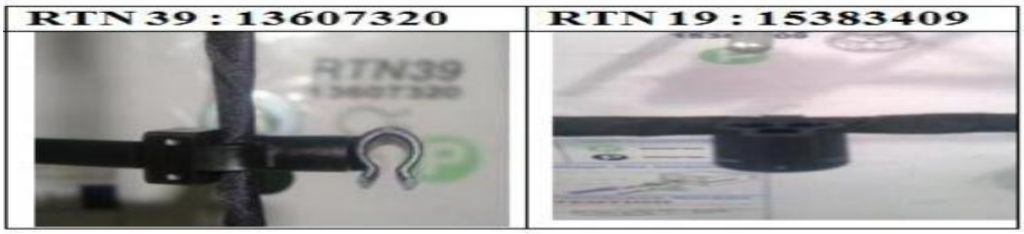


Figure 23-L'ajout des aides visuelles

3-Formation et sensibilisation :

Lors des séances de formation nous avons traité les sujets suivants :

- Formation des opérateurs sur la méthodologie du travail.
- Sensibilisation des opérateurs sur les problèmes qui peuvent surgir.

-Actions recommandées:

- ⇨ Insister auprès des opérateurs sur l'auto-contrôle.
- ⇨ Insister sur la vérification de l'orientation des clips par le 2ème opérateur.

C. Dimensions des branches erronées

Le facteur le plus important dans le montage des câbles est sa dimension .Celle ci, quand elle est exacte, permet aux câbles d'être montés et fixés dans la carrosserie de la voiture sans problème. Le non respect de la dimension recommandée peut provoquer certains problèmes qui vont transformer le câble en un simple rebut.

1. Remarque sur le terrain

- Après inspection de tous les tableaux de la chaine, on a remarqué le manque d'une contre pièce ainsi que la mauvaise fixation de certains autres.
- On remarque sur la figure ci-dessous que la distance entre la bride est le connecteur est de 10 cm. En se référant au plan du câble, on trouve que la distance définie est de 5cm avec une tolérance de (+1cm).

Figure 24-Exemple de dimension erronée d'une branche

2. AMDEC du défaut des dimensions des branches

Tableau 17 : AMDEC du défaut des dimensions des branches

Composan	Mode	Cause	Effet	Détection	D	F	G	C	Actions
Branches	Dimension erronée	Tableau et kit de dimension incorrecte	Difficulté ou impossibilité de montage du câble	-Visuelle -Vérification d'auditeur de qualité 100%	7	6 2	8	336 112	-Vérifier les dimensions des tableaux et des kits
		longueur des fils			7	8 2		448 112	-Ajuster les longueurs des fils
		Dimensionnement des fourches			7	4 2		224 112	-Ajuster les dimensions des fourches
		Fourche des connecteurs non Adéquats			7	5 2		280 112	-Remplacer les fourches avec les contre pièces
		Méthode d'habillage			7	4 3		224 168	-Formation sur les méthodes d'habillage

En cours d'implémentation | Déjà implémenté | Etat initial

3. *Plan d'action*

Tableau 18 : Plan d'action du défaut des dimensions des branches

Problèmes	Solution	Responsables	Début des activités	Statut
Dimension des branches	-Vérifier les dimensions des tableaux et des kits	Fiabilité	19 Avril	Réalisé
	-Ajuster les longueurs des fils	Ingénierie	23 Avril	Réalisé
	-Ajuster les dimensions des fourches	Ingénierie	5 Mai	Réalisé
	Sensibilisation et formation des opérateurs	Ressource humaine	23 Avril	Réalisé

1-Vérifier les dimensions des tableaux et des kits

Pour s'assurer de la fiabilité des informations transmises aux opérateurs sur les dimensions des branches nous avons décidé de vérifier les différentes longueurs qui existent dans les tableaux et dans les kits. A cet effet nous avons modifié certaines longueurs et changé les Lay out des tableaux et des kits.

2-Ajuster les longueurs des fils

Apres l'ajustement des dimensions des tableaux et des kits nous sommes amenées à redéfinir les longueurs des fils afin d'éviter les bouclages ou des fils courts à cause des dimensions erronées.

3-Ajuster les dimensions des fourches

Afin d'éviter les jeux des connecteurs dans les fourches, où il peut résulter des variations dans les dimensions du câble, nous avons vérifié et ajusté les dimensions des fourches erronées.

4-Formation et sensibilisation

Les principaux points pris en compte dans les séances de formation :

- Formation des opérateurs sur la méthodologie d'habillage.

-Sensibilisation des opérateurs sur les erreurs des dimensions des branches et les pertes qui peuvent en résulter.

II. Analyse de l'existant de la chaine Glow Plug

1. Détermination de la source de la problématique

Les pertes ou gaspillages sont assimilables à des dépenses inutiles qui ne participe pas à l'atteinte de la qualité ou du délai, les réduire voire les supprimer revient donc à les transformer en travail de valeur ajoutée. Ces pertes sont recensées lors de la mesure des temps (chronométrage), de l'analyse des postes de travail ou des flux.

- **Les cinq pourquoi**

Les cinq pourquoi (en anglais : 5 Why's ou 5W) est la base d'une méthode de résolution de problèmes (problem solving) proposée dans un grand nombre de systèmes de qualité. Il s'agit de poser la question pertinente commençant par un pourquoi afin de trouver la source, la cause principale de la défaillance. Cette méthode de travail est surtout faite pour trouver la cause principale du problème rencontré.

