



جامعة تونس الافتراضية  
Université Virtuelle de Tunis

## **Mastère professionnel en Optimisation et Modernisation des Entreprises MOME**

Présenté par  
**Amine Atig**

Pour l'obtention du  
**Diplôme de mastère professionnel**

**Réduction taux de défauts d'une ligne d'assemblage FORD  
(chantier Six Sigma)**

Réalisé à  
**Lear Corporation**

**Encadreur Lear Corporation : M Amine BEN AICHA**  
**Encadreur UVT : M Elyes ELEBRI**

Année Universitaire : 2014/2015

# Remerciements

Je tiens d'abord à remercier Monsieur le Directeur Général de LEAR CORPORATION **M.Mendolia GUISEPPE** de m'avoir accordé l'opportunité de réaliser ce projet de fin d'études au sein de cette honorable société.

J'exprime encore toute ma profonde gratitude à mes encadreurs **M.Amine BEN AICHA** et **M.Elyes ELEBRI** qui m'ont encadré avec patience durant la réalisation de ce travail de fin d'étude.

Mes remerciements vont conjointement à **M.Mohamed OUESLATI** et **M.Sami SAIDANI** pour leurs soutiens qui m'ont permis de mener à bien ce projet.

Toute ma reconnaissance à toute l'équipe de LEAR Tunisie.

Le projet n'aurait probablement pas pu être abouti sans leur collaboration et leur aide précieux qui m'ont permis d'accomplir ce travail dans les meilleures conditions.

Enfin, je tiens à témoigner ma gratitude à toute personne qui m'a aidé de près ou de loin à réaliser ce travail.

## **Résumé**

Le secteur automobile évolue à une vitesse accrue. En effet, l'évolution rapide des techniques et des technologies accompagnée d'une explosion de l'informatique, a mis les entreprises face à une concurrence acharnée.

Face à cette situation, l'entreprise doit tourner son souci vers la recherche d'une meilleure démarche lui permettant d'atteindre le niveau de compétitivité recherché et de satisfaire les clients.

Dans cette optique, l'amélioration continue représente l'élément capital pour réussir l'activité de ce secteur. Elle n'est assurée que par l'élimination de toutes formes des défauts qui causent l'insatisfaction des clients.

L'amélioration continue contient plusieurs démarches : Six Sigma, le Lean, le Kaizen, etc...

Pour cette raison, l'entreprise Lear Corporation multinationale dans le secteur du câblage automobile, a intégré une démarche de progrès Six Sigma visant l'élimination des différentes formes de défauts afin d'améliorer le taux de satisfaction des clients.

## **Abstract**

The automotive sector is evolving at an increased rate. Indeed, the rapid evolution of techniques and technologies accompanied by an explosion of information technology, has put companies face fierce competition.

Faced with this situation, the company must turn its attention to the search for a better approach enabling it to achieve the desired level of competitiveness and customer satisfaction.

In this context, continuous improvement is the key element for the successful activity of this sector. It is only ensured by the elimination of all forms of faults that cause customer dissatisfaction.

Continuous improvement has several steps: Six Sigma, Lean, Kaizen, etc ...

For this reason, the company Lear Corporation multinational in the sector of automotive wiring, integrated a Six Sigma improvement initiative for the elimination of various forms of defects to improve customer satisfaction.

# Table des matières

Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : Contexte du Projet & Présentation de l'entreprise.....	2
Introduction : .....	3
1.1. Contexte du Projet : .....	3
1.1.1. Objectif du projet : .....	3
1.1.2. Problématique : .....	4
1.2. Le groupe Lear : .....	6
1.2.1. Historique : .....	6
1.2.2. Secteur d'activité : .....	7
1.2.3. Lear Tunisie : .....	7
1.2.3.1. Stratégie : .....	8
1.2.3.2. Organigramme de Lear Tunisie : .....	9
1.2.3.3. Cartographie de processus : .....	10
1.2.3.4. Mission générale de chaque structure de Lear Tunisie : .....	10
1.2.4. Processus de production : .....	11
1.2.4.1. L'import : .....	12
1.2.4.2. Calcina Carré : .....	13
1.2.4.3. Zone de coupe : .....	13
1.2.4.4. Préparation : .....	13
1.2.4.5. Assemblage : .....	14
1.2.4.6. Contrôle et emballage : .....	14
Conclusion : .....	15
Chapitre 2 : Présentation de la méthodologie Six Sigma : Phase Définition.....	16
Introduction : .....	17
2.1. La méthodologie Six Sigma : .....	17
2.1.1. La démarche de la méthodologie Six Sigma : .....	18
2.1.1.1 Définir : .....	18
2.1.1.2 Mesurer : .....	18
2.1.1.3. Analyser : .....	18
2.1.1.4. Améliorer : .....	18



2.1.1.5. Contrôler : .....	18
2.1.2. Apport du Six Sigma aux entreprises : .....	18
2.2. Phase définition : .....	19
2.2.1. Description du processus : .....	19
2.2.2. SIPOC : .....	21
2.2.3. Critical To Quality et indicateurs : .....	22
Conclusion : .....	22
Chapitre 3 : Phase Mesure.....	23
Introduction : .....	24
3.1. Système de mesure : .....	24
3.1.1. Enregistrement des données : .....	24
3.1.1.1. Validation de collecte des données : .....	24
3.1.1.2. Collecte des données : .....	25
3.1.1.3. Saisie des données : .....	26
3.1.2. IPPM (Internal Part Per Million) : .....	29
3.1.3. PPM (Part Per Million) : .....	30
3.1.4. Diagramme Pareto : .....	30
3.1.5. Quality Function Deployment : .....	30
3.1.6. Etat de l'existant : .....	31
Conclusion : .....	34
Chapitre 4 : Phase Analyse et Amélioration.....	35
Introduction : .....	36
4.1. Etudes du défaut inversions : .....	36
4.1.1. Spécification des données : .....	36
4.1.1.1. Inversion par équipe : .....	36
4.1.1.2 Inversion par connecteur : .....	37
4.1.1.3 Matrice global des inversions : .....	38
4.1.2. Analyse spécifique des inversions par connecteur : .....	39
4.1.2.1 Analyse du connecteur C1E107-E : .....	39
4.1.2.2 Analyse du connecteur C90-A : .....	40
4.1.2.3 Analyse du connecteur C1A102 : .....	40
4.1.2.4 Analyse du connecteur C91-B : .....	41
4.1.3. Analyse générique des inversions : .....	41
4.1.3.1. Vérification des causes potentielles : .....	43

4.1.3.2. Plan d'action générique :	46
4.2. Etudes du défaut Mal encliqueté :	48
4.2.1. Pareto du Mal encliqueté :	48
4.2.2. Recherche des causes :	48
4.2.2.1. Diagramme Ishikawa :	48
4.2.2.2. Mauvais tenu de la lance de verrouillage :	50
4.2.2.3. Ailette du terminal devient fragile après retouche :	52
4.2.2.4. Terminal déformé :	52
4.2.2.5. Résultat des essais :	56
4.2.2.6. Détermination des solutions :	56
4.2.3. Plan d'action :	56
4.2.3.1. Analyse de l'action changement de la cale de l'outil de sertissage :	57
4.3. Phase amélioration et contrôle :	58
4.3.1. Suivi des défauts durant S01 à S22 :	58
4.3.2. Amélioration pour le problème inversion :	59
4.3.3. Amélioration pour le problème mal encliqueté :	59
4.3.4. IPPM Global :	60
4.4. Phase de contrôle :	60
Conclusion :	60
Conclusion générale.....	61
Références bibliographiques.....	62
Annexes.....	63

# Liste des figures

Figure 1.1 : QOOQCP de définition du problème.....	5
Figure 1.2 : Les sites Lear dans le monde.....	6
Figure 1.3 : Organigramme de Lear Tunisie.....	9
Figure 1.4 : Cartographie de processus.....	10
Figure 1.5 : Organigramme processus de production.....	12
Figure 1.6 : Opération de dénudage.....	13
Figure 1.7 : Opération de sertissage.....	13
Figure 1.8 : Tableau d'assemblage d'une ligne Carrousel.....	14
Figure 1.9 : Table maquette agrafe.....	15
Figure 1.10 : Table de contrôle électrique.....	15
Figure 2.1 : Opération d'encliquetage.....	19
Figure 2.2 : Extrémité d'un Fil.....	20
Figure 2 : Montage Capot.....	20
Figure 2.4 : Habillage.....	20
Figure 2.5 : Montage Agrafe.....	21
Figure 2.6 : Diagramme SIPOC pour la ligne DW10F.....	21
Figure 3.1 : Menu de saisie.....	26
Figure 3.2 : Menu principal.....	27
Figure 3.3 : Menu de paramétrage.....	27
Figure 3.4 : Interface IPPM Client.....	28
Figure 3.5 : Interfaces des analyses générées.....	29
Figure 3.6 : matrice QFD du faisceau DW10F.....	30
Figure 3.7 : Résultat IPPM durant S01 à S06 2015.....	31
Figure 3.8 : IPPM DW10F par semaine.....	32
Figure 3.9 : Pareto de défaut durant S01 à S06 2015.....	33
Figure 3.10 : Diagramme de Pareto 80/20.....	33
Figure 4.1 : Pourcentage des inversions par équipe.....	37
Figure 4.2 : Matrice global des inversions.....	38
Figure 4.3 : Analyse des inversions du connecteur C1E107-E.....	39
Figure 4.4 : Aide visuel du connecteur C1E107-E.....	40

Figure 4.5 : Aide visuel du connecteur C90-A.....	40
Figure 4.6 : Aide visuel du connecteur C1A102.....	40
Figure 4.7 : Aide visuel du connecteur C91-B.....	41
Figure 4.8 : Diagramme Ishikawa (Inversion).....	42
Figure 4.9 : Pareto Mal encliqueté.....	48
Figure 4.10 : Diagramme Ishikawa (Mal encliqueté).....	49
Figure 4.11 : Fil avec terminal 8W8 encliqueté.....	51
Figure 4.12 : Feuille de route du fil.....	51
Figure 33 : Essai de tenue de fils dans le connecteur C1E107-E.....	51
Figure 4.14 : Photo de compactage.....	53
Figure 4.15 : les angles de déformations demandées au plan.....	54
Figure 4.16 : coupe du terminal.....	54
Figure 4.17 : Matière première.....	55
Figure 4.18 : Projecteur de profil.....	55
Figure 4.19 : Outil de sertissage 8W8 avec nouveau support du tampon.....	57
Figure 4.20 : IPPM Inversion.....	59
Figure 4.21 : IPPM Mal encliqueté.....	59
Figure 4.22 : IPPM Global.....	60

# Liste des tableaux

Tableau 2.1 : Tableau des CTQ.....	22
Tableau 3.1 : Table des entrées des données.....	31
Tableau 3.2 : Nombre d'apparition par défauts.....	32
Tableau 3.3 : IPPM Inversion & Mal encliqueté.....	34
Tableau 4.1 : Nb des inversions par équipe et par semaine.....	36
Tableau 4.2 : Répartition des inversions par connecteur.....	37
Tableau 4.3 : Plan d'action générique.....	46
Tableau 4.4 : Plan d'action spécifique par connecteur.....	47
Tableau 4.5 : Matrice cause/effet défaut mal encliqueté.....	50
Tableau 4.6 : valeur de rétention mesuré.....	52
Tableau 4.7 : paramètre de sertissage du terminal 3202578W8.....	53
Tableau 4.8 : Plan d'action du défaut terminal déformé.....	56
Tableau 4.9 : valeurs des échantillons après sertissage.....	57
Tableau 4.10 : Suivi des défauts durant S01 à S22.....	58
Tableau 4.11 : Plan d'action de la phase de contrôle.....	60

# Liste des Abréviations

- **PSA** : **P**eugeot **S**ociété **A**nonyme, est un constructeur automobile français qui possède les marques automobiles Peugeot, Citroën.
  
- **DMAAC**: **D**éfinir, **M**esurer, **A**nalysé, **A**méliorer et **C**ontrôler. DMAAC est une méthode que l'on peut considérer comme un processus d'amélioration continue à part entière. Elle vise l'élimination systématique de toutes les sources de non qualité.
  
- **Offline** : C'est la table de contrôle électrique.
  
- **STE** : **S**pécification **T**echnique d'**E**tude, c'est une norme définie de la part de PSA, elle sort suivant le procès de la fabrication du câblage automobile.
  
- **RIQ** : **R**apport **I**ncident **Q**ualité, c'est une méthodologie de résolution de problème.
  
- **LPA** : **L**ayered **P**rocess **A**udit : Audit de respect des règles, créer pour plusieurs niveau.

# Introduction générale

Lear Corporation a choisi de réaliser une évolution en intégrant le Six Sigma en tant que politique d'amélioration continue, le groupe Lear s'est fixé l'objectif de réaliser les attentes, toujours plus importantes, du client.

C'est dans ce cadre qui s'inscrit notre sujet qui porte sur la réduction des taux de défauts de la zone d'assemblage, qui engendrera des arrêts des lignes de production et des coûts de non qualité importants.

Des efforts concrets et sérieux ont été faits à ce propos et l'implantation ainsi que l'évaluation du Six Sigma, ont vu des avancements remarquables :

- ✓ Des formations sur le Six Sigma et ses outils.
- ✓ Réalisation de chantier Six Sigma.
- ✓ Application démarche Six Sigma (DMAAC).
- ✓ Mise en place un plan d'action.

Les résultats sont encourageants et c'est pourquoi Lear Corporation tend à élargir le concept Six Sigma au Lean management ou management minceur qui inclue toutes les étapes du processus de réalisation du produit (fournisseurs, organisation, clients, productions...).

L'accomplissement de ce projet permettra à l'entreprise d'acquérir un savoir-faire qui lui permettra de maîtriser les causes racines de chaque défaut.

Le rapport contient quatre chapitres qui sont structurés de la façon suivante :

Dans le premier chapitre nous présentons l'entreprise, ses différentes activités, ses produits et le processus de production.

Dans le deuxième chapitre nous abordons la notion de la méthodologie Six Sigma et par la suite on présente la première phase de la démarche DMAAC qui définira le projet Six sigma par la description du processus à améliorer.

Dans le troisième chapitre, on appliquera la phase mesure de la méthodologie Six Sigma. Le quatrième chapitre sera dédié aux phases analyse, amélioration et contrôle du processus.

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



## **Introduction**

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

### **1.1. Contexte du Projet :**

Malgré sa position parmi les leaders mondiaux, Lear Corporation était fortement touchée par la crise mondiale de 2008. En plus, Lear Tunisie est aussi touchée par la révolution tunisienne. Une série de grèves, sit-in et demandes sociales ont obligé l'entreprise de concentrer tous ses efforts et toutes ses ressources dans la sécurisation des commandes de ses clients. Ces mesures se sont répercutées directement sur la productivité et l'optimisation des processus.

Pour regagner sa position et affronter la concurrence acharnée sur le marché, une décision au niveau du groupe est prise pour relancer des chantiers d'amélioration continue et d'optimisation par la création de cellules d'amélioration dans chaque site.

Ce projet de fin d'étude est un lancement d'un chantier de réduction IPPM des lignes principales : des réunions, des analyses et un plan d'action à mettre en place.

#### **1.1.1. Objectif du projet :**

Ce projet comprend la zone d'assemblage du client Ford.

Le processus d'assemblage peut générer plusieurs défauts dont sont : défauts d'inversion des fils, terminal mal encliqueté, connecteur cassé, manque bouchon, terminal déformé,...

Les défauts sont très variés et ils sont dus à plusieurs sources; le processus d'assemblage et les différentes opérations pour une seule opératrice.

Les défauts qui sont passés seront détectés à la fin de la zone vu les moyen de contrôle et les PokaYoké qui sont installés car ces défauts causeront des arrêts de travail et des perturbations sur les lignes de production et engendrent des coûts élevés des produits fabriqués vu la manque de qualité.

Ces défauts qui sont détectés dans la zone de contrôle engendrent des retouches obligatoires sur les produits. Ces retouches sont de moins en moins admises par le client en premier lieu et s'opposent à la politique de l'entreprise.

On doit donc améliorer le processus d'assemblage afin d'obtenir un produit conforme aux exigences du client dès le premier coût. Ce qui permettra d'être efficace et efficient, de réduire les coûts de production et de gagner la confiance du client.

Il faut donc réduire au maximum les défauts car le coût de réparation est décuplé à chaque étape du processus. Réagir plus rapidement vis-à-vis de toute dérive du processus nous permettra de minimiser les reprises, les retouches, les réparations et augmenter le rendement de la première passe.

La criticité de ce défaut réside principalement dans le fait que sa détection est automatique d'une part et d'autre part elle comporte une détection visuelle. C'est pour cela qu'il faudrait avant tout dissocier les typologies des défauts, établir les origines et les causes racines.

Le but de ce projet est de réduire le taux des défauts de la ligne d'assemblage DW10F en apportant des contres mesures efficaces et efficientes suite à une recherche assidue des causes racines.

### **1.1.2. Problématique:**

Afin de répondre à cette question et dégager une problématique, un QQQQCP a été réalisé. Cet outil permet de cibler un problème, ses acteurs, ainsi que ses effets.