Avec 5 questions commençant par « pourquoi », on essaie de trouver les raisons les plus importantes ayant provoqué la défaillance pour aboutir à la cause principale.

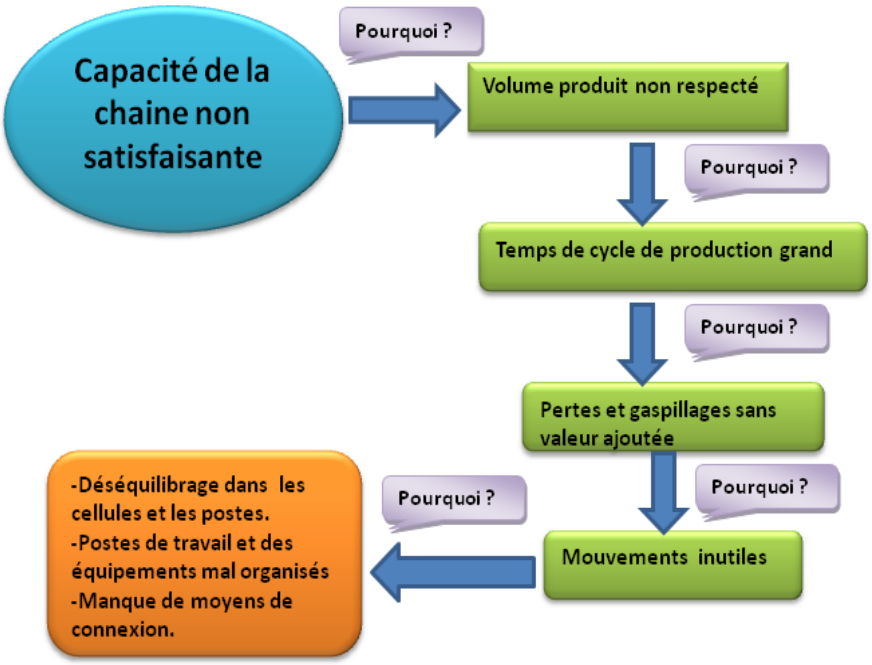


Figure 25 -Cinq pourquoi de problème

A la lumière de cette étude, nous avons pu mettre le point sur les anomalies les plus pénalisantes de la production. Ceci nous mène à fixer des objectifs pour l'augmentation de la cadence, en d'autres termes l'amélioration de la productivité. L'atteinte de ce but implique :

- L'optimisation les mouvements, les gestuelles et les déplacements.

- L'élimination des défauts de qualité dus notamment à des efforts contraignants et des opérations complexes ou en aveugle.
- L'organisation des postes de travail et des équipements.

III. Amélioration de la productivité de la famille Glow Plug

Durant la période de mon stage j'ai recherché sur le terrain avec les opérateurs, des solutions simples et applicables immédiatement pour améliorer le flux et éliminer les gaspillages. Cela en fabricant des produits de qualité, juste dans la quantité attendue par les clients et dans les délais attendus par ces derniers.

1. Equilibrage des postes de travail

L'amélioration de la productivité en visant la minimisation des temps improductifs et l'amélioration de la capacité de production, fait l'objet de cette partie du travail pour faire face à la concurrence accentuée par le délai .Pour remédier à ces problèmes, nous allons dans un premier temps procéder à un équilibrage des postes de travail.

Après une discussion et analyse sur le terrain avec le chef du projet et les techniciens d'ingénierie, et suivant le temps cycle nous avons pu mettre d'accord sur les cellules qui peuvent être éliminées à condition de trouver une solution pour ne pas perturber le flux de production.

Donc le changement prévu est :

- ⇨ Au lieu de 4 cellules et le gaspillage de temps dans le waiting on va mettre seulement une seule cellule.

  Cellule1+Cellule3+Cellule4 = 1 Cellule

- ⇨ Le test électrique des connecteurs va être fait dans le ROB et pas dans les postes d'assemblage pour soulager certains postes.

Il faut noter que :

- Les compétences des opérateurs éliminés doivent être ajoutées à celles des opérateurs retenus ; Une formation des opérateurs concernés est envisageable.

-Les temps des cellules supprimées doivent être ajoutés sur le reste des cellules (Balancement).

Afin de garantir et de ne pas perturber le flux de production après ces changement j'étais obligée avec l'équipe de travail à trouver une solution qui répond à notre besoin.

Dans ce sens j'ai proposé à mon encadrent une proposition d'amélioration consiste à ajouter un plateau en plastique (figure 26) où l'operateur de 1ère cellule peut mettre touts les

fils et les composants nécessaires pour les autres postes d'assemblage, sans que les operateurs perdent le temps pour marcher et aller chercher un composant .Le processus est le suivant :

1

- **Dans la cellule : le 1ér opérateur va préparer les fils et les composants nécessaires pour les postes suivants, après il va mettre le plateau préparé dans le tableau de 2èm operateur d'assemblage.**

2

Le 2èm operateur dans la ligne de production va utiliser les composants et les fils nécessaires pour assembler son Kit grâce au plateau préparé, ensuite il va bousculer le tableau avec le plateau vers l'operateur suivant.

3	
• **La dernière étape consiste à monter les clips et les tester par un Bornero system, et Le test électrique des connecteurs va être fait dans le ROB.**	

- Le support suggéré :

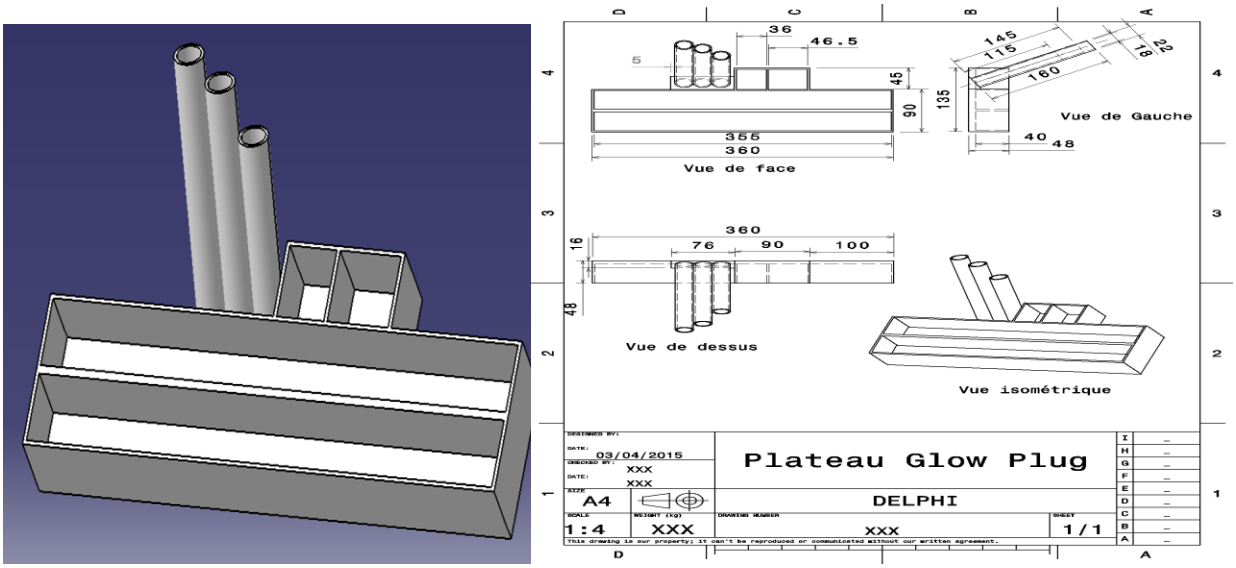


Figure 26-Plateau suggéré

Ajout de ce support nous a permis de diminuer d'une manière remarquable le gaspillage de temps dans le walking et augmenter la cadence de production.

2. Chiffrage des gains

Les différentes actions d'amélioration proposées et réalisées au sein de la famille« Glow Plug » dans cette phase de démarrage ont permis de réaliser un gain financier considérable.

	Avant équilibrage	Après équilibrage
Cadence (/shift)	74 câbles	80 câbles

Ce qui représente une augmentation de la productivité de 8%

3. Gain en espace

- **Etat avant amélioration :**

Parmi les mouvements inutiles, nous comptons aussi les déplacements pour aller chercher ce qui manque, ce qui a été oublié ou pour demander des renseignements complémentaires.
La plus dure élimination de mouvements inutiles vient de mauvaises habitudes. Il faut ainsi revoir intégralement les déplacements inutiles de personnes.

Figure 27- Etat avant de l'organisation de la chaine

La distance entre les postes de travail (tableaux) et les structures de composants (matières premières) est de 2m18cm. Sachant qu'un cycle de production nécessite deux aller retour de l'opérateur pour s'approvisionner de la matière première, ce qui engendre un déplacement de l'opérateur de 17m44cm/shift.
Nous avons alors un déplacement inutile sur une chaine de production. Une amélioration qui consiste à rapprocher les structures de telle sorte qu'elles seront à une distance de 1 m 20 cm des postes de travail, distance suffisante pour que l'opérateur fasse un mouvement de rotation au lieu d'un mouvement de déplacement.
Ainsi qu'un espace de 11,5m*6,4m=73.6m² libéré ce qui le rend disponible pour une éventuelle implantation d'une nouvelle chaîne de petite famille.

- **Etat après amélioration :**

Après avoir mis en place cette amélioration, on a pu éliminer carrément un des principales sortes de gaspillage à savoir le déplacement inutile.

Figure 28- Etat après de l'organisation de la chaine

IV. Plan d'action préventif et amélioratif

1. Diminution des arrêts du banc électrique dus à la maintenance

1. Généralité

Le banc électrique est considéré comme le premier poste officiel de vérification de la conformité des câbles électriques. Il assure un contrôle de la continuité électrique ainsi que la détection des accessoires du câblage. Dans le cas de conformité du câble, le banc de contrôle électrique affiche un message qui indique la validité du faisceau, et imprime automatiquement l'étiquette du contrôle électrique (CE) que l'opérateur doit coller sur l'emplacement spécifié; cette étiquette assure l'identification du câblage et représente la garantie de la continuité électrique et la conformité du câblage selon les spécifications du client. En effet, il n'ya aucun doute que si on obtient cette étiquette, le câble ne présente aucun défaut d'inversion ou un manque d'un accessoires vérifié.