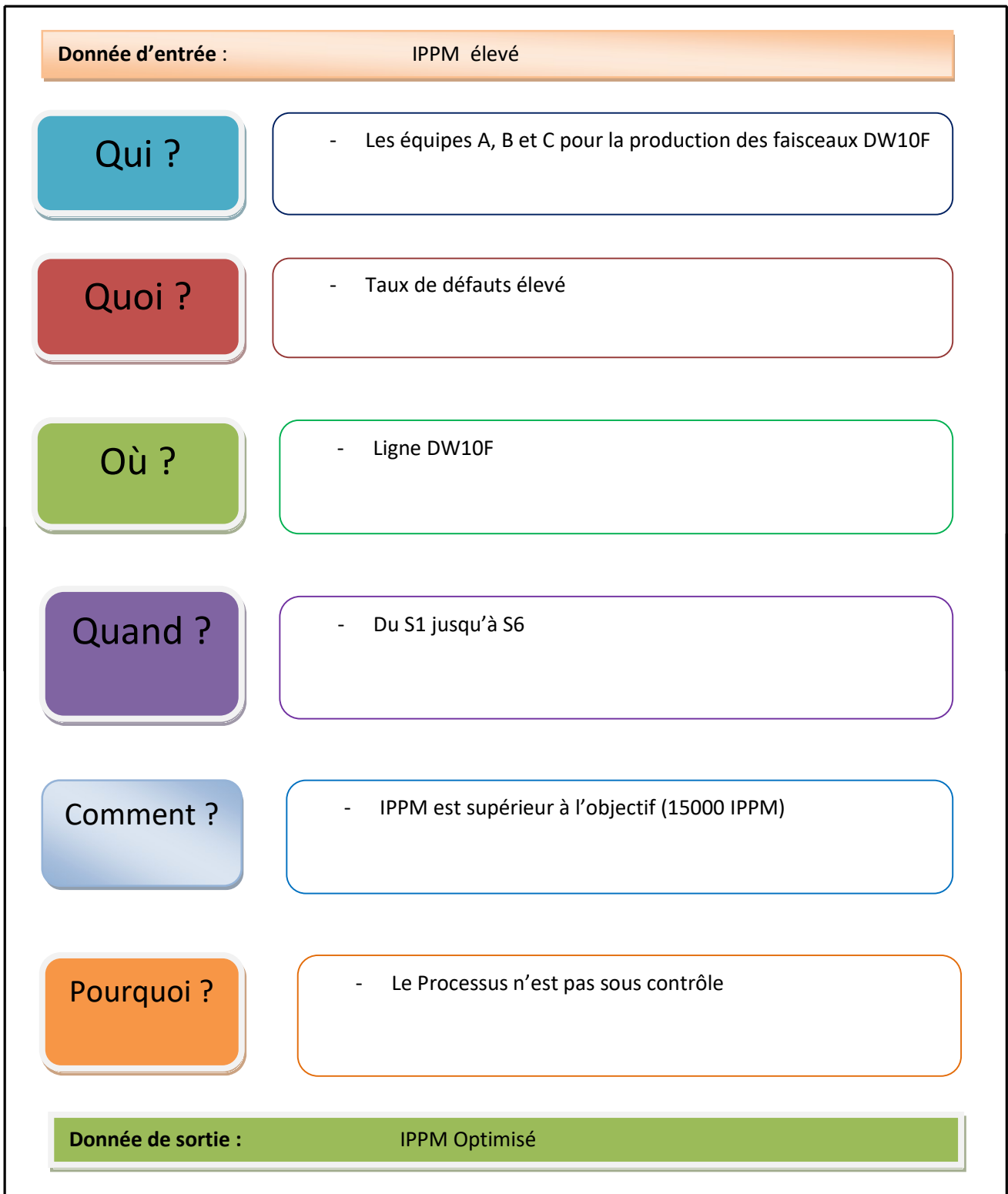
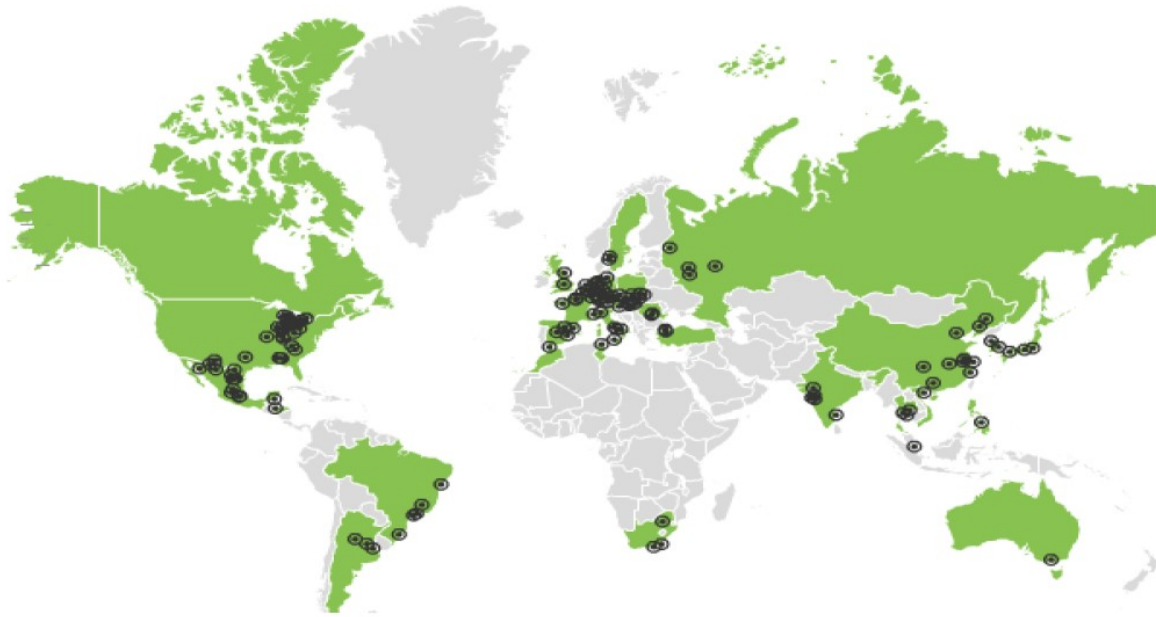


Figure 1.1: QOOQCP de définition du problème

## 1.2. Le groupe Lear :

Lear Corporation est un groupe industriel américain spécialisé dans la fabrication et la distribution d'équipement intérieur automobile. À la fin de juin 2009, elle était le deuxième fabricant de sièges automobiles au monde. En 2006, Lear Corporation possédait 242 unités de production, employait 90 000 personnes représentant 33 nationalités pays comme le montre la figure suivante et avait un chiffre d'affaires de 17,8 milliards USD. Son siège est situé à South Field au Michigan à l'États-Unis et son nom apparaît sur la liste Fortune 500.



*Figure 1.2: Les sites Lear dans le monde*

### 1.2.1. Historique :

Lear Corporation a été fondée en 1917 à Detroit, Michigan American Metal Products, un fabricant de tube, les assemblages soudés et tamponnés pour les industries automobile et aéronautique. Depuis cette société a grandi pour répondre aux besoins changeants de l'industrie avec 18 acquisitions majeurs depuis Lear est devenue publique en 1994.

Aujourd'hui, elle fournit assise complète et électriques des systèmes de gestion d'énergie à travers le monde. Avec 2011 ventes de 14.1 milliards de dollars, Lear se classe n°189 parmi les fortunes 500. Ses produits de classe mondiale sont conçus et fabriqués par une équipe diversifiée de 113.000 employés dans 221 endroits. Avec siège à Southfield, Michigan, Lear continue d'exploiter des installations dans 36 pays à travers le monde. Lear est cotée à la Bourse de New York sous le symbole [LEA].

Lear Corporation est le fabricant de siège premier dans l'industrie pour introduire une architecture commune de sécurité. Il travaille avec l'ensemble des constructeurs automobiles du monde en fournissant des structures de programmes allant de la voiture plus grand volume et plates-formes de camions pour des applications spéciales pour les véhicules haut de gamme et la performance. Lear offre des économies d'échelle, de qualité éprouvée, et un record de performance dans la prestation de toute une gamme de structures de sièges qui répondent à tous les besoins mondiaux à des prix compétitifs.

Lear Corporation a été le premier à introduire des pistes électriques pour l'industrie automobile en 1954. Aujourd'hui il demeure le plus important fournisseur de pistes de puissance et annuellement produit de l'énergie et des voies manuelle pendant plus de 5 millions de véhicules, et la flexibilité de ses conceptions se traduit par des économies de poids et de coût.

### **1.2.2. Secteur d'activité :**

Lear a grandi pendant les années 1980 et 1990 à travers une série d'acquisitions. Le groupe Lear Corporation est actuellement un fournisseur de la totalité de la fourniture intérieur des automobiles. Il les sièges intérieurs, les tableaux de bord, les systèmes de distribution électrique etc. Aujourd'hui Lear comporte deux grandes divisions :

- ✓ La Division des systèmes des sièges
- ✓ La Division des systèmes électroniques

### **1.2.3. Lear Tunisie :**

Lear Automotive Electrical and Electronic Distribution System (E.E.D.S) Tunisia, fait partie du groupe Américaine Lear Corporation dont le siège social situé à Dearborn Michigan USA.

Créer à Novembre 1997 en tant que société anonyme d'un capital social égal à 6.9 million de Dinars, implantée au Nord-est de la Tunisie à la zone industrielle de Borj-Cedria sur une superficie de 10 000 m<sup>2</sup>. Elle fait travailler plus de 1000 employés dans deux sites.

Ce site produit essentiellement des faisceaux de câbles pour automobile destinée totalement à l'exportation.

- ✓ Novembre 1997 : Création de Lear Automotive Tunisia.
- ✓ Janvier 1998 : Production du premier faisceau PSA.
- ✓ Mars 2008 : Production du premier faisceau FORD.
- ✓ Novembre 2009 : Certification Ford Q1.

Les principaux fournisseurs de Lear sont localisés en France, l'Espagne, l'Allemagne, USA, Angleterre, Netherlands, Hongrie, Belgique...

Pour pouvoir recouvrir la demande de sa clientèle, Lear Automotive Tunisia envoie une partie de sa production en matière semi-fini vers les sous-traitants en Tunisie de Lear qui sont : SIE Tunisia à Ben Arous et PEC à Hammam Zriba.

### ***1.2.3.1 Stratégie :***

Dans un marché de plus en plus intégré et plus en plus ouvert à la concurrence, la stratégie de Lear repose sur trois axes Fondamentaux :

- ✓ La qualité totale pour satisfaire le client.
- ✓ Des ressources humaines compétentes.
- ✓ Un environnement du travail sécurisé.

#### **➤ La qualité totale pour satisfaire le client :**

La reconnaissance de cet engagement s'appuie sur :

- ✓ La reconnaissance et la compréhension des exigences de nos clients internes et externes.
- ✓ Le développement et la mise en place des procédés de conception, d'études, de fabrication, d'administration et de la qualité qui porte sur l'élimination des défauts et la prévention des problèmes, etc..
- ✓ L'utilisation efficace du talent créatif de nos employés et de nos fournisseurs.

#### **➤ Des ressources compétentes :**

La réussite de toute entreprise repose sur un personnel compétent, bien formé et motivé, conscient de cet enjeu, notre société s'est hâtée d'élaborer un programme de formation de son personnel, reflétant un ensemble de valeur qui lui permettront non seulement de s'adapter aux

demandes d'un monde économique en constante mutation mais aussi de former son personnel et d'assurer son développement afin qu'il puisse s'actualiser dans son travail.

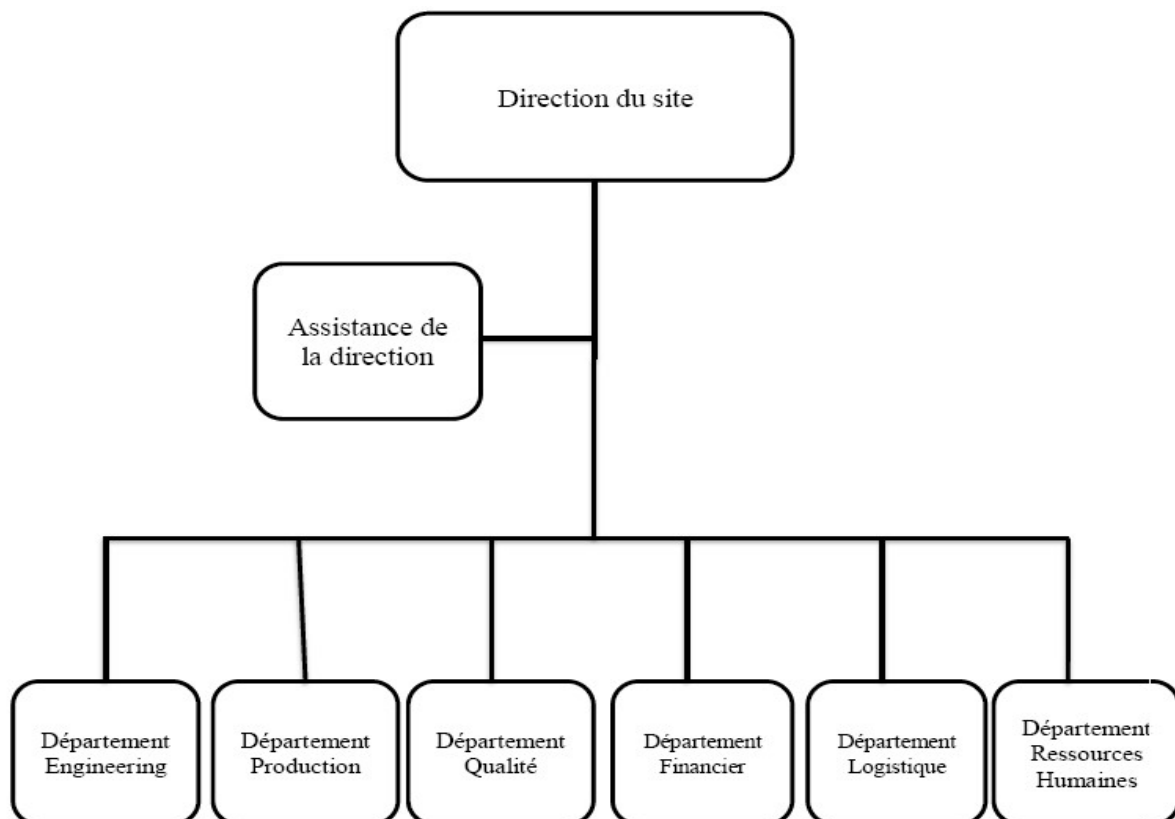
➤ **Un environnement de travail sécurisé :**

Lear Corporation est engagé dans la production de l'environnement, l'hygiène et la sécurité des employés. L'accomplissement de notre engagement est basé sur :

- ✓ L'effort pour la prévention de pollution et l'élimination des risques pour l'hygiène et la sécurité.
- ✓ La direction doit donner l'exemple et impliquer tous les employés pour l'amélioration de l'environnement, de l'hygiène et de la sécurité.
- ✓ Le développement et l'utilisation des processus et des méthodes de production efficaces, acceptables pour l'environnement et ses risques.

**1.2.3.2. Organigramme de Lear Tunisie :**

L'organigramme de Lear Tunisie est présenté dans la figure ci-dessous :



*Figure 1.3 : Organigramme de Lear Tunisie*

### 1.2.3.3. Cartographie de processus :

La figure suivante illustre les processus interne de Lear Tunisie ainsi que leurs interactions entre eux et avec le central Lear Corporation :

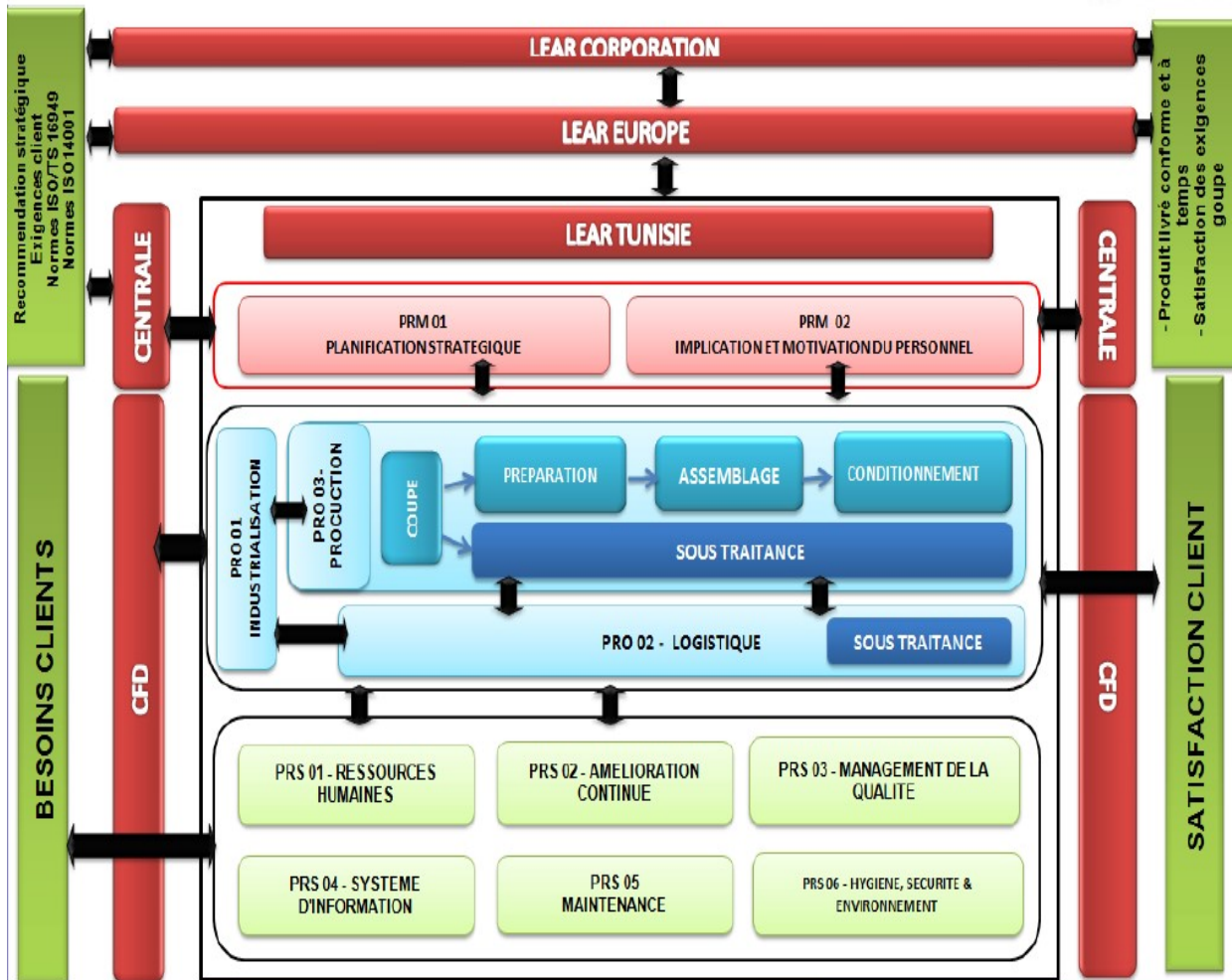


Figure 1.4 : Cartographie de processus

### 1.2.3.4. Mission générale de chaque structure de Lear Tunisie :

- **Ressource humaines :**

Ce département a pour rôle le recrutement, l'intégration, la formation et le développement de la carrière du personnel effectuant un travail au sein de Lear Corporation ainsi que les responsabilités qui en découlent.



- **Qualité :**

Cette unité a pour tâches essentielles :

- ✓ Conserver le système de qualité de l'usine actualisé.
- ✓ Préparer des évaluations et des autoévaluations du système de qualité.
- ✓ Etablir et faire la diffusion des rapports de résultats mensuels de la qualité.
- ✓ Actions en vue de réduire les coûts qualité.
- ✓ Supervision : Audit, réception qualitative, gestion de la qualité interne et externe.

- **Engineering :**

Il a pour rôle principal l'élaboration des méthodes de production et la mise en place des procédures d'études et de fabrication. Il regroupe un ensemble d'ingénieurs veillant à garantir les formations techniques et scientifiques dans l'industrie de câblages.

- **Production :**

Il produit suivant les instructions engineering et qualité, les quantités planifiées par la logistique et veille sur l'amélioration de l'efficacité de l'usine.

- **Finance :**

Il dispose des ressources financières et les gère de la manière la plus rentable, il sert à réduire le coût et le gaspillage à tous les niveaux de l'entreprise.

- **Logistique :**

Il s'approvisionne en matière première nécessaire pour la production, planifie et assure la livraison suivant les besoins du client.