Le banc électrique est considéré donc comme l'élément le plus critique dans la zone de production. En effet, l'arrêt de cette machine entraine l'arrêt de la production puisque on aura sur les « shuttles » une quantité de câbles plus qu'ils supportent, et l'auditeur de qualité se retrouve dans l'obligation de stopper la chaine de production en question, ce qui peux engendrer des retards de livraison et par conséquent l'insatisfaction du client et éventuellement des pénalités à payer. Donc une maintenance adéquate afin d'assurer une disponibilité permanente du banc s'avère primordiale.

Figure 29-Le banc électrique (ROB)

2. Remarques sur le terrain

D'après l'observation du déroulement de la maintenance sur le terrain, j'ai constaté que le temps perdu en attendant la venue d'un technicien de la maintenance est assez important et dépasse dans la plupart des fois le temps nécessaire pour réparer la panne elle même.

Ce temps d'attente de la maintenance élevé est dû au grand nombre des opérations de maintenance par rapport au nombre limité des techniciens.

Afin de résoudre ce problème on doit tout d'abord savoir quelle sont les pannes les plus fréquent qu'on détecte sur les deux bancs électriques.

Le tableau suivant présente les interventions des techniciens de la maintenance sur les bancs électriques des deux chaines FWD Manual et Glow Plug.

Tableau 19 : Mesure des pannes du Banc électrique

Type de panne	Nbr d'occurrence	Pourcentage
Pines	72	42%
Puch-test	49	28%
Présence	23	13%
Activation + mécanisme	15	9%
Electrifié	6	3%
Etanchéité	5	3%
Accessoires	2	1%

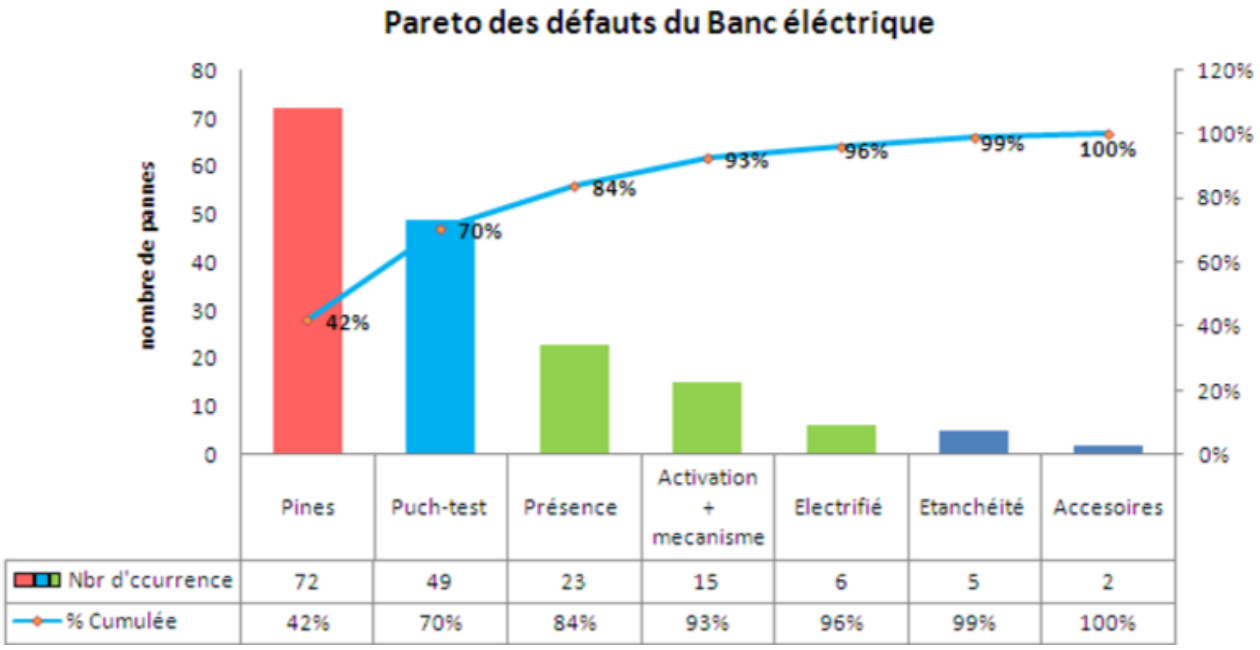


Figure 30-Pareto des défauts du Banc électrique

D'après le diagramme de Pareto présenté ci-dessous, on constate que 70% des opérations de la maintenance concernant les bancs électriques sont liés aux pines et aux Puch-test.

Ces deux types de panne ne nécessitent que des actions simples afin de les réparer, ces actions consistent généralement à faire un petit changement des pines défectueuses. Donc l'idée consiste à améliorer les compétences des opérateurs du banc électrique afin qu'ils puissent réparer les pannes de premier niveau tout seuls, et de cette façon on ne perdra pas beaucoup de temps en attendant

l'arrivée des techniciens du service de maintenance, ce qui va contribuer à l'augmentation du taux de disponibilité du banc électrique.

Afin d'aboutir à ces objectifs, l'élaboration d'un plan de formation pour les opérateurs s'avère indispensable. Ce plan doit contenir des formations sur la structure du banc électrique ainsi que d'autres sur l'exécution des interventions simples de maintenance (Maintenance Autonome).

Afin de réaliser un module de formation concernant la structure du banc électrique nous étions amener à contacter le service maintenance ainsi que le responsable des formations qui ont admiré de leurs tours l'idée, et ont promis de l'appliquer le plus tôt possible.

3. Elaboration d'un plan de maintenance de 1ér niveau

Après avoir assisté à plusieurs opérations de maintenance corrective objets de réparation des pannes de pines et du Push-test, on a pu définir une procédure (figure31) que les opérateurs doivent suivre en cas de détection d'un défaut de manque de continuité électrique dans une contre pièce, et qui est comme suit :

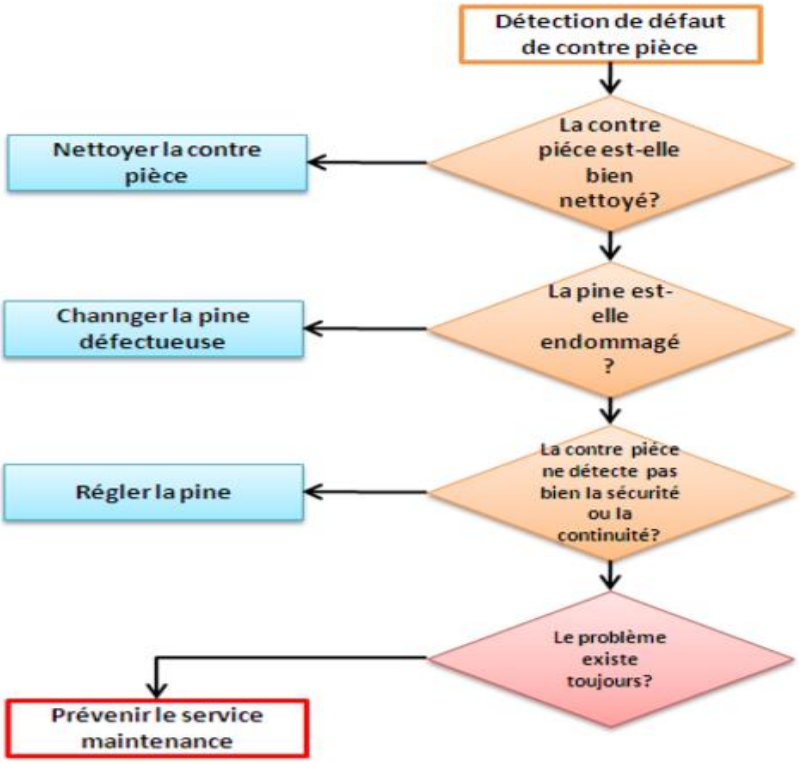


Figure 31-Plan de maintenance 1er niveau

4. Elaboration d'un aide visuel

Le document suivant explique bien à l'aide des photos chaque étape de la procédure et il sera comme un document de référence pour les opérateurs sur le terrain.

DELPHI	***AIDE VISUELLE***	***CE01***
Poste	***Famille***	***Indice de Révision***
Banc Electrique	***FWD Manual***	***01***

Inserer l'outil dans la pine
Tourner l'outil jusqu'à ce que la pine soit retirée

Inserer la nouvelle pin dans l'outil

Inserer la pine dans sa place et tourner jusqu'à ce qu'elle soit bien fixée

Insérer l'outil dans la contre pièce et ajuster la pine soit en avant, soit en arrière et essayer à chaque fois pour voir si c'est bon

Elaboré par :Berrad Mounia		***Emis le : 06/06/2015***

Figure 32-Aide visuel

2. Amélioration des compétences des opérateurs

Les compétences demandées aux opérateurs du banc de contrôle électrique seront différentes de celles nécessaires aux autres opérateurs de l'usine. Elles peuvent être synthétisées comme suit :

- Détecter les anomalies : Signes avant coureur de panne ou prémices de défauts en utilisant les 5 sens (vibrations, bruits, échauffement, usure, etc.).
- Prendre les mesures nécessaires : Corriger soi-même le plus tôt possible l'anomalie ou demander l'intervention du responsable ou du technicien en lui expliquant clairement ce qui a été constaté.
- Prendre les mesures de base : Juger de la normalité d'un contrôle et de la qualité d'un composant à partir de critères préétablis.
- Maintenir et contrôler : Nettoyer, lubrifier et détecter toutes les anomalies spécifiées ou non.

Les figures montrent l'évolution de la production avant et après la formation des opérateurs :

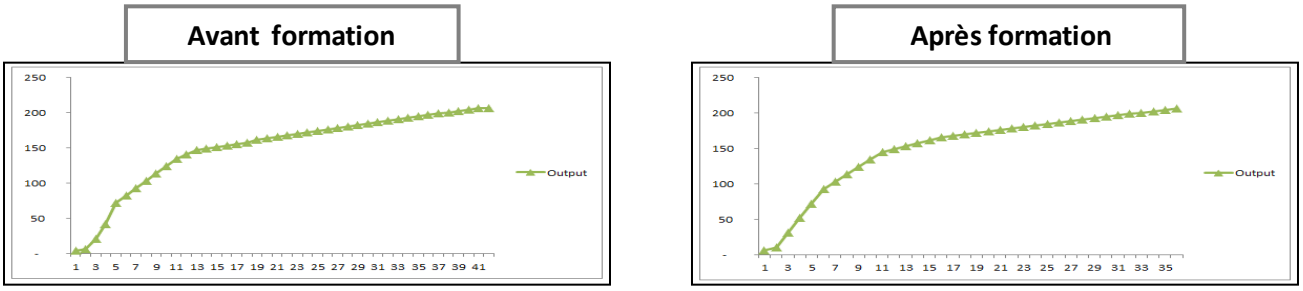


Figure 33-L'évolution de l'Out Put selon la formation des operateurs

Conclusion

Dans cette partie, Nous avons pu détecter les facteurs influençant la productivité telle que les défauts de qualité dans la chaine FWD Manual, et le déséquilibrage des postes de travail dans la famille Glow Plug, et fournir des solutions afin d'améliorer le processus, avec ces amélioration l'équipe PANTHER va se rapproché la satisfaction de la demande du marché en câbles de véhicule industriels. L'étape suivante a pour objectif d'analyser l'écart entre les données initiales et le résultat obtenu afin de s'assurer de la stabilité des solutions trouvées.