#### **1.2.4. Processus de production :**

Un câblage, le produit fini de Lear Tunisie, passe par différentes étapes de fabrication depuis la phase de matière sous forme des bobines et connecteurs vers l'expédition à un client, ses différentes phases sont illustrées dans la figure suivante :

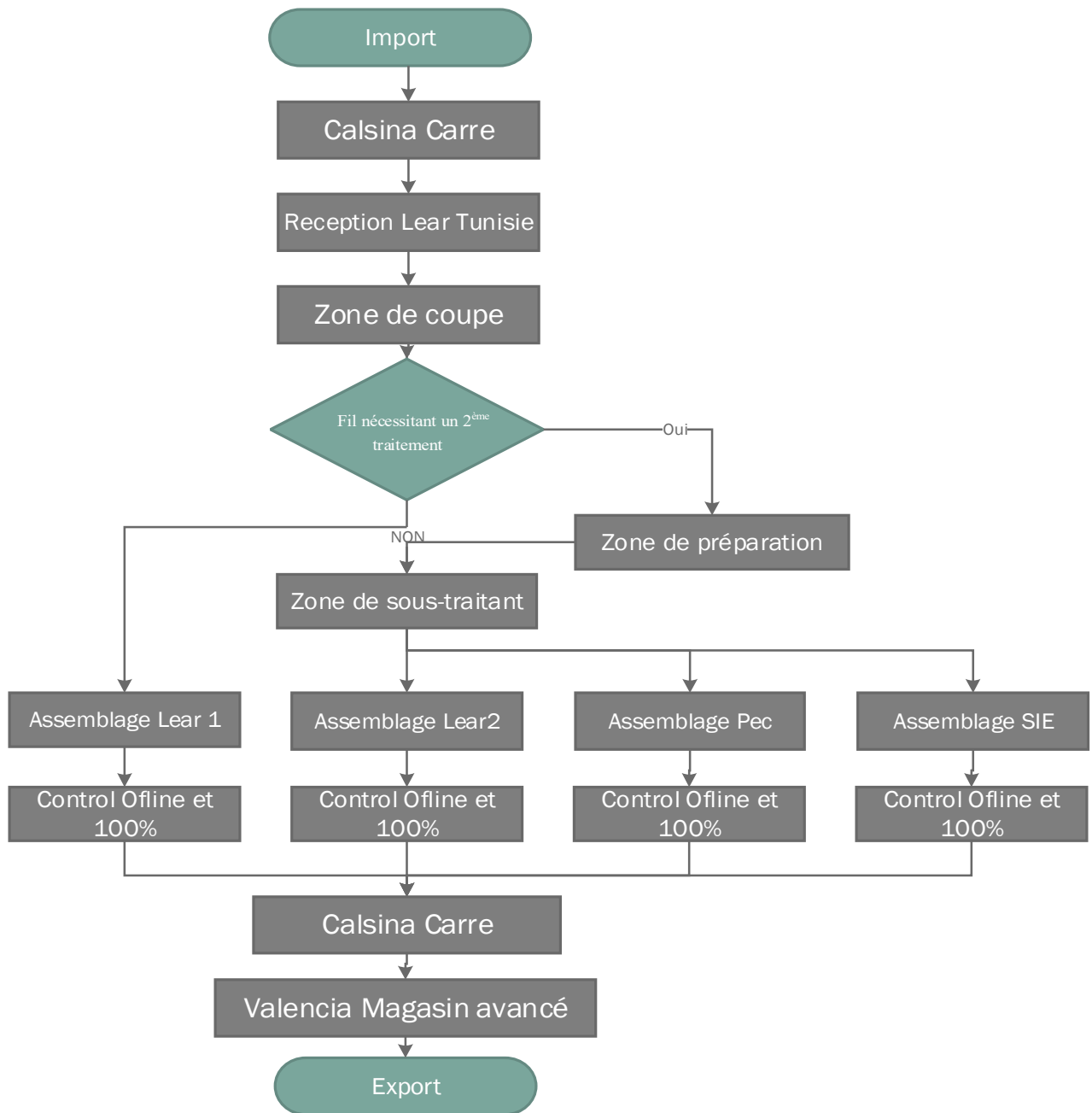


Figure 1.5: Organigramme processus de production

#### 1.2.4.1. L'import :

Il s'agit de l'envoi des commandes aux fournisseurs qui sont au nombre de 318 dont 307 sont externes. Les commandes sont envoyées automatiquement par l'ERP MFG-PRO.

#### **1.2.4.2. Calcina Carré :**

Puisqu'elle ne dispose pas d'un magasin de stockage, Lear a recouru à la sous-traitance de tout son flux logistique externe. Calcina Carré, le sous-traitant de Lear, est responsable de :

- ✓ L'import de la matière première.
- ✓ L'export des produits finis.
- ✓ Le stockage de la matière première et produit fini.

#### **1.2.4.3. Zone de coupe :**

La zone de coupe alimente la zone d'assemblage par les fils coupés. L'opération découpage des fils est la première phase de production. Elle consiste à couper selon des longueurs définies, dénuder et sertir les fils avec les terminaux correspondants. Cette opération est totalement automatisée par les machines de coupes :

- ✓ **Le Dénudage** : consiste à enlever complètement une partie de l'isolant pour apparaître les brins en cuivre des extrémités.
- ✓ **Le sertissage** : consiste à rassembler l'extrémité dénudée d'un fil avec le terminal correspondant par le biais d'une presse présente dans la machine et un mini applicateur (outil de sertissage)



*Figure 1.6: Opération de dénudage*



*Figure 1.7 : Opération de sertissage*

#### **1.2.4.4. Préparation :**

Certains fils nécessitent un traitement et des opérations complémentaires aux opérations décrites précédemment avant d'être envoyés vers l'assemblage.

- ✓ **Sertissage manuel** : les machines dans la zone de coupe ne peuvent sertir que les fils de sections inférieur ou égale à 6 mm<sup>2</sup>. Les fils dont la section dépasse le 6 mm<sup>2</sup> sont sertis à l'aide des presses manuelles.
- ✓ **Le torsadage** : C'est une opération très simple qui consiste à la tresse de deux ou plusieurs fils autour d'un axe longitudinal afin de les enrouler sur eux.
- ✓ **Soudure ultrason** : c'est une opération de soudure de plusieurs fils ensemble à l'aide d'un technique de vibration ultrasonique.

#### ***1.2.4.5. Assemblage :***

La zone de montage est constituée de lignes d'assemblage de câbles. Cette ligne peut être une ligne automatique dynamique, où le câblage est transféré automatiquement au poste aval après un délai calculé, ou composé de poste fixe. Le montage qui est réalisé selon un mode opératoire réparé par le service méthode, se fait sur une planche d'assemblage qui existe devant chaque opératrice.



*Figure 1.8: Tableau d'assemblage d'une ligne Carrousel*

#### ***1.2.4.6. Contrôle et emballage :***

Dans le cas normal, un produit passe par trois niveaux de contrôle qui sont :

- ✓ **Maquette agrafe** :

Une phase primordiale dans le cycle de production du câblage est le contrôle afin de garantir la bonne qualité du produit, l'une de série de contrôle à mener est le contrôle de la présence des agrafes et connecteurs. Un check list est définie pour chaque référence et le contrôle se fait à l'aide d'une maquette sur lequel l'opération fixe le câblage.

✓ **Contrôle électrique :**

Le deuxième contrôle à mener est électrique qui a pour but de s'assurer du passage et de la continuité du courant à travers le câblage et de détecter les inversions possibles entre certains fils à l'aide d'une maquette munie d'un circuit de test électrique.

✓ **Contrôle 100% et Emballage :**

Il s'agit d'un contrôle visuel final sur l'ensemble des composants du câblage. Une fois la bonne qualité est validée ce dernier est emballé et placé dans une palette pour l'export.



*Figure 1.9 : Table maquette agrafe*



*Figure 1.10 : Table de contrôle électrique*

**Conclusion :**

Bien que Lear Corporation soit parmi les leaders mondiaux, elle a été fortement influencée par la crise mondiale de 2008. Pour regagner sa position et affronter la concurrence acharnée sur le marché, une stratégie est adoptée de lancer des cellules d'améliorations dans chaque site. Le chapitre suivant présente le contexte général de ce projet de fin d'étude qui s'insère dans le cadre de la cellule d'amélioration continue dans LEAR Tunisie pour répondre à la stratégie adoptée par Lear Corporation.

**Chapitre 2 :**  
**Présentation de la méthodologie Six Sigma**  
**Phase Définition**

## **Introduction :**

Dans ce chapitre nous abordons la notion du Six Sigma, nous commençons par définir cette démarche et par donner un aperçu sur son historique et nous passons par la suite à présenter la première phase de la démarche DMAAC qui définira le projet Six sigma par la description du processus à améliorer.

### **2.1. La méthodologie Six Sigma :**

Le Six Sigma est une méthode d'amélioration continue qui est apparue avec les grandes industries américaines il y avait 27 ans. MOTOROLA a posé les bases de la démarche en étendant l'usage des statistiques à tous les processus. Cette méthode commence aujourd'hui à s'ouvrir sur les entreprises européennes.

Six Sigma est une méthode structurée qui fait appel à des outils techniques et des statistiques d'amélioration des processus. Ces outils sont basés sur des principes de gestion de projets pour améliorer la satisfaction des clients et atteindre les objectifs stratégiques de l'entreprise. Cette méthode est applicable dans tous les domaines qui reposent sur des processus tels que : Ventes, recherches et développement, Production,...

Le Six Sigma est actuellement le système de management qui se développe le plus vite dans l'industrie. En se centrant sur une méthodologie de résolutions de problème et d'optimisation des processus, cette méthode permet d'économiser des millions de dollars dans la société qui ont appliqué la démarche ces dix dernières années.

Six Sigma est une méthode de performance qui vise à assurer le zéro défaut pour chacun des processus de l'entreprise. Ce zéro défaut est atteint en identifiant les processus vitaux de l'entreprise afin d'en augmenter la rentabilité et la satisfaction du client.

La réussite d'un projet Six Sigma requiert l'implication de toute l'entreprise. Les dirigeants des entreprises qui ont lancé des démarches Six Sigma ne manquent jamais de souligner l'énergie considérable requise de tous les salariés. Aussi les personnes impliquées dans cette démarche sont les plus compétentes de l'entreprise.

### **2.1.1. La démarche de la méthodologie Six Sigma :**

La démarche Six Sigma se fait selon les étapes suivantes (DMAAC) :

#### ***2.1.1.1 Définir :***

Dans cette étape, on pose le problème, puis on identifie sur quels produits se trouvent les défauts. Par la suite, il s'agit de sélectionner avec précision les défauts mesurables, en limitant le champ de travail en fixant les objectifs.

#### ***2.1.1.2 Mesurer :***

Il s'agit dans cette deuxième étape de collecter les informations disponibles à propos de la situation courante. Ces données collectées seront rassemblées et catégorisées.

#### ***2.1.1.3. Analyser :***

Suite à l'étape de mesure, il s'agit d'étudier l'ampleur des défauts, rechercher les causes probables de ces derniers, émettre des hypothèses et faire des analyses quantitatives des données grâce à des outils mathématiques et statistiques.

#### ***2.1.1.4. Améliorer :***

La phase de l'amélioration consiste à rechercher, proposer et faire appliquer des solutions adaptées pour chaque situation. Il s'agit de trouver une ou plusieurs solutions appropriées pour chacune des causes des défauts.

#### ***2.1.1.5. Contrôler :***

Une fois que l'entreprise a mis en place les solutions dégagées, il ne reste qu'à suivre l'évolution de la nouvelle situation, analyser les résultats et mesurer l'efficacité de solutions appliquées.

### **2.1.2. Apport du Six Sigma aux entreprises :**

La méthode Six Sigma apporte des gains directs pour l'entreprise ainsi que la satisfaction des clients, renforçant leur fidélisation.



Elle permet une meilleure exploitation des ressources humaines, financières et des outils de production afin d'améliorer la performance. Elle permet également d'accroître la productivité par la réduction de la non-qualité.

Six Sigma crée ainsi une dynamique de progrès continu permettant de lancer des projets de grande ampleur tel que des nouveaux produits ou nouveaux processus, augmentant ainsi la compétitivité de l'entreprise et donc de ses profits.

## 2.2. Phase définition :

### 2.2.1. Description du processus :

Le processus à améliorer est le processus de la zone d'assemblage qui est une ligne de production et qui est constituée de plusieurs postes d'assemblage.

Un poste d'assemblage est un poste de montage où l'opératrice exécute la tâche demandée de la part du service méthode.

- **Les opérations d'un poste d'assemblage :**

Ce poste a pour tâches essentielles :

- ✓ Encliquetage
- ✓ Montage des capots
- ✓ Habillage
- ✓ Montage agrafes

- **Encliquetage :** (s'appelle aussi le Pousser-Tirer) :

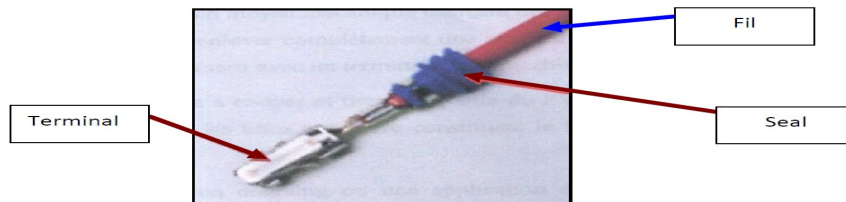
Pousser le fil dans la bonne voie du boîtier en assurant une position exacte du terminal puis entendre le « Click » et enfin tirer le fil afin d'assurer la bonne conformité de l'encliquetage.



*Figure 2.1: Opération d'encliquetage*

Dans la figure ci-dessous nous détaillons les constituants d'un fil :

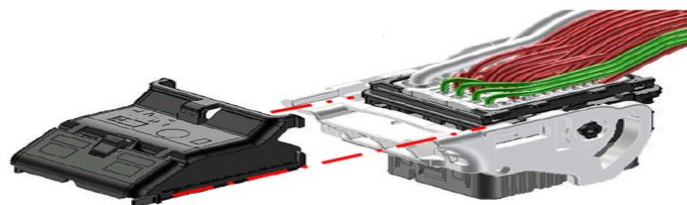
- ✓ **Fil** : c'est un fil de cuivre en PVC qui existe sous plusieurs diamètres et couleurs.
- ✓ **Seal** : c'est un composant plastique permettant d'assurer l'étanchéité de certain fil.
- ✓ **Terminal** : c'est un composant en cuivre se mettant aux extrémités du fils coupé afin d'assurer la connexion entre ce dernier et les différents composants électriques.



*Figure 2.2: Extrémité d'un Fil*

#### - Montage Capots :

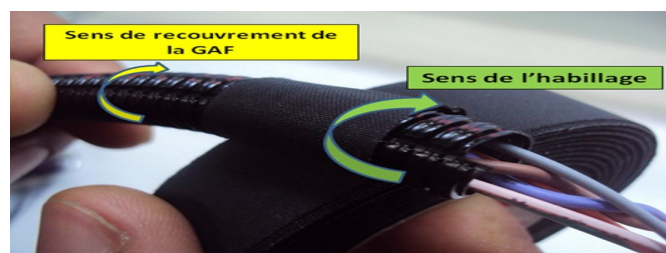
Maintenir le capot avec les deux doigts et le faire glisser dans les deux rails du connecteur jusqu'à la position verrouillé.



*Figure 2: Montage Capot*

#### - Habillage :

Faire habiller les fils ou bien les tubes GAF par Ruban. Il existe plusieurs types de Ruban.



*Figure 2.4 : Habillage*

- **Montage agrafes :**

Positionner l'agrafe et s'assurer que ne s'ouvre pas et la fixer correctement selon le processus de montage.

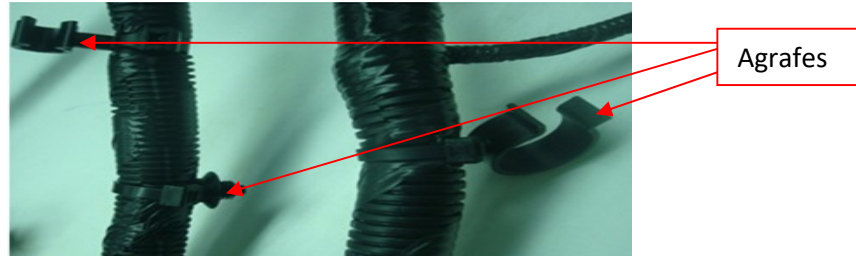


Figure 2.5 : Montage Agrafe

**2.2.2. SIPOC :**

Supplier	Input	Processus	Output	Customer
COFICAB MOLEX TAYCO DELFINGEN	Fils Composants Tubes	Coupe	Fils semi-finis	Zone de préparation
Zone de Coupe	Fils semi-finis	Préparation (sertissage & dénudage)	Fils finis Epissures Twisteurs	Zone d'assemblage
Zone de préparation	Fils finis Epissures Twisteurs	Assemblage	Faisceau Assemblé	Zone de Test
Zone d'assemblage	Faisceau Assemblé	Contrôle électrique & Emballage	Faisceau Contrôlé et Emballé	Client : FORD

Figure 2.6 : Diagramme SIPOC pour la ligne DW10F

### 2.2.3. Critical To Quality et indicateurs :

Les CTQ sont les spécifications critiques c'est-à-dire essentielles définies par le client. Elles permettent de définir le niveau précis de qualité exigé pour chaque attribut déterminant du produit ou du service.

Tableau 2.1 : Tableau des CTQ

<b><u>Indicateurs</u></b>	<b><u>Points de mesure</u></b>	<b><u>Quoi ?</u></b>	<b><u>Effets</u></b>
A 1	Ligne DW10F	Qualité	Risque réclamation client
A 2	Ligne DW10F	Performance	
A 3	Ligne DW10F	Durée des arrêts	PPM client final affecté
A 4	Ligne DW10F	TRS	
B 1	Ligne DW10F	Disponibilité	Arrêt fréquent de la production
B 2	Ligne DW10F	Retard de démarrage	
B 3	Ligne DW10F	Taux de casse	Taux de rebût élevé
B 4	Ligne DW10F	Non conformités	

### Conclusion:

Dans ce chapitre, on a énoncé le problème ainsi que l'objectif du projet. On a aussi démontré les effets d'un défaut chez Lear et chez le client, c'est pour cela un projet Six sigma s'impose.

## **Chapitre 3 : Phase Measure**

## **Introduction :**

L'objectif de cette phase est de vérifier le système de mesure et de rassembler les informations et objectiver le problème à traiter, ainsi que de mieux identifier les défauts qui seront analysés.

### **3.1. Système de mesure :**

#### **3.1.1. Enregistrement des données :**

Dans un tel projet, il faut avoir des données fiables et efficaces pour savoir comment et où agir pour être efficient. Pour cela, il faut définir la méthode d'enregistrement des données.

Il se fait pratiquement lors de détections des défauts aux différents postes de contrôle final lors du test dimensionnel du faisceau à la maquette agrafe, le test électrique sur Offline et le contrôle visuel au poste 100%.

Chaque défaut détecté est enregistré systématiquement par l'opérateur sur le formulaire des relevés des défauts en mentionnant la panoplie du défaut, le poste fautif et la référence impactée.

##### ***3.1.1.1. Validation de collecte des données :***

Pour chaque faisceau défectueux détecté, l'opérateur alerte la réparatrice, la monitrice et l'animateur qualité. Puis, le faisceau sera écarté avec un anneau rouge.

L'anneau de réparation est signé par l'opérateur du poste de contrôle, le réparateur et l'animateur qualité et il sera enregistré dans le cahier de la réparation.

Chaque défaut détecté fait l'objet d'un rapport incident qualité (RIQ) signé par l'opérateur fautif, la monitrice et l'animatrice de la ligne en tenant en compte du numéro d'anneau. (Voir annexe 1).

### ***3.1.1.2. Collecte des données :***

Pour collecter des données, il faut tout d'abord avoir la liste de tous les défauts pour avoir un enregistrement clair. Ci-après les défauts qualité dû au processus de production:

Inversion.

Spacer non fermé.

Terminal déformé.

Connecteur endommagé.

Spacer manquant.

Seal endommagé.

Seal manquant.

Fils manquant/incorrect.

Couleur fil incorrect.

Problème sertissage.

Problème dimensionnel.

Enrubannage incorrect.

Enrubannage manquant.

Agrafe mal positionnée.

Manque agrafe.

Agrafe incorrect (autre configuration).

Retreint NOK (épissure).

Ces défauts sont mis dans un formulaire d'enregistrement, (voir annexe 2).

### 3.1.1.3. Saisie des données :

#### ➤ Menu de saisie :

Ce menu est réalisé pour faciliter la saisie journalière des données. Il permet aussi d'accéder aux historiques des données et les imprimer ainsi que l'importation et l'exportation des données avec un fichier Excel. L'accès aux différentes sous-fenêtres se fait à l'aide du ruban des boutons.

Nbr	Code défaut	Designation défaut	Connecteur / agr / noeud	Voie 1	Voie 2	Poste	Lieu détection	DimA	DimB	Dimension

Figure 3.1 : Menu de saisie

#### ➤ Menu principal :

Depuis ce menu, les différentes interfaces de l'application sont accessibles. On trouve un bouton pour l'accès aux interfaces d'analyse, la saisie de données, le paramétrage de l'application et l'affichage de l'historique.