Chapitre 5 :

5ème étape de l'approche DMAIC : Contrôler

Se donner les moyens de mettre sous contrôle le processus afin de s'assurer de la stabilité de la solution trouvée.

Introduction

L'ensemble des étapes « Définir », « Mesurer », « Analyser », « Innover/améliorer » ont permis de fournir une solution afin d'améliorer la qualité de la production. Cette cinquième étape a pour objectif de se donner les moyens de mettre sous contrôle le processus afin de s'assurer de la stabilité de la solution trouvée.

I. Diagnostic

1. Famille FWD Manual

Afin de mieux contrôler les actions implémentées, en tant que solutions proposées aux anomalies détectées, nous avons réalisé un diagnostic concernant les trois problèmes majeurs, lequel va nous permettre de tirer des conclusions sur l'efficacité de nos interventions. Le tableau suivant nous montre les résultats du diagnostic réalisé accompagné d'un commentaire pour chaque type de problème.

Tableau 20 : Actions implémentées des problèmes détectés

Problèmes	Actions implémentées	25	26	27	28	29	Moyenne	Commentaires
Connecteur erroné	**-Ajouter contre pièce d'assemblage avec POKA YOKE système.**	**2**	**1**	**1**	**2**	**1**	**1.4**	-Diminution remarquable de la fréquence du problème de 6,8 à 1,4. -Satisfaction du résultat obtenu compte tenu des moyens disponibles dans la phase TT. -Son élimination à 100% peut être obtenue grâce au contrôle électrique ROB.
	-Séparation de l'emplacement du composant							
	-L´ajout des aides visuelles							
	-Formation et sensibilisation							

Orientation des clips	**-Ajouter les aides visuelles** **-Formation et sensibilisation**	**4**	**4**	**4**	**3**	**4**	**3.8**	- diminution faible du taux de fréquence (de 5,6 à 3,8) après implémentation des solutions proposées. -L'ajout des contre-pièces d'assemblage reste la solution pertinente pour la diminution de l'occurrence du problème.
Dimension des branches	**-Vérifier les dimensions des tableaux et des kits** **-Ajuster les longueurs des fils** **-Ajuster les dimensions des fourches** **-Formation et sensibilisation**	**3**	**3**	**4**	**3**	**3**	**3.2**	-Fréquence légèrement diminuée (36% : de 5 à 3,2) malgré les actions implémentées. -Non satisfaction du résultat obtenu. - La méthode PDCA« Plan Do Check Act » est recommandée.

Le cercle PDCA crée une amélioration continue. Son cycle est constitué de quatre étapes :
« Plan, Do, Check, Act : planifier, faire, vérifier, agir » (Annexe 6).

1. Description du problème

D'après l'étude que nous avons réalisée, nous avons constaté que la plupart des dimensions des branches incorrectes sont le résultat des nœuds travaillés en dehors de la fourche. Des difficultés sont rencontrées par l'opérateur lors du montage et de l'habillage des nœuds du câble. Par conséquent, la dimension de la fourche ne s'adapte pas au design des nœuds ce qui constitue un vrai problème. La figure suivante illustre le cas d'inadaptation de la fourche au nœud du câble:

Figure 34-L'inadaptation de la fourche au nœud du câble

2. Innovation

Pour remédier à cette situation nous avons proposé un modèle de fourche permettant le montage et l'habillage des nœuds sans difficultés tout en respectant les dimensions exigées. Les deux figures ci-dessous montrent le modèle de fourche proposée et du nœud installé correctement.

Figure 35-Nœud bien réalisée

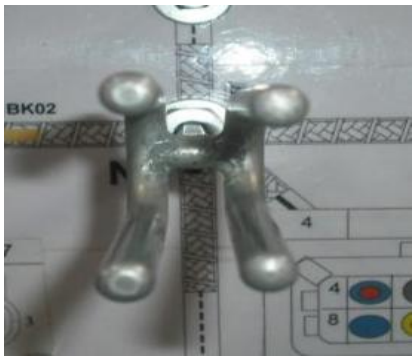


Figure 36-Modèle de la fourche proposée

Après implémentation du modèle spécifique de la fourche proposée, j'ai calculé à nouveau la fréquence du problème et j'ai obtenu les résultats suivants :

Tableau 21-Les résultats après implémentation de la fourche

Problème	Action implémentée	09-Juin	10-Juin	11-Juin	12-Juin	13-Juin	Moy	Commentaire
Dimension des branches	-Ajouter des fourches spéciales pour les nœuds	3	2	1	2	2	2	-Diminution notable de la fréquence du problème de 60% (de 5 à 2) après la 2ème implémentation -Satisfaction du résultat obtenu

A la fin de ce travail j'ai résumé par une représentation graphique les trois problèmes étudiés durant mon stage avec les occurrences constatées lors de la situation initiale, puis en deuxième lieu les implémentations réalisées

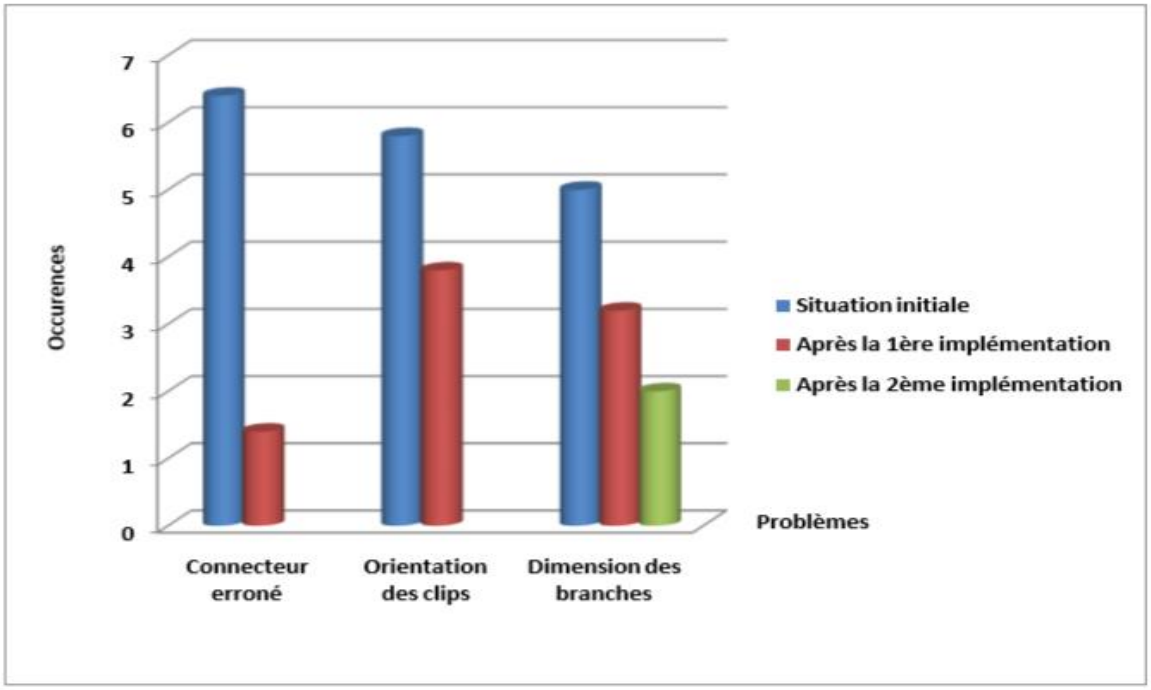


Figure 37-Résultats après 1ère et 2éme implémentation

L'analyse de ce graphe nous permet de tirer les conclusions suivantes :

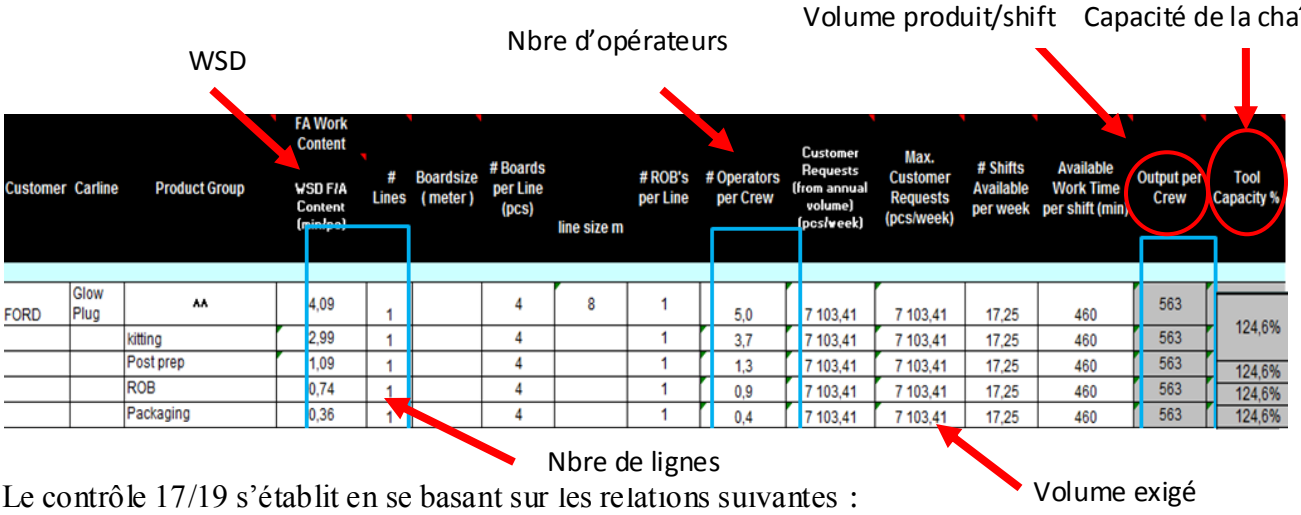
- S'agissant du connecteur erroné, on constate que le nombre des occurrences a diminué de façon notable : de 6,4 à 1,4.Le résultat de ce travail est considéré satisfaisant.
- Concernant l'orientation des clips, on remarque une faible diminution du taux de la fréquence de l'anomalie (de 5,6 à 3,8). Le résultat escompté reste tributaire de l'ajout des contre-pièces recommandées.
- Au sujet du problème de la dimension des branches, on observe une légère diminution des occurrences (36% : de 5 à 3,2) lors de la 1ère implémentation. La 2ème implémentation a permis de réduire de façon notable la fréquence du problème de 60% (de 5 à 2).Le résultat obtenu est considéré probant.