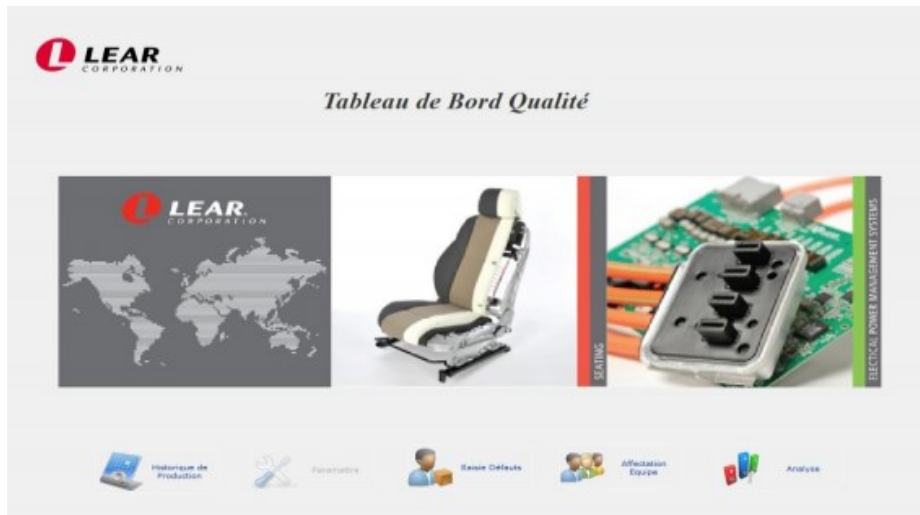


Figure 3.2 : Menu principal

### ➤ Menu de paramétrage

Un paramétrage est nécessaire pour le bon fonctionnement de cet outil informatique. Ce paramétrage est dédié pour définir les clients, les projets de chaque client les lignes de chaque projet et les équipes qui travaillent sur chaque ligne. Ce paramétrage peut être décrit comme la hiérarchie de production existante.

D'autres paramètres doivent être définis qui sont les postes des contrôles existants, les désignations des défauts survécus ainsi que les postes qui doivent les détecter ainsi que l'objectif par projet, ligne et équipe.

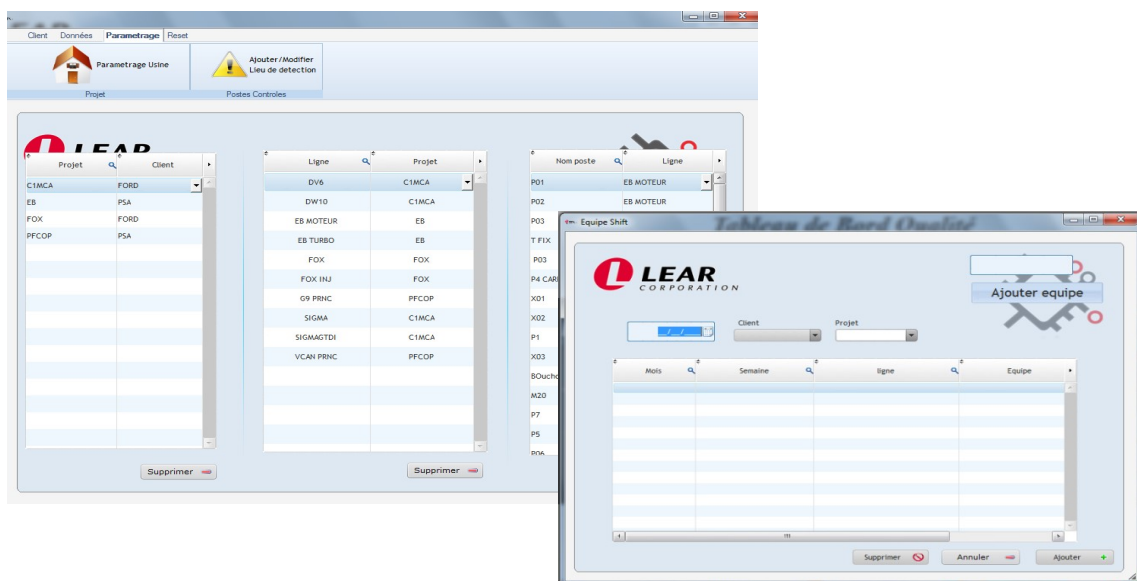


Figure 3.3 : Menu de paramétrage

➤ **Les interfaces d'analyses :**

Les interfaces d'analyses ou les outputs de l'application sont dédiées à des niveaux. Le premier niveau est l'usine globale ensuite une interface est spécifique à un client (le deuxième niveau) à partir de l'interface client une liaison existe pour accéder au niveau projet de ce client après les lignes du projet pour finir par les équipes de la ligne sélectionné.

Pour ces niveaux d'interfaces un affichage standards est définie seul le code derrière est modifié. Dans cet affichage standard on trouve :

- ✓ le graphe de l'IPPM est inscrit qui peut être généré sous forme d'histogramme ou tendance par jour, semaine ou mois
- ✓ Un tableau contenant les valeurs IPPM affiché.
- ✓ Un affichage rapide d'un tableau de l'IPPM de tous les composants de niveau suivant qu'on peut l'imprimer.
- ✓ Un accès à un état pour imprimer les graphes précédents.
- ✓ Des boutons pour accéder à d'autre analyse pour le niveau courant. Ces analyses sont le Pareto IPPM de niveau suivant, le Pareto défaut pour le niveau encoure, La Matrice de nombre d'apprêtsions d'un défaut par voie pour un connecteur et le Pareto de nombres défauts par postes.

➤ **Exemples des analyses:**

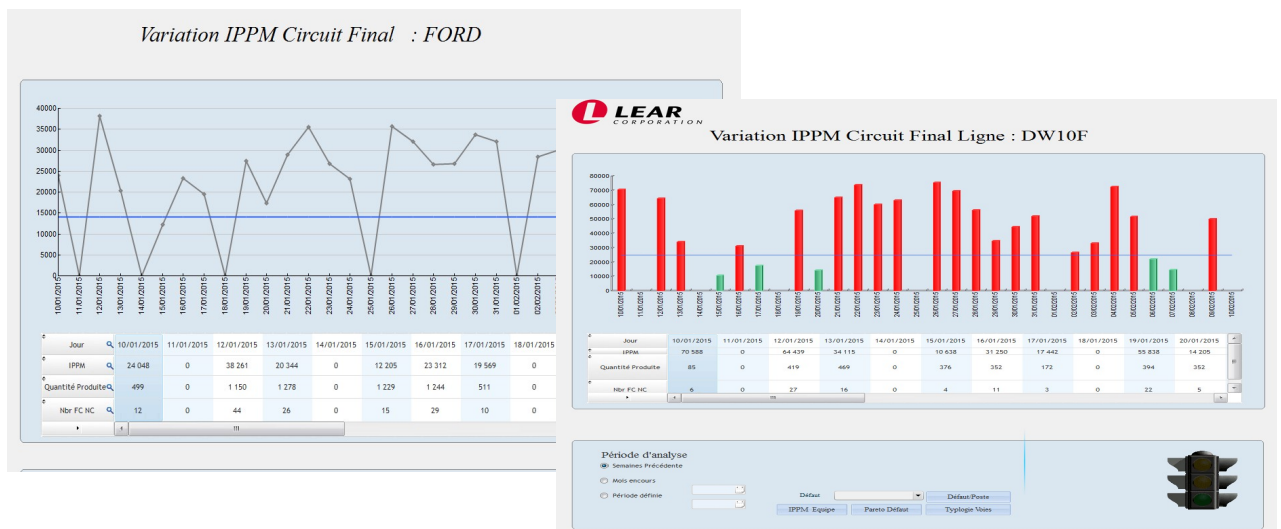


Figure 3.4 : Interface IPPM Client

Un nombre d'analyses est généré par l'application déjà mentionné précédemment. Les figures suivantes illustrent les plus importants parmi eux qui sont générés pour un client. On trouve le Pareto de défauts avec une série de filtrages définies, La matrice de typologie avec un Pareto de nombre d'un défaut définie par connecteur et le Pareto des défauts par poste avec une matrice d'occurrence des défauts par poste.

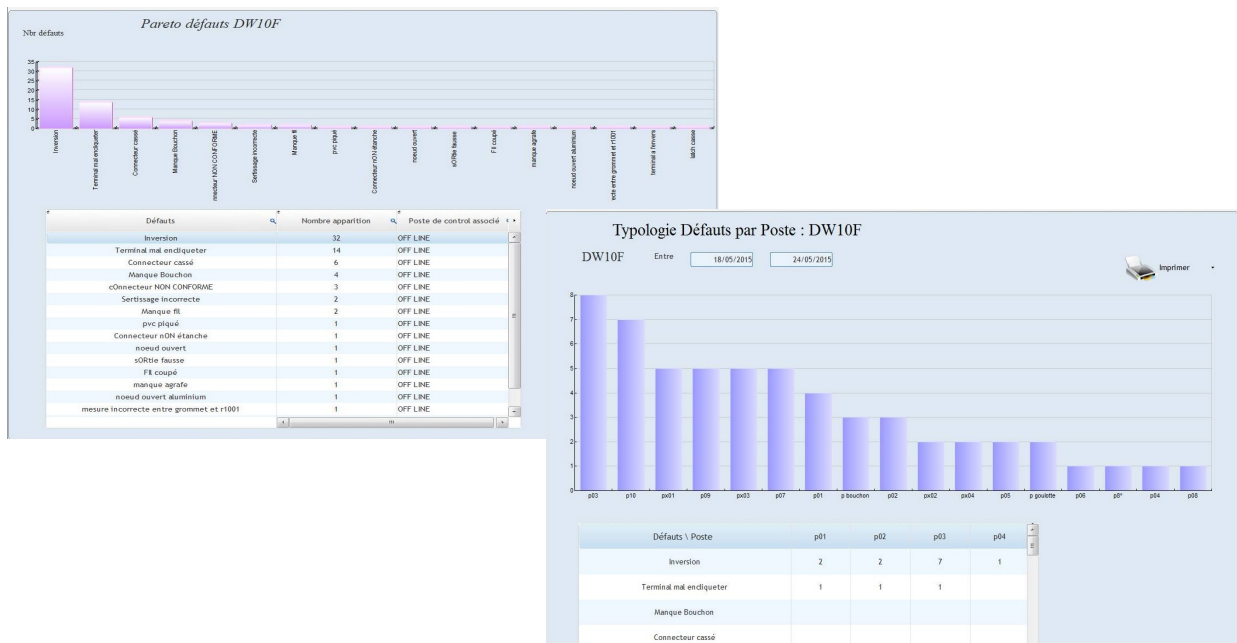


Figure 3.5 : Interfaces des analyses générées

Toutes ces analyses peuvent être imprimées. Un ensemble des états et des rapports sont développé et intégré dans l'application pour l'extraction de ces analyses sous Excel, Word, PDF ou l'imprimé directement.

### 3.1.2. IPPM (Internal Part Per Million):

Dans le domaine de la qualité, notamment dans le secteur automobile, l'IPPM est habituellement utilisée comme indicateur du niveau qualité. Il mesure le nombre de pièces non-conformes par millions de pièces produites. Il est calculé dans notre cas comme suit:

$$\text{IPPM} = (\text{Total défauts} / \text{Total faisceau produits}) * 1000000$$

### 3.1.3. PPM (Part Per Million):

La PPM est un indicateur de suivi des résultats qualité en externe chez le client pour le suivi de l'évolution de niveau qualité. Le PPM est l'abréviation de (Part per million), il est calculé dans notre cas comme suit:

$$\text{PPM} = (\text{Total faisceaux non conformes} / \text{Total faisceaux livrés}) * 1000000$$

### 3.1.4. Diagramme Pareto :

Le diagramme de Pareto est un outil très simple pour déterminer des priorités, orienter un plan d'action, focaliser les efforts sur les sujets les plus importants.

Les données sont présentées sous forme de colonnes correspondant aux différents types de défauts, classés par ordre décroissant.

### 3.1.5. Quality Function Deployment:

		Comment	A				B		Importance
			Mode opératoire	Longueur Tubes	Longueur Fils	Aides Visuelles	Contrôle électrique	Contrôle 100%	
Attentes	Valeur	Exigence Client	Conception Moteur		Poids du faisceau				
	Continuité	5	3	1	2	3		45	
	Aspect Habillage	3	2				2	12	
	Orientation agrafes	4	2					8	
	Mesure	4		1			2	12	
	Intégrité Composants	2	1		3			8	
Combien	délai de production	1	1			1	1	3	
	prix de production	3		1	1			6	
	Evaluation	3		1		1	3	15	

Figure 3.6 : matrice QFD du faisceau DW10F

### 3.1.6. Etat de l'existant :

L'étude de l'existant a été faite à partir de la synthèse des données des indicateurs de la qualité interne de la zone d'assemblage et ce durant la période allant de semaine 01 à la semaine 06 pour l'année 2015.

Tableau 3.1 : Table des entrées des données

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Nb des défauts DW10F	157	175	61	108	181	161
Nb des défauts DV6	13	11	13	16	13	14
Nb des défauts Sigma Tivct	14	4	1	4	14	7
Nb des défauts DV5	14	21	16	23	21	25
Fx DW10F produits	2150	2112	1982	1980	2477	2737
Fx DV6 produits	2339	1835	2506	2284	2315	2644
Fx Sigma Tivct produits	635	588	842	782	1012	685
Fx DV5 produits	1383	1309	1344	1472	1386	1487
IPPM DW10F :(Nb défaut/Fx produits)*1000000	73023	82860	30777	54545	73072	58824
IPPM DV6 :(Nb défaut/Fx produits)*1000000	5558	5995	5188	7005	5616	5295
IPPM Sigma Tivct :(Nb défaut/Fx produits)*1000000	22047	6803	1188	5115	13834	10219
IPPM DV5 :(Nb défaut/Fx produits)*1000000	10123	16043	11905	15625	15152	16812

Selon les données du tableau ci-dessus, on présente dans la figure 3.7 le résultat d'IPPM par projet.

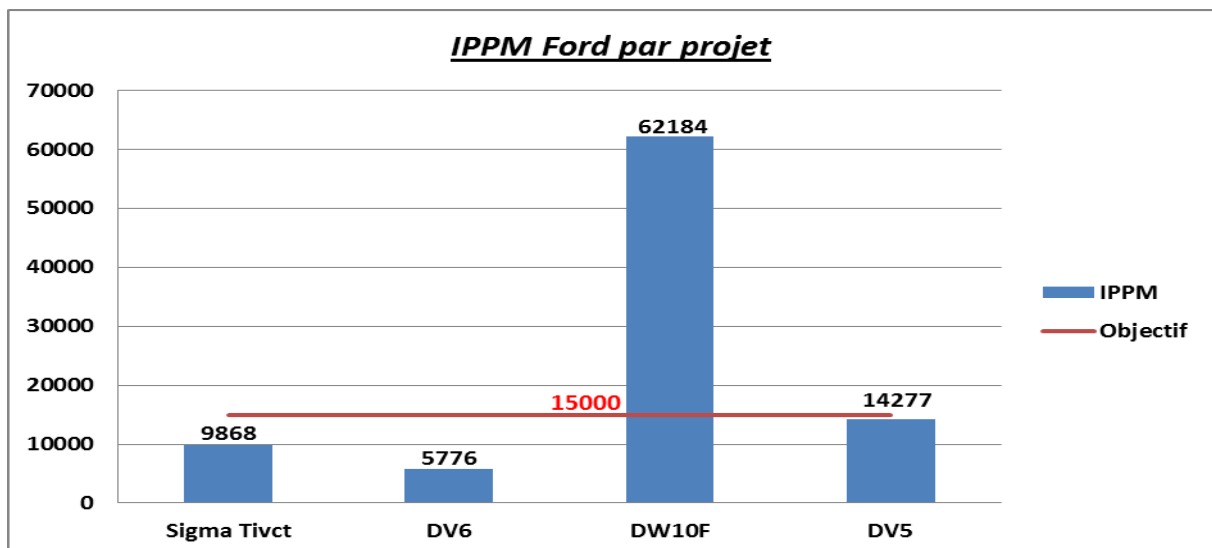


Figure 3.7 : Résultat IPPM durant S01 à S06 2015

Nous remarquons que l'IPPM du projet DW10F est hors objectif qui est égal à 15000 IPPM, pour cela notre choix était de lancer ce chantier pour le projet DW10F. La courbe ci-dessous nous montre la tendance d'IPPM pour la ligne DW10F durant la semaine 01 à la semaine 06 de l'année 2015. On observe que l'IPPM est nettement supérieur à l'objectif.

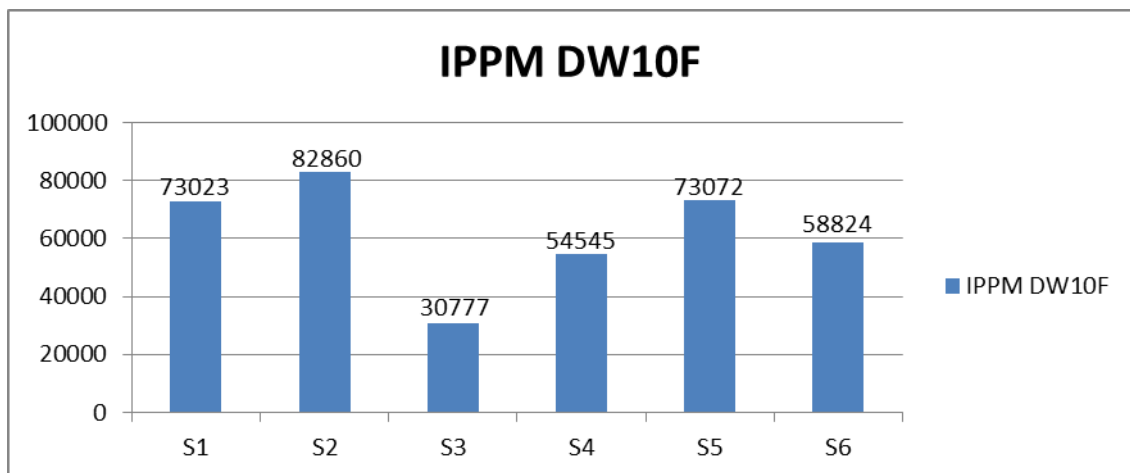


Figure 3.8 : IPPM DW10F par semaine

Les résultats IPPM sont insuffisants pour visualiser les défauts, pour cela on a besoin du digramme de Pareto de défaut.