2. Famille Glow Plug

1. Contrôle 17-19

Afin de bien déterminer les moyens en ressources humaines, le temps cycle ainsi que le nombre de câble à produire par shift, une étude de capacité de la nouvelle implantation est primordiale pour satisfaire les attentes du client.

Pour ce faire, le département ingénierie travaille avec une application standard à DELPHI programmée sur Excel (contrôle 17/19), qui consiste à déterminer la capacité de production de la chaîne par rapport au volume exigé, le volume produit par shift et le nombre d'opérateur nécessaire par shift en se basant sur des données d'entrée.



Customer	Carline	Product Group	FA Work Content WSD F/A Content (min/pc)	# Lines	Boardsize (meter)	# Boards per Line (pcs)	line size m	# ROB's per Line	# Operators per Crew	Customer Requests (from annual volume) (pcs/week)	Max. Customer Requests (pcs/week)	# Shifts Available per week	Available Work Time per shift (min)	Output per Crew	Tool Capacity %
FORD	Glow Plug	^^	4,09	1		4	8	1	5,0	7 103,41	7 103,41	17,25	460	563	124,6%
		kitting	2,99	1		4		1	3,7	7 103,41	7 103,41	17,25	460	563	
		Post prep	1,09	1		4		1	1,3	7 103,41	7 103,41	17,25	460	563	124,6%
		ROB	0,74	1		4		1	0,9	7 103,41	7 103,41	17,25	460	563	124,6%
		Packaging	0,36	1		4		1	0,4	7 103,41	7 103,41	17,25	460	563	124,6%

Le contrôle 17/19 s'établit en se basant sur les relations suivantes :

$$\textbf{Le nombre de câbles produits par shift} = \frac{Nombre\ de\ personnes * 460min}{le\ temps\ chiffré\ du\ sous\ ensemble}$$

$$\textbf{Capacité \%} = \frac{\textbf{Nbre de ligne} \times \textbf{Le nbre de jours travaillés par semaine} \times \textbf{Le nbre de câble produit par shift}}{\textbf{Le volume moyen à produire}}$$

La solution proposée a été réalisée pendant cette phase de démarrage, pour répondre au besoin dans la phase série.

La valeur 17.25 est l'équivalence de 3 shifts, la chaîne est capable de fournir le volume demandé dans la phase série puisque la tool capacity est autour de 120% et même dans la partie ROB+Packaging il sera suffisamment soulagés seulement nous n'avons pas la possibilité de réduire le nombre d'opérateurs vu qu'il s'agit de moyens techniques qu'il est impossible de toucher.

Donc, notre estimation répond à notre besoin. À partir de cette solution nous pouvons simuler le flux futur à partir du nombre d'opérateurs défini.

Conclusion

L'objectif de ce chapitre est de s'assurer que le processus restera sous control après avoir implémenter les solutions, et d'éliminer toute possibilité pour que le processus revienne à son état initial sapant tout les gains accomplis. cette partie dédiée à la validation des améliorations réalisées, consiste à procéder à une étude identique à celle déjà faite au niveau de la partie « Mesurer » tout en gardant la même mesure et le même plan de collecte de données, l'objectif derrière est de bien montrer l'effet des actions lors de l'étape « Innover » de la méthodologie DMAIC.

Conclusion et perspectives

La concurrence accrue et l'exigence croissant des clients contraignent les entreprises à améliorer leur productivité et leur réactivité avec la satisfaction des trois facteurs : qualité, coût et délai. Touchée par cette concurrence, DELPHI veille toujours à la mise en place des actions d'amélioration continue.

Ce travail a eu pour objectif l'aménagement des postes de travail, l'amélioration de la productivité et la réduction des défauts de qualité des chaines de production Glow Plug et FWD Manual. J'ai été amenée, tout d'abord, à faire un diagnostic de l'état de lieu afin de détecter les paramètres qui influencent ces trois indicateurs. A l'issu de cette analyse, j'ai entamé une série d'actions d'amélioration touchant, l'équilibrage et l'aménagement des postes de travail ainsi que la qualité des produits.

J'ai mis en place des interventions et des modifications touchant l'amélioration de la productivité en visant la minimisation des temps improductifs et l'amélioration de la capacité de production aussi bien que les défauts de qualité, plusieurs solutions ont été proposées. Tandis que d'autres interventions sont encore en cours de réalisation. Ces améliorations ont généré des gains aussi bien chiffrables (coûts, délai, qualité).

En perspective, et dans le but d'augmenter davantage la productivité des chaînes de production, surtout après la préparation du terrain par l'ensemble des améliorations proposées cela m'amène à proposer la mise en place d'une maintenance productive totale (TPM) afin de réduire le taux de pannes et augmenter ainsi la productivité.