Tableau 3.2 : Nombre d'apparition par défauts

Défauts	Nombre apparition	Occurrence (%)	cumule (%)	Poste de control associé
Inversion	77	55,00%	55,00%	OFF LINE
Terminal mal encliqueté	35	25,00%	80,00%	OFF LINE
Connecteur cassé	5	3,57%	83,57%	100%
Terminal non conforme	3	2,14%	85,71%	100%
Manque seal	3	2,14%	87,86%	OFF LINE
Seal déchiré	2	1,43%	89,29%	100%
Manque fil	2	1,43%	90,71%	OFF LINE
PVC piqué	2	1,43%	92,14%	100%
Non continuité électrique	2	1,43%	93,57%	OFF LINE
Manque bouchon	2	1,43%	95,00%	100%
Sertissage incorrecte	2	1,43%	96,43%	100%
Manque spacer	1	0,71%	97,14%	100%
Connecteur non conforme	1	0,71%	97,86%	100%
Gaine mal retracté	1	0,71%	98,57%	100%
Terminal déformé	1	0,71%	99,29%	100%
Etiquette code à barre illisible	1	0,71%	100,00%	100%
<b>Total</b>	<b>140</b>	<b>100</b>		

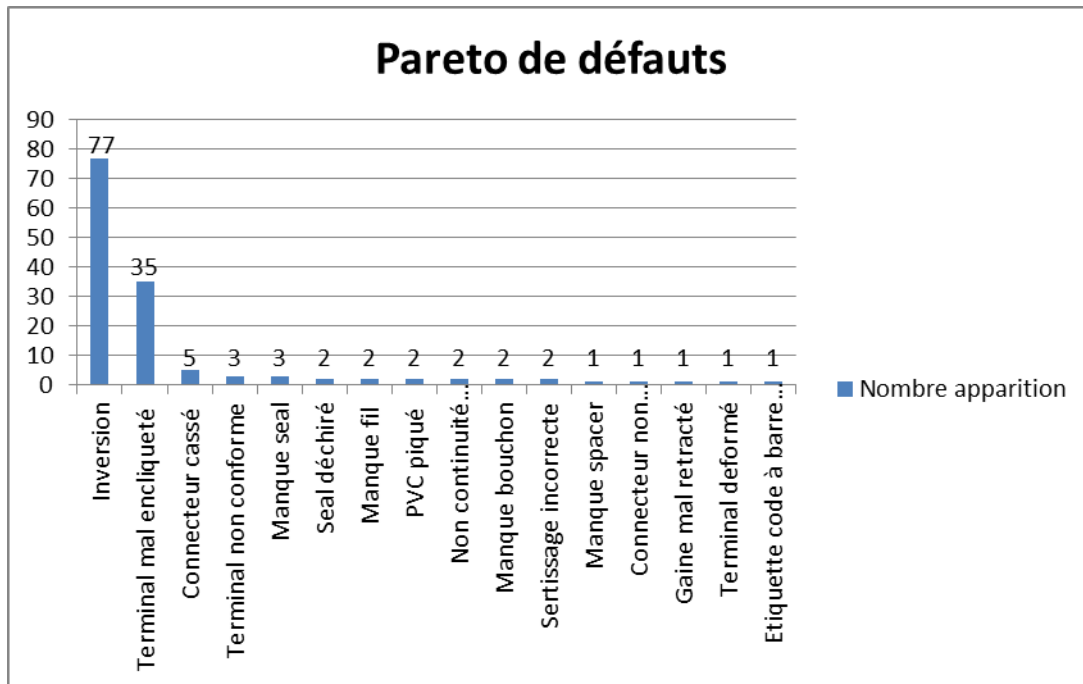


Figure 3.9 : Pareto de défaut durant S01 à S06 2015

Le Pareto figure 3.9 nous donne une idée assez claire sur les défauts détectés dans les lignes d'assemblage. Puis, on aura besoin d'interpréter le diagramme de Pareto (80/20) qui permet de visualiser l'importance relative et l'impact cumulatif d'un ensemble de causes. On s'en sert pour axer les efforts sur les problèmes ou les causes prioritaires par une analyse de fréquence ou de coûts selon les besoins de l'étude.

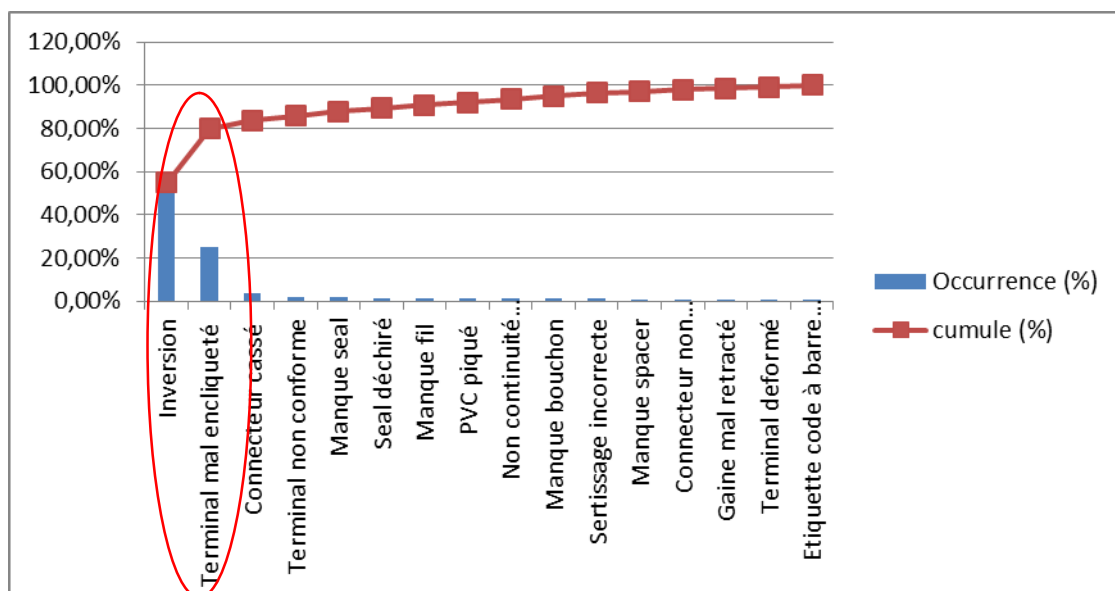


Figure 3.10 : Diagramme de Pareto 80/20

D'après la règle de Pareto 80/20, nous remarquons que 20% des causes représentent 80% des défauts, on constate que le nombre de défaut au niveau de l'inversion et terminal mal encliqueté sont les plus élevés.

Compte tenu des résultats de la figure 3.10, si nous travaillons sur les colonnes « Inversion » et « Mal encliqueté », nous travaillons sur 80% de l'ensemble des défauts. Et suite à ces données, le projet Six sigma concernant alors ces deux défauts (inversion et terminal mal encliqueté).

*Tableau 3.3 : IPPM Inversion & Mal encliqueté*

Semaine	Inversion	Mal encliqueté	Défauts	Qté produite	IPPM Inversion	IPPM Mal encliqueté	IPPM Global	Objectif
S1	77	35	157	2150	35814	16279	73023	15000
S2	68	37	175	2112	32197	17519	82860	15000
S3	31	20	61	1982	15641	10091	30777	15000
S4	64	27	108	1980	32323	13636	54545	15000
S5	66	49	181	2477	26645	19782	73072	15000
S6	73	39	161	2737	26672	14249	58824	15000

## Conclusion :

Après avoir défini le système de mesure, l'enregistrement de nos données et l'état des lieux, nous allons dégager les causes racines en passant par l'analyse des deux défauts les plus critiques « inversion et mal encliqueté ».



# **Chapitre 4 :**

## **Phase Analyse et Amélioration**

## Introduction :

Si toutes les phases de la démarche DMAAC sont importantes, la phase d'analyse est souvent considérée comme majeure car elle oriente les solutions à mettre en œuvre à partir des données préalablement recueillies.

Ce chapitre consiste à rechercher les causes racines les deux défauts majeurs :

- ❖ « Inversions »
- ❖ « Mal encliqueté »

## 4.1. Etudes du défaut inversions :

### 4.1.1. Spécification des données :

Afin d'étudier et analyser les différents défauts nous avons mis en place trois indicateurs.

#### 4.1.1.1. Inversion par équipe :

Le tableau suivant contient les nombres des inversions par équipe :

*Tableau 4.1: Nb des inversions par équipe et par semaine*

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Nb des inversions
<b>Equipe A</b>	3	1	2	1	3	2	12
<b>Equipe B</b>	4	3	5	2	6	7	27
<b>Equipe C</b>	5	8	4	4	8	9	38
<b>Somme</b>	12	12	11	7	17	18	77

Le graphe suivant présente le pourcentage d'IPPM inversions qui ont été détecté pour chaque équipe de production durant la semaine S01 jusqu'à la semaine S06.

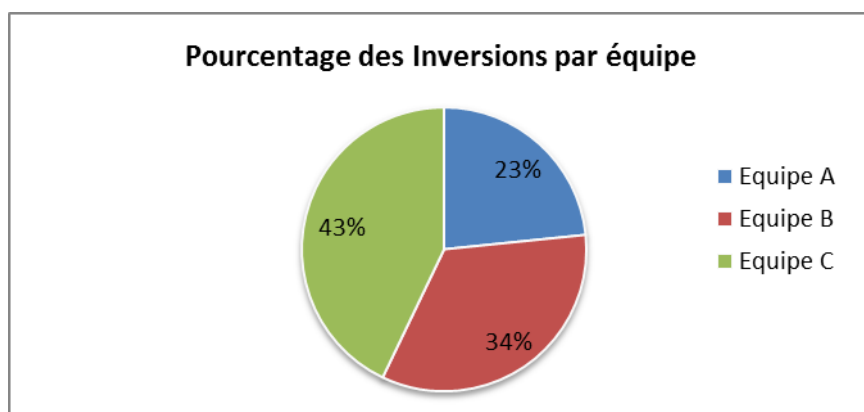


Figure 4.1: Pourcentage des inversions par équipe

On va focaliser notre étude sur la détermination des causes potentielles spécifiques par connecteur.

#### 4.1.1.2 Inversion par connecteur :

On trouve ci-dessous un suivi sur les nombres des inversions par connecteur. Les inversions des 4 premiers connecteurs représentent environ 75% de nombre total des inversions.

Tableau 4.2: Répartition des inversions par connecteur

Connecteur	Nombre des inversions
C1E107-E	31
C90-A	13
C1A102	9
C91-B	6
C1E735-B	3
C1E723	2
C1E774	2
C11-M	2
C1ET02-B	2
C1E713	2
C1E756	1
C1E818-A	1
C1E807	1
C1E205-C	1
C1ET71	1
<b>Total</b>	<b>77</b>



70% des inversions sont concentrés au diagonal de la matrice des inversions c'est-à-dire que la majorité des inversions est faite entre les voies voisines et les inversions qui sont à l'extérieur du diagonal sont des inversions faites entre des voies qui sont très loin.

#### 4.1.2. Analyse spécifique des inversions par connecteur :

##### 4.1.2.1 Analyse du connecteur C1E107-E :

Nous commençons l'analyse spécifique par connecteur avec le premier connecteur, C1E107-E est un connecteur 53 Voies dont 6 inversions qui sont réalisés plus qu'une seule fois.

Connecteur C1E107-E																
Voie 1 \ Voie2	Voie 1	Voie 6	Voie 7	Voie 10	Voie 11	Voie 12	Voie 18	Voie 19	Voie 21	Voie 22	Voie 26	Voie 33	Voie 34	Voie 36	Voie 40	Voie 46
Voie 2	2															
Voie 8	1		2													
Voie 11				1												
Voie 13						3										
Voie 18		2														
Voie 20								1								
Voie 23										1						
Voie 27					2						1					
Voie 28				1												
Voie 30		1					1									
Voie 33									1							
Voie 39										1						
Voie 44												1				
Voie 46													1			
Voie 47														1		1
Voie 52								1							5	

Figure 4.3: Analyse des inversions du connecteur C1E107-E

- ✓ 2 inversions entre les voies 1 et 2
- ✓ 2 inversions entre les voies 7 et 8
- ✓ 2 inversions entre les voies 6 et 18
- ✓ 2 inversions entre les voies 11 et 27
- ✓ 3 inversions entre les voies 12 et 13
- ✓ 5 inversions entre les voies 40 et 52

5 inversions parmi 6 sont faites entre les voies voisines.

Ci-dessous le process du connecteur qui indique les couleurs des fils insérés dans chaque voies avec le nom du chaque fil. Ainsi on peut bien analyser si l'inversion est faite à cause des fils de même couleur si non on cherche bien les autres causes.

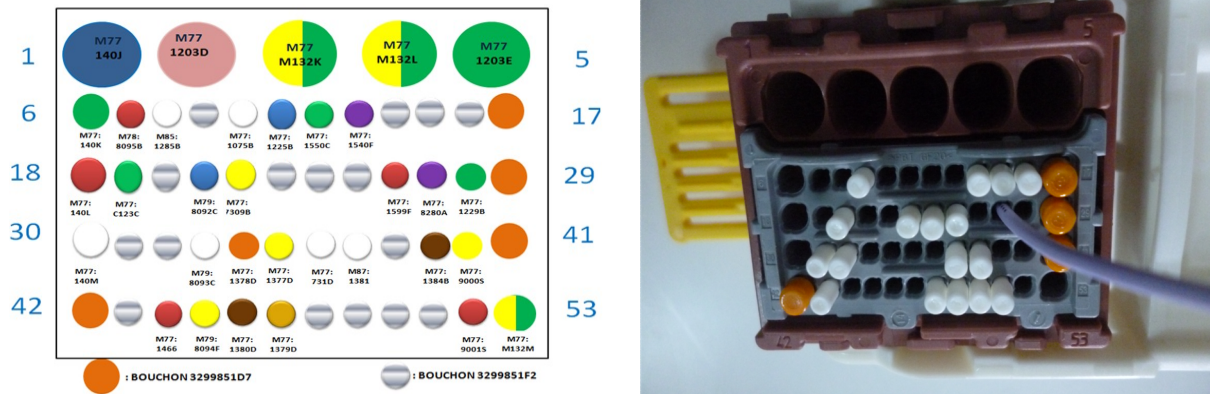


Figure 4.4: Aide visuelle du connecteur C1E107-E

#### 4.1.2.2 Analyse du connecteur C90-A :

Connecteur C90-A							
Voie 1 \ Voie2	Voie 2	Voie 3	Voie 5	Voie 6	Voie 25	Voie 27	Voie 40
Voie 3	1						
Voie 4		1					
Voie 6		1	1				
Voie 7				5			
Voie 16						1	
Voie 18							1
Voie 26					2		

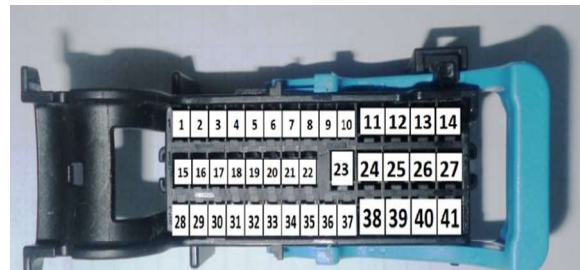


Figure 4.5 : Aide visuelle du connecteur C90-A

- ✓ 5 inversions entre les voies 6 et 7
- ✓ 2 inversions entre les voies 25 et 26

#### 4.1.2.3 Analyse du connecteur C1A102 :

C1A102			
Voie 1 \ Voie2	Voie 1	Voie 2	Voie 3
Voie 2	1		1
Voie 3		5	
Voie 4			2



Figure 4.6 : Aide visuelle du connecteur C1A102

- ✓ 5 inversions entre les voies 2 et 3
- ✓ 2 inversions entre les voies 3 et 4

#### 4.1.2.4 Analyse du connecteur C91-B :

C91-B			
Voie 1 \ Voie2	Voie 2	Voie 9	Voie 12
Voie 9	1		
Voie 10		4	
Voie 17			1



Figure 4.7 : Aide visuel du connecteur C91-B

- ✓ 4 inversions entre les voies 9 et 10

Suite au diagnostic de l'état actuel, nous aurons besoin d'élaborer un plan d'action détaillé qui contient les chantiers et les actions à mettre en place pour atteindre l'objectif d'amélioration.

### 4.1.3. Analyse générique des inversions :

Il est souvent difficile de connaître les causes réelles et les causes potentielles d'un problème ou d'un dysfonctionnement majeur. Pour ce faire, il est intéressant de construire un diagramme causes-effet : c'est une représentation graphique simple qui, pour un dysfonctionnement permet de déterminer l'ensemble des causes pouvant en être l'origine. Il n'apporte pas directement des solutions mais permet de bien poser le problème.

La construction du diagramme d'Ishikawa est basée sur un travail de groupe. Il faut pratiquer un brainstorming et trouver les causes possibles de l'effet étudié. Le classement des causes se fait en 5 grandes familles, les " 5M " : Matières, Milieu, Méthodes, Moyen et Main d'œuvre.

Avec l'appui de l'équipe de projet, on a essayé d'envelopper toutes les origines du défaut. Les résultats sont présentés ci-après, le diagramme d'Ishikawa (figure 4.8) expose les causes relatives au défaut inversion.

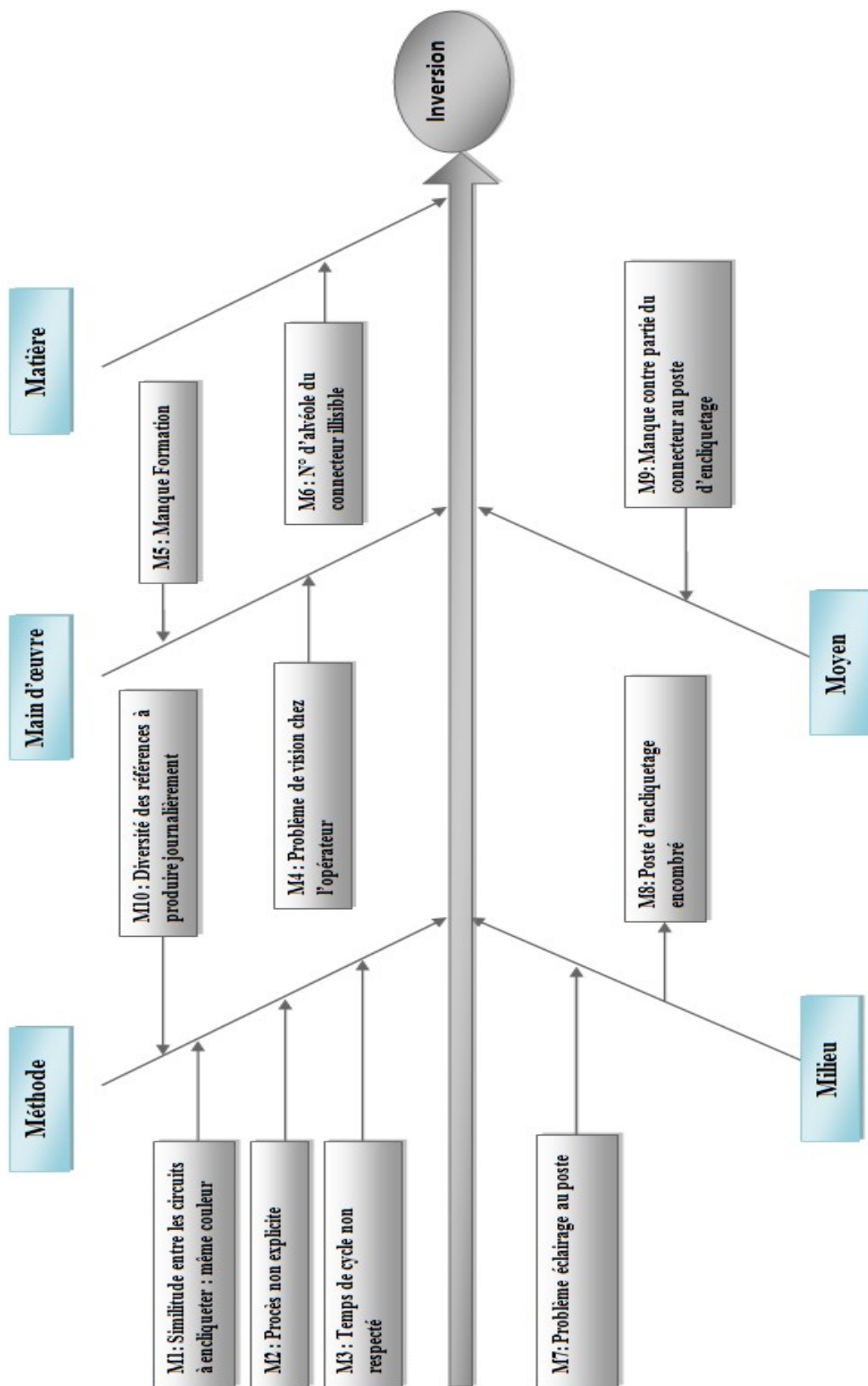


Figure 4.8: Diagramme Ishikawa (Inversion)



#### ***4.1.3.1. Vérification des causes potentielles :***

À partir de diagramme Ishikawa on va appliquer les cinq pourquoi de chaque M.

Les « 5 pourquoi » est une méthode de résolution de problèmes. Il s'agit de poser cinq fois de suite l'interrogation « Pourquoi ? ». L'objectif étant de remonter à la cause originale d'un phénomène en ne se contentant pas de la première explication venue liée au symptôme, mais en creusant la réflexion avec un questionnement approfondi.

- **Analyse de M1 (similitude entre les circuits à encliqueté) :**

Pourquoi s'est-elle produite ?

P1 : Mauvaise définition des couleurs des circuits

P2 : Mauvais choix des couleurs

P3 : Liste des couleurs des circuits limités

P4 : Non disponibilité des circuits de divers couleurs

P5 : Non disponibilité des circuits de divers couleurs

Pourquoi n'est-elle pas détectée ?

P1: Critère de choix de couleur non prise en compte

P2: Critère non exigée

P3: La couleur n'est pas une caractéristique fonctionnelle

P4: N'a aucun impact lors du fonctionnement électrique de la voiture

- **Analyse de M2 (Procès non explicite) :**

Pourquoi s'est-elle produite ?

P1 : Séquencement des opérations ne sont pas bien étudiés

P2 : process non détaillé

P3 : le séquencement des opérations n'est pas pris en compte lors de la définition du procès

P4 : il n'y'a pas un standard qui définit process

Pourquoi n'est-elle pas détectée ?

P1: Le séquencèrent des opérations n'est pas pris en compte lors de la validation du process

P2: Manque formation pour les animatrices qualité

P3: Absence de la structure formation

- **Analyse de M3 (Temps de cycle non respecté) :**

Pourquoi s'est-elle produite ?

P1 : Mauvais découpage process

P2 : découpage process théorique n'a pas validé d'une façon pratique

P3 : Chronométrage non réalisé

P4 : pas de procédure qui définit la méthode d'équilibrage

Pourquoi n'est-elle pas détectée ?

P1: chronométrage non réalisé

P2: pas de procédure qui définit la méthode d'équilibrage

- **Analyse de M4 (Problème de vision chez l'opérateur) :**

Pourquoi s'est-elle produite ?

P1 : une maladie

Pourquoi n'est-elle pas détectée ?

P1: ce critère n'est pas pris en compte lors du recrutement des opérateurs

- **Analyse de M5 (Manque Formation) :**

Pourquoi s'est-elle produite ?

P1 : Manque systématique de la formation

P2 : Manque un critère standard de la formation

P3 : Manque les moyens nécessaires :( Moyen humains, support,...)

Pourquoi n'est-elle pas détectée ?

P1: les critères de la formation n'est pas bien défini

P2: Manque structure de la formation

P3: Manque un critère standard de la formation

- **Analyse de M6 (N° d'alvéole du connecteur illisible) :**

Pourquoi s'est-elle produite ?

P1 : Conception du connecteur

P2 : l'illisibilité du n° d'alvéole du connecteur n'est pas prise en compte dans le critère de mise en œuvre du connecteur

Pourquoi n'est-elle pas détectée ?

P1: manque validation d'illisibilité lors de la mise en œuvre du connecteur

- **Analyse de M7 (Problème d'éclairage au poste) :**

Pourquoi s'est-elle produite ?

P1 : Manque éclairage au poste

P2 : Critère non pris en compte lors de la validation du poste (manque au check List)

P3 : Pas de standard de validation au poste

P4 : La procédure surveillance ne prend pas en compte la validation du poste

Pourquoi n'est-elle pas détectée ?

P1: Pas de standard de validation au poste

P2: La procédure surveillance ne prend pas en compte la validation du poste

- **Analyse de M8 (Poste d'encliquetage encombré) :**

Pourquoi s'est-elle produite ?

P1 : Mauvais aménagement du poste

P2 : pas de standard défini indiquant (lay-out tableau, stockage matière, disposition des équipements, espace limité,...)

P3 : Manque formation pour l'équipe process sur l'ergonomie du poste

Pourquoi ne s'est-elle pas détectée ?

P1: Pas de check List de validation du poste

P2: La procédure surveillance ne prend pas en compte la validation du poste

- **Analyse de M9 (Manque contrepartie du connecteur au poste d'encliquetage) :**

Pourquoi s'est-elle produite ?

P1 : La structure n'exige pas une contre partie

Pourquoi n'est-elle pas détectée ?

P1: n'est pas une non-conformité

- **Analyse de M10 (Diversité des références à produire journalièrement) :**

Pourquoi s'est-elle produite ?

P1 : Planification journalière ne tient pas en compte la diversité sur terrain

Pourquoi n'est-elle pas détectée ?

P1: Le planificateur ne prend en compte que la gestion de stock

**4.1.3.2. Plan d'action générique :**

Le tableau suivant présente une synthèse des actions réalisées suite au chantier inversions avec leurs pilotes responsables ainsi que leurs états d'avancement actuels.

Des actions seront introduites par la suite dans le plan d'action générique suivant.

Tableau 4.3: Plan d'action générique

LEAR CORPORATION		ACTION PLAN - LEART Tunisia quality performance improvement									
Plant	Leart El Bey										
Customer	FORD										
Issue Date	15/04/2015										
Last Update											
Revision	1										
Leart Team	Abig Amine / Ben Achta Med Amine / Deniel Nizar / Gueddab Mariem / Ramoul Bilel / Marroub Naïm.										
Subject	LEART Tunisia quality performance improvement										
N°	FAIURE	ROOT CAUSES	CORRECTIVE & PREVENTIVE ACTIONS	RESPONSIBLE	Completion date	EVOLUTION					
						25%	50%	75%	100%	COMMENTS	
1	Similitude entre les circuits à encliqueter, même couleur	Non disponibilité des circuits de divers couleurs	Demande de création des nouveaux circuits avec des nouveaux couleurs	Deniel Nizar	S15	1	1	1	1		
2	Process non explicite	Absence de structure formation	Ajout de l'audit de séquençement des opérations dans l'audit EPA journalière	Gueddab Mariem	S14	1	1	1	1		
3			Revisage formation animatrices	Gueddab Mariem	S14	1	1	1	1		
4	Problème de vision chez l'opérateur	Le critère n'est pas pris en compte lors du recrutement des opérateurs (une maladie)	Ajout de critère dans la procédure de recrutement	Ramoul Bilel	S18	1	1	1	1		
5	Manque Formation	Manque des moyens nécessaires (Mojez humains, support,...)	Mise à jour de la procédure de la formation	Ramoul Bilel	S18	1	1	1	1		
6			Mettre en place les moyens nécessaires	Ramoul Bilel	S18	1	1	1	1		
7	Problème d'étiquage au poste	La procédure surveillance ne prend pas en compte la validation du poste	Revue de la procédure	Halleb Riadh	S17	1	1	1	1		
8			Augmenter le niveau d'éclairage dans l'usine	Halleb Riadh	S17	1	1	1	1		
9	Poste d'encliquage encombré	Manque formation pour l'équipe process sur l'ergonomie du poste	Créer une formation systématique sur l'ergonomie du poste	Ramoul Bilel	Avoir						
10	Diversité des références à produire journalièrement	L'équipement du stock de sécurité vue l'augmentation des demandes clients	Optimisation de la planification pas plus que 3 référence par équipe	Marroub Naïm	S14	1	1	1	1		

Tableau 1.4: Plan d'action spécifique par connecteur

Action Plan – LEAR Tunisia Quality Performance Improvement											
ITEM N°	FAILURE	ROOT CAUSES	CORRECTIVE & PREVENTIVE ACTIONS	RESPONSIBLE	COMPLETION DATE	EVOLUTION			COMMENTS		
						25%	50%	75%		100%	
	Plant Lear Bir El Bey										
	Customer FORD										
	Issue Date 31/03/2015										
	Last update										
	Revision 1										
	Lear Team Atig Amine / Ben Aicha Med Amine / Nejji Kaouthar / Hamza Belhassen										
	Subject LEAR Tunisia quality performance improvement										
1	Taux élevées des inversions et des mal encodés (PPM interne hors objectif pour la période comprise entre S01 & S06)	Analyse en cours: des réunions d'investigation avec toute l'équipe	Lancer un chantier de réduction IPPM de la ligne DW10F	Atig Amine PFE	S20	1	1	1	1	Des réunions d'analyse en cours (Plan d'action à mettre en place S14)	
2	Inversion au connecteur C1E107-E au poste 3 sous-ensemble entre les deux voies V12-V13 (3 cas S01-->S06)	Similitude de couleur des deux circuits encodés 1550C et 1540F	Optimisation de la couleur du circuit 1540F Etat : couleur beige --> devient : couleur Violet	Atig Amine	S14	1	1	1	1		
3	Inversion au connecteur C1E107-F au poste 6 carrousel entre les deux voies V40-V52 (5 cas S01-->S06)	Similitude de couleur des deux circuits encodés M163A et M163B	Changement de poste pour un des deus fils M163A et M163B	Hamza belhassen	S14	1	1	1	1		
4	Inversion au connecteur C1E107-E au poste 11 Table fixe entre les deux voies V11-V27 (2 cas S01-->S06)	Similitude de couleur des deux circuits encodés CBB33 et ZA104	Optimisation de la couleur du circuit ZA104 Etat : couleur gris --> devient : couleur blanc	Atig Amine	S14	1	1	1	1		
5	Inversion au connecteur C90-A au poste 2 carrousel entre les deux voies V6-V7 (5 cas S01-->S06)	Similitude de couleur des deux circuits encodés 7031A et 7022A	Optimisation de la couleur du circuit 7022A Etat : couleur blanc/gris --> devient : couleur violet/blanc	Atig Amine	S14	1	1	1	1		
6	Inversion au connecteur C90-A au poste 1 carrousel entre les deux voies V25-V26 (2 cas S01-->S06)	Similitude de couleur des deux circuits encodés 9006U et 9006W	Changement de poste pour un des deus fils 9006U et 9006W	Hamza belhassen	S14	1	1	1	1		
7	Inversion au connecteur C1A102 au poste 9 carrousel entre les deux voies V2-V13 (5 cas S01-->S06)	Similitude de couleur des deux circuits encodés GD120F et RE774	Changement de poste pour un des deus fils GD120F et RE774	Hamza belhassen	S14	1	1	1	1		
8	Mettre à jour le process selon les nouveaux couleurs des circuits	Mise à jour des couleurs des circuits	Procès à jour en place	Amine Ben Aicha	S14	1	1	1	1		
9	Former les opératrices selon les nouveaux couleurs des circuits	Mise à jour des couleurs des circuits		Nejj kaouthar	S14	1	1	1	1		
10	Inversion au connecteur C1E735-B entre les deux voies 2 et 4	Illisibilité du n° alvéole sur le connecteur	Voir la possibilité d'ajout une contre partie qui garanti l'emplacement du connecteur dans un seul sens	Atig Amine	S18	1	1	1	1		
11	Inversion au connecteur C91-B au poste 2 carrousel entre les deux voies V9-V10 (4 cas S01-->S06)	Similitude de couleur 9000U et 9001U (Voies voisines)	Optimisation de la couleur du circuit 9000U Etat : couleur bleu --> devient : couleur beige	Hamza belhassen	S14	1	1	1	1		

## 4.2. Etudes du défaut Mal encliqueté :

Le Mal encliqueté est parmi les défauts les plus critiques et récurrents des lignes d'assemblage, et les causes de ce défaut sont souvent difficiles à détecter.

Pour rechercher les causes possible de ce défaut on a établi un Pareto de mal encliqueté pour savoir quel sont les terminaux qui causent ce défaut.

### 4.2.1. Pareto du Mal encliqueté :

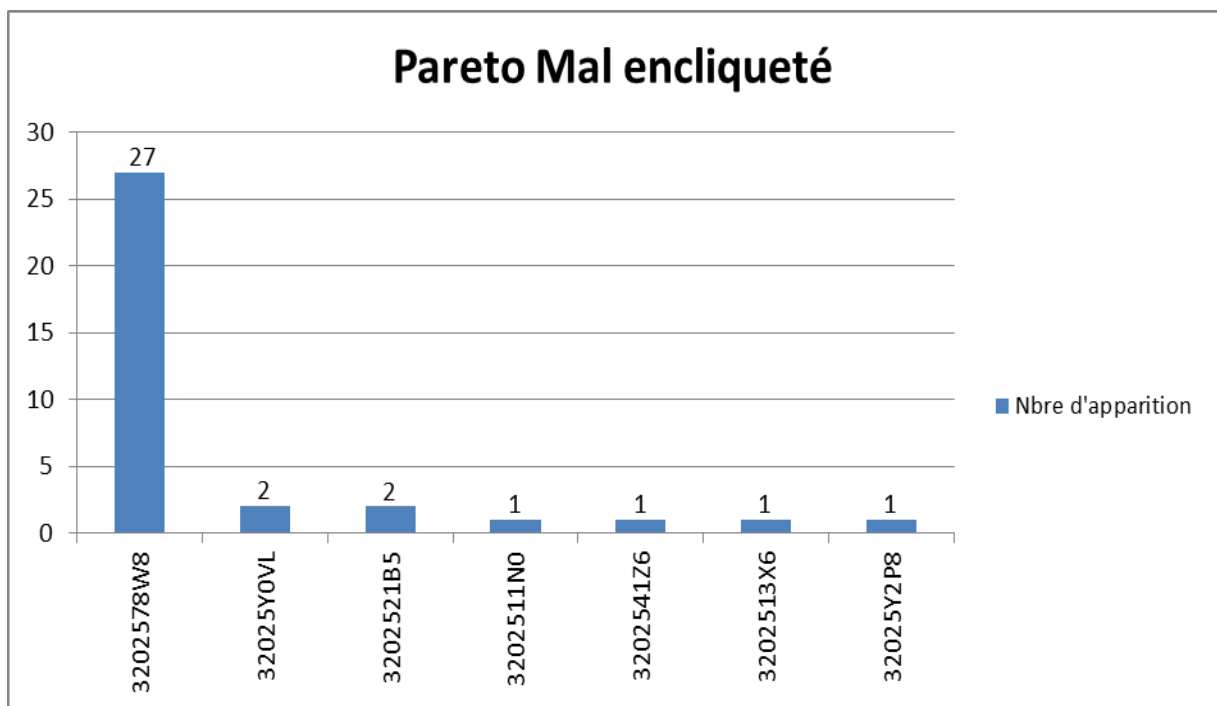


Figure 4.9: Pareto Mal encliqueté

Selon le diagramme de Pareto ci-dessous on a observé que le terminal 3202578W8 est le plus critique.

### 4.2.2. Recherche des causes :

Afin de rechercher les causes des défauts, un diagramme cause/effets a été établi afin de remonter aux causes racines.

#### 4.2.2.1. Diagramme Ishikawa :

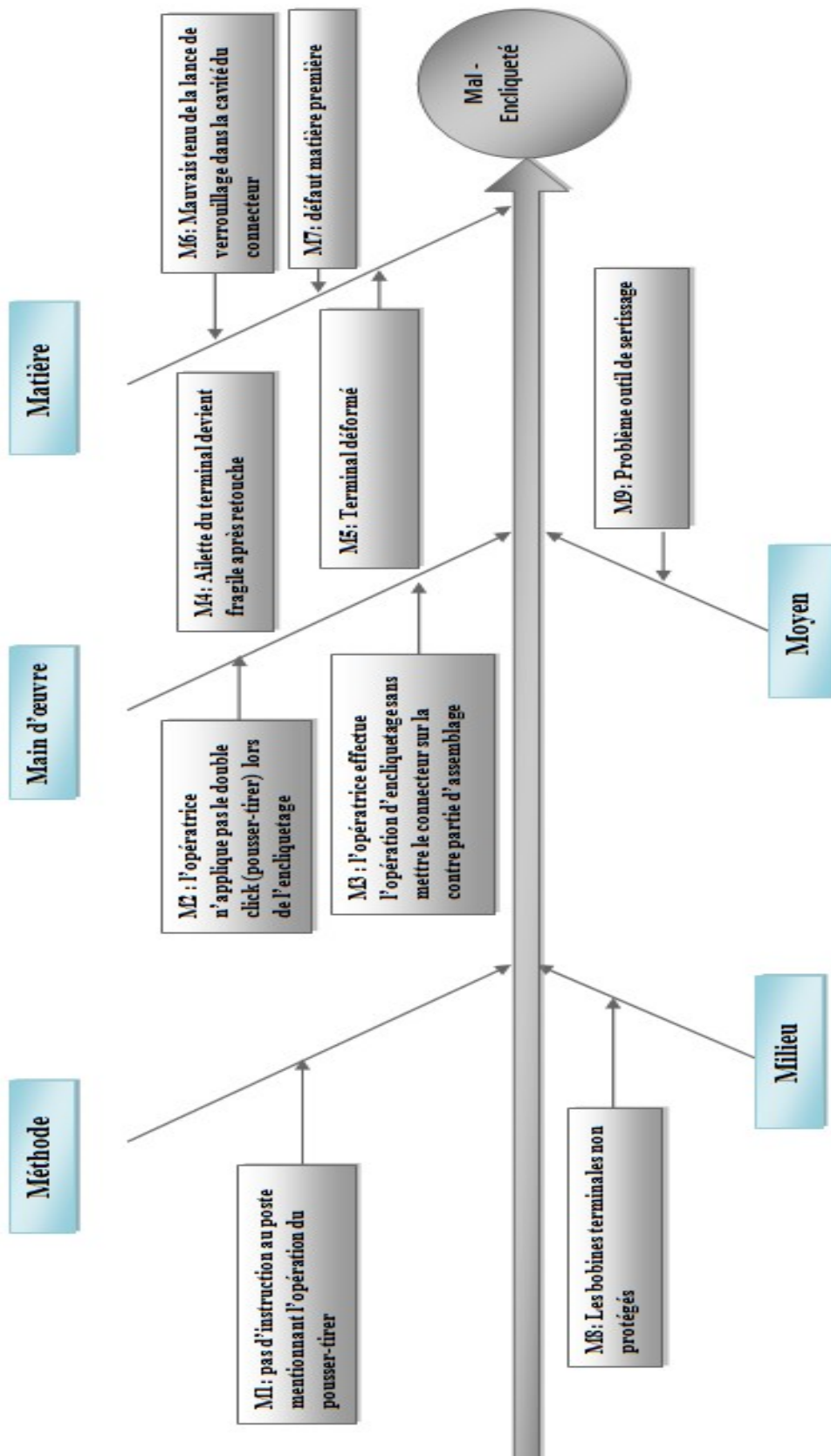


Figure 4.10: Diagramme Ishikawa (Mal encliqueté)

A partir des diagrammes Ishikawa on va placer les causes dans la matrice cause/effet pour classer les défauts selon leur indice de criticité DOG (Détection, Occurrence et Gravité).

Les cotations dans le tableau seront remplies selon la STE du notre client PSA (voir annexe 3).

Les causes sélectionnées sont récapitulées dans le tableau suivant.

*Tableau 4.5 : Matrice cause/effet défaut mal encliqueté*

<b>Matrice Cause - Effet</b>				
<b>Entrés X</b>	<b>Sortie Y</b>			<b>Total</b>
	Mal encliqueté			
	<b>D</b> étection	<b>O</b> ccurrence	<b>G</b> ravité	
Défaut matière première	2	1	9	18
Bobine terminals non protégés	2	1	9	18
Problème outil de sertissage	2	1	9	18
Pas d'instruction au poste mentionnant	6	1	9	54
L'opératrice n'applique pas le double click	6	1	9	54
L'opératrice effectue l'opération d'encliquetage sans	6	1	9	54
Mauvais tenu de la lance de verrouillage	6	2	9	108
Ailette du terminal devient fragile après retouche	5	3	9	135
Terminal déformé	5	3	9	135

Les entrées X qui ont un total des points supérieur ou égal à 100 sont à analyser (défini par l'usine).

#### **4.2.2.2. Mauvais tenu de la lance de verrouillage :**

A/ Principe de vérification :

Pour vérifier cette cause, on fait un essai de rétention dans le laboratoire de notre usine pour les fils sertis avec le terminal 3202578W8.

Pour faire l'essai on a besoin du plan terminal et la demande d'essai du laboratoire. (Voir annexe 4).



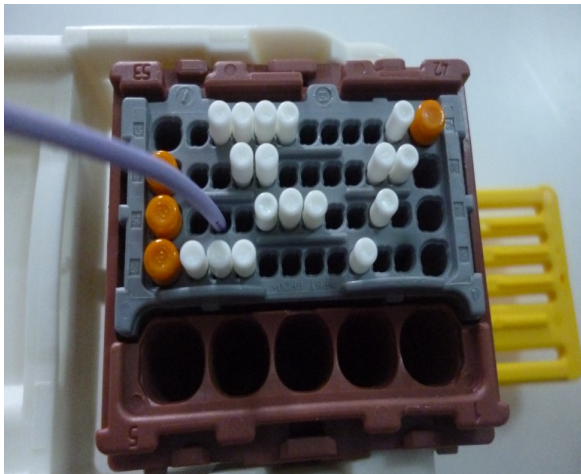


Figure 4.11: Fil avec terminal 8W8 encliqueté

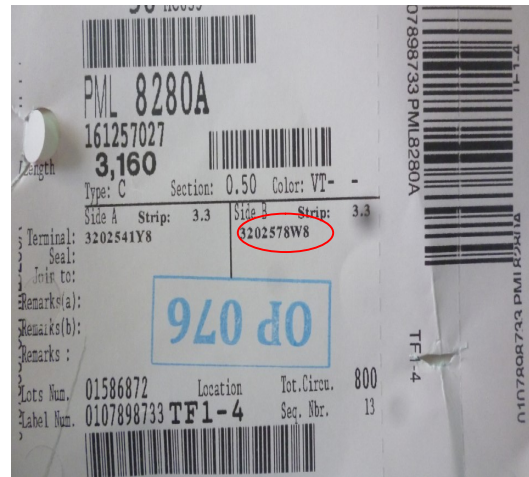


Figure 4.12: Feuille de route du fil

B/ Essais de rétention sur le connecteur C1E107-E :

D'après le plan terminal, le terminal est de type 0,6 et l'effort doit être supérieur à 50 Newton (40N demandé au plan et 10N c'est notre marge de sécurité) selon la norme B21 7050 D (voir annexe 5).



Figure 63: Essai de tenue de fils dans le connecteur C1E107-E

On relève ensuite dans un tableau les valeurs trouvés lors de l'essai sur les 20 échantillons.

Tableau 4.6 : valeur de rétention mesuré

Echantillons	Valuer de rétention mesuré
1	57N
2	55N
3	55N
4	57N
5	57N
6	55N
7	52N
8	55N
9	55N
10	57N
11	57N
12	56N
13	56N
14	56N
15	56N
16	56N
17	55N
18	55N
19	55N
20	55N

Suite au test de rétentions effectuées sur les 20 échantillons, il s'est avéré que les valeurs sont conformes et sont aux limites de seuil, donc la cause ne sera pas retenue.

#### **4.2.2.3. Ailette du terminal devient fragile après retouche :**

Après avoir revu le processus de retouche, la réparatrice utilise lors de l'opération de retouche les outils de désencliquetage préconisé par le fournisseur. L'examen d'un connecteur retouché nous a montré que les outils n'agressent pas la cavité du connecteur, donc la cause n'est pas retenue.

#### **4.2.2.4. Terminal déformé :**

A/ Essai et vérification :

- Vérification du paramètre de sertissage :

Valeur demandé :

Tableau 4.7 : paramètre de sertissage du terminal 3202578W8

Réf. Lear	Référence	N° Outil	N° serie Outil	Section (mm <sup>2</sup> )	Hauteur Cui. +/ -0.05	Hauteur PVC+/-0,05	Largeur Cui. +/ -0.05	Force Traction (N)	Ch/Let Cuivre	Chiffre PVC
3202578W8		M-421	LS 31932	0,5	1,00	1,7	1,65	70	16,2	15,6
				0,75	1,05	1,85	1,65	100	16,5	15,6
3202578W8		M-603	LS31933	0,5	1,00	1,7	1,64	70	24,4	20
				0,75	1,05	1,85	1,65	95	24,6	18
		M-571	LS31178	0,5	0,99	1,7	1,64	70	22,2	18
				0,75	1,05	1,85	1,65	90	22	18

Valeur mesuré :

Hauteur cuivre : 1.003/1.009/1.006/1.011mm

Hauteur PVC : 1.706/1.702/1.705/1.709/1.701mm

Largeur cuivre : 1.65mm

NB : les trois outils M-421, M-603 et M-571 ont été réparés par le service maintenance et vérifié par le laboratoire.

➤ Essai de compactage :



Figure 4.14 : Photo de compactage

Suivant la STE spécification technique du client Ford, on distingue que le compactage est conforme (voir annexe 6).

➤ Vérification des angles de déformation :

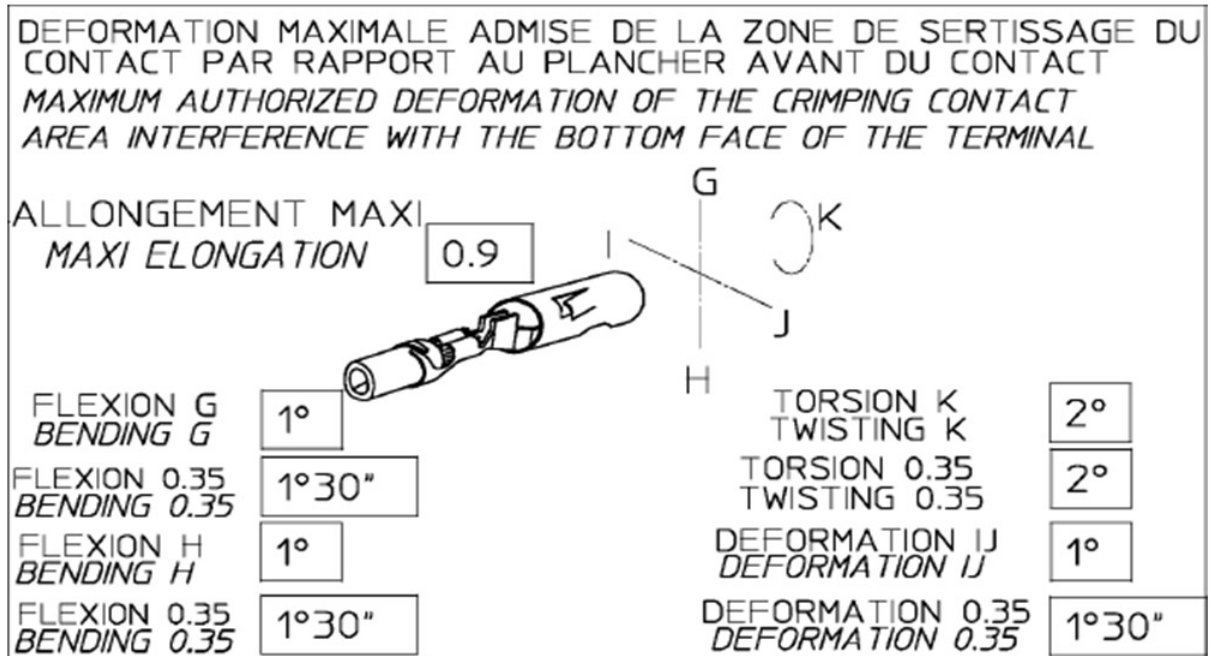


Figure 4.15 : les angles de déformations demandées au plan

On a vérifié les angles de déformation par rapport au plan et ci-dessous les résultats :

- Déformation axiale : 0.23°
- Déformation (Haut\ Bas) : 0°
- Torsion : 0°

On remarque que les angles de déformations sont conformes.

Essai de mesure des côtes de terminal :

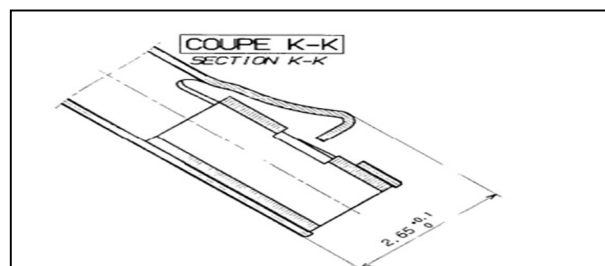


Figure 4.16 : coupe du terminal

- Vérification des échantillons de la matière première :

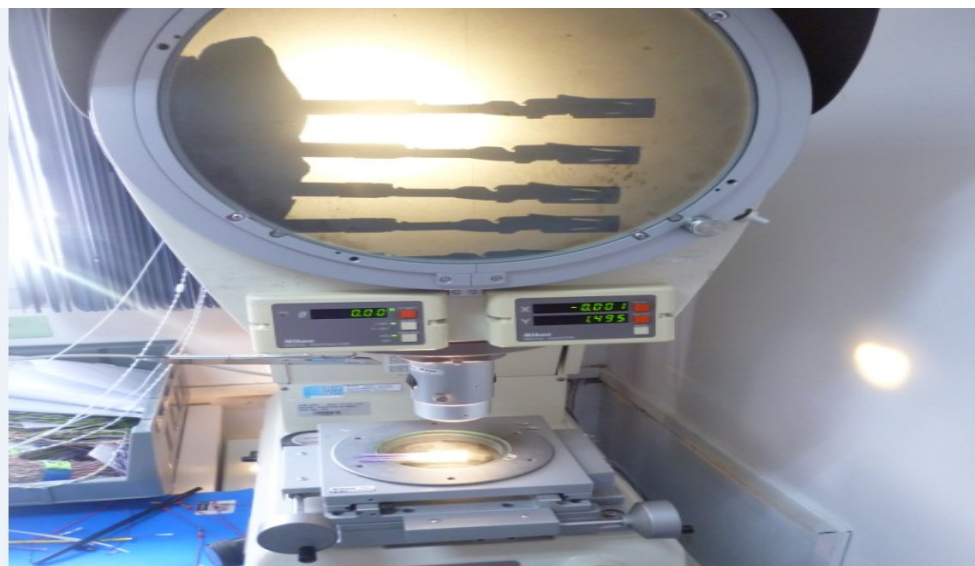


*Figure 4.17 : Matière première*

La valeur demandée au plan est  $2.65 +0.1\text{mm}/-0\text{mm}$

La Valeur mesuré est 2.65mm.

- Vérification des échantillons après sertissage :



*Figure 4.18 : Projecteur de profil*

La Valeur demandée est 2.65 +0.1mm/-0mm

La valeur mesurée est 2.53mm

➤ Vérification des échantillons après désencliquetage :

La Valeur demandée est 2.65 +0.1mm/-0mm

La valeur mesurée est 2.20mm

#### 4.2.2.5. Résultat des essais :

Suite aux mesures de la hauteur K-K de terminal 8W8, Il s'est avéré que toutes les valeurs obtenues après sertissage sont non conformes par rapport à la valeur demandée.

#### 4.2.2.6. Détermination des solutions :

Pour le défaut précédent, on a proposé des solutions en tenant compte du mode de prévention actuel et choisir par la suite celles qui seront les plus efficaces, les plus faciles à mettre en place et les moins coûteuses.

#### 4.2.3. Plan d'action :

Tableau 4.8 : Plan d'action du défaut terminal déformé

LEAR CORPORATION		Action Plan - LEAR Tunisia Quality Performance Improvement									
N°	Plant	Lear Bir El Bey									
	Customer	FORD									
	Issue Date	02/05/2015									
	Last update										
	Revision	1									
	Lear Team	Atig Amine / Ben Aicha Med Amine / Neji Kaouther / Hamza Belhassen / Hadj Arbi / Marai Issam									
	Subject	LEAR Tunisia quality performance improvement									
ITEM	FAILURE	ROOT CAUSES	CORRECTIVE & PREVENTIVE ACTIONS	RESPONSIBLE	COMPLETION DATE	EVOLUTION				COMMENTS	
						25%	50%	75%	100%		
1	Terminal mal encliqueté 3202578W8	es côtes du terminal non conforme après sertissage	Réparation des 3 outils : changement du support de tampon.	Maintenance : Hadj Arbi	S21	1	1	1	1		
2			Revue de la méthode de validation des outils suite à une maintenance préventive ou curative afin d'éviter tous risque de changement de la référence de la pièce d'usine à changer.	Equipement : Marai Issam	S21	1	1	1	1		



#### 4.2.3.1. Analyse de l'action changement de la cale de l'outil de sertissage :

Cette action est la plus efficace pour éviter le défaut d'un terminal déformé, le service maintenance a changé le support du tampon de l'outil de sertissage afin d'assurer la non déformation du terminal lors de l'opération de sertissage. Voir les photos ci-dessous :

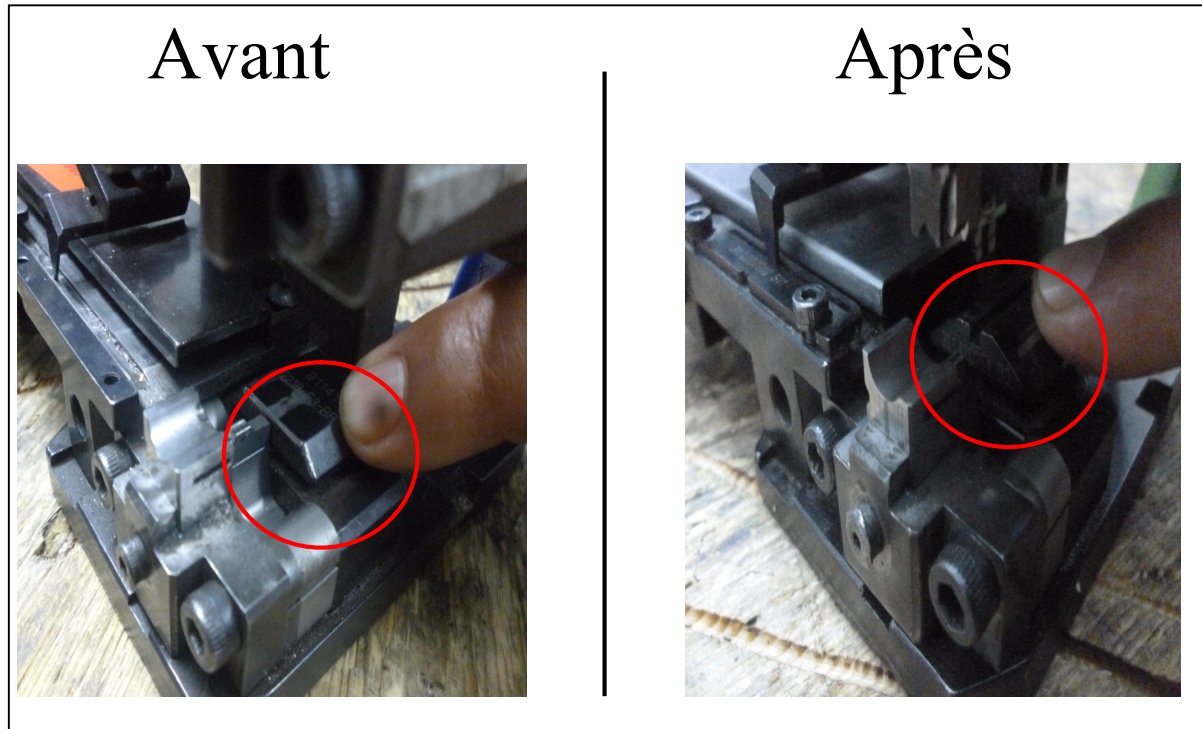


Figure 4.19 : Outil de sertissage 8W8 avec nouveau support du tampon

Après la mise à jour des outils, un essai sur 30 échantillons a été réalisé afin de valider de nouveau les outils, on trouve ci-dessous les résultats.

Tableau 4.9: valeurs des échantillons après sertissage

N° échantillons	Valeur mesuré	N° échantillons	Valeur mesuré	N° échantillons	Valeur mesuré
1	2.65	11	2.65	21	2.65
2	2.65	12	2.65	22	2.65
3	2.66	13	2.65	23	2.65
4	2.66	14	2.65	24	2.65
5	2.65	15	2.65	25	2.65
6	2.65	16	2.66	26	2.65
7	2.65	17	2.65	27	2.65
8	2.65	18	2.65	28	2.65
9	2.65	19	2.65	29	2.65
10	2.65	20	2.65	30	2.65

### 4.3. Phase amélioration et contrôle :

L'objectif de cette phase est de vérifier que les actions mise en place sont efficaces et atteignent l'objectif défini et de mesurer les résultats des solutions mise en place et les comparer à la situation initiale.

#### 4.3.1. Suivi des défauts durant S01 à S22 :

Le tableau suivant contient toutes les données nécessaires de chaque défaut durant la semaine 01 à la semaine 22.

Tableau 4.10 : Suivi des défauts durant S01 à S22

Semaine	Inversion	Mal encliqueté	Défauts	Qté produite	IPPM Inversion	IPPM Mal encliqueté	IPPM Global	Objectif
S1	77	35	157	2150	35814	16279	73023	15000
S2	68	37	175	2112	32197	17519	82860	15000
S3	31	20	61	1982	15641	10091	30777	15000
S4	64	27	108	1980	32323	13636	54545	15000
S5	66	49	181	2477	26645	19782	73072	15000
S6	73	39	161	2737	26672	14249	58824	15000
S7	61	41	155	2475	24646	16566	62626	15000
S8	55	38	124	2533	21713	15002	48954	15000
S9	63	25	111	2439	25830	10250	45510	15000
S10	69	21	101	2647	26067	7934	38156	15000
S11	50	25	91	1963	25471	12736	46358	15000
S12	44	22	68	1794	24526	12263	37904	15000
S13	57	22	97	2481	22975	8867	39097	15000
S14	30	4	40	1935	15504	2067	20672	15000
S15	25	21	46	2137	11699	9827	21526	15000
S16	31	7	44	2663	11641	2629	16523	15000
S17	23	5	35	1860	12366	2688	18817	15000
S18	18	7	31	1985	9068	3526	15617	15000
S19	8	11	29	2353	3400	4675	12325	15000
S20	15	3	21	2018	7433	1487	10406	15000
S21	18	8	32	2327	7735	3438	13752	15000
S22	10	2	15	2339	4275	855	6413	15000



### 4.3.2. Amélioration pour le problème inversion :

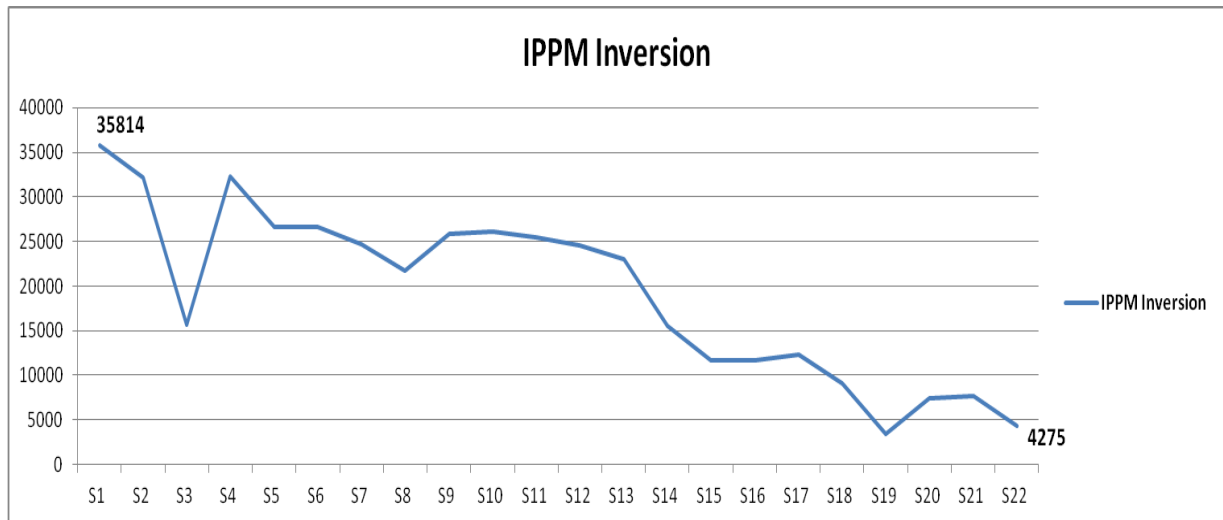


Figure 4.20 : IPPM Inversion

On constate la tendance positive du taux des inversions faites durant la semaine 01 jusqu'à la semaine 22.

### 4.3.3. Amélioration pour le problème mal encliqueté :

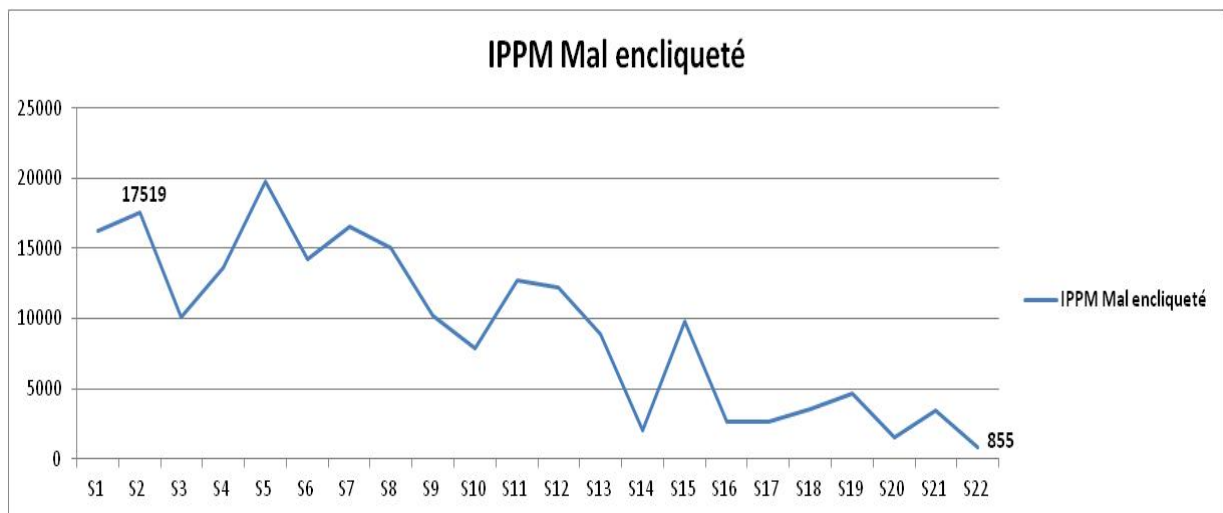


Figure 4.21 : IPPM Mal encliqueté

Selon la figure 4.21, on observe la tendance positive du taux de mal encliqueté faite durant S01 jusqu'à S22.

#### 4.3.4. IPPM Global :

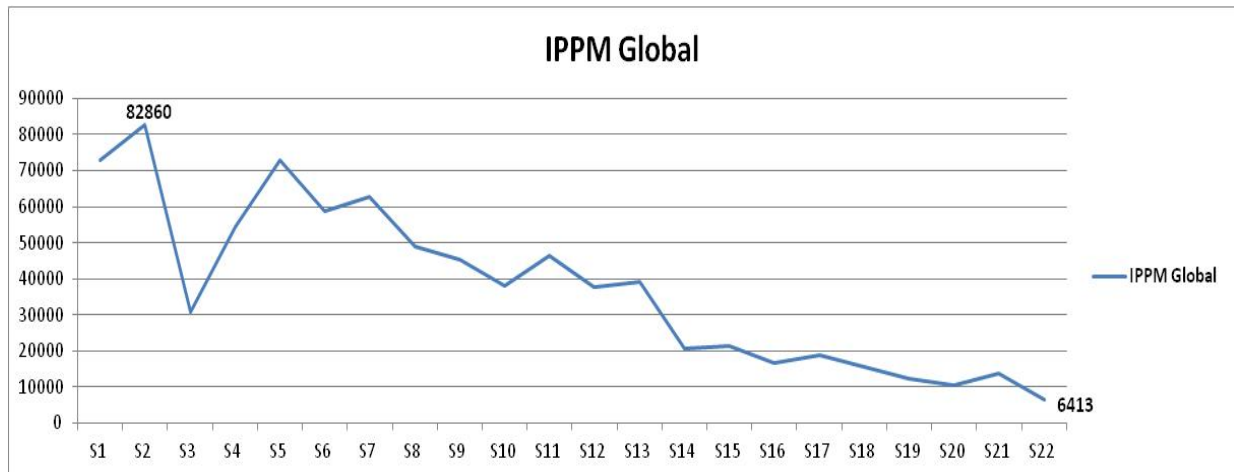


Figure 4.22: IPPM Global

Suite aux résultats trouvés, on remarque qu'il y a une réduction de taux de défauts qui est inférieur à 15000 IPPM. Les résultats IPPM sont encourageants.

#### 4.4. Phase de contrôle :

Le but de cette phase est d'instaurer des systèmes de contrôle afin de maintenir les améliorations dans le temps et de prouver que l'amélioration est durable en relevant le taux du défaut pendant les prochains mois. Pour cela, des actions seront mettre en place pour assurer la stabilité de ce gain.

Tableau 4.11 : Plan d'action de la phase de contrôle

Suivi des défauts	Faire le suivi quotidienne et le recyclage des opératrices fautifs	Khelil Seifeddine
	Mettre en place un système de concurrences avec la félicitation de chaque équipe qui réalisé 0 défauts pendant une semaine.	Saidi Rafik
	Suivi de la stabilité des indicateurs réalisé ( Road Map )	Saidi Rafik

#### Conclusion :

Au cours de l'étape précédente, on a analysé ce qu'on a mesuré dans l'étape de mesure et on a vérifié les causes les plus critiques et susceptibles de générer le défaut. L'analyse des causes racines, nous a permis d'avoir un aperçu sur les voies d'amélioration. De ce fait on peut maintenir le niveau d'amélioration annoncé dans la phase définition.

# Conclusion générale

Face à une concurrence mondiale acharnée dans le secteur automobile qui s'accroît remarquablement, le groupe Lear Corporation a adopté une stratégie de l'implantation d'une culture d'amélioration continue pour garantir sa pérennité. Elle vise l'optimisation des défauts de production ainsi que la valorisation du facteur humain dans le développement du groupe.

Dans ce cadre s'inscrit le présent travail. Dans une cellule d'amélioration lancée dans la société Lear Tunisie dont le rôle est la traduction de cette stratégie. Elle vise notamment à l'amélioration des processus de production au sein de LEAR Tunisie.

Ce projet a été réalisé en utilisant la méthodologie six sigma une de deux démarche d'amélioration continue chez Lear corporation.

On a entamé le projet en définissant le problème et les processus défaillants.

On a effectué une recherche des causes, on a analysé les modes de défaillances de processus et on a identifié les causes les plus critiques.

La mesure du niveau de performance actuel et à partir des objectifs d'amélioration fixés, on a pu réduire le taux de défauts à travers la réduction des IPPM. Le taux de panne a été réduit de 90%.

Ce projet m'a permis de consolider mes compétences (savoir, savoir-faire et savoir être).

Il était une occasion pour enrichir mes connaissances théoriques et pratiques et de les confronter à la réalité de l'entreprise.

Je propose comme perspective d'avenir pour ce projet la mise en place d'un Road Map à partir des résultats issus de ce projet.

# Références bibliographiques

[1] <http://www.lear.com/>, [Consulté le 10/02/15].

[2] Formation 6 Sigma Lear (document interne).


[3] Angeline Aubert-Lotarski, Études et conseils : démarches et outils – Le diagramme Ishikawa-2007.

[4] Dr. Rémi Bachelet, maître de conférences à Centrale Lille, Diagramme cause effet. [Consulté le 16/12/13] < [http://rb.ec-lille.fr//Qualite/Qualite\\_Ishikawa\\_causes-effets.pdf](http://rb.ec-lille.fr//Qualite/Qualite_Ishikawa_causes-effets.pdf) >

[5] Formation interne sur « la Méthodologie de Résolution des Problèmes en Groupe (MRPG)»

[6] Document PSA, norme et standard, Règles de conception faisceau, STE\9250901499-AC, date 12/3/2009, indice AC

# Annexe 1 : Rapport d'incidente qualité (RIQ)

 <b>Rapport d'Incident Qualité PSA</b>		<small>Date de création: 22/01/2013 Date de dernière modification: 22/01/2013</small>							
N°Incident (Annex)		Equipe d'analyse de l'incident							
Problème		Noms	Département						
Analyste	Equipe	CLAMPIN							
Ligne	Heure apparition défaut	FRANCOIS							
Date	Nb pièces touchées	FRANCOIS							
<b>1. RAPPEL DES FAITS</b>									
QOQQC		Photos / Schémas du défaut							
QOQ?									
QO?									
QO?									
QOQO?									
QOQO?									
COMMENT?									
COMMENT?									
Le standard existe-t-il? OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/>		Etat-il appliqué? OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/>							
<b>2. PROTECTION DU CLIENT</b>									
MESURES CONSERVATOIRES									
1-									
2-									
3-									
<b>Sécurisation</b>									
	Bord de ligne (chez le client)	Stock En Cours (chez le client)	Stock Magasin // Emballage	TRANSIT//CF	Assemblage Lear	Fil	Préparation Lear	Cape Lear	Maître Positive
Nombre de pièces Triées									
Nombre de pièces Non Conformées									
Point de repérage									
Et Carosil									
LE CLIENT EST-IL VRAIMENT PROTEGE?		OUI <input type="checkbox"/>	NON <input type="checkbox"/>						
<b>3. CAUSES</b>									
5 POURQUOI OCCURRENCE									
	P1	P2	P3	P4	P5				
Matière									
Main d'œuvre									
Machine									
Méthode									
Milieu									
5 POURQUOI NON-DETECTION									
	P1	P2	P3	P4	P5				
Pourquoi le défaut n'a pas été détecté par les POKA YOE ou les contrôles mis en place?									
Pourquoi la cause racine (Occurrence) n'a pas été détectée?									
<b>3. MESURES CORRECTIVES</b>									
Pour arrêter le défaut (Plan d'action sur 5P Non détection)					Pour éviter que le défaut se reproduise ( Plan d'action sur 5P Occurrence )				
Actions permanentes		Pilote	Délai		Actions temporaires		Pilote	Délai	
<b>4. DIFFUSION POUR INFORMATION et PRISE EN COMPTE</b>									
Production									
Qualité									

# Annexe 2 : Formulaire d'enregistrement des défauts

<b>LEAR CORPORATION</b>		<b>Relevé de défauts Off Line</b>		Equip	
				Production:	Qualité:
Date :		Poste:    Offline			
Références					Total
A.A Terminal déformé					
A.B Serlage incorrecte					
A.C Inversion					
A.D Terminal mal encliqueté					
A.E Connecteur ouvert					
A.F Non continuité électrique					
<i>Manque composants</i>					
A.G.1. Laiterie / Agrafe					
A.G.2. Touche					
A.G.3. Passe-gaine					
A.G.4. Emboutissage / Rash / Mécano					
A.G.5. Fil					
A.G.6. Terminal					
<i>Composant non assemblé</i>					
A.H.1. Fil (section / couleur / type / longueur)					
A.H.2. Terminal					
A.H.3. Agrafe-laiterie					
A.H.4. Connecteur					
A.H.5. Emboutissage					
A.H.6. Marquage					
A.H.7. Joint unifilaire					
<i>Composant défectueux</i>					
A.I.1. Connecteur cassé					
A.I.2. PVC pipaté ou agrafé / Fil coupé					
A.I.3. Emboutissage / Rash Mécano					
A.I.4. Tube / G.A.F / Ovalette / Passe Gaine / Pistolet					
A.I.5. Joint unifilaire					
A.I.6. Fil brisé					
A.I.7. Connecteur Non Étanche					
<i>Montage défectueux</i>					
A.J.1. Minceur incorrecte					
A.J.2. Serrie fautive / Dérivation incorrecte					
A.J.3. Agrafe / laiterie mal positionnée / dépliée					
A.J.4. Présence de boîcles					
A.J.5. Touche KIAF / Rash / Mécano / Tube mal positionnée					
A.J.6. Passe gaine mal positionnée					
A.J.7. G.A.F mal encliqueté					
A.J.8. Joint unifilaire mal enfiché					
<i>Injection</i>					
A.K.1. Non étanche					
A.K.2. Exode de matière					
A.K.3. Manque de matière					
A.K.4. Bouchonnage défectueux					
<i>Epaulement</i>					
A.L.1. Brin de cuivre sortant					
A.L.2. Ovale mal retouché					
A.L.3. Ovale mal positionné					
A.L.4. Ovale brülé					
A.M. Autre					
(X)	Câblage révisé pour réparation				

## Annexe 3 : Grille de notation (Détection, Fréquence et Gravité)

AMDEC - grille de notation		
Critères	Notes D	Risque de non détection
Très faible probabilité de ne pas détecter avant la fin de l'opération concernée (contrôle automatique).	1 ou 2	entre 1 / 10 000 et 1 / 20 000
Faible probabilité de ne pas détecter le défaut avant la fin de l'opération concernée (contrôle unitaire par l'opérateur).	3 ou 4	entre 1 / 1 000 et 1 / 2 000
Probabilité modérée de ne pas détecter le défaut avant la fin de l'opération concernée (contrôle difficile).	5 ou 6	entre 1 / 200 et 1 / 500
Probabilité élevée de ne pas détecter le défaut avant la fin de l'opération concernée (contrôle subjectif, mal adapté).	7 ou 8	entre 1 / 50 et 1 / 100
Probabilité très élevée de ne pas détecter le défaut avant la fin de l'opération concernée (pas de contrôle, défaut non visible).	9 ou 10	entre 1 / 10 et 1 / 20
Critères	Notes O	Risque d'apparition du défaut
Probabilité très faible (CAP > 1,33).	1 ou 2	entre 1 / 10 000 et 1 / 20 000
Probabilité faible (1 < CAP < 1,33).	3 ou 4	entre 1 / 1 000 et 1 / 2 000
Probabilité modérée (0,83 < CAP < 1).	5 ou 6	entre 1 / 200 et 1 / 500
Probabilité élevée (0,66 < CAP < 0,83).	7 ou 8	entre 1 / 50 et 1 / 100
Probabilité très élevée (le défaut se produira fréquemment).	9 ou 10	entre 1 / 10 et 1 / 20
Gravité de l'effet pour client	Notes S	Gravité sur la suite du processus
Effet minimale ne provoquant aucune gêne pour le client.	1	Aucune influence sur les opérations suivantes.
Effet mineur que le client peut déceler, mais ne provoquant qu'une gêne légère sans influence sur les performances du produit.	2 ou 3	Effet mineur décelé par l'opérateur aval, ne provoquant qu'une gêne légère pour le flux.
Effet prévisible qui provoque une gêne pour le client.	4 ou 5	Effet prévisible qui provoque une gêne pour les opérations suivantes et pour le flux.
Effet non prévisible qui mécontente le client et qui peut dégrader les performances du produit. Frais de réparation modérés.	6 ou 7	Effet non prévisible qui mécontente l'opérateur aval et perturbe modérément le flux : quelques rebuts ou retouches, frais modérés sur le processus.
Effet prévisible qui provoque un grand mécontentement du client et/ou des frais de réparation élevés.	8	Effet prévisible qui provoque un grand mécontentement de l'opérateur aval et perturbe le flux : rebuts ou retouches importants, frais élevés sur le processus.
Effet non prévisible qui provoque un grand mécontentement du client et/ou des frais de réparation élevés	9	Effet non prévisible qui provoque un grand mécontentement de l'opérateur aval et perturbe le flux : rebuts ou retouches importants, frais élevés sur le processus.
Effet impliquant des problèmes graves de fonctionnement ou de sécurité du produit.	10	Effet impliquant des problèmes graves de fonctionnement ou de sécurité pour l'opérateur final et l'arrêt du processus.





# Annexe 5 : la norme PSA B21 7050 D

PSA PEUGEOT - CITROËN

CONNECTEURS PRESCRIPTIONS GENERALES	B21 7050	39/51
-------------------------------------	----------	-------

## Annexe 2 Tenues mécaniques

Tenue à la traction de la liaison conducteur/contact

Section du conducteur (mm <sup>2</sup> )	Effort de traction axiale min. (N)	Effort de traction perpendiculaire min. (N)
0,13	80	50
0,22	80	50
0,35	80	50
0,5	70	80
0,75	90	80
1	115	80
1,5	155	80
2	195	80
2,5	235	80
3	260	100
4	320	100
5	360	100
6	400	100
7	450	100
10	600	100
16	800	100

Effort connexion clip/langchette revêtement Etain pour conception Porte Clips/ Embase

Type de contact	Effort max. (N)
0,635 x 0,635	5
1,2 x 0,6	6
1,5 x 0,8	7
2,8 x 0,8	10
4,8 x 0,8	15
6,35 x 0,8	20
8 x 0,8 *	
8 x 1	25
9,5 x 1,2	30

\* application maxi fuse.

Nota : Dans le cadre de la conception d'un nouveau contact, ces valeurs ne sont pas les cibles à atteindre ; le connecticien devra proposer l'effort de connexion minimum.

Force d'insertion et de rétention des contacts dans leurs alvéoles

Type de contact (mm)	Effort d'insertion			Effort de rétention			
	DV inactif max. (N)		DV actif min. (N)	Verrouillage primaire inactif max (N)		DV inactif min (N)	DV actif min. (N)
	Sans joint	Joint unitaire ou monobloc		Sans joint	Joint unitaire ou monobloc		
0,635	5	8	40	10	13	40	80
1,2	5	10	50	10	15	60	100
1,5	5	10	50	10	15	60	100
2,8	8	15	50	13	20	60	100
5	12	20	70	17	25	80	125
6,35	15	25	80	20	30	80	150
8	20	30	100	25	35	100	175
9,5 et +	25	40	100	30	50	100	200

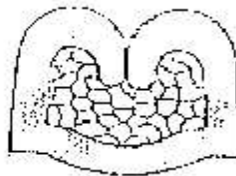
Pour les contacts hors standard PSA les valeurs seront obtenues par interpolation linéaire.

Force d'insertion et de rétention des modules dans leurs logements.

# Annexe 6 : STE Sertissage de Ford

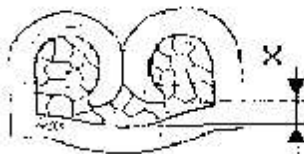
## ANNEXE 4

### SERTISSAGE AME CORRECT



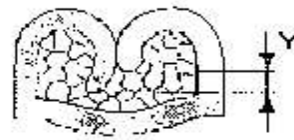
### COMPACTAGE ET POSITION DES ILES DE SERTISSAGE

### LIMITES MAXI TOLEREES



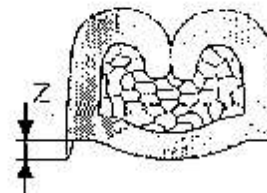
$X > 1/2$  épaisseur contact

POSITION DES AILES DE  
SERTISSAGES



$Y < \text{épaisseur contact}$

DISSYMETRIE DES AILES  
DE SERTISSAGES



$Z < 1/2$  épaisseur contact

BAVURES

SPECIFICATION TECHNIQUE ETUDES

NUMERO  
96 341 150 99

PAGE  
17

ID  
OR

04/98

CE DOCUMENT EST LA PROPRIÉTÉ DES SOCIÉTÉS GÉNÉRALES D'ALUMINIUM. IL NE DOIT ÊTRE REPRODUIT NI DISTRIBUÉ EN DEHORS DE LA SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'ALUMINIUM. IL NE DOIT ÊTRE REPRODUIT NI DISTRIBUÉ EN DEHORS DE LA SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'ALUMINIUM.